



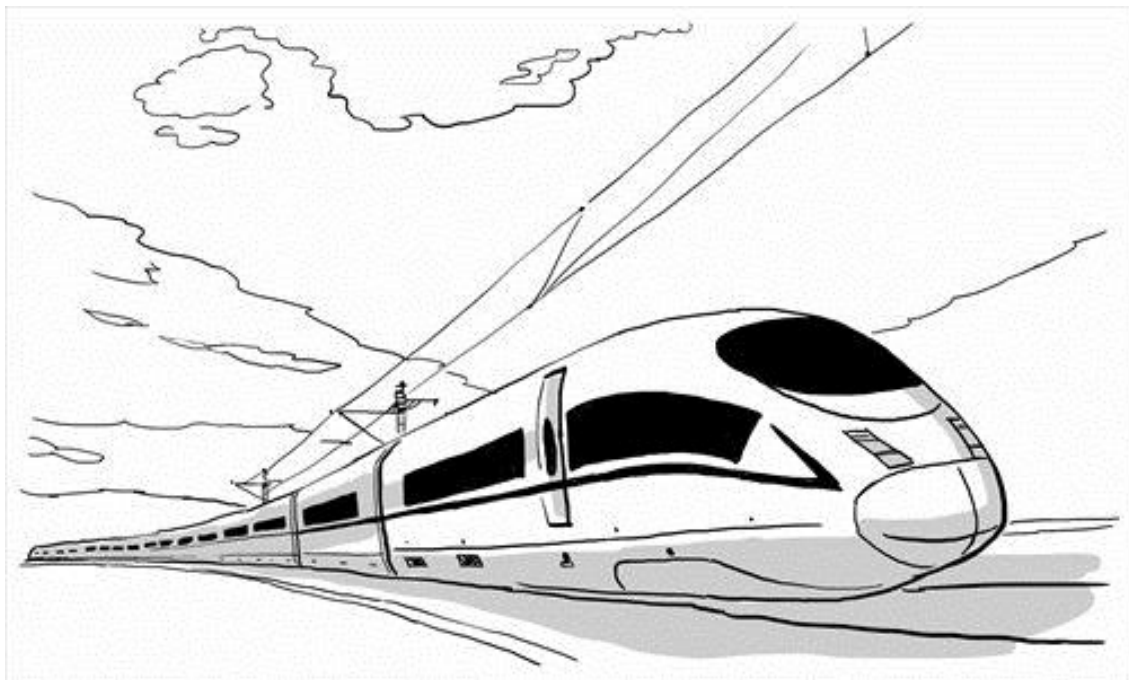
REPUBLIKA HRVATSKA

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

KLASA: 341-09/16-03/497

URBROJ: 699-06/1-18-113

Zagreb, 27.02.2018.



# **KONAČNO IZVJEŠĆE**

## **Incidenti na ŽCP-u Danica,**

### **listopad 2016.**



## Objava izvješća i zaštita autorskih prava

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

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

**Ovo izvješće može se slobodno koristiti isključivo u obrazovne svrhe.**

**Za sve dodatne informacije kontaktirajte AIN.**

## Vodič za čitanje

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

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

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

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

**Konačno izvješće 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 (AIN) osnovana je Zakonom o osnivanju Agencije za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu („Narodne novine“, broj 54/13) kao pravna osoba s javnim ovlastima. Osnivač Agencije je Republika Hrvatska, a osnivačka prava obavlja Vlada Republike Hrvatske.

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

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

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

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

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



## Sadržaj

<b>POJMOVNIK OZNAKA I KRATICA .....</b>	<b>6</b>
<b>1. SAŽETAK .....</b>	<b>7</b>
<b>2. PODACI O DOGAĐAJU .....</b>	<b>9</b>
2.1. OPIS DOGAĐAJA .....	9
2.1.1. Dojava o događaju .....	9
2.2. POZADINA DOGAĐAJA .....	10
2.2.1. Uključeni radnici i vanjsko ugovoreno osoblje te druge strane i svjedoci .....	10
2.2.2. Opis infrastrukture i signalno-sigurnosnog sustava .....	10
2.2.3. Radovi koji se izvode na ili u blizini mjesta događaja .....	13
2.2.4. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA .....	13
2.3. SMRTO STRADALI, OZLIJEĐENI I MATERIJALNA ŠTETA .....	13
2.4. VANJSKE OKOLNOSTI .....	13
<b>3. ZAPISI O ISTRAŽIVANJU I ANALIZAMA .....</b>	<b>13</b>
3.1. IZVOR DOKAZA .....	13
3.2. OČEVID .....	13
3.2.1. Podaci o poduzetim mjerama od strane Upravitelja infrastrukture nakon incidenata .....	13
3.2.2. Utjecaj mreže na rad zaštitnog uređaja .....	14
3.3. SAŽETAK IZJAVA SVJEDOKA I SUDIONIKA .....	15
3.4. SUSTAV UPRAVLJANJA SIGURNOSTI UPRAVITELJA INFRASTRUKTURE .....	16
3.4.1. Organizacija održavanja .....	17
3.4.2. Kontrola rada izvršnih radnika .....	18
3.4.3. Školovanje .....	18
3.4.4. Sučelje čovjek-stroj-organizacija .....	19
3.5. PRAVILA I PROPISI .....	19
3.5.1. Zakon o sigurnosti i interoperabilnosti željezničkog sustava (Narodne novine 82/13, 18/15 i 110/15) .....	19
3.5.2. Pravilnik o načinu osiguravanja prometa na željezničko-cestovnim i pješačkim prijelazima preko pruge (NN 121/09) .....	19
3.5.3. Pravilnik o tehničkim uvjetima za prometno-upravljački i signalno-sigurnosni željeznički infrastrukturni podsustav (NN 97/15) .....	20
3.5.4. Pravilnik o postupanju u slučaju izvanrednog događaja (Pravilnik HŽI 631) .....	23
3.5.5. Pravilnik o tehničkim uvjetima za sigurnost željezničkog prometa koje moraju udovoljavati željezničke pruge (NN 128/08) .....	24
3.5.6. Pravilnik o stažiranju, poučavanju i provjeri znanja izvršnih radnika .....	25
3.5.7. Propisani iznosi induciranih smetnji u signalno-sigurnosnim kablovima .....	25
3.5.8. Uputa 40, Prilog 6 .....	25
3.5.9. Pravilnik 215 .....	25
3.6. NAČIN RADA ŽELJEZNIČKE OPREME .....	26
3.6.1. Ispitivanje zaštitnog uređaja ŽCP-a provedeno od strane Povjerenstva UI-a .....	26
3.6.2. Očitavanje memorije sklopa .....	27
3.6.3. Ispitivanje TDR14 ŽCP 28 nakon incidenata .....	27
3.6.4. Mjerenje napona .....	36
3.6.4.1 Mjerenje napona na izlazu 1 u EVP 110/25kV Križevci .....	36
3.6.5. Izvedba ŽCP-a br. 28 .....	37



3.7.	DOKUMENTACIJA.....	38
3.7.1.	Željeznička infrastruktura .....	39
3.7.2.	Korisnička dokumentacija .....	40
3.7.3.	Pregled dokumentacije .....	40
3.7.3.1	Knjiga smetnji V-11 .....	40
3.7.3.2	Knjiga radova V-10 .....	41
3.8.	STRUČNA ANALIZA .....	42
3.8.1.	Mjere za smanjivanje utjecaja elektromagnetske indukcije .....	48
<b>4.</b>	<b>ANALIZE I ZAKLJUČCI.....</b>	<b>50</b>
4.1.	ZAVRŠNI PRIKAZ SLIJEDA DOGAĐAJA.....	50
4.2.	ANALIZA ČINJENICA .....	50
4.2.1.	Prethodni slični događaji .....	50
4.2.2.	Školovanje.....	50
4.2.3.	Sustav upravljanja sigurnošću .....	50
4.2.4.	Način osiguranja ŽCP-a .....	51
4.2.5.	Postupanja uključenih osoba .....	51
4.2.6.	Održavanje opreme ŽCP-a .....	51
4.2.7.	Struktura održavanja .....	52
4.2.8.	Rezultati mjerenja opreme ŽCP-a .....	52
4.2.9.	Elektromagnetska kompatibilnosti .....	53
4.2.10.	Zabilježeni događaji u memoriji TDR 14.....	53
4.2.11.	Detekcija smetnji.....	53
4.2.12.	Uputa proizvođača.....	53
4.2.13.	Propisi .....	54
4.2.14.	Zaustavljanje vlaka ispred ŽCP-a.....	54
4.2.15.	Prijava događaja.....	54
4.2.16.	Registrator događaja .....	54
4.3.	ZAKLJUČCI .....	54
4.4.	DODATNA ZAPAZANJA.....	55
4.4.1.	Spoznaje iz prethodnih sličnih događaja.....	55
<b>5.</b>	<b>PODUZETE MJERE .....</b>	<b>56</b>
<b>6.</b>	<b>SIGURNOSNE PREPORUKE .....</b>	<b>57</b>



## POJMOVNIK OZNAKA I KRATICA

AIA – Air, Maritime and Railway Accidents Investigation Agency,  
AIN – Agencija za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu,  
ASŽ – Agencija za sigurnost željezničkog prometa,  
CPr – cestovni prijelaz,  
ID 3 – izvještaj o provedenoj istrazi Istražnog povjerenstva  
IM – Infrastructure Manager,  
ITR – isključni tračnički kontakt,  
LC – Level crossing,  
M 201 - oznaka pruge Dugo Selo - Botovo,  
NSA – National Safety Authority (ASŽ),  
SMS – safety management system,  
SS – signalno – sigurnosni uređaj,  
SV+ZV+POL - ŽCP osiguran svjetlosnim i zvučnim signalima i polubranicama,  
V 10 – knjiga radova,  
V 11 – knjiga smetnji,  
UI – upravitelj infrastrukture,  
UTR – uključni tračnički kontakt  
ZK – oznaka detektora  
ŽCP – željezničko-cestovni prijelaz.

## 1. SAŽETAK

Dana 05. i 06. listopada 2016. godine prilikom vožnje vlakova 69702 i 89885 prugom M 201, između kolodvora Botovo i Koprivnica, signalno-sigurnosni uređaj ŽCP-a broj 28 (ŽCP „Danica“) registrirao je indikaciju kvara. Strojovođe oba vlaka dolaskom u kolodvor Koprivnica obavijestili su prometnike da su motke polubranika kod nailaska vlaka na ŽCP ostale u podignutom položaju. Isto se ponovilo i dana 14. listopada 2016. godine. Dana 25.10.2016. godine zaštitni uređaj predmetnoga ŽCP-a je proglašen neispravnim i isključen je iz rada. Analizom dostavljenih podataka utvrđeno je da se uređaj nije aktivirao ukupno šest puta u razdoblju od početka rujna do kraja listopada kada je prijelaz proglašen neosiguranim.

U predmetnim incidentima nitko nije stradao, niti je došlo do smetnji u prometu.

*Izravni uzrok predmetnim incidentima je:*

- Inducirane smetnje u signalnom kabelu uređaja za osiguranje prometa, zbog kojih, prilikom nailaska vlakova na ŽCP-u broj 28, u predmetnim slučajevima, nisu bili spušteni polubranici. Uzrok smetnjama je elektromagnetski utjecaj vuče na SS kablove uz prugu (poglavlje 4.2.8.).

*Organizacijski čimbenici:*

- Tijekom projektiranja rekonstrukcije ŽCP-a nije napravljena analiza rizika zamjene opreme, pa tako ni utjecaj elektrovuče na SS kabele položene uz prugu (poglavlje 4.2.3),
- Ispitivanja provedena na pokusnoj dionici nisu u potpunosti odgovarala stvarnim uvjetima na pruzi M201 (poglavlje 4.2.9),
- Nakon pojave prvog incidenta nije utvrđen uzrok istoga (poglavlje 4.2.6),
- Organizacija službe održavanja – decentralizacija (poglavlje 4.2.6),
- U uputama proizvođača se ne navodi da bi inducirane elektromagnetske smetnje mogle utjecati na pouzdanost rada uređaja (poglavlje 4.2.12),

### Sigurnosne preporuke

Agencija za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu temeljem provedenog istraživanja predmetnih incidenata, u cilju poboljšanja sigurnosti željezničkog sustava izdaje ministarstvu nadležnom za promet slijedeće sigurnosne preporuke:

**AIN/06 SR 8/2017:** U Pravilniku o tehničkim uvjetima za prometno-upravljački i signalno-sigurnosni željeznički infrastrukturni sustav (NN 97/15) u čl. 10 st 1 odredbu o praćenju rada trebalo bi proširiti i na ŽCP-e koji su izvedeni kao automatski uređaji (poglavlje 4.2.13).

**AIN/06 SR 9/2017:** U Pravilniku o tehničkim uvjetima za prometno-upravljački i signalno-sigurnosni željeznički infrastrukturni sustav (NN 97/15) u čl. 10 st 3 trebalo bi navesti koje su to dodatne mjere koje je upravitelj infrastrukture dužan uvesti (poglavlje 4.2.13).

Agencija za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu temeljem provedenog istraživanja predmetnih incidenata, u cilju poboljšanja sigurnosti željezničkog sustava izdaje Agenciji za sigurnost željezničkog prometa slijedeće sigurnosne preporuke:

**AIN/06 SR 10/2017:** Upravitelj infrastrukture trebao bi poduzeti mjere za pouzdano uklanjanje induciranih smetnji koje mogu utjecati na rad signalno-sigurnosne postojeće opreme, pri čemu bi naglasak trebao biti na primjeni pasivnih mjera koje su pouzdanije i dugoročno jeftinije (poglavlje 3.8.1).

Agencija za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu temeljem provedenog istraživanja ove ozbiljne nesreće u cilju poboljšanja sigurnosti željezničkog sustava izdaje proizvođaču opreme slijedeću sigurnosnu preporuku:

**AIN/06 SR 11/2017:** Proizvođač opreme trebao bi u svojim uputama navesti da u uvjetima velikih elektromagnetskih onečišćenja izvan granica određenih međunarodnim normama, odnosno, utjecaja stabilnih i mobilnih postrojenja električne vuče koji se pokazuju kroz prevelike inducirane napone u postojećim signalnim kabelima bez redukcijskog faktora (neoklopljenim kabelima), da sklop TDR14 (bez odgovarajuće zaštite) može biti osjetljiv na inducirane elektromagnetske smetnje (poglavlje 4.2.12).

## REPORT SUMMARY

On 05 and 06 October 2016, during ride of trains No 69702 and 89885 on the line M201, between stations Botovo and Koprivnica, over the Level Crossing No 28 (LC Danica), the Safety Device recorded Malfunctions of the Level Crossing Device. Trains drivers reported traffic controllers in Station Koprivnica that halve barriers of the LC 28 didn't come down when the trains arrived at the LC. In those two incidents no one was injured and there was no obstruction of traffic. Analysing the submitted data it was found that the device did not activate a total of six times in the period from the beginning of September to the end of October when the LC was declared unsecured.

*Direct causes of these incidents are:*

- Induced disturbances in the signal cable of the Automated Level Crossing safety device, due to which, during train passing over, on the LC No. 28, in the cases concerned, were not lowered to the halve barriers. The cause of the disruption is the electromagnetic impact of electric traction on the signaling cables along the track (Chapter 4.2.8).

*Organizational factors:*

- During the design of the reconstruction of the LC a risk analysis of replacing the LC equipment was not conducted, that includes the impact of the electric traction on the signalling cables along the railway track (Chapter 4.2.3)
- Examination of the equipment on the test section did not fully correspond to the actual conditions on M201 (Chapter 4.2.9),
- The cause of the first incident has not been established (Chapter 4.2.6),
- The organisation of maintenance – decentralisation of it (Chapter 4.2.6),
- The manufacturer's instructions do not state that induced electromagnetic disturbances could affect the reliability of design work (Chapter 4.2.12).

## Safety recommendation

Air, Maritime and Railway Traffic Accidents Investigation Agency based on results of this investigation to Improve Rail Safety, issues the following safety recommendations to the Ministry of Transport:



**AIN / 06 SR 8/2017:** In the Regulations on Technical Conditions for the Traffic Control and Signalling and Safety Railway Infrastructure System (OG 97/15) in the Art. 10 point 1: work monitoring rule should be extend to the LC that are derived as automatic devices (Chapter 4.2.13).

**AIN / 06 SR 9/2017:** In the Ordinance on Technical Conditions for Traffic Control and Signalling and-Safety Railway Infrastructure (OG 97/15) in Art. 10 point 3 should be clarified what additional measures the infrastructure manager is obliged to introduce (Chapter 4.2.13).

Air, Maritime and Railway Accidents Investigation Agency in order to improve the safety of the railway system issued to Croatian Railway Safety Agency following safety recommendations:

**AIN / 06 SR 10/2017:** The Infrastructure Manager should take measures to reliably eliminate the induced interference that could affect the operation of signalling and safety equipment, with the emphasis being on the use of passive measures that are more reliable and in the long run cheaper (Chapter 3.8. 1).

Air, Maritime and Railway Traffic Accidents Investigation Agency, based on the investigation of those incidents, in order to improve the safety of the railway system, issues to the equipment manufacturer the following safety recommendation:

**AIN / 06 SR 11/2017:** The manufacturer of the equipment should in instructions put information that TRD 14 device, in conditions where there are large quantities of electromagnetic disturbances in signalling cables (outside of limits defined in international standards), can be susceptible to induced electromagnetic interference (Chapter 4.2.12).

## 2. PODACI O DOGAĐAJU

### 2.1. Opis događaja

Dana 05. i 06. listopada 2016. godine prilikom vožnje vlakova 69702 i 89885 prugom M 201, između kolodvora Botovo i Koprivnica, signalno-sigurnosni uređaj ŽCP-a broj 28 (ŽCP „Danica“) registrirao je indikaciju kvara. Strojovođe oba vlaka dolaskom u kolodvor Koprivnica obavijestili su prometnike da su motke polubranika kod nailaska vlaka na ŽCP ostale u podignutom položaju. Istovrsni incident se ponovio i dana 14.10.2016. godine. Dana 25.10.2016. godine zaštitni uređaj predmetnoga ŽCP-a je proglašen neispravnim i isključen iz rada.

#### 2.1.1. Dojava o događaju

AIN je dojavu o incidentima zaprimio od građana dana 10.11.2016. godine. Temeljem prikupljenih informacija odlučeno je da će istražitelj željezničkih nesreća AIN-a izaći na mjesto događaja radi obavljanja očevida. Nakon obavljenog očevida i prikupljenih informacija, utvrđeno je da je u predmetnim incidentima došlo do ugrožavanja sigurnosti željezničkog sustava na način da predmetni ŽCP tijekom prolaska više vlakova nije bio osiguran što je u neznatno drugačijim okolnostima moglo imati vrlo teške posljedice. Temeljem utvrđenoga je glavni istražitelj željezničkih nesreća donio odluku o pokretanju istraživanja ove ozbiljne nesreće. Odluka o pokretanju istraživanja predmetne nesreće donesena je na temelju Zakona o sigurnosti i interoperabilnosti željezničkog sustava („Narodne novine“, broj: 82/13, 18/15, 110/15 i 70/17), članka 110, stavka 2.

## 2.2. Pozadina događaja

### 2.2.1. Uključeni radnici i vanjsko ugovoreno osoblje te druge strane i svjedoci

U ovim incidentima su sudjelovali zaposlenici društava HŽ Infrastruktura, HŽ Cargo i RCC. Uključene osobe su:

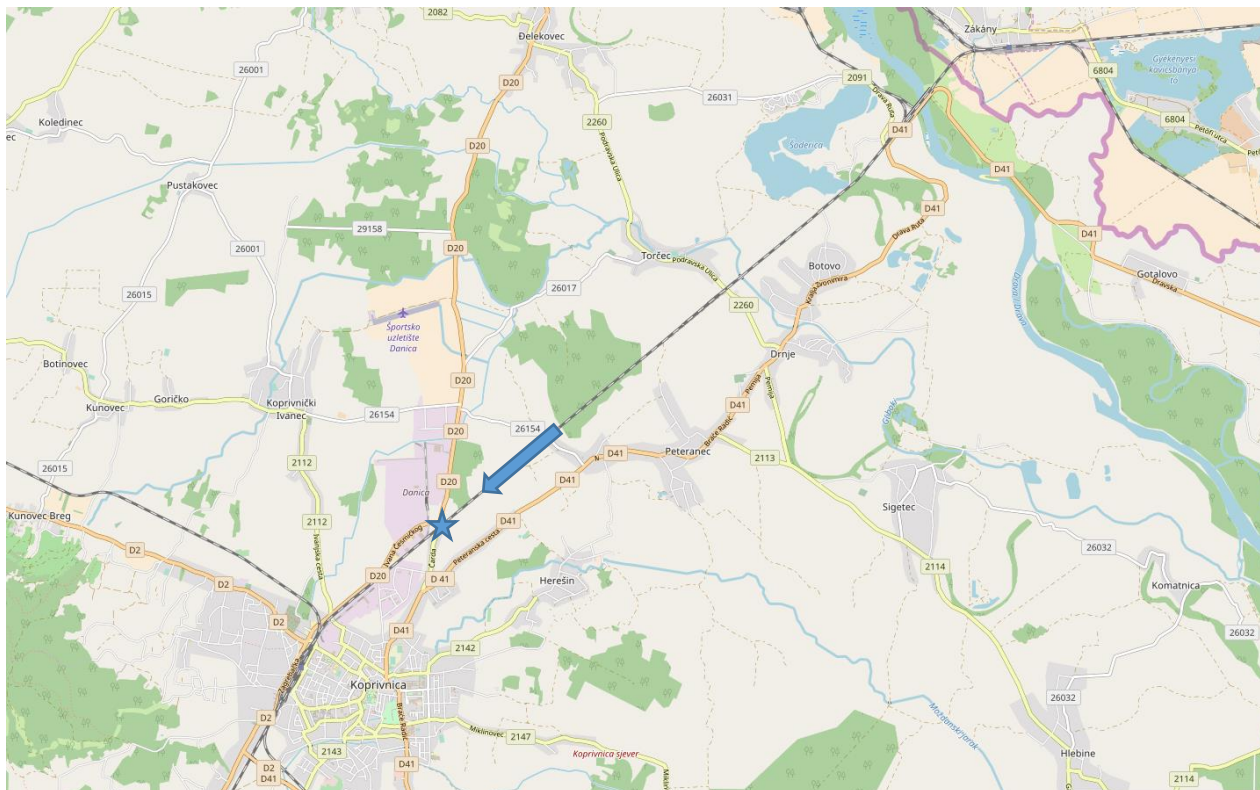
- Strojovođe,
- Prometnici vlakova,
- Izvršni radnici na održavanju opreme ŽCP-a

### 2.2.2. Opis infrastrukture i signalno-sigurnosnog sustava

Dionica pruge između kolodvora Botovo i Koprivnica je dio pruge M 201 Dugo Selo - Botovo. Radi se o pruzi od značaja za međunarodni promet vlakova. Pruga M201 je jednokolosiječna elektrificirana pruga sustava napajanja 25kV izmjenično 50Hz. Promet vlakova se regulira automatskim pružnim blokovima. Maksimalna dozvoljena brzina je 120km/h. Pruga je opremljena sustavom za automatsku zaštitu vlaka (auto-stop sustav). Željezničko-cestovni prijelaz broj 28 (ŽCP Danica) nalazi se na kilometarskom položaju 513+819. Daljinski nadzor rada predmetnoga ŽCP-a je izveden u kolodvoru Koprivnica.

### OPIS ŽCP-a broj 28

Željezničko-cestovni prijelaz u km 513+819 (Danica) zaštićen je svjetlo-zvučnim signalima i polubranicima (Sv-Zv-Pol), kojima se upravlja automatski prelaskom vlaka preko uključnih i isključnih kontakata. Obnovljeni ŽCP Danica je pušten u promet tijekom 2015. godine, nakon završetka remonta pruge M201.



Slika 1. – Karta mjesta incidenta (izvor slike: Openstreetmap)

#### OPIS UREĐAJA ŽCP-a

ŽCP broj 28 (ŽCP Danica) osiguran je uređajem tipa CPr-DK proizvođača „Iskra“. Uređaj se uključuje automatski prevoženjem pružnih vozila preko uključnih senzora K1 i K2. Uređaj osiguranja je pušten u rad 1983. godine, dok je dogradnja polubranika obavljena 1984. godine. Zamjena uključnih magnetskih tračničkih kontakata K1/11 i K2/12 s tračničkim kontaktima UTR245 obavljena je 2008. godine. U okviru remonta pruge Državna granica - Botovo – Koprivnica, tijekom 2015. godine zamijenjeni su uključni magnetskih tračnički kontakti K3/13 i tračnički kontakti UTR245 s uređajem za detekciju vlaka TDR14 te postavljajući polubranika.

Na ulaznim i izlaznim signalima kolodvora Koprivnica ne postoje posebni znakovi, kao što su signalni znakovi koji signaliziraju kontrolni signali, koji strojovođe obavještavaju o ispravnosti rada ŽCP-a „Danica“. Ukoliko je predmetni ŽCP u kvaru uređaj osiguranja kolodvora ne dozvoljava postavljanje izlaznih/ulaznih vožnji (izlaznih signala), a prometnik vlakova za regulaciju prometa koristi pismeni nalog.

Prema informacijama dobivenima od UI na predmetnom ŽCP-u, dok je bio opremljen magnetnim tračničkim kontaktima nisu zabilježeni istovrsni incidenti, ali magnetni kontakti nisu imali dijagnostički uređaj iz kojega bi se mogli očitati podaci o broju detektiranih osovina od strane magnetnih kontakata te eventualna nepravilna zaštita uređaja ŽCP-a.



Slika 2. – Opći snimak ŽCP-a 28 (izvor slike: AIN)

#### Uključno - isključni elementi

Za detekciju nailaska vlaka prema ŽCP-u (oba smjera vožnje vlaka) na uključnim točkama K1/K11 i K2/K12 koriste se tračnički kontakti UTR. Za detekciju prolaska vlaka preko ŽCP-a koristi se tračnički kontakt K3/13 ITR. Tračnički kontakt UTR sastoji se od senzora željezničkog kotača ZK24-2 (montiran na tračnicu u razini uključne točke K1 i K2) i prilagodnog sklopa UTR 245 (montiran u kućicu ŽCP-a). Tračnički kontakt K3/K13 (ITR) sastoji se od istog senzora željezničkog kotača ZK24-2 i prilagodnog sklopa ITR 245. Senzor željezničkog

kotača ZK24-2 (slika 15) djeluje na magnetno-induktivnom principu s elektroničkom obradom signala. Sastoji se od dva neovisna senzorska sustava H i L koji su međusobno galvanski odvojeni. Prilagodni sklop UTRZ45/ITR245 pretvara istosmjerne strujne signala senzora u relejne izlaze (PH, PL) i smjerne tranzistorske izlaze (DHL, DLH). Temeljem signala RH, RL, DHL i DLH upravlja se osiguranjem ŽCP-a. Prilagodni sklopovi UTR i ITR nemaju mogućnost registracije podataka, dok sklop za detekciju vlaka TDR 14 ima mogućnost registracije podataka.

### Signalni znakovi

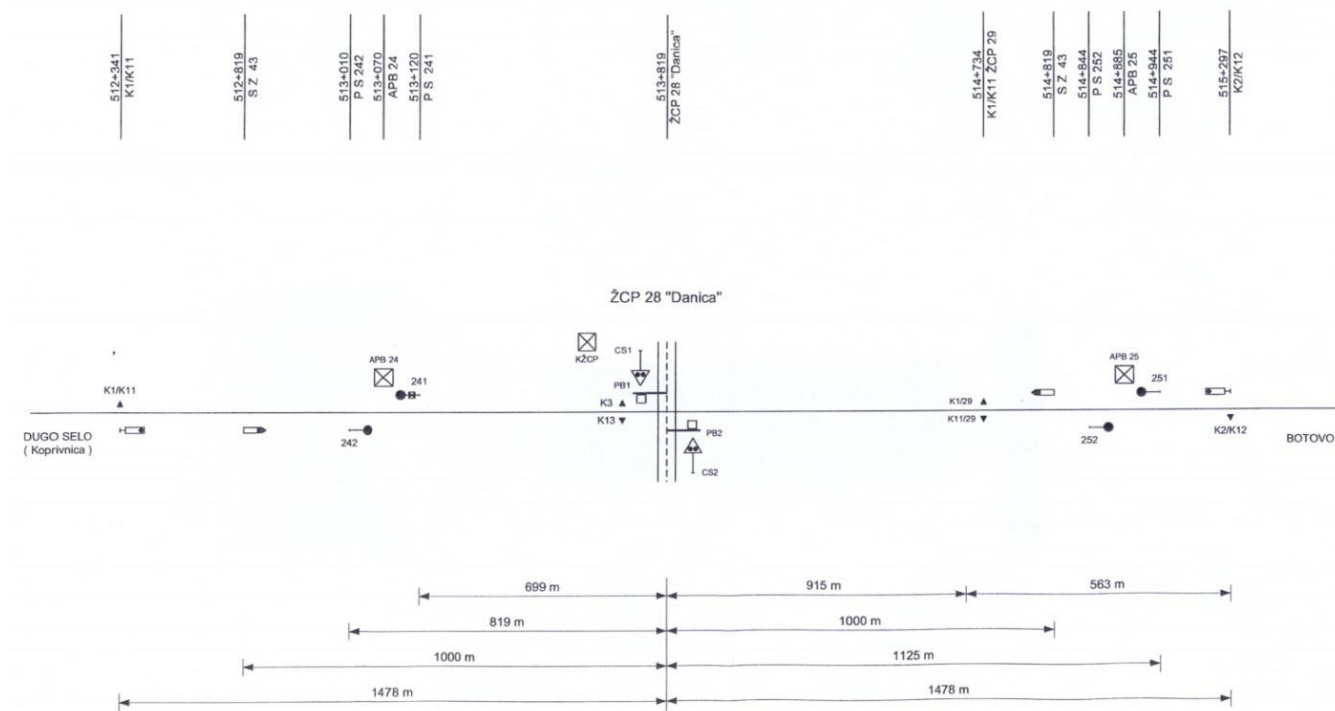
Temeljem Pravilnika o značenju i uporabi signala, signalnih znakova i signalnih oznaka u željezničkom prometu („Narodne novine“ br. 94/15) u ravnini uključne točke K1 ugrađen je signalni znak "Uključna točka s daljinskom kontrolom", a na udaljenosti zaustavnog puta ispred ŽCP-a ugrađen je signalni znak „Početak zaustavnog puta ispred željezničko-cestovnog prijelaza“. Također, niti jednim pravilnikom nije definirana obaveza označavanja mjesta na pruzi na kojem se vlak mora zaustaviti ispred ŽCP-a.

### Kućica za smještaj uređaja

U neposrednoj blizini ŽCP-a postavljena je tipska kućica (slika 2) u kojoj je smješten kontrolno - upravljački dio uređaja, sklop za napajanje, telefonski ormarić i ostala priključna oprema. Uređaj osiguranja ŽCP-a napaja se električnom energijom iz lokalne elektrodistribucijske mreže.

### Cesta

Cesta na kojoj se nalazi predmetni ŽCP je u nadležnosti grada Koprivnice. Radi se o cesti namijenjenoj za dvosmjerno odvijanje cestovnog prometa. Kolnik ceste je asfaltiran. Cesta je opremljena propisanom prometnom signalizacijom.



Slika 3. – Shema opreme ŽCP-a 28 (izvor slike: HŽI)



### **2.2.3. Radovi koji se izvode na ili u blizini mjesta događaja**

U blizini mjesta incidenata nije bilo radova.

### **2.2.4. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA**

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

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

Istraživanje je proveo glavni istražitelj željezničkih nesreća AIN-a.

### **2.3. Smrtno stradali, ozlijeđeni i materijalna šteta**

U ovim incidentima nije bilo stradalih osoba niti je nastala materijalna šteta.

### **2.4. Vanjske okolnosti**

Vremenske prilike na mjestu i za vrijeme događaja bile su povoljne za odvijanje cestovnog i željezničkog prometa.

## **3. ZAPISI O ISTRAŽIVANJU I ANALIZAMA**

### **3.1. Izvor dokaza**

- Očevid istražitelja AIN-a,
- Zapisi o ispitivanju sudionika i svjedoka,
- Podaci od Upravitelja infrastrukture i Željezničkog prijevoznika,
- Izjave rukovoditelja uključenih tvrtki,
- Zapisi iz željezničkog vozila,
- Dokumentacija o željezničkim i cestovnim vozilima,
- Dokumentacija o infrastrukturi.

### **3.2. Očevid**

Očevid su, nakon dojave, obavili zaposlenici AIN-a, Odjela za istrage nesreća u željezničkom prometu. Očevidom je utvrđeno da je ŽCP broj 28 u režimu rada da se prijelaz smatra neosiguranim. Vlakovi koji dolaze do prijelaza, staju ispred prijelaza, prije polaska daju signalni znak „pazi“, nakon čega nastavljaju vožnju. Oprema na prijelazu je stavljena u funkciju u automatski režim rada (polubranici, svjetlo, zvuk). Praćenjem rada tijekom očevida je utvrđeno da oprema radi ispravno.

#### **3.2.1. Podaci o poduzetim mjerama od strane Upravitelja infrastrukture nakon incidenata**

Prometnici vlakova obavijestili su radnike Elektrotehničkog sektora - Dionice SS i TK uređaja Koprivnica o prolasku vlakova preko nezaštićenog ŽCP-a broj 28 i o indikaciji kvara na istome. Te neispravnosti su evidentirane u službenim evidencijama Ve-11 i Pe-30. Dolaskom radnika Dionice SS i TK uređaja Koprivnica na ŽCP broj 28 zaštitni uređaj je resetiranjem doveden u ispravno stanje, obavljeno je ispitivanje i potrebna mjerenja na uređaju, nakon čega je utvrđeno da uređaj radi ispravno, što je i evidentirano od strane radnika

Dionice SS i TK uređaja Koprivnica u Ve-11. Voditelj Dionice SS i TK uređaja Koprivnica uvodi praćenje rada signalno-sigurnosnog uređaja ŽCP-a 28, dana 06.10.2016. godine, od 15:40 sati. Pregledom i ispitivanjem uređaja nikakve nepravilnosti niti oštećenja nisu pronađeni. U vrijeme praćenja rada preko ŽCP-a broj 28 prošao je veliki broj vlakova. Uređaj je radio ispravno te se metodama ispitivanja kojima su raspolagali izvršni radnici nije moglo utvrditi da signalno-sigurnosni uređaj ŽCP-a 28 ne radi pouzdano. Također, čitanje memorije uređaja nije obavljeno. Radnici Dionice SS i TK uređaja Koprivnica su posumnjali, temeljem svojih iskustava, da je uzrok izvanrednih događaja nepravilna vožnja vlakova, spora vožnja ili stajanje vlaka nakon prolaska ključnih kontakata. Dana 25.10.2016. godine, u 16:20 sati, nakon izvršenih mjerenja i ispitivanja signalno-sigurnosnog uređaja ŽCP-a 28, koje je obavljeno od strane UŽIP-a, voditelj Dionice SS i TK uređaja Koprivnica isključio je iz rada signalno-sigurnosni uređaj ŽCP-a 28, zbog osnovane sumnje u ispravnost istoga.

Centralni prometnici vlakova kolodvora Koprivnica, nakon što su radnici Dionice SS i TK uređaja Koprivnica u Ve-11 upisali da je signalno-sigurnosni uređaj ŽCP-a doveden u ispravno stanje i ispitan, te utvrdili da uređaj radi ispravno, smatrali su da predmetni događaji ne spadaju u kategoriju izvanrednih događaja (incident) već u neurednost rada uređaja (kvar).

AIN-u su dostavljene su ispitno mjerne liste sklopa TDR 14 od siječnja do listopada 2016. godine, sačinjene po djelatnicima Elektrotehničkog sektora - Dionice SS i TK uređaja Koprivnica, iz kojih je vidljivo da su mjerenja obavljana jednom mjesečno, te da su svi izmjereni parametri opreme unutar predviđenih vrijednosti. Dostavljene su mjerne liste dijela uređaja ŽCP-a ISKRA DK. Iz navedenoga je utvrđeno da je uređaj provjeravan jednom mjesečno, te da su svi parametri unutar predviđenih vrijednosti.

### **3.2.2. Utjecaj mreže na rad zaštitnog uređaja**

Upravitelj željezničke infrastrukture (UI) nema saznanja da su ranije obavljana mjerenja elektromagnetskog utjecaja elektrovođe na izolirane odsjeke SS uređaja na dionici pruge M201 Koprivnica - Botovo. Prije ugradnje sklopa za detekciju vlaka TDR14, kojim su zamijenjeni magnetski kontakti proizvođača Siemens, rađena su ispitivanja kroz pokusnu dionicu gdje se je sklop pokazao ispravnim. Pokusna dionica je napravljena na pruzi M202. Radi se o elektrificiranoj pruzi Zagreb Glavni kolodvor – Rijeka, a za mjesto ispitivanja je odabran ŽCP Lazina. Na pokusnom zaštitnom uređaju je ugrađen registar događaja putem kojeg je praćen rad zaštitnoga uređaja. Praćenjem rada zaštitnoga uređaja nisu uočene nepravilnosti. Sklop TDR 14 je bio druga generacija zamjenskoga uređaja za magnetske tračničke kontakte, koji je predstavljao sigurnosno poboljšanje u odnosu na prvu generaciju sklopa UTR/ITR. Oba sklopa se sastoje od istih vanjskih elemenata, senzora ZK24-2 i zaštite od grmljavine. Tijekom pet godina upotrebe uređaja UTR/ITR nije bilo incidenata na uređajima ŽCP-a na kojima su bili ugrađeni. Temeljem ovakvih, višegodišnjih, pokazatelja zaključeno je da se sklop TDR 14 može ugraditi na zaštitni uređaj ŽCP-a.

Pokusna dionica na pruzi M202 se razlikuje od pruge M201 na način da je na pruzi M202 povučen povratni vod električne vuče za zatvaranje strujnog kruga, dok na pruzi M201 nema povratnog voda pa se strujni krug zatvara preko tla. Na prugama na kojima je postavljen povratni vod električne vuče inducirane smetnje su znatno manje.

### 3.3. Sažetak izjava svjedoka i sudionika

Centralni prometnik vlakova 1 izjavio je da je dana 05./06.10.2016. godine radio sam na radnom mjestu centralnog prometnika vlakova. Vlak 69702 prometovao je između kolodvora Drnje - Koprivnica u blokovnom razmaku, SS uređaj je bio ispravan i svi ŽCP-i između ta dva kolodvora. Kod nailaska vlaka 69702 na polje 25, ŽCP je registrirao je kvar. Obavijestio sam dežurnog u SS službi. Na njihov zahtjev zamoljen sam da kontaktiram strojovođu vlaka 69702 i upitam da li je vidio kakvu nepravilnost. Vlak 69702 u međuvremenu stigao u kolodvor Koprivnica. Strojovođa izjavljuje da ŽCP 28 radi, ali je desni krak polubranika u smjeru vožnje u zraku, a lijev spušten. O istom obavještavam SS službu. Nekoliko minuta kasnije SS služba je potvrdila i upisala u V-11 da je ŽCP 28 ispravan i izjavljuju da je do kvara došlo vjerojatno zbog duže vožnje vlaka 69702. Tijekom noći ŽCP 28 nije više pokazivao kvarove i smetnje. Po dolasku šefa kolodvora na posao, isti je obaviješten o događaju. Vlakovi tokom smjene nisu otpremani mimo Prometnog pravilnika RH-2.

Centralni prometnik vlakova 2 je izjavio da je dana 06.10.2016. godine kod odlaska vlaka broj 89885 iz kolodvora Drnje SS uređaj bio ispravan. Po prelasku predmetnoga vlaka preko ŽCP-a 28 isti u 15:30 registrira kvar. Odmah je obavijestio SS tehničara koji se je uputio na ŽCP 28. Po dolasku na ŽCP 28 tehničar me obavijestio da motke polubranika nisu polomljene te da pitam strojovođu što se dogodilo. Strojovođa vlaka broj 89885 je izjavio da motke polubranika nisu bile spuštene, što je prometnik prenio tehničaru, a tehničar je to upisao u V-11.

Centralni prometnik vlakova 3 je izjavio da je dana 14./15.10.2016. godine kod prometovanja vlaka broj 61400 između kolodvora Drnje i Koprivnica u blokovnom razmaku, SS uređaj je bio ispravan. Tijekom prolaska vlaka preko ŽCP-a 28 isti registrira smetnju pa kvar. Nedugo nakon toga nazvao ga je strojovođa vlaka i izjavio da su polubranici ŽCP-a bili podignuti. Prometnik je o istome odmah obavijestio SS tehničara, koji je izašao na mjesto događaja, resetirao zaštitni uređaj, popratio rad uređaja s nekoliko vlakova, nakon čega je uređaj proglasio ispravnim.

*Izjava strojovođe 1:* Dana 05.10.2016. godine krenuo je iz Botova prema Koprivnici. Dolaskom na ŽCP „Danica“ oko 23:30 sati konstatira da se polubranici na prijelazu nisu spustili o čemu obavještava prometnika vlakova u kolodvoru Koprivnica. Kad je uočio da polubranici nisu spuštene odmah je zaveo brzo kočenje i spustio brzinu vlaka kod prijelaza na oko 40km/h.

*Izjava strojovođe 2:* Dana 14.10.2016. godine vozio je vlak iz pravca Botova prema Koprivnici. Dolaskom na ŽCP „Danica“ utvrdio je da polubranici na prijelazu nisu spuštene. O istome je odmah obavijestio prometnika vlakova kolodvora Koprivnica.

*Izjava tehničara 1:* Dana 05.10.2016. godine u 23:34 dežurni prometnik nas je obavijestio putem ŽAT telefona da je prolaskom vlaka 69702 iz smjera kolodvora Drnje prema kolodvoru Koprivnica ŽCP 28 registrirao kvarno stanje. U tijeku priprema odlaska na kvar ŽCP-a 28, obaviješteni su da tijekom prolaska vlaka preko područja ŽCP-a polubranici su bili u otvorenom položaju. Dolaskom na kvar uređaja ŽCP-a 28 utvrđeno je kvarno stanje, te otpušten N i Np releji u signalnoj grupi. Kvar je skinut tasterom TON te je utvrđeno da se ŽCP 28 nalazi u ispravnom stanju. U 0:10 sati, pošto nije bilo prometovanja između kolodvora Drnje i kolodvora Koprivnica duže vrijeme, izvršili su ispitivanje rada uređaja. ŽCP-a višekratnom probom ručnog uključanja i isključenja istog. Utvrđeno je da isti radi ispravno. Vizualnim pregledom nisu utvrđeni nikakvi nedostaci. S obzirom na dosadašnja iskustva koja smo imali na sličnim kvarovima uređaja ŽCP-a, naše sumnje su bile usmjerene prema nepravilnoj vožnji vlaka (spora vožnja vlaka, stajanje vlaka na području ŽCP-a ). U praksi se nikada nije dogodilo da dođe do nespuštanja oba polubranika. s obzirom na postojeću aparaturu za

ispitivanje rada uređaja, a samim time što je za vrijeme ispitivanja i praćenjem prolaska vlakova uređaj radio ispravno i događaj vezan uz kvar uređaja ŽCP-a 28, u knjizi V 11 tretiran kao kvarno stanje, ŽCP nije isključen iz rad SS uređaja. Po nastaloj situaciji voditelj dionice je obaviješten na primopredaji službe 06.10.2016.g.

*Izjava tehničara 2:* Kvar nastao kod prolaska vlaka prema Koprivnici, skinut tasterom TON, otpušteni N i N'p releji. Prije dolaska na ŽCP, prometnik vlakova iz Koprivnice nam je prenio informaciju strojovođe da se ŽCP nije uključio kod prolaska vlaka.

ŽCP smo pregledali, isprobali, pratili u radu kod prelaska dva naredna vlaka te pregledali senzor i modul zaštite od grmljavine senzora K2/K12,

Nekoliko smo puta uključili ŽCP simulirajući prolazak vlaka preko senzora K2/K12. Sve je radilo ispravno. Nije bilo mehaničkih oštećenja, neispravnih električnih veličina, nepravilno montiranih dijelova uređaja i slično, zbog kojih se ŽCP ne bi uključio. Nismo pronašli tehničku neispravnost koja bi potvrdila i dokazala da se ŽCP nije uključio ali informaciju o neuključenom ŽCP-u nismo ignorirali.

Nazvali smo i o tome obavijestili šefa radne jedinice te dogovorili da nadalje, na samom ŽCP-u pratimo prolazak svakog vlaka prema Koprivnici kako bi, u slučaju ponovnog ne uključjenja:

- osigurali promet preko ŽCP-a,
- utvrdili da se ŽCP stvarno nije uključio i
- locirali dio uređaja koji nije odradio pravilno.

Nismo se odlučili na radikalnije korake jer je još uvijek postojala mogućnost nepravilne vožnja vlaka preko ŽCP-a (što se vrlo često događa) ili greška u radu kojeg releja (što bi sami mogli otkloniti). U oba bi slučaja prijavljivanje izvanrednog događaja isključivanje osiguranja ŽCP-a bilo ishitreno i nepotrebno.

Za vrijeme naših prisutnosti na ŽCP-u, prvotni se kvar nije ponovio.

### **3.4. Sustav upravljanja sigurnošću upravitelja infrastrukture**

Upravljanje predmetnim ŽCP-om Upravitelj infrastrukture obavlja sukladno Pravilniku o načinu osiguravanja prometa na željezničko-cestovnim prijelazima i pješačkim prijelazima preko pruge, sukladno Pravilniku o načinu i uvjetima za obavljanje sigurnoga tijeka željezničkoga prometa te sukladno Pravilniku o tehničkim uvjetima za prometno-upravljački i signalno-sigurnosni željeznički podsustav. Predmetni ŽCP je proglašen neosiguranim 25. listopada 2016. godine, te se strojovođe o istome obavještavaju pisanim nalogima.

U Sustavu upravljanja sigurnošću (SUS, engleska kratica je SMS) UI ima definirane odredbe o nadziranju rizika povezanih s održavanjem SS i TK uređaja, a temelj za isto je prikupljanje informacija o neispravnostima. Na taj način se prate tendencije kvarova i smetnji na pojedinim sklopovima SS uređaja koje utječu na pouzdanost i posredno na dostupnost s obzirom na propisani prihvatljivi broj smetnji u radu uređaja u razdoblju od 30 dana na način kako je to propisano Pravilnikom o tehničkim uvjetima za prometno-upravljački i signalno-sigurnosni željeznički infrastrukturni podsustav (Pravilnik RH-405).

UI je izradio Upute za održavanje sklopa za detekciju vlaka tip TDR14, koje su objavljene dana 16.01.2015. godine. Upute obuhvaćaju namjenu sklopa, opis i sastav sklopa, spajanje i montažu sklopa i održavanje sklopa (mjesečni pregled i šestomjesečni pregled). Prilog su ispitno mjerne liste. Upute su napravljene temeljem pisanih Uputa proizvođača opreme. U Uputama nije navedena obveza čitanja memorije sklopa, također niti u jednom drugom internom aktu UI nije naveo potrebu očitavanja memorije dijagnostičkog sklopa.

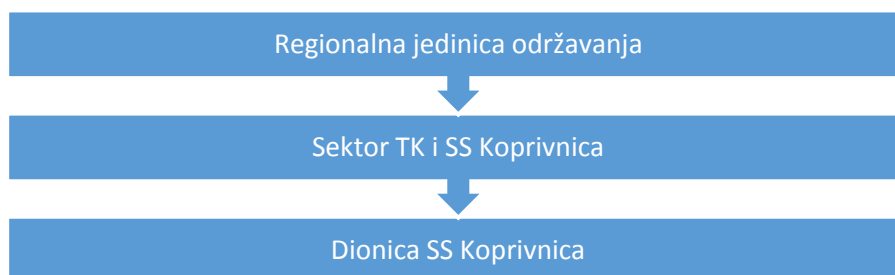
Analiza rizika za projekt zamjene dijela opreme na pruzi Koprivnica - Botovo nije rađen, jer takvo što nije bilo predviđeno legislativom koja je važila kada je projekt započet.



Sukladno SUS UI je formirao istražno povjerenstvo koje je provelo istragu predmetnih incidenata i sačinilo izvještaj ID3.

#### 3.4.1. Organizacija održavanja

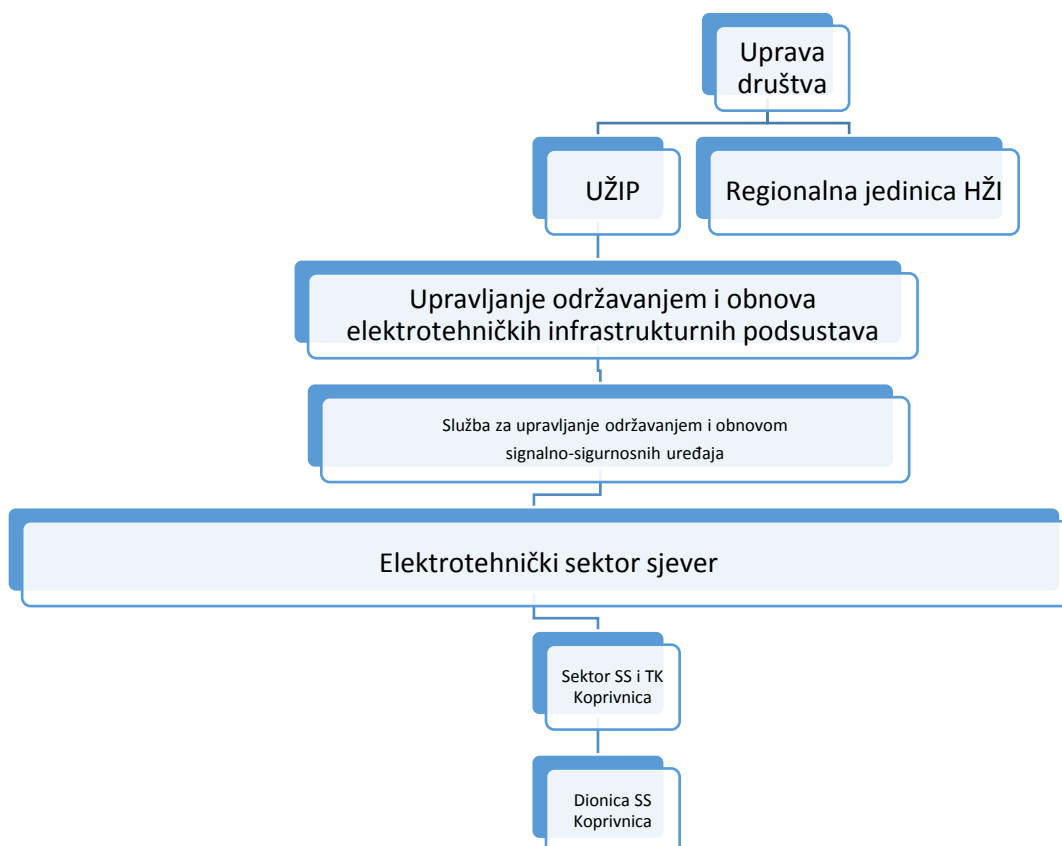
UI izgradio je organizacijsku strukturu sustava održavanja signalno-sigurnosne i telekomunikacijske opreme. Organizacijska shema službe održavanja i obnove elektrotehničkih infrastrukturnih podsustava od lipnja 2012. godine do travnja 2017. godine:



Shema 1: Ustroj organizacije održavanja UI za vrijeme incidenata

Iz gore prikazane sheme 1 proizlazi da je organizacija održavanja bila decentralizirana.

Organizacijska shema održavanja od travnja 2017. godine:



Shema 2: Ustroj organizacije održavanja UI za vrijeme incidenata

Iz gore prikazane sheme 2 proizlazi da je organizacija održavanja nakon 01.04.2017. godine centralizirana.

### **3.4.2. Kontrola rada izvršnih radnika**

Pravilnikom o organizaciji i načinu obavljanja kontrole nad sigurnim tijekom prometa u HŽ Infrastrukturi (Pravilnik HŽI-659) člankom 5 propisan je način neposredne kontrole nad radom prometnika. Osim navedene kontrole istim pravilnikom je propisana i kontrola od strane nadređenih organizacijskih jedinica, kao i unutarnja kontrola. Kontrola rada se redovito provodi.

### **3.4.3. Školovanje**

Upravitelj infrastrukture ima izrađen Plan poučavanja izvršnih radnika temeljem kojega je za izvršne radnike Dionice SS i TK Koprivnica provedeno educiranje o postupanju sa SS postrojenjima u slučaju nastanka neispravnosti opasnih po sigurnost prometa i prijava takovih događaja, održano 22., 26., 28, 30. i 31. listopada 2016. godine. Plan poučavanja je sadržavao odredbe:

- Zakona o sigurnosti i interoperabilnosti željezničkog sustava („Narodne novine“ broj: 82/13, 18/15 i 110/15) prilog 3, točka 4 alineja 3 i dodatak prilogu 3. točka 4.3.
- Pravilnik o održavanju signalno-sigurnosnih postrojenja, pravilnik 400 („Službeni glasnik ZJŽ“ broj: 4/85, „Službeni vjesnik“ broj: 20/91, 7/02 i 7/14, članak 4. točka 1. stavak 2.
- Uputa o postupanju radnika izvršnih službi sa signalno-sigurnosnim i telekomunikacijskim uređajima, Uputa 432, članak 12., stavak 2.

Izvršni radnici UI nisu prošli obuku za dio opreme koji je isporučilo društvo Altpro. Društvo Altpro ima organiziran sustav edukacije korisnika opreme koju proizvodi.

U sustavu poučavanja djelatnika društva "HŽ Infrastruktura" d.o.o. sudjeluju i školski instruktori.

Školski instruktori i drugi radnici HŽ Infrastrukture d.o.o. koji provode poučavanje izvršnih radnika su andragoški osposobljeni sukladno odredbama članka 28. Pravilnika o stažiranju, poučavanju i provjeri znanja izvršnih radnika na HŽ - Hrvatskim željeznicama (Pravilnik 646, Službeni vjesnik HŽ, br. 1/96 i 1/04). Kvaliteta poučavanja izvršnih radnika prati se kroz sljedeće dokumentirane postupke:

- kontrole poučavanja od strane organizacijske jedinice mjerodavne za unutarnju kontrolu i od strane organizacijske jedinice mjerodavne za razvoj i obrazovanje ljudskih potencijala sukladno internim pravilima;
- kvartalne i godišnje analize poučavanja od strane organizacijske jedinice mjerodavne za nadzor i koordinaciju sustava upravljanja sigurnošću sukladno internim pravilima;
- redovite provjere znanja izvršnih radnika sukladno odredbama Pravilnika 6
- unutarnje kontrole sustava upravljanja sigurnošću i
- unutarnje audite sustava upravljanja kvalitetom sukladno normi ISO 9001.

Izvršni radnici kojima je zadaća održavanje SS uređaja na predmetnoj dionici pruge prošli su školovanje za sklopove UTR/ITR koji su bili ranije ugrađeni na dionici pruge M201. Po ocijeni nadležnih sklop TDR 14 je gotovo istovjetan sklopu UTR/ITR stoga nisu smatrali potrebnim poslati izvršne radnike na školovanje za sklop TDR 14. Tijekom 2017. godine planirano je školovanje izvršnih radnika za sklop TDR 14.

Izvršni radnici društva Pružne građevine, koji su radili na montaži predmetne opreme, prošli su edukaciju kod proizvođača opreme.

#### **3.4.4. Sučelje čovjek-stroj-organizacija**

Radno vrijeme uključenih izvršnih radnika bilo je u skladu sa propisima, zdravstveno su bili sposobni, imaju odgovarajuću stručnu spremu.

### **3.5. Pravila i propisi**

#### **3.5.1. Zakon o sigurnosti i interoperabilnosti željezničkog sustava (Narodne novine 82/13, 18/15 i 110/15)**

##### Članak 18

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

##### Članak 112.

(2) Željeznički prijevoznik, upravitelj infrastrukture i Agencija moraju obavijestiti Istražno tijelo o ozbiljnim nesrećama i nesrećama neposredno nakon saznanja o istim, a o incidentima u najkraćem mogućem roku.

##### Prilog 3

##### ZAJEDNIČKI SIGURNOSNI POKAZATELJI

#### **4. Pokazatelji koji se odnose na pretkazivače nesreća**

Ukupan i relativan broj (prema vlak-kilometrima):

– ispad signalizacije u nesigurno stanje,

##### DODATAK PRILOGU 3.

##### ZAJEDNIČKE DEFINICIJE ZA ZAJEDNIČKE SIGURNOSNE POKAZATELJE I METODE IZRAČUNAVANJA GOSPODARSKOG UČINKA NESREĆA

#### **4. Pokazatelji koji se odnose na pretkazivače nesreća**

4.3. „Ispad signalizacije u nesigurno stanje“ je svaki ispad signalno-sigurnosnog sustava (na infrastrukturi ili vozilima), koje za posljedicu ima pokazivanje manje ograničavajućih signalnih informacija od zahtijevanih.

#### **3.5.2. Pravilnik o načinu osiguravanja prometa na željezničko-cestovnim i pješačkim prijelazima preko pruge (NN 121/09)**

##### *Osiguravanje prometa na postojećim željezničko-cestovnim prijelazima*

##### Članak 165.

Promet na postojećim željezničko-cestovnim prijelazima osigurava se najmanje:

– uređajem za zatvaranje željezničko-cestovnoga prijelaza na križanju glavne (koridorske) željezničke pruge od značaja za međunarodni promet sa svim cestama, na križanju spojne i priključne željezničke pruge od značaja za međunarodni promet s državnom, županijskom i lokalnom cestom te na križanju željezničke pruge od značaja za regionalni i lokalni promet s državnom i županijskom cestom,

### **3.5.3. Pravilnik o tehničkim uvjetima za prometno-upravljački i signalno-sigurnosni željeznički infrastrukturni podsustav (NN 97/15)**

#### **Članak 2.**

(1) Pojmovi uporabljeni u ovom Pravilniku imaju sljedeće značenje:

- kvar: pojava nepravilnog stanja na sklopovima ili elementima SS uređaja koja može dovesti do pogreške u radu uređaja odnosno njegovog ispada iz rada. Posljedice kvara mogu biti smetnja u radu uređaja ili pojava stanja opasnog za sigurnost.
- mogućnost održavanja: vjerojatnost da djelovanja na tehničkom održavanju uređaja mogu biti obavljena unutar zadanog intervala vremena.
- pouzdanost: vjerojatnost da uređaj može ispunjavati zadane funkcije uz zadane uvjete u zadanom intervalu vremena.
- dostupnost: vjerojatnost da će pojedine funkcije uređaja zadovoljavati postavljene uvjete za specificirani unaprijed zadani najmanji period vremena.
- sigurnosna razina (safety integrity level – SIL): u skladu s definicijom 3.1.51 norme HRN EN 50129.
- smetnja: nepravilno stanje na dijelu SS uređaja kod kojeg nije ugrožena sigurnost željezničkog prometa.

### **III. TEHNIČKI ZAHTJEVI**

#### **1. SIGNALNO-SIGURNOSNI UREĐAJI (SSU)**

##### *Pouzdanost*

##### **Članak 10.**

(1) SSU određenog službenog mjesta smatra se pouzdanim ukoliko broj smetnji u radu uređaja u razdoblju od trideset (30) dana ne prelazi dvije (2) smetnje po ugrađenom signalu, skretnici (isklznici) i odsjeku kontrole slobodnosti kolosijeka i skretnica, kao i uređaju za osiguranje ŽCP-a ako takav uređaj nije izveden kao automatski uređaj. Ovo se treba utvrđivati statističkim praćenjem rada uređaja svake godine.

(2) Ne smatra se smetnjom SSU stanje uzorkovano nepravilnošću na drugim infrastrukturnim podsustavima (npr. otežano prebacivanje skretnice, loš zastor izoliranog odsjeka, prevelika istrošenost tračnice i sl.).

(3) Ukoliko je ukupan broj smetnji veći od broja smetnji iz stavka 1, uređaj se smatra nedovoljno pouzdanim, a do uklanjanja uzroka nedovoljne pouzdanosti rada uređaja upravitelj infrastrukture dužan je uvesti dodatne mjere kojima će osigurati primjerenu uporabu SSU u nastalim uvjetima.

##### *Dostupnost*

##### **Članak 11.**

(1) Dostupnost SS uređaja mora iznositi najmanje 99% vremena.

(2) Navedene parametre dostupnosti treba utvrđivati statističkim praćenjem rada uređaja svake godine i izradom analiza neispravnosti u radu uređaja radi poboljšanja procesa održavanja.

(3) Ukoliko je dostupnost manja od vrijednosti iz stavka 1., do uklanjanja uzroka nedovoljne dostupnosti uređaja upravitelj infrastrukture dužan je uvesti mjere predviđene SMS-om.

## Održavanje

### Članak 17.

- (1) Za svaku vrstu SSU upravitelj infrastrukture dužan je izraditi upute za njihovo održavanje uvažavajući preporuke proizvođača.
- (2) Upute za održavanje, pored opisa mjera i postupaka, moraju sadržavati i ispitno-mjerne liste u koje ovisno o periodičnosti i vrsti pregleda ovlašteno osoblje održavanja upisuje izmjerene parametre odnosno obavljene provjere ispunjavanja prometno-tehničkih svojstava SSU.
- (3) Nadzor nad održavanjem SSU obavljaju ovlaštene osobe SMS-a upravitelja infrastrukture i druge za to ovlaštene osobe sukladno propisanim zakonskim odredbama.
- (4) U poslove održavanja pripadaju i poslovi na otklanjanju neispravnosti nastalih u radu SSU.
- (5) Ako se prilikom održavanja ili provjere ispravnosti rada SSU utvrdi nastanak pojave opasne za sigurnost prometa, ovlašteni radnik održavanja ili druga za to ovlaštena osoba dužna je takav uređaj odnosno njegov dio isključiti iz rada ili uvesti određenu sigurnosnu mjeru (ograničenje brzine kretanja vlakova i željezničkih vozila).
- (6) Sigurnosna mjera ograničenja brzine kretanja vlakova i željezničkih vozila uvodi se u slučaju da se takvim ograničenjem zadržava preostala sigurnosna razina ispravnosti rada SSU.

## Uređaji za osiguranje ŽCP-a i PP-a

### Članak 54.

- (1) Uređaji za osiguranje ŽCP-a su uređaji za osiguranje željezničkog i cestovnog prometa na križanjima pruge i ceste u razini te na mjestima prijelaza pješaka preko pruge. Uređaji za osiguranje ŽCP-a mogu biti izvedeni samostalno ili kao dio ESSU. Osnovni dijelovi uređaja za osiguranje ŽCP-a u odnosu na mjesta ugradnje su unutarnji i vanjski dijelovi.
- (2) Unutarnji dijelovi uređaja su:
  - središnji upravljački dio (može biti dio ESSU),
  - sučelja za povezivanje s kolodvorskim i pružnim SSU,
  - komunikacijski dio za daljinski nadzor i upravljanje,
  - napojni dio.
- (3) Vanjski dijelovi uređaja su:
  - cestovni signali za svjetlosnu i zvučnu signalizaciju,
  - kontrolni signali
  - branici i polubranici
  - postavljači branika ili polubranika,
  - tračnički elementi za uključanja i isključenje uređaja ŽCP-a
  - tračnički elementi za produljenje uključanja i isključenje uređaja za osiguranje ŽCP-a koji se obvezno ugrađuju kada između uključne točke i ŽCP-a vlak ima redovno zaustavljanje,
  - kabel i kabela oprema.
- (4) Prema načinu rada i kontrole ispravnog djelovanja uređaji za osiguranje ŽCP-a dijele se u skupine:
  - uređaji koje uključuje vlak nailaskom na uključne elemente, kontrola ispravnosti se obavlja daljinski u trajno zaposjednutom službenom mjestu,
- (5) Prema mjestu ugradnje odnosno vrsti ovisnosti s ostalim SSU uređaji ŽCP-a se dijele:
  - uređaje ma otvorenoj pruži...

Članak 55.

(1) Kvar uređaja pokazuje se zvučnom i vizualnom indikacijom te povećanjem broja kvarova na uređaju daljinske kontrole i vizualno na nadzorno-upravljačkom dijelu uređaja.

(2) Popis kvarova pojedinih od ugrađenih elemenata i prometno-tehničkih stanja kod kojih mora doći do pokazivanja stanja kvara uređaja su najmanje sljedeći:

– vožnja preko nezaštićenog ŽCP-a (nakon isteka vremena automatskog isključenja bez upotrebe uređaja za lokalni rad).

(3) Uključno/isključni elementi uređaja izvedeni primjenom senzora kotača željezničkog vozila moraju biti izvedeni u dvostrukoj, galvanski odvojenoj izvedbi s vlastitim izvorima napajanja. Oprema za detekciju nailaska vlaka mora primjenjivati višekanalnu obradu (kanal u ovoj definiciji predstavlja element ili skupinu elemenata koji neovisno obavljaju određenu funkciju).

(4) U registratoru događaja ŽCP-a moraju ostati pohranjena bitna stanja uređaja od trenutka nastajanja i uz uvjete nestanka napajanja do zahtijevanog vremena pohrane (najmanje 30 dana) s automatskim brisanjem pohranjenog podatka po isteku tog vremena:

- vrijeme prelaska preko uključno/isključnih elemenata
- podaci o radu polubranika (vremena uključivanja i isključivanja, položaji)
- podaci o radu svjetlosno-zvučne signalizacije
- izvršenje automatskog isključenja po isteku vremena automatskog isključenja
- podaci o smetnjama
- podaci o kvarovima
- uključenje i isključenje lokalnog upravljanja
- sve prisilne i pomoćne radnje
- vrijeme uključivanja i vrijeme isključenja uređaja
- promjena uvjeta napajanja
- isključenje alarma.

(5) Uređaj za daljinsku kontrolu ŽCP-a mora omogućiti nadzor ispravnosti rada uređaja. Kontrolna ploča (ili monitor) koja se smješta u prometnom uredu treba omogućiti najmanje sljedeće naredbe, pokazivanja i ubrojavanje:

- ispitivanje smetnji (IS)
- ispitivanje kvara (IK)
- isključivanje alarma (AL)
- pokazivanje ispravnog stanja (SR)
- pokazivanje smetnje (SM)
- pokazivanje kvara (KV)
- brojanje smetnji
- brojanje kvarova.

(7) Potrebno je predvidjeti opremu lokalnog (mjesnog) rada koja omogućuje uključivanje, kontrolu rada i isključivanje uređaja od strane ovlaštene osobe.

#### Brojač osovina

##### Članak 64.

Brojač osovina je sklop SSU koji javlja slobodnost ili zauzetost dijela kolosijeka koji se kontrolira. Rad brojača osovina temelji se na načelu brojanja osovina pri ulasku na dio kolosijeka koji se kontrolira te odbrojanju osovina pri izlazu iz dijela kolosijeka koji se kontrolira.

#### Temeljni zahtjevi za signalno-sigurnosne uređaje

##### Članak 88.

- (1) Signalno-sigurnosni uređaji moraju se projektirati, ugrađivati, rekonstruirati, obnavljati, održavati i rabiti tako da udovoljavaju uvjetima za sigurnu vožnju vlakova na željezničkoj pruzi i/ili manevarski rad.
- (2) Tehnički uvjeti za signalno-sigurnosne uređaje iz stavka 1. ovoga članka propisuju se posebnim propisima kojima se uređuje prometno-upravljački i signalno-sigurnosni infrastrukturni podsustav.

### **3.5.4. Pravilnik o postupanju u slučaju izvanrednog događaja (Pravilnik HŽI 631)**

#### **Pojedini pojmovi**

##### **Članak 2.**

„Incident“ je svaki događaj, osim nesreće ili ozbiljne nesreće, povezan s odvijanjem željezničkog prometa koji utječe na sigurnost istog.

#### *Incident*

##### **Članak 6.**

Izvanredni događaji koji se smatraju incidentom, u smislu ovog pravilnika, su:

- prolazak željezničkih vozila preko željezničko- cestovnih prijelaza ili pješačkih prijelaza preko pruge gdje je promet osiguran uređajima za osiguranje prometa, ako promet nije osiguran s tim uređajima ili osobno, osim ako su provedene propisane mjere sigurnosti prometa,
- nepravovremeno zaštićivanje ŽCP-a,

### **III. NAČIN OBAVJEŠĆIVANJA**

##### **Članak 10.**

(1) O izvanrednom događaju izvršni ili drugi radnik, koji se zatekne na mjestu izvanrednog događaja, naiđe ili dobije prvu obavijest o mjestu nastanka izvanrednog događaja, dužan je odmah telefonski ili drugim prikladnim sredstvom izvijestiti nadležna tijela, svoje nadređene radnike, dežurnog prometnog dispečera i prometnika vlakova,

(3) Prometnik vlakova dužan je o svakom izvanrednom događaju odmah telefonski, odnosno usmeno, obavijestiti područnu organizacijsku jedinicu mjerodavnu za izvršenje prometa (prometnog dispečera) i šefa kolodvora, pri čemu je šefu kolodvora dužan podnijeti i izvještaj o nepravilnostima, a ukoliko se izvanredni događaj zbio na elektrificiranoj pruzi, prema potrebi i elektroenergetskog dispečera u cilju hitnog isključenja napona. U danoj telefonskoj odnosno usmenoj obavijesti dužan je navesti sve njemu poznate relevantne podatke u svezi odnosnog izvanrednog događaja.

(4) Prometnik vlakova u koordinaciji s predsjednikom istražnog povjerenstva odnosno šefom kolodvora (ovisno o tome tko prvi izađe na mjesto izvanrednog događaja), o izvanrednom događaju također mora brzojavno obavijestiti sve zainteresirane naslove i to: zainteresirane željezničke prijevoznike, glavnu i područnu organizacijsku jedinicu mjerodavnu za izvršenje prometa, nadređenog radnika regionalne jedinice mjerodavne za organizaciju i regulaciju prometa i službe HŽ Infrastrukture neophodne za sanaciju posljedica izvanrednog događaja.

(6) Područna organizacijska jedinica mjerodavna za izvršenje prometa (prometni dispečer) o svim izvanrednim događajima obavještuje glavnog prometnog dispečera.

**3.5.5. Pravilnik o tehničkim uvjetima za sigurnost željezničkog prometa koje moraju udovoljavati željezničke pruge (NN 128/08)**

II. MEĐUOVISNOST ŽELJEZNIČKIH PODSUSTAVA, SIGURNOST I INTEROPERABILNOST

Međuovisnost željezničkih podsustava

Članak 6.

- (1) Željeznički infrastrukturni podsustavi (građevinski, elektroenergetski, prometno-upravljački i signalno-sigurnosni) moraju biti međusobno usklađeni, a u cilju učinkovitosti, sigurnosti i ekonomičnosti cjelokupnoga željezničkog sustava, mora postojati tehnička usklađenost između infrastrukturnih podsustava i željezničkih vozila.
- (2) Pri projektiranju, građenju, rekonstrukciji, obnovi, održavanju i uporabi željezničkih infrastrukturnih podsustava odnosno njihovih sastavnih dijelova, moraju se poštivati tehnički, tehnološki, funkcionalni i sigurnosni uvjeti u smislu međuovisnosti i tehničko-tehnološkoga jedinstva.
- (3) Prigodom radova na željezničkom infrastrukturnom podsustavu odnosno njegovim sastavnim dijelovima, moraju se poduzeti odgovarajuće organizacijske, tehničke i sigurnosne mjere u cilju sprječavanja štetnoga utjecaja takvih zahvata na druge željezničke infrastrukturne podsustave.

Električna i elektromagnetska kompatibilnost željezničkih infrastrukturnih podsustava

Članak 7.

- (1) Električna i elektromagnetska svojstva sastavnih dijelova građevinskoga infrastrukturnog podsustava, prometno-upravljačkoga i signalno-sigurnosnoga infrastrukturnog podsustava i elektroenergetskoga infrastrukturnog podsustava moraju biti međusobno kompatibilna.
- (2) Oprema koja se ugrađuje u željezničke infrastrukturne podsustave mora ispunjavati zahtjeve elektromagnetske kompatibilnosti u skladu s posebnim propisima kojima se uređuje elektromagnetska kompatibilnost.
- (3) Elektromagnetska kompatibilnost dokazuje se odgovarajućim dokumentima o sukladnosti i drugim dokumentima izdanim od ovlaštenih institucija.

Osnovni zahtjevi za željezničke infrastrukturne podsustave

Članak 8.

- (1) Pri projektiranju, građenju, rekonstrukciji, obnovi, održavanju i uporabi željezničkih infrastrukturnih podsustava odnosno njihovih sastavnih dijelova, moraju biti zadovoljeni osnovni zahtjevi koji se odnose na:
  - sigurnost,
  - pouzdanost i raspoloživost,
  - zaštitu zdravlja,
  - zaštitu okoliša,
  - tehničku usklađenost.
- (2) U skladu sa svojim zakonskim ovlastima, tijelo nadležno za sigurnost izdaje odobrenje za početak rada željezničkih infrastrukturnih podsustava, nadzire jesu li njihovi sastavni dijelovi u skladu s osnovnim zahtjevima te obavlja provjeru njihovoga upravljanja i održavanja u skladu s osnovnim zahtjevima.



## Tehnička usklađenost

### Članak 13.

Tehnička usklađenost između željezničkih infrastrukturnih podsustava, kao i sa željezničkim vozilima, mora biti osigurana. Ako je na pojedinim dijelovima željezničke mreže tehnička usklađenost upitna, moraju se primijeniti kao privremena, ona rješenja koja će osigurati tehničku usklađenost u budućnosti.

#### **3.5.6. Pravilnik o stažiranju, poučavanju i provjeri znanja izvršnih radnika**

Upravitelj infrastrukture usvojio je Pravilnik o stažiranju, poučavanju i provjeri znanja izvršnih radnika n Hrvatskim željeznicama (Pravilnik 646)

#### **3.5.7. Propisani iznosi induciranih smetnji u signalno-sigurnosnim kablovima**

Pregledom nacionalnih tehničkih propisa, uputa Upravitelja infrastrukture nisu pronađeni propisi koji definiraju maksimalno dozvoljene iznose induciranih smetnji u signalno-sigurnosnim kablovima koji se polažu pored elektrificirane pruge.

Tehnička norma EN HRN 50121-4 ne pokriva utjecaj induciranih smetnji.

#### **3.5.8. Uputa 40, Prilog 6**

U izdanju Prometne upute (Uputa 40) iz 2016 dodan je Prilog 6 koji se zove Naputak o obaveznom sadržaju posebnih uvjeta i mjera za sigurnost željezničkog sustava na pokusnim pružnim dionicama.

### **Ispitivanja materijala, elemenata, sklopova, uređaja, postrojenja i njihovih dijelova iz područja građevinskog, elektroenergetskog, prometno-upravljačkog i signalno- sigurnosnog podsustava**

#### Članak 2.

Ako se na pokusnim pružnim dionicama ispituju materijali, elementi, sklopovi, uređaji, postrojenja i njihovi dijelovi iz područja građevinskog i/ili elektroenergetskog i/ili prometno-upravljačkog i signalno-sigurnosnog podsustava, u posebnim uvjetima i mjerama za sigurnost željezničkog sustava mora se propisati koji dijelovi infrastrukturnih podsustava na pokusnoj pružnoj dionici možebitno neće biti djelatni te potanko opisati način rukovanja odnosno rada, kako bi se potrebno ispitivanje obavljalo bez utjecaja na sigurnost željezničkog sustava.

#### **3.5.9. Pravilnik 215**

U Službenom vjesniku Upravitelja infrastrukture broj 3/2014 objavljen je revidirani Pravilnik o internim tehničkim specifikacijama postupcima osiguranja sukladnosti pri ugradnji opreme u željezničke infrastrukturne podsustave HŽ Infrastrukture d.o.o.

### 3.6. Način rada željezničke opreme.

#### 3.6.1. Ispitivanje zaštitnog uređaja ŽCP-a provedeno od strane Povjerenstva UI-a

UI formirao je stručno Povjerenstvo sastavljeno od stručnih osoba UI i proizvođača opreme. Podaci o rezultatima ispitivanja na signalno-sigurnosnom uređaju. Rezultati ispitivanja su dostavljeni AIN-u.

Dana 27.10.2016. godine obavljena su slijedeća ispitivanja:

- Na uređaju ŽCP-a od strane Povjerenstva i djelatnika Sektora SS i TK ponovo su u cijelosti obavljena šestomjesečne ispitivanja na uključnim-isključnim kontaktima, prema uputi za održavanje, rezultati svih mjerenja su odgovarali vrijednostima iz ispitnih lista. Obavljena su dodatna mjerenja i ispitivanja na spojnim putovima.
- Obavljena su mjerenja izoliranosti kabela, otpora prema zemlji i otpora petlje prema spornom uključnom senzoru K2/12. Izmjereni podaci su bili zadovoljavajući, otpor izolacije uglavnom veći od 200 MΩ, otpor prema zemlji uglavnom veći od 100 MΩ, otpor petlje iznosi 93,6Ω (1 - 2) i 95,40 (3-4).
- Ispitana su javljanja kvarnih stanja na postavnom stolu u kolodvoru Koprivnica simulacijom kvarova na uređaju ŽCP-a. Kod svakog simuliranja kvara na postavnom stolu se pojavio signal kvara.
- Popraćene su vožnje vlakova između kolodvora Koprivnica - Botovo u oba smjera uz redovni automatski rad uređaja ŽCP-a. Uređaj ŽCP-a je ispravno odradio za sve vožnje.
- Predstavnik Građevinskog sektora UI je obavio pregled i utvrdio da na dijelovima građevina na kojima su ugrađeni uključni elementi nemaju nepravilnosti koje bi utjecale na sigurnost rada istih.
- Predstavnik Građevinskog sektora dostavio je i podatke o remontu pruge DG - Botova – Koprivnica (godina ugradnje tračnica, pribora, pragova i zastora je 2014. godina, strojno reguliranje bilo je u prosincu 2014., a predizanje dugog tračničkog traka 2015.godine).
- Predstavnici proizvođača uključno/isključnih elemenata, te uređaja za detekciju vlaka TDR14, društvo Altpro d.o.o., pozvani su dopisom od 28.10.2016. godine da obave mjerenja koja smatraju da su potrebna u svrhu otkrivanja uzroka neuključenja uređaja, te se očitovati o spornim događajima.
- Do njihovog izlaska na teren senzori se nisu pomicali iz zatečenog položaja, nisu se radile izmjene ni podešavanja na uređaju tijekom ispitivanja. Od strane Povjerenstva nije obavljeno nikakvo podešavanje ni na jednom dijelu uređaja za osiguranje željezničko-cestovnih prijelaza. Od strane djelatnika Dionice je povećano vrijeme automatskog isključenja, te je povećano vrijeme isključenja uređaja osiguranja nakon prolaska zadnje osovine vlaka preko isključnih kontakata kako bi se smanjio broj kvarova trenutačnim načinom regulacije prometa vlakova.
- Rad uključno-isključnih kontakata je analiziran pomoću dijagnostike pročitane 27.10.2016. godine sklopa TDR14.

Dana 03.11.2016. provedena su slijedeća ispitivanja:

- Na uređaju ŽCP-a uz nazočnost Povjerenstva i djelatnika Sektora SS i TK predstavnici proizvođača opreme uređaja TDR 14 su obavili svoja mjerenja i ispitivanja uređaja. Prema prvim pokazateljima ni oni nisu našli nepravilnosti koje su dovele do spornih događaja, odnosno neuključenja uređaja željezničko-cestovnog prijelaza. Predstavnici proizvođača preuzeli su podatke za dodatnu analizu.
- Nakon 03.11.2016. godine nije obavljana zamjena, pomicanje niti premještanje bilo kojeg dijela opreme uređaja ŽCP-a u svrhu ispitivanja.

### *Rezultati ispitivanja rada senzora ZK24-2*

Dopisom Službe upravljanja željezničkim infrastrukturnim podsustavima br. 6016/16 od 09.11.2016. godine, zatraženo je od Regionalnih jedinica HŽI provođenje preventivnog hitnog izvanrednog ispitivanja na svim uređajima osiguranja ŽCP-a koji za detekciju vlaka koriste senzor ZK24-2. Potrebno je bilo ispitati i dokumentirati minimalno sljedeće:

- kontrola pozicije senzora (pomoću pripadajuće šablone isporučene od strane proizvođača),
- provjera zategnutosti nosača senzora (učvršćenost vijaka/matica),
- provjera eventualne oštećenosti nosača senzora,
- mjerenje napona napajanja senzorskog sustava,
- ispitivanje spojeva prema masi i spoja kućišta ZGKNUR na tračnicu.

Za ispitivanje i dokumentiranje potrebno je bilo koristiti dio iz pripadajućih ispitno-mjernih lista predmetnog uređaja osiguranja ŽCP-a. Svaku uočenu nepravilnost potrebno je bilo obavezno upisati i postupiti po njoj.

Sve Regionalne jedinice očitovale su se da je izvršeno traženo ispitivanje na svim ŽCP-ima koji za detekciju vlaka koriste senzor ZK24-2 te da su svi izmjereni rezultati i kontrole u skladu s preporukom proizvođača odnosno da nisu uočene nikakve nepravilnosti.

ŽCP Danica je opremljen registratorom događaja koji je dulje vrijeme neispravan stoga nije bilježio događaje o radu zaštitne opreme ŽCP-a.

#### **3.6.2. Očitavanje memorije sklopa**

Očitanjem memorije sklopa TDR14 utvrđeno je da je u razdoblju od 28. kolovoza 2016. godine do 25. studenog 2016. godine na ŽCP-u 28 (ŽCP Danica) zabilježeno je 210 detekcija različitog broja impulsa po sustavu detekcije (H ili L sustav detekcije), od toga na senzoru WhDet1 (K1) dva, na WhDet2 (K3) jedan i na WhDet3 (K2) 207 događaja. U navedenom razdoblju zabilježeno je pet slučajeva nedetekcije osovina vlaka i to na senzoru WhDet 3 (K2). U ostalim slučajevima zabilježeno je 70 događaja značajnog odstupanja detektiranih u odnosu na stvarni broj osovina, 51 događaj srednjeg odstupanja detektiranih osovina, 89 slučajeva manjeg odstupanja broja osovina. Također, zabilježen je jedan događaj gdje je evidentiran veći broj osovina od stvarnog broja osovina.

#### **3.6.3. Ispitivanje TDR14 ŽCP 28 nakon incidenata**

Tehnički pregledi i ispitivanje sklopa TDR14, kao i uvjeta u kojima je sklop ugrađen, obavljani su 22. i 25.11.2016. godine. Ispitivanje su proveli stručnjaci HŽI i proizvođača opreme društva ALTRPO. Cilj ispitivanja bio je provjera ispravnosti pojedinih modula i sklopa TDR14 u cjelini, provjera propusnosti i filtriranja signala i ispravnost zaštitnih elemenata. Određeni parametri snimljeni osciloskopom, koji su dalje u tekstu prezentirani, nisu kvantitativno prikazani jer ti parametri predstavljaju proizvođačku tajnu, pa isti bez izričitog odobrenja proizvođača ne mogu biti prikazani.

#### ***Prvo ispitivanje sklopa TDR14***

Točke iz plana ispitivanja: pregled TDR14 – UNUR, lokacija brojačke točke K2.

Rezultat ispitivanja su slijedeći:

Izmjerene karakteristike sklopa ne upućuju na odstupanja u funkcionalnosti sklopa, unutarnja oprema prima ispravne signale od vanjske opreme, a ispravnost filtriranja testirana je sklopom za brzo brojanje, čime je

dokazano da sustav ispravno prima impulse s problematične vanjske točke širine 3,5ms (ekvivalent brzini vlaka od približno 250 km/h), pri čemu nije došlo do ispuštanja ili iskrivljavanja širine impulsa na bilo kojem dijelu sklopa.

Ispitivanje je također obavljeno na dijelu sklopa vezanom uz zaštitu od grmljavina (prenapona), pri čemu je ustanovljeno da zaštitni elementi sustava reagiraju na predviđenim granicama visokog napona od približno 400V.

Kontrolom parametara na vanjskoj točki isto tako nije ustanovljeno odstupanje u karakteristikama pojedinih modula ili funkcija sustava. Funkcionalnost senzora i mehaničko učvršćenje u skladu su s očekivanjima i uputama za ugradnju, kao i funkcionalnost vanjskog modula za zaštitu od grmljavine ZGK.

### ***Drugo ispitivanje ostalog dijela uređaja osiguranja željezničko-cestovnog prijelaza ŽCP28***

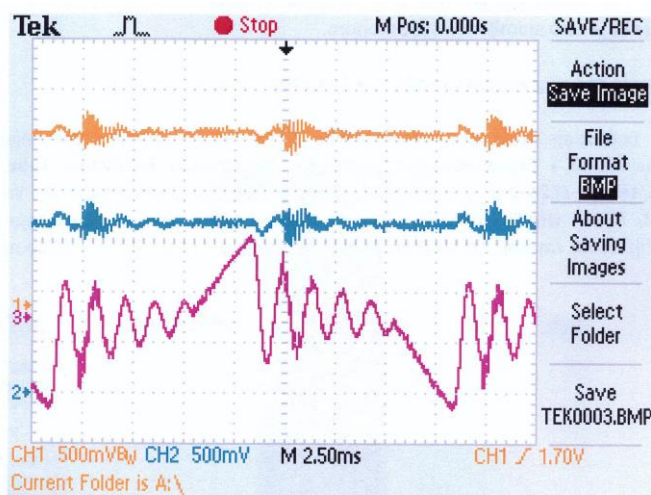
Rezultati ispitivanja su slijedeći:

Kontrolom ulaznog signala s vanjskih točaka primijećene su povremene smetnje na ulazima TR24 modula u obliku povremenih istitravanja ulaznog signala, a koje su uglavnom popraćene zujanjem (aktivacijama) komponenti na modulu zaštite od grmljavine ZUT 24.

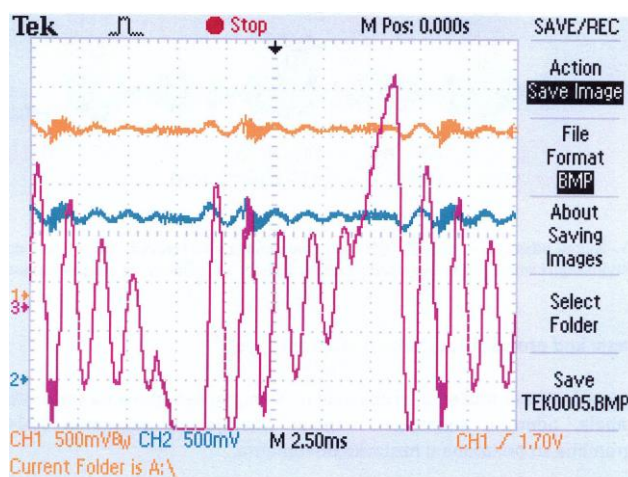
S obzirom da uočene smetnje na ulaznom signalu mogu utjecati na funkcionalnost sustava, ispitivanje je skrenuto u smjeru kontrole parametara vezanih uz uvjete ugradnje sustava i traženje eventualnog uzroka ovakvih smetnji. Ustanovljeno je da se na ožičenju ulaznog signala u TDR14 UNUR (modul TR24) povremeno inducira smetnja u trajanju od nekoliko sekundi do više minuta i amplitude do 500 Vpp. Pri tome je odrađeno niz mjerenja i ispitivanja na različitim dijelovima sustava.

Primjeri izmjerenih oscilograma:

Kanal 1 (žuto) i kanal 2 (plavo) spojeni su na priključne stezaljke (buksne) TR24 modula gdje se prati ulazni signal H i L kanala, a kanal 3 (ljubičasto) spojen je između prijenosne linije i uzemljenja unutarnjeg dijela sklopa. Izmjereni napon na kanalu 3 u ovom slučaju iznosi oko 70Vpp (20V podjela na kanalu 3).



**Slika 4: Oscilogram, Kanal 1 (žuto) i 2 (plavo) spojeni su na buksne TR24 modula gdje se prati ulazni signal H i L kanala, a kanal 3 (ljubičasto) spojen je između prijenosne linije i uzemljenja unutarnjeg dijela sklopa. Izmjereni napon na kanalu 3 u ovom slučaju iznosi oko 70Vpp (20V podjela na kanalu 3), izvor: Izvještaj o mjerenjima HŽI**

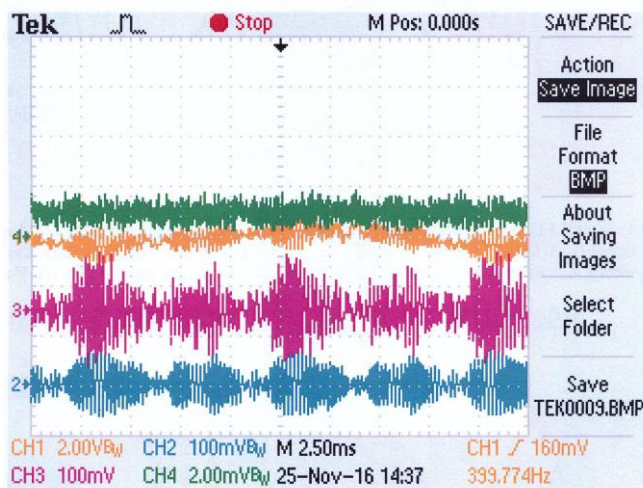


Slika 5: Oscilogram Kanal 1 (žuto) i kanal 2 (plavo) spojeni su na buksne TR24 modula gdje se prati ulazni signal H i L kanala, a kanal 3 (ljubičasto) spojen je između prijenosne linije i uzemljenja unutarnjeg dijela uređaja. Izmjereni napon na kanalu 3 u ovom slučaju iznosi oko 500Vpp (50V podjela na kanalu 3) *izvor: Izvještaj o mjerjenjima HŽI*

Oscilogrami su snimljeni u različitim trenucima iz čega je vidljivo da se intenzitet smetnje mijenja u vremenu.

#### Ispitivanje spojnog kabela između TDR14 UNUR i senzora ZK24-2

Ispitivanje spojnog signalnog kabela odspajanjem signalnog kabela između ŽCP28 i APB2S (kabel između ŽCP28 i APB2S/senzor ZK24-2 je u zraku, odnosno ne postoji kabelska veza između senzora ZK24-2, TDR14 UNUR i relejnih izlaza sa APB-a i ŽCP-a). Nakon odspajanja releja i TDR-a kao mogućih izvora smetnji, smetnje su i dalje prisutne, što je vidljivo na slici broj 6.

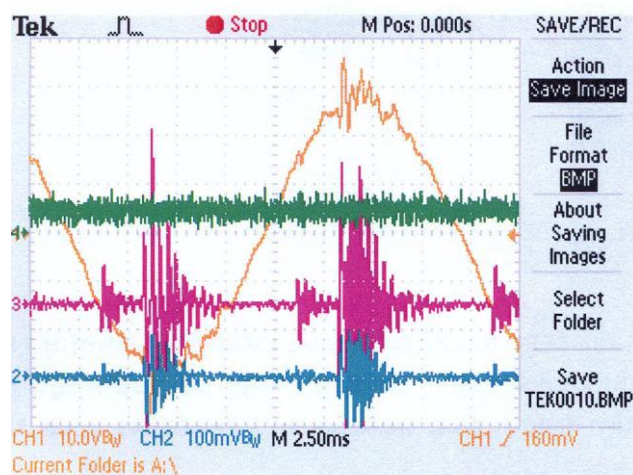


Slika 6: Oscilogram: Rezultati snimanja nakon odspajanja releja i TDR-a kao mogućih izvora smetnji, iz snimljenoga se vidi da su smetnje i dalje prisutne. Kanal 2 i dalje kapacitivno mjeri smetnje na senzorskim žilama, a kanal 3 na žilama za komunikaciju ŽCP 28 – PB 25. *izvor: Izvještaj o mjerjenjima HŽI*

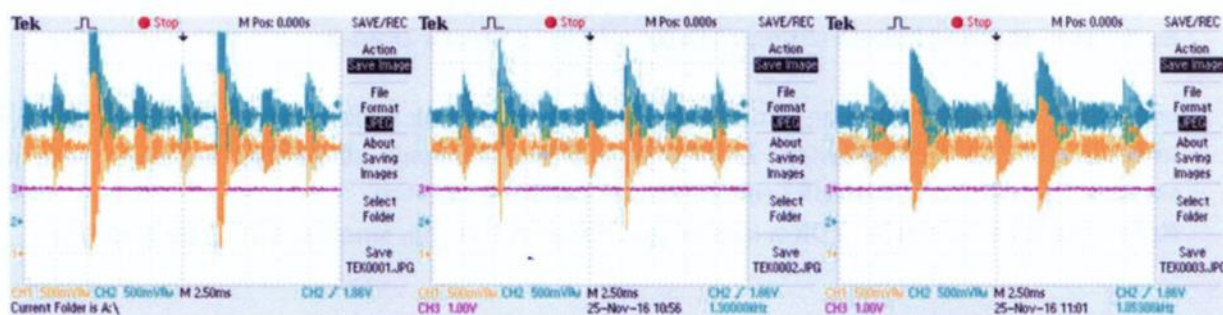


## Ispitivanja kod prolaska različitih lokomotiva

Smetnje kod prolaska diodnih i tiristorskih lokomotiva serija 1141 i 1142

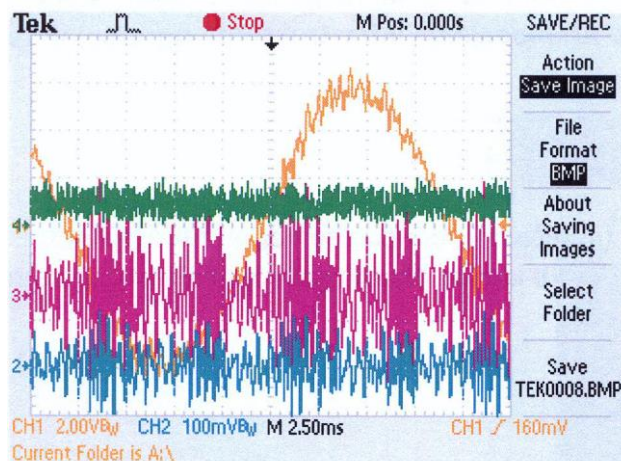


Slika 7: Oscilogram: Na kanalima 2 (plavo) i 3 (ljubičasto) inducira se napon na signalnim vodovima za TDR-a i relejne signale između ŽCP-a i APB kućica. Ovo je uobičajen obrazac smetnji pri prolascima diodnih i tiristorskih lokomotiva serije 1141 i 1142. *izvor: Izvještaj o mjerenjima HŽI*

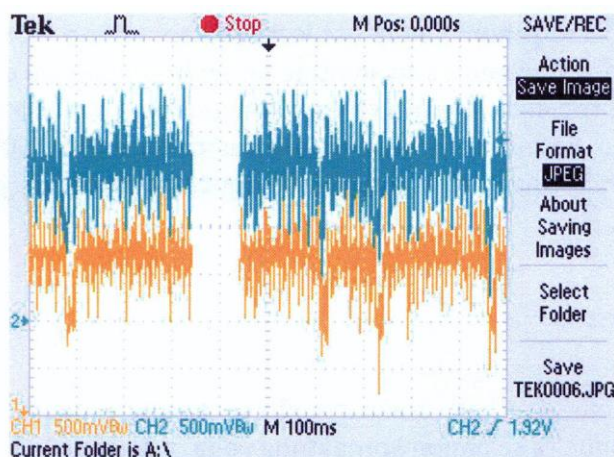


Slika 8: Na kanalima 1 (žuto) i 2 (plavo) inducirani napon na buksnama TR24 modula, *izvor: Izvještaj o mjerenjima HŽI*

### Smetnje kod prolaska lokomotive Siemens - Taurus



Slika 9: Oscilogram prolaza Siemens lokomotive, na kanalima 2 (plavo) i 3 (ljubičasto) inducira se napon na signalnim vodovima TDR-a i relejnih signala između ŽCP i APB kućica. Obrazac smetnji pri prolasku Siemens lokomotive drugačiji je od uobičajeni. Izvor: Izvještaj o mjerenjima HŽI  
Smetnja kod prolaska OBB lokomotiva



Slika 10: Oscilogram prolaska OBB lokomotive Na kanalima 1 (žuto) i 2 (plavo) inducira se napon na signalnim vodovima TDR-a mjereno na buksnama TR24 modula. Izvor: Izvještaj o mjerenjima HŽI

### Utjecaj smetnje na rad opreme

Prema očitovanju proizvođača opreme proizlazi da u slučajevima izrazito visokih razina smetnji događa se aktivacija elemenata prenaponske zaštite. Pri tome se pod izrazito visokim razinama smetnji smatraju kratkotrajne pojave atmosferskog pražnjenja (udar groma), a ne dugotrajne pojave visokih napona u signalnom kabelu izazvani neregularnim vanjskim uvjetima. Funkcionalnost prenaponske zaštite je takva da prilikom aktivacije zaštitni elementi mijenjaju vlastite otpore iz visokoomskih u niskoomske vrijednosti da bi ograničili smetnje, odnosno, odveli ih na uzemljenje i time spriječili prodor u sklop. U takvim situacijama na komunikacijskom vodu između vanjske i unutarnje opreme se očituje promjena prijenosnih karakteristika. Sklop je projektiran tako da je normalno djelovanje signala senzora u smjeru iz veće struje (16 mA, kada nema detekcije kotača) prema manjoj (10 mA, kada je detektiran kotač). U slučajevima pojave

visokonaponske smetnje tokom trajanja impulsa sa senzora, priradom elemenata prenaponske zaštite vodiči signalnog kabela dovode se na potencijal uzemljenja kako bi se smetnja uzemljila i pri tome se impuls senzora dijeli na dva ili više manjih impulsa.

Unutarnja oprema, zbog utjecaja smetnji, vidi više kraćih impulsa nego li je senzor poslao. Sklop posjeduje funkciju filtriranja kratkih impulsa (kraćih od 3 ms) koja služi kao zaštita od kratkotrajnih smetnji (npr. udar groma), kako ne bi bilo lažnih aktivacija. Budući da su udari groma kratkotrajne pojedinačne pojave, one zbog toga nisu problematične. Međutim, ukoliko se zbog vanjskih utjecaja na signalni kabel dogodi da se u kabelu pojavi smetnja visokog napona (više od 400 Vpp) i dugog trajanja (tokom mjerenja izmjerena su trajanja i preko 10 sekundi) te ponovljiva svake 3 ms ili manje, takva smetnja će segmentirati signal senzora na segmente kraće od 3 ms i sklop će ih isfiltrirati kao da je on smetnja, odnosno izostati će detekcija na unutarnjem dijelu sklopa.

Osim zaštite od atmosferskih pražnjenja te kratkotrajnih smetnji kraćih od 3 ms sklop posjeduje detekciju prevelike struje pojedinog kanala senzora, npr. u slučaju kratkog spoja na parici ili žilama uprijenosnom kabelu. Za njezinu aktivaciju potrebno je da struja ima kontinuirano povećanu vrijednost dulje vrijeme (cca. 0,5 s). S obzirom da su smetnje ovdje kratkotrajne i periodičke (traju po par ms i ponavljaju se svakih nekoliko ms), nisu ostvareni uvjeti za detekciju kratkog spoja pa ih sustav ne prijavljuje kao problematično stanje, a u osnovi to i nije funkcija ove zaštite.

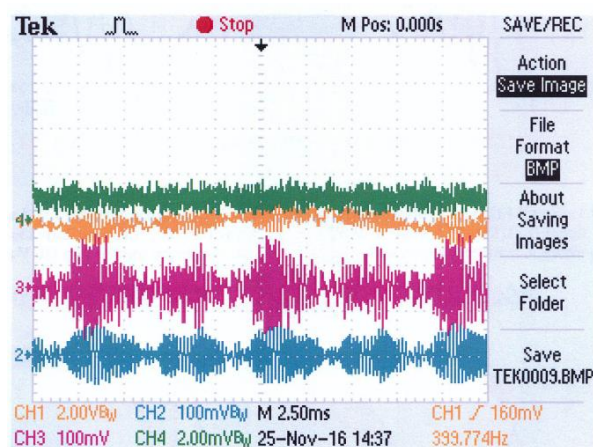
Budući da zabilježene smetnje mogu trajati po 15-tak i više sekundi, ukoliko se ostvare gore spomenuti uvjeti, smetnja može prekriti prelazak vlaka veće brzine iznad ključne točke.

Smetnje koje su uočene pojavljuju se najčešće u razmacima od 10 ms, što znači da je njihov uzročnik izvor izmjeničnog napajanja 50 Hz, gdje se smetnja pojavljuje sa svakom poluperiodom. Jedini mogući izvori u okolini sklopa su napajanje 3 x 750V AC (napajanje infrastrukturne opreme) ili 25 kV AC (kontaktna mreža elektrovođe).

#### **Ispitivanje utjecaja transformatorskog bloka 750 V**

U cilju preciznog lociranja uzroka smetnji, upotrebom sonde osciloskopa kao antene, proizvođač opreme pokušao je detektirati gdje su smetnje najjače, te je zaključeno da su smetnje podjednako jake na cijelom kabelu između APB 25 i ŽCP 28, a uzrok problema nije niti relejna komunikacija između kućica APB i ŽCP, niti TDR sklop. Za potvrdu ovoga, isključeno je napajanje infrastrukture (3 x 750V AC), pri čemu su spomenute smetnje i dalje bile prisutne. Temeljem rezultata mjerenja se zaključilo da je vrlo vjerojatan uzrok smetnji kontaktna mreža.





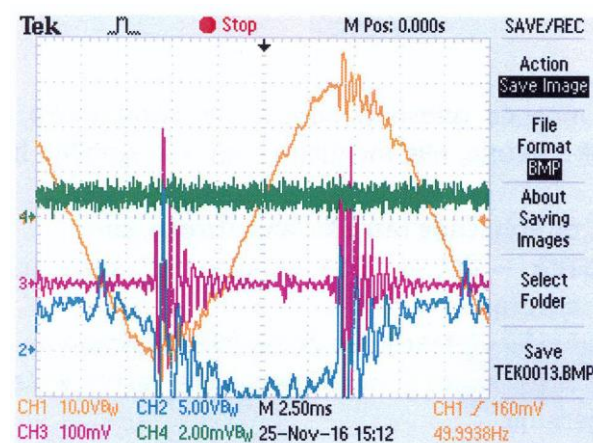
**Slika 11:** Oscilogram snimljen nakon gašenja 750V AC, na kanalima 2 (plavo) i 3 (ljubičasto) inducira se napon na signalnim vodovima TDR-a i relejnih signala između ŽCP i APB kućica. Nakon gašenja 750V AC, smetnje su i dalje prisutne. Izvor: Izvještaj o mjerenjima HŽI

### Utjecaj vuče

Na temelju različitih valnih oblika smetnji, potvrđeno je da su izvor smetnji različiti tipovi lokomotiva u prometu na toj dionici. Praćenjem intenziteta smetnji nije pronađena čvrsta poveznica između lokacije vlaka i jačine smetnji (smetnja se pojavljuje i kada nema vlaka u području ŽCP28), međutim, u trenucima smanjenog intenziteta prometa primijećeno je i značajno smanjenje smetnji. Temeljem navedenoga se pretpostavlja da smetnju uzrokuje vlak na području iste elektrovočne podstanice, ali nevezano je li to u smjeru vožnje prema predmetnom željezničko-cestovnom prijelazu ili ne.

Iz toga proizlazi da problem nije u povratnoj struji elektrovuče jer bi se pojavljivao isključivo nakon prolaska vlaka pored ŽCP-a. Uzrok je u naponskim karakteristikama u kontaktnomvodu na području cijele elektrovočne podstanice.

### Ispitivanje napona kontaktne mreže



**Slika 12:** Oscilogram induciranih smetnji na sondi osciloskopa koja se nalazi u zraku između kontaktnog voda i tračnica kao antena, na kanalu 2 (plavo) inducira se napon kontaktnog voda, a na kanalu 3 (ljubičasto) inducira se napon sa signalnih vodova TDR-a. Obrazac smetnji na signalnim vodovima prati obrazac smetnji sa kontaktnog voda. Izvor: Izvještaj o mjerenjima HŽI

## ZAKLJUČAK

Temeljem provedenih mjerenja proizlazi da su problemi uzrokovani prenaponima izvan opsega normalnog rada uređaja (iznad granica aktivacija prenaponskih zaštita), oni se ne mogu karakterizirati kao nedostatak sklopa TDR14, već kao uvjeti ugradnje sustava izvan dozvoljenih granica. Norma koja opisuje EM smetnje za SS uređaje je EN50121-4 i ona ne definira postojanje tih smetnji pa tako niti ispitivanje uređaja na njegovu otpornost.

Sva provedena ispitivanja na uređaju osiguranja željezničko-cestovnog prijelaza ŽCP28 ukazuju da problem dolazi iz kontaktne mreže 25 kV kao i korištenja spojnih kabela koji nemaju mogućnost sprečavanja indukcije napona. Uslijed vožnje modernih tiristorskih i čoperskih lokomotiva po trasi prema Botovu ili prema Koprivnici pa čak i samog kretanja i ranžiranja u kolodvoru Koprivnica ili kretanju vlakova u smjeru Zagreba, preko kontaktne mreže 25 kV na signalnim kabelima SPZ inducira se visoki napon iznosa i nekoliko stotina volti, a koji može trajati i dulje vrijeme. Tokom postojanja tog napona kabel je zagušen za bilo kakav prijenos signala, a koje odašilju detekcijske točke odnosno senzori. Ukoliko vlak prelazi preko tih točaka u vremenu kada je kabel zagušen visokim naponom signali sa senzora ne mogu doći do unutarnjeg uređaja TDR14. Stanje se pogoršava ukoliko je više lokomotiva priključeno na 25 kV mrežu istovremeno bez obzira gdje se nalaze (na pruzi ili kolodvoru).

Prema pisanim očitovanjima dobivenima od prijevoznika, na dionici pruge Koprivnica – Botovo kod nekih prijevoznika zabilježeni su problemi s kvalitetom napona kontaktne mreže, dok kod drugih prijevoznika nisu evidentirani takvi problemi.

### Nastavak ispitivanja

Dana 05.12.2016. godine napajanje 25 kV kontaktne mreže je prebačeno sa elektrovučne podstanice Koprivnica na elektrovučnu podstanicu Križevci.

Dana 06.12.2016. godine nastavljena su ispitivanja Povjerenstva na uređaju osiguranja ŽCP28. Toga dana je na signalnom kabelu SPZ izmjereno značajno manje smetnji, manjeg intenziteta i samo kod prolaska vlakova.

### Ispitivanje kabela

SPZ kabel koji se koristi kao signalni kabel između senzora i kućice ŽCPR-a nema upletene parice i nema plašt za električno oklapanje no ima čelični plašt (omot) u funkciji mehaničke zaštite. Uzemljavanjem čeličnog plašta SPZ kabela uočeno je smanjenje intenziteta smetnji za oko 10 % što je nedovoljno za potpuno uklanjanje problema. Objašnjenje leži u činjenici da je navedeni plašt kabela konstruiran isključivo radi mehaničke zaštite, a ne za električno oklapanje, pa kod spajanja više takvih kabela sa spojnicom često se taj čelični plašt međusobno ne spaja jer nema funkciju električnog vođenja.

Napravljena su i usporedna mjerenja smetnji na signalnom SPZ kabelu i STKA - 2KX kabelu. STKA kabel je telekomunikacijski kabel s upletenim paricama i aluminijskim plaštem za električno oklapanje. S obzirom da STKA kabel nije položen do senzora, mjerenja su provedena na jednako dugim segmentima između kućica APB25 i ŽCP28. Mjerenja su pokazala kako na STKA - 2KX kabelu smetnje imaju intenzitet koji je za barem 10 puta manji od smetnji na SPZ kabelu. Iz navedenoga proizlazi da bi korištenje STKA - 2KX kabela za spoj između senzora i UNUR-a u kućici sklopa osiguranja ŽCP-a doprinijelo smanjenju smetnji i dovođenju u dopuštene granice.

S obzirom da tog dana smetnje nisu bile jednako velike kao na prethodnim mjerjenjima (prosječna amplituda smetnje je bila 80 Vpp na signalnom SPZ kabelu), nije bilo moguće utvrditi bi li STKA - 2KX kabel sam po sebi bio dovoljan za uklanjanje problema u potpunosti.

Na slici broj 13 prikazana je usporedba smetnji na signalnom SPZ kabelu i na STKA kabelu.

Vidljivo je da je smetnja trajala više od 13 sekundi.

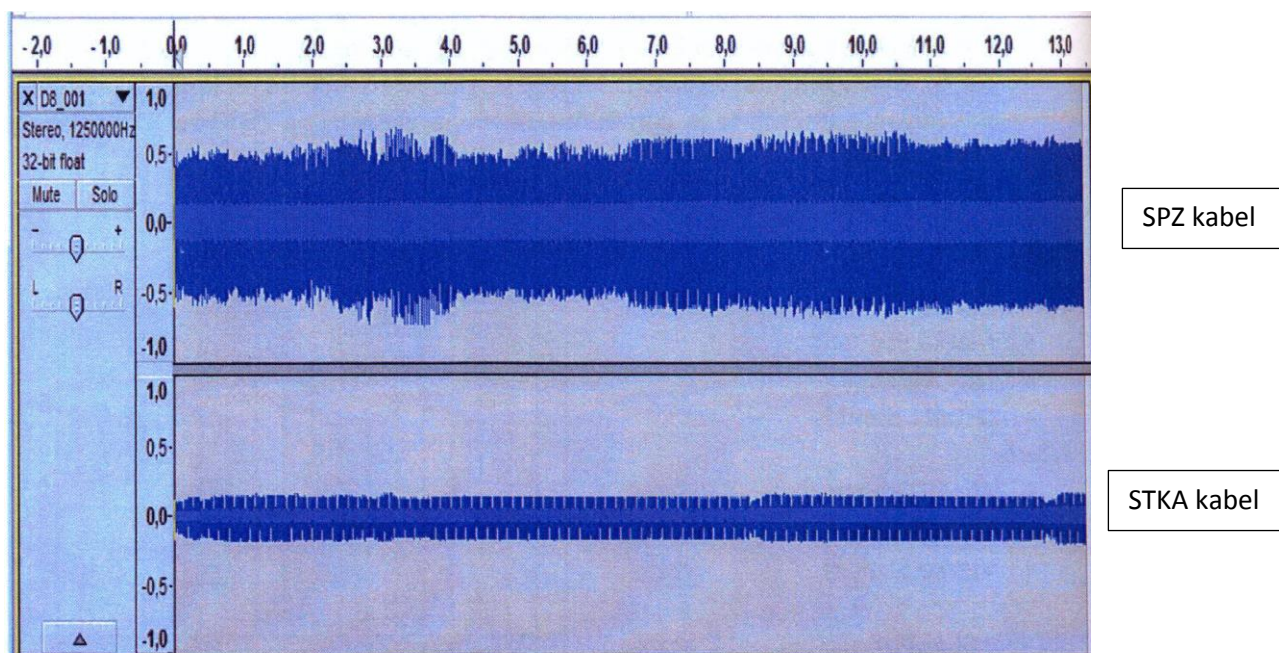
- Na signalnom SPZ kabelu common mode smetnja bila je amplitude 140 Vpp maksimalno odnosno 100 Vpp prosječno dok je diferencijalna smetnja bila 40 mV

- Istovremeno je na STK kabelu common mode smetnja bila 4 Vpp, a diferencijalna 10 mV

### Ispitivanje filtra

Za ispitivanja filtra na terenu su složeni jednostavni pasivni filter kako bi se ispitale pretpostavke o tipovima smetnji.

Ispitan je utjecaj filtra na potiskivanje smetnji ugradnjom na postojeću signalnu liniju između K2 senzora i UNUR -a. Radi lakše usporedbe, filter je ugrađen samo na L kanal detekcijske točke K2. Zamijećeno je kako i ovaj jednostavni filter prigušuje razinu smetnji, jer je amplituda smetnje manja na L kanalu.



**Slika 13: Oscilogram: Usporedba smetnji SPZ i STKA-2KX kabela. Prikazan je cijeli snimak smetnje na SPZ kabelu u trajanju od 13 sekundi. Izvor: Izvještaj o mjerjenjima HŽI**

### Zaključak

Ispitivanja su pokazala da STKA kabel ima značajno bolje karakteristike za rad elektroničkih sklopa od standardnog signalnog kabela tipa SPZ/SEZ koji se koristi na HŽI.

Mjerenja su pokazala da se na signalnom SPZ/SEZ kabelu mogu inducirati visoki naponi smetnje koji mogu

uzrokovati neispravan rad elektroničke opreme s opasnim posljedicama za sigurnost prometa. No potrebno je također znati da takvi naponi mogu ugroziti i radnike na održavanju koji su u svakodnevnom kontaktu sa SS uređajima na elektrificiranim prugama gdje je oprema spojena takvim tipom kabela. Navedeni naponi ne nastaju radom ugrađenih SS uređaja već su posljedica rada energetskog infrastrukturnog podsustava ili rada opreme izvan željezničkog sustava. Danas su uvjeti na pruzi znatno složeniji nego prije. Prugama vozi mnoštvo različitih vučnih vozila. Sa druge strane zahtjevi na sigurnost su sve veći i mogu se rješavati jedino sa složenim elektroničkim uređajima koji opet imaju svoje zahtjeve na uvjete rada.

### **PRIJEDLOZI DALJINIH AKTIVNOSTI**

U cilju pronalaska najbržeg i najekonomičnijeg rješenja predlažemo još provedbu sljedećih aktivnosti na zadnjem terenu:

- ugradnja poboljšanog aktivnog filtera na SPZ kabel i trajno snimanje smetnji
- ugradnja dodatnog sklopa TDR14 sa 2 uključne točke na STKA kabel sa senzorima smještenim kod kućice APBSS i ŽCP28. U tu svrhu potrebno je osigurati 2 nepupinizirane parice u postojećem kabelu kao i uvod kabela senzora u kućice APB2S i ŽCP28.

#### **3.6.4. Mjerenje napona**

##### *3.6.4.1 Mjerenje napona na izlazu 1 u EVP 110/25kV Križevci*

Mjerenja napona na sabirnicama 25 kV u EVP Križevci obavljena su zbog produženog kraja napajanja (50 km) EVP Resnik koji prema uklopnom stanju aparata u EVP Križevci napaja dionicu KM od PS Dugo Selo do EVP Križevci i područje kolodvora Križevci preko rastavljača R1, dok dionicu KM od NES Križevci do PSN Botovo napaja EVP Križevci preko izlazne linije prekidača S3. Dionica kontaktne mreže od PS Dugo Selo do EVP Križevci se u trenutku mjerenja napajala iz EVP Resnik, zbog radova na zamjeni prekidača u EVP Koprivnica koja je zbog navedenog bila izvan pogona, a njena dionica KM-a napajana je iz EVP Križevci.

HŽI provodi periodička mjerenja naponskih prilika na sabirnicama 25 kV u svim elektrovnim podstanicama. Mjerenja se obavljaju s mjernim instrumentom s mogućnošću arhiviranja podataka kako bi se rezultati mjerenja kasnije mogli analizirati.

Mjerenja su obavljena u trajanju od sedam (7) dana, od 04.01.2017. u 10:30 do 11.01.2017. u 09:20 sati. Mjerene veličine su napon i frekvencija na naponskom mjernom transformatoru prekidača S1 u polju ćelije H10. Za navedene veličine mjerene su efektivne vrijednosti za koje su svakih 10 sekundi bilježene srednja, najmanja i najveća vrijednost u tih 10 sekundi.

Napon je mjeren priključkom mjernog instrumenta na sekundar naponskog mjernog transformatora izlazne linije 1 ćelije H10 u EVP Križevci nazivnih podataka:

- NMT: tip: VKU 1m-38; proizvodnje Končar; 25/0,1 kV; kl 0,5.

Uklopno stanje aparata u EVP 110/25 kV Križevci za vrijeme trajanja mjerenja je sljedeće:

- prekidač S1 isključen
- prekidač S3 uključen
- rastavljač R1 uključen



- rastavljač R3 isključen
  - portal ni rastavljači 1, 3 i 11 uključeni.
- Ispitivanja nisu obuhvatila snimanja induciranih napona u mreži.

## ANALIZA REZULTATA MJERENJA

Rezultati mjerenja prikazani su u tablici za cijeli vremenski period mjerenja. Za navedeno razdoblje od 04.01.2017. u 10:35 do 11.01.2017. u 09:01 sati dobivene su sljedeće karakteristične vrijednosti:

- najmanji srednji napon: 19,43 kV,
- najveći srednji napon: 27,13 kV,
- najmanja minimalna vrijednost napona: 18,79 kV,
- najveća maksimalna vrijednost napona: 27,22 kV,
- najmanja frekvencija: 49,89 Hz,
- najveća frekvencija: 50,12 Hz
- prosječni napon u razdoblju mjerenja: 25,87 kV

Srednje vrijednosti napona računaju se na temelju mjerenih vrijednosti preuzetih unutar zadanog perioda uzorkovanja od 10 sekundi, dok su minimalna i maksimalna vrijednost napona najveće i najmanje trenutne vrijednosti izmjerene u zadanom periodu.

Za razdoblje od 04.01.2017. u 10:35 do 11.01.2017. u 09:01 sati napon:

- nijedanput u pogonu nije bio iznad 27,5 kV;
- nijedanput u pogonu nije bio iznad 29 kV;
- dva puta u pogonu bio ispod 19 kV;
- nijedanput u pogonu nije bio ispod 17,5 kV.

U okviru mjerenja napona nije obavljeno mjerenje induciranih smetnji.

### **3.6.5. Izvedba ŽCP-a br. 28**

Tijekom 2015. godine društvo „Pružne građevine“ obavilo je ugradnju senzora za detekciju vlaka na ŽCP broj 28. Prije ugradnje opreme proizvođač, društvo „Altpro“ je isporučio tehničku dokumentaciju iz koje je jasno vidljiv način montaže sklopa, također proizvođač je isporučio opremu potrebnu za montažu uređaja i kontrolu montaže uređaja. Upute su dio dokumentacije koja se naziva „Korisnička dokumentacija Uređaja za detekciju vlaka TDR14“. Društvo „Pružne građevine“ je izradilo sustav upravljanja kvalitetom koji se odnosi na realizaciju proizvoda.

Proizvođač opreme društvo „Altpro“ izradio je detaljne upute za montažu senzora sa crtežima na kojima su položaji pojedinih pozicija, popis potrebnog alata i šablone za kontrolu montaže senzora. Upute su isporučene zajedno sa senzorima, alatom i šablonom. Uz upute izrađena je i ispitna lista u kojoj su navedeni parametri rada senzora koje je potrebno pratiti te koju opremu je potrebno koristiti.

Oprema ŽCP-a se sastoji od senzora željezničkog kotača ZK24-2 koji se montira uz tračnice na kojem se generiraju impulsi. Impulsi se prenose preko prijenosnog voda (kabela) do sklopa za detekciju vlaka TDR 14 UNUR koji se nalazi u kućici ŽCP-a. Signali iz uređaja za detekciju vlaka se prenosi na stari dio opreme koja služi za upravljanje rada polubranika i signala. Senzor kotača ZK 24-2 služi kao detektor za uključenje (UTR način rada), odnosno kao uređaj za isključenje (detektor u načinu rada ITR) ŽCP-a ili bilo kojeg drugog signalno-sigurnosnog uređaja (SS uređaja) koji zahtijeva detekciju vlaka.

Senzor željezničkog kotača ZK24-2 djeluje na magnetsko-induktivnom principu s elektroničkom obradom signala. Sastoji se od dva neovisna senzorska sustava označena slovima H i L. Senzorski sustavi su međusobno galvanski odvojeni i rade potpuno neovisno. Senzor se isporučuje sa fiksno spojenim četverožilnim kabelom (duljine 6 m). Napajanje svakoga kanala senzora je istosmjerno 20V do 48V. Izlazni signal kanala detekcije kotača je istosmjerna struja na istoj dvožičnoj parici u jednom od dva diskretna stanja: 16mA ili 10mA.

Unutarnji sklop TDR14-UNUR konvertira istosmjernu struju senzora (16mA / 10mA) u otvorene/zatvorene kontakte sigurnosnog releja. Unutarnji sklop TDR14-UNUR može kontrolirati do tri dvostruka detektora kotača (tračnička kontakta). Napajanje svakog kanala (H / L) senzora ZK24-2 je istosmjerno 48V, galvanski izolirano od drugog kanala i glavnog izvora napajanja.

Strujni signal senzora kotača je galvanski izoliran na prilagodnom modulu TR24 i prilagođen digitalnim ulazima mikroprocesorskog modula MPU-TR. Prije dolaska do prilagodnog modula TR24, signal senzora kotača prolazi kroz modul zaštite od grmljavine ZUT24.

Zaštitni uređaj se aktivira na način da se nagazom prve osovine vlaka na uključnu točku na ŽCP-u aktivira predzvonjenje i svjetlosni signali, a zatim nakon cca 30 sekundi se spuštaju polubranici. Polubranici se automatski podižu 7 sekundi nakon što zadnja osovina vlaka prijeđe preko isključne točke ŽCP-a. Također, polubranici će se podići cca 4 minute nakon aktivacije na uključnoj točki, ukoliko vlak nije prešao preko isključne točke.

### 3.7. Dokumentacija

Društvo HŽ Infrastruktura d.o.o. dana 20. veljače 2013. godine izdalo je Potvrdu kojom se odobrava upotreba sklopa TDR 14 proizvođača „ALTPRO“ d.o.o iz Zagreb za:

- Opću primjenu detekcije vlaka i
- Specifičnu primjenu približavanja vlaka ŽCP-ima osiguranim relejnim uređajima (kao zamjena za magnetske tračničke kontakte).

Ministarstvo nadležno za promet, Služba inspekcije sigurnosti željezničkog prometa je dana 15. veljače 2006. godine donijelo rješenje (KLASA: UP/I-341-05/06-02/10) kojim se nalaže HŽ Hrvatskim željeznicama da do 01.12.2006. godine osiguraju ispravno funkcioniranje magnetskih tračničkih kontakata automatskih uređaja za osiguranje cestovnih prijelaza izvedenih u relejnoj tehnologiji u temperaturnom području sukladno propisanim uvjetima ili primijene drugo odgovarajuće tehničko rješenje.

Sukladno navedenom rješenju Upravitelj infrastrukture pristupio je traženju novoga tehničkog rješenja za zamjenu magnetskih tračničkih kontakata i odabralo kontakte UTR/ITR sa senzorom ZK24-2.

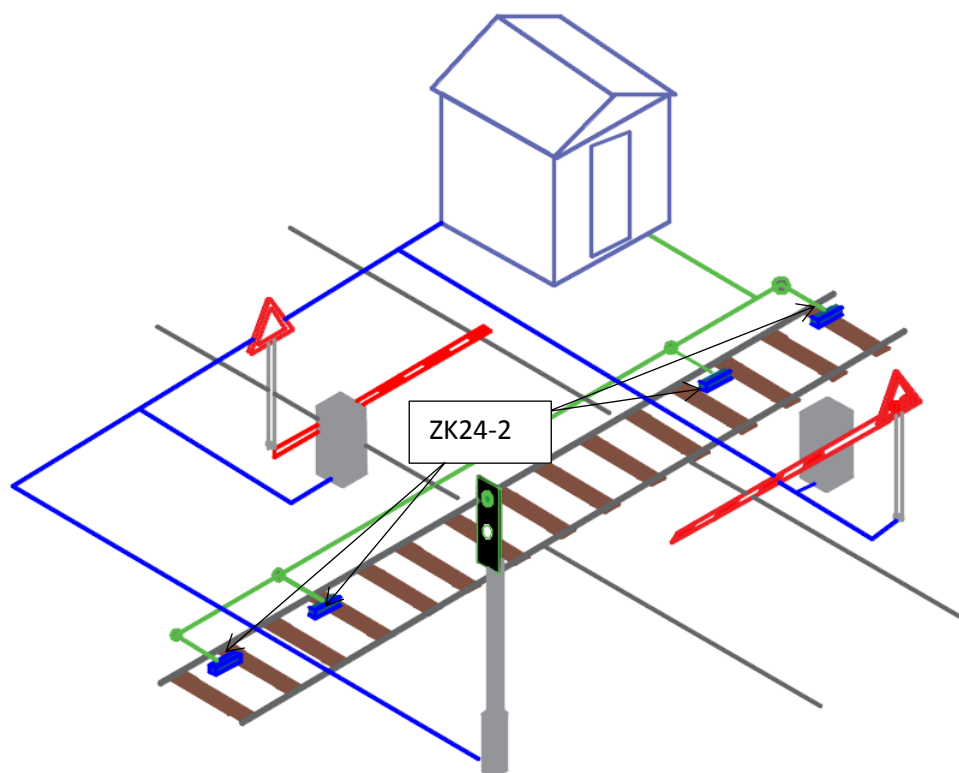
Društvo HŽ Infrastruktura d.o.o. dana 06. studenog 2007. godine izdalo je Potvrdu da se sklop tračničkih kontakata UTR/ITR, čiji je proizvođač „ALTPRO“ d.o.o Zagreb, može upotrijebiti na Hrvatskim željeznicama kao zamjena za magnetske tračničke kontakte tipa „Simens“. Navedena odluka je donesena temeljem Završnog izvješća povjerenstva za praćenje rada i ispitivanje uređaja tračničkih kontakata UTR/ITR u kojem je

navedeno da se sklop može upotrebljavati kao zamjena za magnetske tračničke kontakte. U Potvrdi koju je izdalo društvo HŽ Infrastruktura d.o.o. nisu stavljena ograničenja glede upotrebe sklopa na prugama kojima upravlja društvo.

Senzor ZK 24-2 je od strane certifikacijske kuće TUV certificiran prema normama EN 50126:1999, 50128:2001 i 50129:2003. Senzor zadovoljava uvjete za SIL 4.

Također, senzor je od strane certifikacijske kuće TUV certificiran prema normi HRN EN 50121-4:2006 (norma koja se odnosi na ECM).

Senzor je u Brodskom institutu ispitan na vibracije i udarce.



**Slika 14: Shematski prikaz razmještaja opreme osiguranja prometa na ŽCP-u. Izvor: AIN**

### **3.7.1. Željeznička infrastruktura**

Od strane Upravitelja infrastrukture dostavljena je dokumentacija i to Mjerna lista za ŽCPR „ISKRA“ – DK u ovisnosti s kolodvorom (jednokolosiječna pruga) list '1/2 i 2/2 za ŽCP 28 za 2016. godinu. U mjernoj listi je navedeno dvadesetsedam (27) vrsta mjerenja koje je potrebno provoditi na ŽCP-u, od toga je 13 mjerenja potrebno provoditi jednom mjesečno, a četrnaest mjerenja jednom u šest mjeseci. Iz navedene liste je vidljivo da su se mjerenja provodila sukladno predviđenim vremenskim intervalima.

Dalje, dostavljena je mjerna lista za napojni uređaj ŽCPR-a za službeno mjesto ŽCP broj 28 iz koje je vidljivo da su mjerenja prema navedenoj listi rađena jednom mjesečno tijekom 2016. godine.

Dalje, dostavljena je mjerna lista za akumulatorsku bateriju ŽCPR-a 24V za službeno mjesto broj 28, za 2016. godinu. Mjerenja su rađena jednom mjesečno.

Očitavanje memorije sklopa TDR 14 sa ŽCP-a „Danica“ do predmetnih incidenata nije obavljano, a nakon incidenata očitani su podaci od 23.08.2016. do 27.10.2016. godine.

### **3.7.2. Korisnička dokumentacija**

Proizvođač opreme izradio je korisničku dokumentaciju u kojoj je opisano slijedeće:

1 TEHNIČKI OPIS (namjena sklopa, struktura sklopa, struktura senzora željezničkog kotača ZK24-2, struktura unutarnjeg sklopa TDR14-UNUR, sastavni dijelovi).

2 NAČINI RADA I SPAJANJE (konfiguracija unutarnjeg sklopa, izlazni signali, izlazni signal! senzora ZK24-2, izlazni signali unutarnjeg sklopa TDR14-UNUR, izlazni signali u dvosmjernom načinu rada, izlazni signali u jednosmjernom načinu rada, sigurnosni rad (fail-safe operatlon) izlaza releja u jednosmjernom načinu rada, spajanje, spajanje senzora ZK24-2 i modula ZGK, spajanje unutarnjeg uređaja sa vanjskom opremom, primjer spajanja izlaza za različite primjene.

3 MONTAŽA (lokacija montaže senzora, potrebni alat, montaža i podešavanje visine i bočnog razmaka senzora, vizualni pregled i završno zatezanje, montaža modula zaštite senzora od grmljavine ZGK, montaža unutarnjeg sklop TDR14-UNUR).

4 ODRŽAVANJE (održavanje senzora ZK24-2, održavanje unutarnjeg sklopa TDR14-UNUR, periodički pregled, indikacijski elementi unutarnjeg sklopa TDR14-UNUR).

5 TEHNIČKI PODACI (senzor željezničkog kotača ZK24-2, unutarnji sklop TDR14-UNUR)

PRILOG A (MONTAŽNI CRTEŽI)

PRILOG B (PRIJEDLOG MJERNE LISTE ZA ŠESTOMJESEČNO ODRŽAVANJE)

Pregledom navedene dokumentacije utvrđeno je da se u istoj ne navode mogući utjecaji elektromagnetskih smetnji koji se mogu pojaviti u SS kablovima na rad signalno-sigurnosnih uređaja.

### **3.7.3. Pregled dokumentacije**

Obavljen je pregled dokumentacije UI vezane za rad i održavanje ŽCP-a broj 28, i to knjiga radova na ŽCP-u 28 (knjiga radova V-10) i knjiga smetnji (knjiga V-11). Pregledom evidencija utvrđeno je da UI uredno vodi evidencije o kvarovima i smetnjama te o radovima na otklanjanju istih.

Pregled knjige smetnji obuhvaća period od početka kolovoza 2016. godine do kraja listopada 2016. godine.

#### *3.7.3.1 Knjiga smetnji V-11*

U knjizi smetnji prva smetnja, za navedeno razdoblje, u radu uređaja ŽCP-a broj 28 evidentirana je 28.8.2016. godine. U opisu karaktera smetnje evidentirano je da se radi o prolaznoj smetnji, nastaloj po prolasku vlaka.

Prvi kvar za navedeno razdoblje evidentiran je 05.09.2016. godine, zatim 06.09.2016. godine dva puta. Kvar se ponovo javlja 14.10.2016. godine. Također, dana 24.10. događa se kvar na ŽCP-u.

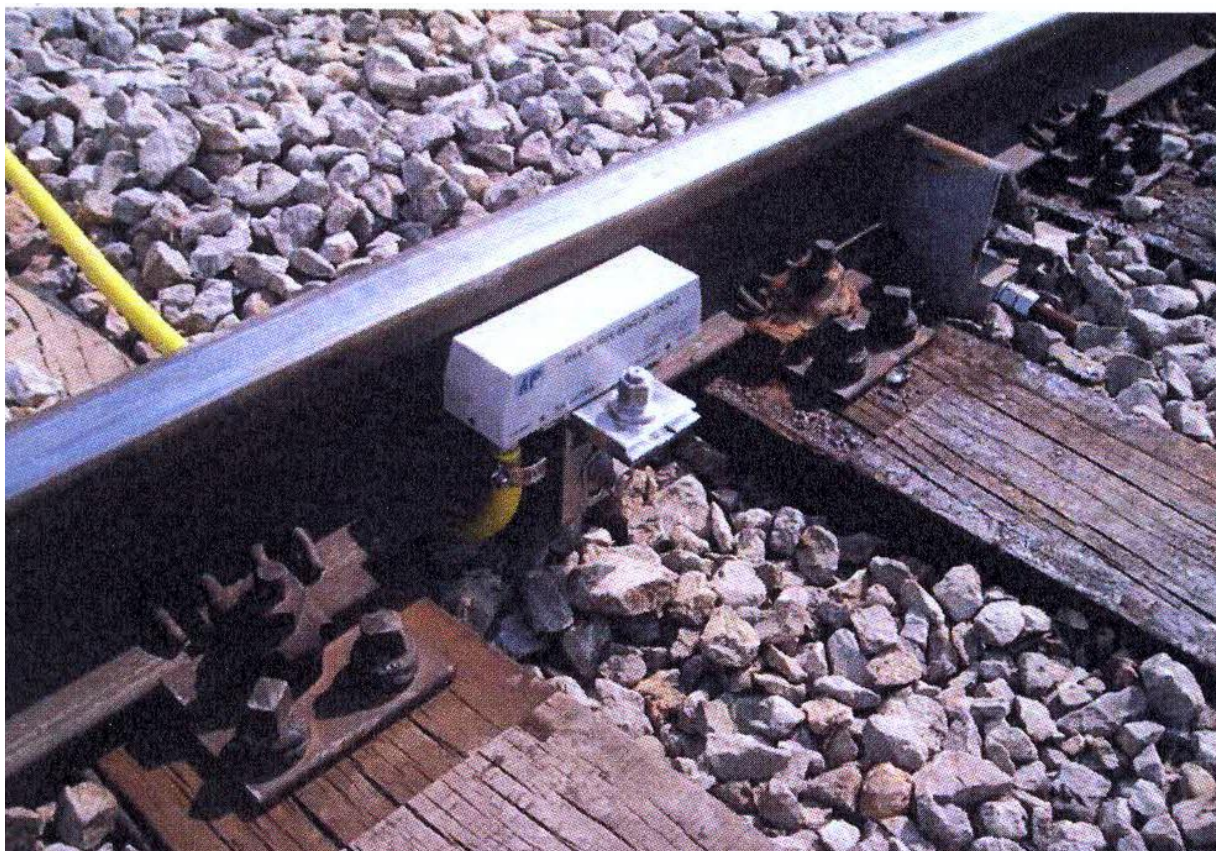
Dana 13.10.2016. godine na uređaju ŽCP-a se pojavila smetnja.



### 3.7.3.2 Knjiga radova V-10

UI je dostavio knjigu radova V10 za razdoblje 09.03.2016. do 25.11.2016. godine. Pregledom zapisa iz dostavljene knjige utvrđeno je slijedeće:

- Dana 09.03. obavljen je pregled i održavanje uređaja,
- Dana 19.03. obavljen je pregled, mjerenje i održavanje uređaja,
- Dana 12. i 13.05. obavljen je polugodišnji pregled uređaja,
- Tijekom 6., 7. i 8. mjeseca obavlja se redovito održavanje uređaja,
- Dana 05.09. zabilježeno je da je po prolasku strojnog vlaka prema Drnju ŽCP pao u kvar. Kvar je otklonjen tasterom TON. ŽCP je isproban te je utvrđeno da radi ispravno.
- Dana 06.09. u 12:50 sati po prolasku vlaka iz Drnja zabilježen je kvar na ŽCP-u. Po dojavi strojovođe polubranici se nisu spustili. Obavljeno podešavanje elektromagnetske kočnice postavljača. ŽCP u 15:37 pri prolasku vlaka iz pravca Drnja ponovo pada u kvarno stanje (ne evidentira se vrsta kvara). Nakon novog kvara obavlja se zamjena elektromagnetske kočnice postavljača
- Dana 22.09. u 20:01 sati po prolasku vlaka iz Drnja zabilježen je kvar na ŽCP-u. Po dojavi strojovođe polubranici se nisu spustili. Obavljeno podešavanje elektromagnetske kočnice postavljača.
- Dana 05.10. u 23:32 sati po prolasku vlaka iz Drnja zabilježen je kvar na ŽCP-u (ne navodi se o kakvom je kvaru riječ). Kvar je otklonjen pritiskom tastera TON, otpušteni su N i Np releji. Rad uređaja je popraćen, smetnje i kvarovi nisu uočeni.



**Slika 15:** Primjer položaja senzora ZK 24-2 postavljenoga na prugu (*Izvor proizvođač opreme*)

- Dana 06.10. u 15:29 sati po prolasku vlaka iz Drnja zabilježen je kvar na ŽCP-u (ne navodi se o kakvom je kvaru riječ). Kvar je otklonjen pritiskom tastera TON, otpušteni su N i Np releji. Rad uređaja je popraćen, smetnje i kvarovi nisu uočeni.
- Dana 07.10. izvršen polugodišnji pregled uređaja, rad uređaja se prati.
- Dana 08.-10.10. rad uređaja se kontinuirano prati neposrednim nadzorom tehničara, nisu evidentirane smetnje i kvarovi.
- Dana 14.10. u 22:00 po prolasku vlaka iz Drnja evidentiran kvar na uređaju ŽCP-a 28 (ne navodi se o kakvom je kvaru riječ). Kvar je otklonjen pritiskom tastera TON, otpušteni su N i Np releji. Ispitano je vrijeme automatskog isključenja uređaja, utvrđeno je da je isto uredu. Rad uređaja je popraćen, smetnje i kvarovi nisu uočeni.
- Dana 16. i 17.10. rad uređaja se kontinuirano prati neposrednim nadzorom tehničara, nisu evidentirane smetnje i kvarovi.
- Dana 24.10. u 04:25 po prolasku vlaka iz Drnja evidentiran kvar na uređaju ŽCP-a 28 (ne navodi se o kakvom je kvaru riječ). Kvar je otklonjen pritiskom tastera TON, otpušteni su N i Np releji. Rad uređaja je popraćen, smetnje i kvarovi nisu uočeni.

Dana 25.10. prijelaz broj 28 je proglašen neosiguranim.

### 3.8. Stručna analiza

Za potrebe provođenja istrage predmetnih incidenata AIN je angažirao vanjskog stručnjaka s Fakulteta elektrotehnike i računarstva koji je temeljem prikupljenih podataka napravio Stručnu analizu.

#### Željeznički elektrovučni sustav 25 kV, 50 Hz

U željezničkom elektrovučnom sustavu 25 kV, 50 Hz, povratni put struji od lokomotive prema EVP-u čine tračnice i zemlja, slika 16. Ako se za povratni put struje koriste obje tračnice (ovisno o potrebama sigurnosno-signalizacijskih sustava) na jednokolosiječnoj pruži ili sve četiri tračnice na dvokolosiječnoj pruži tada je dio struje koji se vraća kroz zemlju manji od elektrovučnog sustava u kojemu se koristi jedna povratna tračnica odnosno dvije povratne tračnice na dvokolosiječnoj pruži.

U željezničkim elektrovučnim sustavima se može koristiti i povratno užje. Povratno užje se postavlja na stup kontaktne mreže i na svakom stupu povezuje s tračnicama i zemljom. Upotrebom povratnog užeta postižu se značajni pozitivni učinci. Među najvažnije spadaju:

- smanjenje impedancije kontaktne mreže;
- smanjenje porasta potencijala tračnica pri kratkom spoju i normalnom pogonu;
- smanjenje induktivnog utjecaja;
- smanjenje magnetskog polja u blizini elektrificirane pruge.

Povratno užje treba postaviti što bliže kontaktnoj mreži (nosivom užetu i kontaktnom vodiču). Time se postiže bolja magnetska sprega što rezultira većom strujom u povratnom užetu. Bolja magnetska sprega smanjuje induktivitet, a uz povratno užje položeno paralelno tračnicama smanjuje se i djelatni otpor povratnog puta. Na taj način se postiže smanjenje impedancije kontaktne mreže. Smanjena impedancija kontaktne mreže znači manji pad napona pri istoj vučnoj struji, što dalje ima za posljedicu mogućnost povećanja duljine kraka napajanja, odnosno razmaka između EVP-a.

Dio povratne struje teče povratnim užetom te se smanjuje struja koja teče kroz tračnice i prelazi u zemlju, čime se smanjuje porast potencijala tračnica, kako pri kratkom spoju tako i u normalnom pogonu.

Struja u povratnom užetu teče u suprotnom smjeru od struje kroz kontaktni vodič i nosivo užje. Magnetsko polje koje stvara kontaktni vodič i nosivo užje je suprotnog smjera od magnetskog polja povratnog užeta.

Superpozicijom ova dva magnetska polja dobije se resultantno magnetsko polje koje je manje nego u slučaju bez povratnog užeta. Ovo smanjenje magnetskog polja ovisi o više parametara ali najvažniji su geometrijski raspored i veličina struje koja teče povratnim užetom. U svakom slučaju smanjuje se induktivni utjecaj na druge instalacije i magnetsko polje u okolišu.

### Induktivni utjecaj

Uzrok induktivnog utjecaja je struja voznog voda. Vozni vod protječan strujom stvara magnetsku indukciju (B) u svojoj okolini koja spreže NN vodič. Uzročno-posljedična zavisnost može se prikazati slijedećim tijekom: vozni vod protječan strujom → magnetska indukcija voznog voda → induktivni utjecaj → inducirani napon na NN vodiču.

### Računanje inducirano napona

Oko vodiča protječanog strujom stvara se magnetska indukcija, koja je proporcionalna iznosu struje. Ukoliko se u ovoj magnetskoj indukciji nađe drugi izolirani vodič, na njemu se inducira uzdužni napon  $U_i$ .

$$U_i = -k \cdot \frac{d\phi}{dt} \quad (1)$$

Faktor k u relaciji (1) je međuinuktivitet  $M_E$ . Magnetsko polje (tok) je proporcionalno struji ( $\phi \sim i$ ) pa se relacija može napisati kako slijedi:

$$U_i = -M_E \cdot \frac{di}{dt} \quad (2)$$

Dalje se dobije za izmjeničnu struju:

$$U_i = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot M_E \cdot I \quad (3)$$

Međuinuktivitet se obično navodi po jedinici duljine. Osim tračnica, drugi objekti (u blizini položeni kabeli i cjevovodi, redovi drveća i drugi s potencijalom zemlje povezani objekti) imaju minimalan utjecaj na inducirani napon. Uzimajući navedeno u obzir dobije se slijedeća relacija:

$$U_i = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot M_E \cdot I \cdot l \cdot r \quad (4)$$

Za pojedine faktore važno je kazati slijedeće:

f - je frekvencija voznog voda. Viši harmonici (ukoliko nisu jako izraženi) u pravilu nemaju značajniji utjecaj na inducirani napon.

$M_E$  - je međusobni induktivitet dva strujna kruga s povratnim putem kroz zemlju. Međuinuktivitet dva strujna kruga s povratnim putem kroz zemlju je veoma komplicirano egzaktno matematički izraziti. Zbog toga se često koriste približne formule, koje se najvećim dijelom temelje na mjernim rezultatima. Specifični otpor tla ima značajan utjecaj na međusobni induktivitet, zato što struja koja iz tračnica prelazi u zemlju teče kao prostorno električno strujanje. U zavisnosti o specifičnom otporu tla i frekvenciji, površina u tlu protjecana strujom je različita.

Međusobni induktivitet, za frekvenciju 50 Hz, u ovisnosti o rastojanju dva strujna kruga i specifičnoj otpornosti tla prikazan je na slici 2. Specifični otpor tla se naravno može izmjeriti.

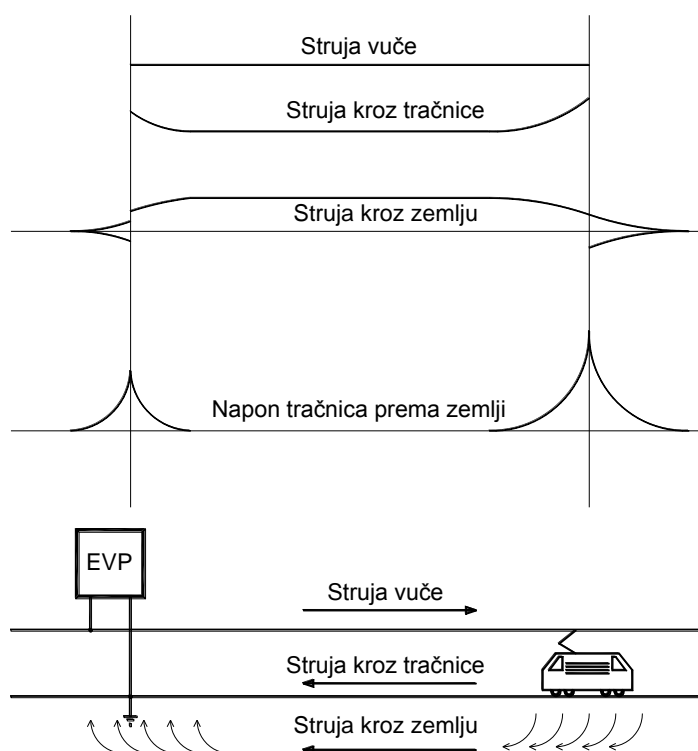
$I$  - je struja voznog voda.

$l$  - je dužina paralelnog položenog NN vodiča; pri kosom rasporedu vrijedi projekcija NN vodiča na vozni vod.

$r$  - je rezultatni faktor smanjenja induciranog napona a sastoji se iz redukcionog faktora tračnica  $r_T$ , redukcionog faktora kabela  $r_K$  i faktora oklapanja  $r_Q$ :

$$r = r_T \cdot r_K \cdot r_Q \quad (5)$$

Redukcioni faktor tračnica je ovisan o odnosu rastojanja NN vodiča prema voznom vodu i tračnicama, broju kolosijeka, veličini struje tračnica, izvedbi tračnica, vodljivosti tla, udaljenosti od elektrovučne podstanice, vrsti tračnica i položaju NN vodiča. Za proračun se koriste vrijednosti prema tablici 1., ako ne postoje mjerni rezultati. Redukcioni faktor NN kabela  $r_K$ , se u osnovi dobiva mjerenjem. Za okvirni proračun, kada nisu poznate mjerene vrijednosti može se računati s  $r_K = 0,5$  (oklopljeni kabel).



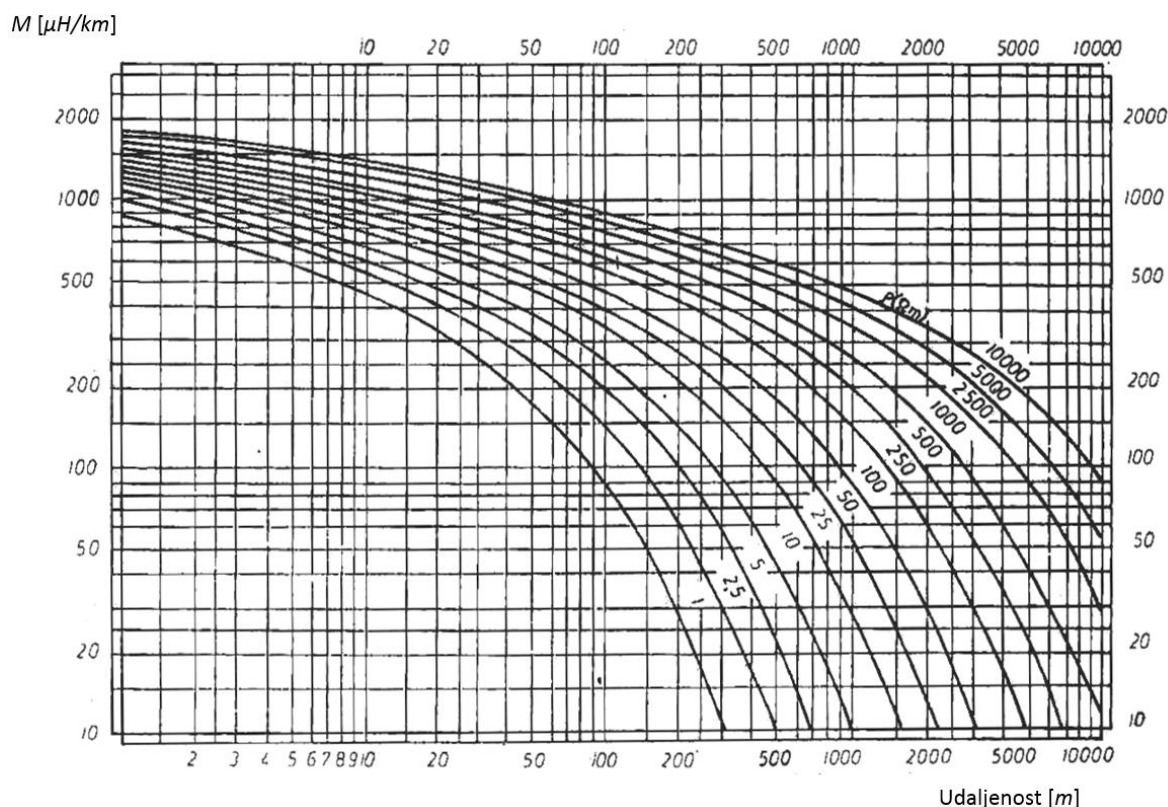
**Slika 16: Princip raspodjele struje i napona tračnica pri napajanju električne vuče (Izvor Stručna analiza FER-a).**



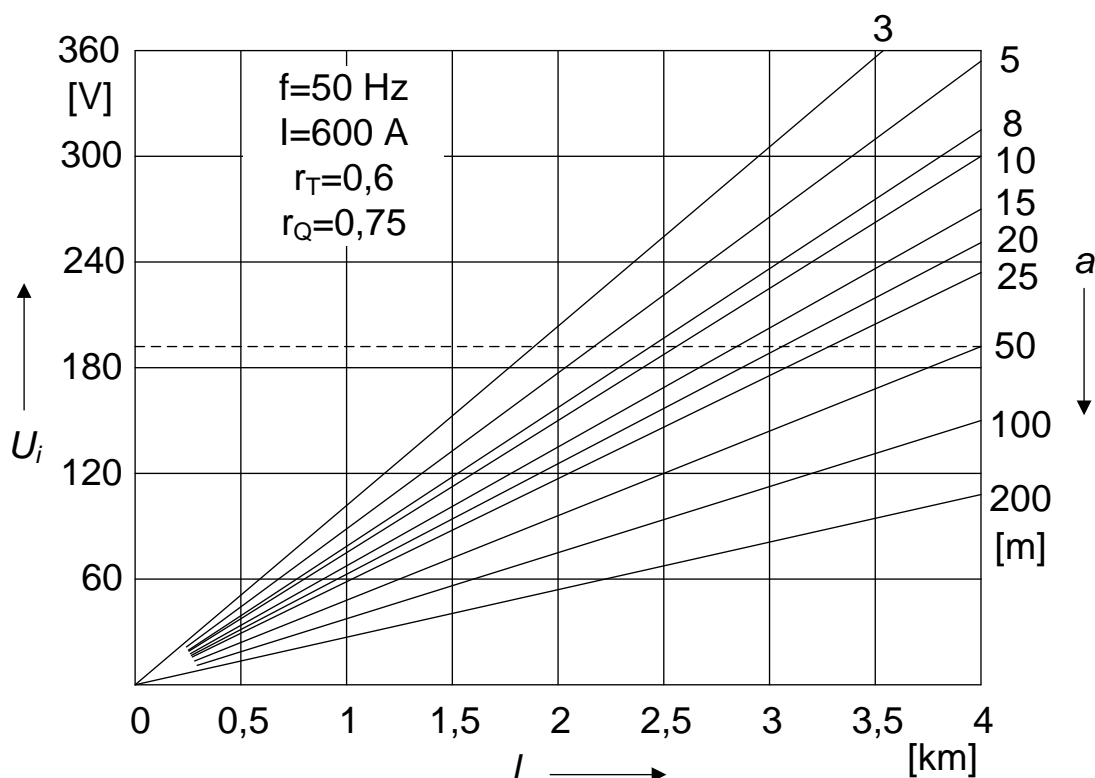
**Tablica 1. Orijentacione vrijednosti za redukциони faktor  $r_T$ , (izvor Stručna analiza FER-a)**

Izvedba tračnica	Utjecaj	$r_T$							
		do 2 km od EVP-a				preko 2 km od EVP-a			
		1 kolosijek	2 kolosijeka	više od kolosijeka	2	1 kolosijek	2 kolosijeka	više od kolosijeka	2
Metalna potplata, tračnice povezane zavarene	Struja vuče i kratkog spoja ili	0,4	0,3	0,2		0,6	0,4	0,3	
Slabo električki povezane	Struja vuče	0,7	0,6	0,4		0,9	0,7	0,6	
	Struja kratkog spoja	0,4	0,3	0,3		0,6	0,5	0,5	

Slika 18. prikazuje visinu induciranog napona u NN vodiču u zavisnosti o dužini paralelnog vođenja. Kao parametar se koristi razmak između voznog voda i NN vodiča.



**Slika 17. Dijagram za određivanje međusobnog induktiviteta  $M_E$  u ovisnosti o razmaku  $a$  između voznog voda i NN vodiča i specifičnoj vodljivosti tla  $\chi$  pri nazivnoj frekvenciji  $f$  50 Hz (izvor Stručna analiza FER-a)**



**Slika 18. Dijagram induciranog napona u NN vodiču u zavisnosti o dužini paralelnog vođenja  $l$  i razmaku  $a$**   
(Izvor Stručna analiza FER-a)

Priloženi dijagrami su principijelni i njima se ne može zaključiti o visini induciranih napona jer to ovisi i o sadržaju viših harmonika u struji vuče koji su karakteristika svake lokomotive i općenito nepoznati, te mnogo drugih faktora.

#### Primjer proračuna

U tekstu u nastavku dan je proračuna i njime se ne može zaključiti o visini induciranih napona u konkretnim slučajevima jer to ovisi i o sadržaju viših harmonika u struji vuče koji su karakteristika svake lokomotive i općenito nepoznati, te mnogo drugih faktora. Oni samo pokazuju da inducirani naponi u NN kabelima uz elektrificiranu prugu postoje.

Koliki inducirani naponi mogu izazvati smetnju u radu sklopa TDR14 je također nepoznato. No činjenica je da smetnji u radu sklopa TDR14 ne postoje na neelektrificiranim prugama a na elektrificiranim postoje.

Jednofazni NN vodič duljine  $l = 1$  km je uz elektrificiranu prugu. Vozni vod jednokolosiječne pruge sastoji se iz kontaktnog vodiča i nosivog užeta. Ostali ulazni podaci su slijedeći:  $f = 50$  Hz,  $a = 6$  m (udaljenost između voznog voda i NN vodiča),  $r_q = 0,75$ ,  $I = 600$  A,  $\rho = 28,6 \Omega\text{m}$ ,  $r_k = 1$ .

Prema slici 2., dobije se  $M_E = 900 \mu\text{H/km}$ .

Uz  $r_T = 0,6$  dobije se:

$$r = r_T \cdot r_K \cdot r_Q$$

$$r = 0,6 \cdot 1 \cdot 0,75$$

$$r = 0,45$$

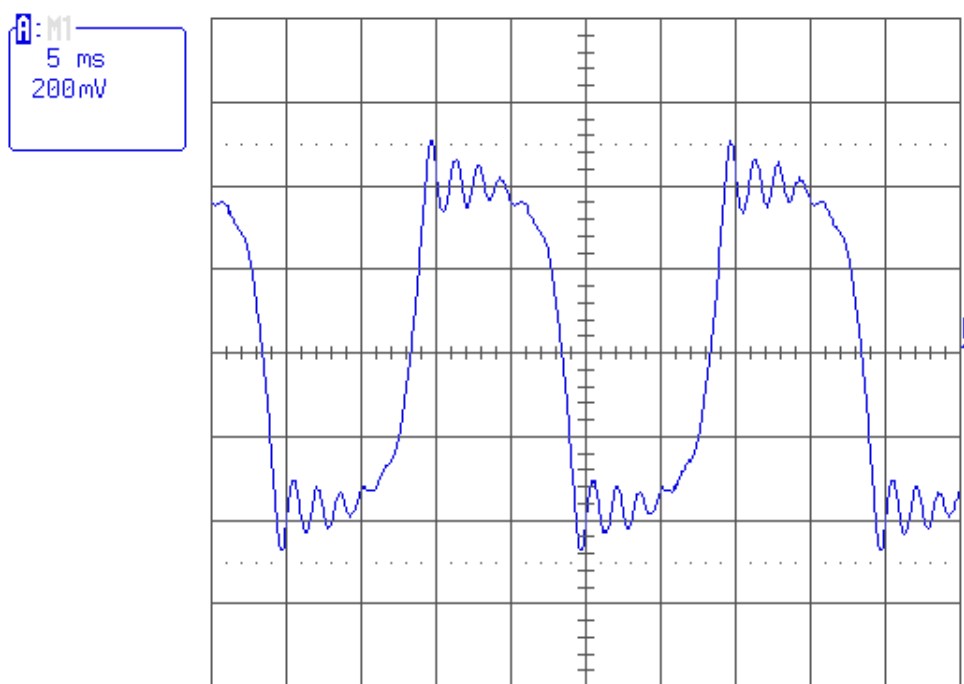
$$U_i = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot M_E \cdot I \cdot l \cdot r$$

$$U_i = 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \text{ s}^{-1} \cdot 900 \text{ } \mu\text{H/km} \cdot 600 \text{ A} \cdot 1 \text{ km} \cdot 0,45$$

$$U_i = 76,3 \text{ V (efektivna vrijednost)}$$

Uz znatan sadržaj viših harmonika u struji vuče inducirani naponi mogu biti i znatno veći.

Na slici 20. je prikazan izmjereni valni oblik struje diodne lokomotive serije 1141 a u tablici 2. sadržaj viših harmonika u struji. Iz prikazanog je jasno da inducirani naponi u NN kabelu položenom uz prugu mogu biti znatno veći.



**Slika 20. Izmjereni valni oblik struje diodne lokomotive serije 1141 (100 mV=80 A) (Izvor Stručna analiza FER-a)**

**Tablica 2. Sadržaj viših harmonika u struji diodne lokomotive serije 1141**

	1. h	3. h	5. h	7. h	9. h	11. h	13. h	15. h	17. h	19. h	21. h	23. h
mV	367	91,5	47	28	19,1	19,3	25,3	6,54	0,63	2,81	1,64	0,71
Struja A	207,607	51,760	26,587	15,839	10,805	10,918	14,312	3,700	0,356	1,590	0,928	0,402
Postotak	100,00%	24,93%	12,81%	7,63%	5,20%	5,26%	6,89%	1,78%	0,17%	0,77%	0,45%	0,19%

Druge lokomotive i elektromotorni vlakovi imaju različit valni oblik struje vuče od prikazanog na slici 20. ali sve lokomotive i elektromotorni vlakovi imaju određeni sadržaj višeg harmonika u struji vuče.

#### **Redukcijski faktor kabela**

Redukcijski faktor kabela je mjera induktivne zaštite uzemljenog metalnog ekrana kabela. Definira se kao odnos stvarno induciranog uzdužnog napona između vodiča kabela i zemlje i induciranog uzdužnog napona kada ne bi bilo metalnog ekrana kabela. Za kabele bez armature od čeličnih traka redukциони faktor se računa:



$$r_k = \frac{R}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}} \quad (6)$$

Gdje je:

R – podužni otpor metalnog ekrana ( $\Omega/\text{km}$ );

$\omega$  –  $2 \cdot \pi \cdot f$ ;

L – induktivitet kabela prema zemlji ( $\cong 2 \cdot 10^{-3} \text{ H/km}$ ).

Ukoliko kabel ima armaturu od **čeličnih traka** preko metalnog ekrana, reduksijski faktor može biti znatno manji zbog magnetskog utjecaja armature.

Armature od plosnatih i okruglih žica imaju utjecaj samo preko smanjenja otpornosti ekrana te na taj način doprinose ukupnom smanjenju reduksijskog faktora. Na slici 21 je primjer kvalitetnog kabela s dobrim reduksijskim faktorom. Ovakve tipove kabela treba koristiti za NN instalacije položene uz elektrificiranu prugu.

Redukcijsko djelovanje ekrana kabela uzima se u obzir samo kada je ekran uzemljen cijelom dužinom ili najmanje na krajevima, pod uvjetom da je ukupni otpor rasprostiranja uzemljivača manji od 10% ukupnog otpora metalnog ekrana kabela.

Pasivne mjere u sigurnosnim sustavima su bolje zbog pouzdanosti (ne postoji napajanje, praktično se nema što pokvariti) i zbog toga u sustavima, gdje je pouzdanost jako važna, treba dati prednost pasivnim mjerama.

Ako se sklopu TDR14 dodaje aktivni filter, pouzdanost cjelokupnog sklopa je manja jer se i sam aktivni filter može pokvariti.

### **Objašnjenje incidenata koji su se dogodili 5., 6. i 14. listopada 2016. godine na željezničko-cestovnom prijelazu „Danica“ u Koprivnici.**

Sklop TDR14 sa senzorom kotača ZK24-2 proizvođača Altpro ne radi pouzdano zbog slijedećih razloga:

Korišteni kabeli SPZ/SEZ od senzora kotača ZK24-2 do sklopa TDR14 imaju zanemariv reduksijski faktor i inducirani naponi u istima mogu dosegnuti nekoliko stotina volti. Inducirani naponi sadrže više harmonika uslijed sadržaja istih u struji vuče i drugih utjecaja. U takvim okolnostima može doći do nepouzdanog rada predmetnih uređaja a time i željezničkog-cestovnog prolaza.

Norma HRN EN 50121-4:2017 **Pogreška! Izvor reference nije pronađen.** niti ne tretira takve napone, pa ukladnost predmetnih uređaja toj normi ne garantira pouzdan rad istog u realnom elektrovučnom sustavu. U točki 6.2. HRN EN 50121-4: piše „Voltage induced by traction currents are not treated here. They have to be covered by the functional specification“.

#### **3.8.1. Mjere za smanjivanje utjecaja elektromagnetske indukcije**

Iz rada prof. dr. Ivana Plačka, Elektrotehnički fakultet, Sveučilišta u Zagrebu, 1989. godina, koji se bavi temom smanjivanja utjecaja elektromagnetske indukcije izdvojeno je slijedeće:

Problematika zaštite izoliranih odsjeka od utjecaja elektrovuče na prugama ŽTP-a Zagreb u osnovi se svodi na rješavanje utjecaja na prugama sistema 25kV/50Hz. Iako ovaj sistem elektrovuče nije jako raširen na prugama drugih evropskih željeznica, moguće je koristiti preporuke ORE 122/RP25/D koje predlažu primjenu više mjera za smanjivanje utjecaja nastalih napona smetnji na rad izoliranih odsjeka bilo kojeg od postojećih SS uređaja.

Kao općenite mjere za smanjivanje spomenutih utjecaja predlažu se:

- vremensko zadržavanje izvršnog člana izoliranog odsjeka vremensko zatezanje izvršnog člana izoliranog odsjeka
- poboljšanje frekvencijske karakteristike filtera (pojasni propust sa oštrijom karakteristikom)
- primjena relejnih transformatora i prigušnica sa zračnim rasporom (smanjenje mogućnosti zasićenja i gušenja korisnog signala).
- kvalitetnim i redovitim održavanjem



**Slika 21. Primjer kvalitetnog kabela s dobrim redukcijским faktorom (Izvor stručna analiza FER-a)**

## 4. ANALIZE I ZAKLJUČCI

### 4.1. Završni prikaz slijeda događaja

Dana 05. i 06. listopada 2016. godine prilikom vožnje vlakova 69702 i 89885 prugom M 201, između kolodvora Botovo i Koprivnica, signalno - sigurnosni uređaj ŽCP-a broj 28 (ŽCP „Danica“) registrirao je indikaciju kvara. Isto se ponovilo i 14. listopada 2016. godine. Strojovođe oba vlaka dolaskom u kolodvor Koprivnica obavijestili su prometnike da su motke polubranika kod nailaska vlaka na ŽCP ostale u podignutom položaju. Dana 25.10.2016. godine zaštitni uređaj predmetnoga ŽCP-a je proglašen neispravnim i isključen je iz rada. Analizom dostavljene dokumentacije utvrđeno je da su se kvarovi na zaštitnom uređaju dogodili i 05., 06. i 22.09.2016. godine.

### 4.2. Analiza činjenica

#### 4.2.1. Prethodni slični događaji

Analizom podataka sa registratora događaja svih 30 ŽCP-a, na kojima je ugrađen uređaj Altpro TDR14, utvrđeno je neuključenje i na ŽCP-u Sutla, nakon čega se je isključilo prijelaz iz funkcije regulacije prometa. Na ŽCP-ima 27 Ivanečki i 29 Peteranec nisu zabilježena neuključenja ali su isključeni preventivno zbog sličnih nepravilnosti u radu (očitanje manjeg broja osovina od stvarnog broja) kao kod ŽCP-a 28 Danica.

#### 4.2.2. Školovanje

Izvršni radnici UI prošli su redovnu obuku glede relevantnih propisa, educiranje o postupanju sa SS postrojenjima u slučaju nastanka neispravnosti opasnih po sigurnost prometa i prijava takovog događaja.

Izvršni radnici UI, prije predmetnih incidenata, nisu prošli obuku za dio opreme koji je isporučilo društvo Altpro, koji ima organiziran sustav edukacije korisnika.

Izvršni radnici kojima je zadaća održavanje SS uređaja na predmetnoj dionici pruge prošli su školovanje za sklopove UTR/ITR koji su bili ranije ugrađeni na dionici pruge M201. Po ocijeni nadležnih sklop TDR 14 je gotovo istovjetan sklopu UTR/ITR stoga nisu smatrali potrebnim poslati izvršne radnike na školovanje za sklop TDR 14. Tijekom 2017. godine planirano je školovanje izvršnih radnika za sklop TDR 14.

#### 4.2.3. Sustav upravljanja sigurnošću

Prometnici vlakova i osobe zadužene za održavanje opreme bile su educirane za obavljanje svoga posla, Upravitelj infrastrukture redovito nadzire rad prometnih i drugih izvršnih radnika. Prometnici su radili unutar propisane smjene i imali su dovoljno slobodnog vremena za odmor prije preuzimanja smjene.

Prilikom projektiranja i ugradnje nove opreme za osiguranje prijelaza nije provedena analiza rizika od mogućih elektromagnetskih utjecaja na rad uređaja. Budući da je projektiranje izvedeno 2008. godine, takvo što nije bilo predviđeno tada važećim nacionalnim propisima.

UI izradio je upute za montažu i održavanje uređaja.

Nadležne službe UI nisu na vrijeme prepoznale da su opisani događaji na ŽCP-u broj 28 predstavljali incidente u kojima je došlo do ugrožavanja sigurnosti željezničkog sustava.

UI uredno vodi i čuva propisane evidencije o smetnjama i radovima na SS uređajima.

UI je formirao istražno povjerenstvo koje je provelo istragu predmetnih incidenata.

#### **4.2.4. Način osiguranja ŽCP-a**

Željezničko-cestovni prijelaz broj 28 koji se nalazi na pruzi M 201 u km 513+819 (ŽCP „Danica“) zaštićen je svjetlo-zvučnim signalima i polubranicama, koji se za oba smjera uključuju automatski prelaskom vlaka preko uključnog kontakta. Zaštitni uređaj se isključuje automatski prelaskom zadnje osovine vlaka preko isključnog kontakta. Nadzorni kolodvor ŽCP-a je kolodvor Koprivnica.

Prema načinu funkcioniranja predmetni ŽCP osiguran je automatskim uređajem s daljinskim nadzorom. Ispravnost uređaja osiguranja ŽCP-a se kontrolira preko uređaja za daljinski nadzor u kolodvoru Koprivnica. Na ulaznim i izlaznim signalima kolodvora Koprivnica ne postoje posebni znakovi, kao što su signalni znakovi koji signaliziraju kontrolni signali, koji strojovođe obavještavaju o ispravnosti rada ŽCP-a „Danica“. Ukoliko je predmetni ŽCP u kvaru uređaj osiguranja kolodvora ne dozvoljava postavljanje izlaznih/ulaznih vožnji (izlaznih signala), a prometnik vlakova za regulaciju prometa koristi pismeni nalog. U predmetnim slučajevima nedetakcije vlakova izlazne/ulazne signale kolodvora Koprivnica bilo je moguće postaviti na signalni znak „Slobodno“, jer u tome trenutku uređaj osiguranja ŽCP-a „Danica“ nije bio u kvaru, kvar je nastupio tek po prolasku vlaka preko isključnih kontakata.

#### **4.2.5. Postupanja uključenih osoba**

Analizom postupanja uključenih osoba utvrđeno je slijedeće:

- strojovođe vlakova su o incidentima izvijestili prometnike vlakova nadležnog kolodvora,
- Prometnici vlakova su po saznanju za događaje o istima odmah obavijestili nadležnu službu za održavanje ŽCP-a,
- nadležna služba je na mjesto događaja uputila servisere da utvrde uzrok izvanrednog događaja i po mogućnosti ga otklone,
- odmah po saznanju da su polubranici ŽCP-a 28 ostali u otvorenom položaju kod prolaska vlaka, čime je nastala pojava opasna za sigurnost prometa, temeljem čl. 8. t. 1. Pravilnika o održavanju signalno-sigurnosnih uređaja (Pravilnik HŽI-400) i čl. 20. t. 2. i 3. Pravilnika o tehničkim uvjetima za prometno-upravljački i signalno-sigurnosni željeznički infrastrukturni podsustav (Pravilnik RH- 405), trebalo je signalno-sigurnosni uređaj ŽCP-a 28 odmah proglasiti neosiguranim i isključiti iz rada.
- pojava neuključivanja ili prijevremenog isključenja automatskog uređaja za osiguranje ŽCP-a smatra se stanje opasno za sigurnost željezničkog prometa i spada u kategoriju izvanrednog događaja "Incident" i podkategoriju izvanrednog događaja "Prolazak željezničkih vozila preko ŽCP-a gdje je promet osiguran uređajima za osiguranje prometa". Temeljem čl. 10. t. 3., 4. i 5. Pravilnika o postupanju u slučaju izvanrednog događaja (Pravilnik HŽI -631) odgovorni izvršni radnici kolodvora Koprivnica po saznanju da su polubranici ŽCP-a 28 ostali u otvorenom položaju kod prolaska vlakova, morali su o nastanku izvanrednog događaja obavijestiti prometnog dispečera i šefa kolodvora, odnosno dežurnog radnika prometnog sektora i dati brzoprijav svim zainteresiranim naslovima, međutim, izvršni radnici su postupili sukladno uvriježenoj praksi.

#### **4.2.6. Održavanje opreme ŽCP-a**

Iz dostavljene dokumentacije proizlazi da za održavanje uređaja ŽCP „Danica“ postoje pisane procedure, da je održavanje obavljano redovito po radnicima Elektrotehničkog sektora, te da su parametri rada uređaja bili unutar predviđenih vrijednosti. Za vrijeme događaja predmetnih incidenata organizacija održavanja

Upravitelja infrastrukture je bila decentralizirana tako je nije postojao komunikacijski kanal prema upravi do kojega bi se prenijele informacije o poduzetim mjerama nakon incidenata, koji su inicijalno prepoznati kao mogući kvar zaštitnog uređaja ili da su incidenti posljedica načina vožnje vlakova dionicom (presporo voženje vlaka ili zadržavanje vlaka na pruzi nakon što je aktivirao zaštitni uređaj).

Nakon svakog od predmetnih incidenata, izvršni radnici koji su radili na održavanju zaštitnoga uređaja su prema propisanim procedurama uređaj ispitali i nakon što je ispitivanjem uređaja utvrđeno stanje uređaja zaštitni uređaj je stavljen u funkciju resetiranjem, uz praćenje rada i mjerenje parametara. U utvrđivanje uzroka incidenata se nije ulazilo jer se pretpostavljalo da su uzroci prespora vožnja vlaka prema ŽCP-u, koja može dovesti do situacija da vlak naiđe na ŽCP u a da su polubranici podignuti. Nije napravljena analiza vožnje vlakova koja bi pokazala da li su te pretpostavke točne.

#### **4.2.7. Struktura održavanja**

UI ima organiziran i ustrojen sustav održavanja signalno-sigurnosnih uređaja od razine uprave do izvršnih radnika na terenu.

#### **4.2.8. Rezultati mjerenja opreme ŽCP-a**

- Dana 27.10.2016. godine obavljena su mjerenja izoliranosti kabela, otpora prema zemlji i otpora petlje prema spornom uključnom senzoru K2/12. Izmjereni podaci su bili zadovoljavajući, otpor izolacije uglavnom veći od 200 MΩ, otpor prema zemlji uglavnom veći od 100 MΩ, otpor petlje iznosi 93,6Ω (1 - 2) i 95,40 (3-4). Obzirom na rezultate dobivene mjerenjem, kabel kao uzrok neispravnosti ne može se dovesti u vezu sa predmetnim događajima na uređaju ŽCP-a.
- Uključenosti i ispravnosti uređaja ŽCP-a na postavnom stolu u nadzornom kolodvoru Koprivnica su bila sukladna projektiranom stanju.
- Popraćene su vožnje vlakova kolodvora Koprivnica - Botovo u oba smjera uz redovni automatski rad uređaja ŽCP-a. Uređaj ŽCP-a je ispravno odradio za sve vožnje. Javljanja na postavnom stolu su bila pravilna.
- Na dijelovima građevina na kojima su ugrađeni uključni elementi i nema nepravilnosti koje bi utjecale na sigurnost rada istih.
- Dana 03.11.2016. godine obavljena su mjerenja i ispitivanja uređaja. Prema pokazateljima nisu pronađene nepravilnosti koje su dovele do spornih događaja, odnosno neuključenja uređaja, željezničko-cestovnog prijelaza.
- Smetnje koje su uočene pojavljuju se najčešće u razmacima od 10 ms, iznosa i do 500V, što znači da je njihov izvor izmjeničnog napajanja 50 Hz, gdje se smetnja pojavljuje sa svakom poluperiodom. Jedini mogući izvori u okolini uređaja su napajanje 3 x 750V AC (napajanje infrastrukturne opreme) ili 25 kV AC (kontaktna mreža elektrovođe).
- Nije zabilježena promjena položaja senzora na tračnicama.

Ispitivanjima na svim ŽCP-ima koji za detekciju vlaka koriste senzor ZK24-2 utvrđeno je da su svi izmjereni rezultati i kontrole u skladu s preporukom proizvođača, odnosno da nisu uočene nikakve nepravilnosti.

Na ugrađenoj opremi nisu utvrđene nepravilnosti tijekom rada.

Provedenim ispitivanjima je utvrđeno da napajanje vuče (25kV AC, 50 Hz) inducira smetnje u kablovima koji povezuju senzore kotača na pruzi i uređaj za detekciju u kućici. Inducirane smetnje su veličine 250 V, a mogu kratkotrajno doseći i 500 V. Ovakav inducirani napon je opasan za ljudsko zdravlje, te predstavlja realnu opasnost za zdravlje izvršnih radnika koji se bave održavanjem SS opreme u takvim uvjetima.

#### **4.2.9. Elektromagnetska kompatibilnosti**

Razina induciranih smetnji u ugrađenim kablovima je prelazila vrijednosti koje za ugrađene senzore predviđa tehnička norma.

UI je, temeljem ispitivanja na pokusnoj dionici, izdao Potvrdu da se uređaj tračničkih kontakata UTR/ITR čiji su sastavni dijelovi i senzori ZK24-2, proizvođača „Altpro“ mogu upotrebljavati na „Hrvatskim željeznicama“. Incidenti koji su se dogodili na ŽCP-u „Danica“ pokazuju da ispitivanja navedene opreme, koja su provedena na pokusnoj dionici, nisu u cijelosti odgovarala stvarnom stanju na terenu.

Postupak usvajanja novih sklopova ili uređaja UI je definirao Pravilnik o internim tehničkim specifikacijama postupcima osiguranja sukladnosti pri ugradnji opreme u željezničke infrastrukturne podsustave HŽ Infrastrukture d.o.o. Za SS uređaje se pored Pravilnika 215 za testiranje i proces usvajanja sklopova koriste norme EUHRN 50126, 50128 i 50129, te dokumentacija proizvođača.

#### **4.2.10. Zabilježeni događaji u memoriji TDR 14**

U razdoblju od 28. kolovoza 2016. godine do 25. studenog 2016. godine na ŽCP-u Danica zabilježeno je 210 detekcija različitog broja impulsa po sustavu detekcije (H ili L sustav detekcije). U navedenom razdoblju zabilježeno je šest slučajeva nedetekcije osovine vlaka i to na senzoru WhDet 3 (K2) i to 05.10., 06.10, 14.10., 24.10., 28.10. i 16.11.2016. godine. U preostalih 204 slučajevima zabilježeno je 70 događaja značajnog odstupanja detektiranih u odnosu na stvarni broj osovine, 51 događaj srednjeg odstupanja detektiranih osovine, 89 slučajeva manjeg odstupanja broja osovine. Također, zabilježen je jedan događaj gdje je evidentiran veći broj osovine od stvarnog broja osovine.

#### **4.2.11. Detekcija smetnji**

Uređaj TDR 14 je opremljen zaštitnom opremom ZUT 24 koja osim zaštite od atmosferskih pražnjenja te kratkotrajnih smetnji kraćih od 3 ms ima mogućnost detekcije prevelike struje pojedinog kanala senzora, npr. u slučaju kratkog spoja na parici ili žilama u prijenosnom kabelu. Za njezinu aktivaciju potrebno je da struja ima kontinuirano povećanu vrijednost dulje vrijeme (cca. 0,5 s). S obzirom da su smetnje ovdje kratkotrajne i periodičke (traju po par ms i ponavljaju se svakih nekoliko ms), nisu ostvareni uvjeti za detekciju kratkog spoja pa ih sustav ne prijavljuje kao problematično stanje, a u osnovi to i nije funkcija ove zaštite.

Budući da zabilježene smetnje mogu trajati po 15-tak i više sekundi, ukoliko se ostvare gore spomenuti uvjeti, smetnja može prekriti prelazak vlaka veće brzine iznad ključne točke.

Uređaj TDR 14 nije izveden na način da može prepoznati pogrešno brojanje osovine željezničkih vozila.

#### **4.2.12. Uputa proizvođača**

Proizvođač opreme koja je 2015. godine ugrađena na ŽCP izradio je detaljne upute za montažu i upotrebu opreme. Upute je dostavio upravitelju infrastrukture i društvu koje je obavilo montažu. U uputama se ne navodi da u uvjetima elektromagnetskih onečišćenja, odnosno, utjecaja stabilnih i mobilnih postrojenja električne vuče koji se pokazuju kroz prevelike inducirane napone u postojećim signalnim kabelima bez reduksijskog faktora (neoklopljenim kabelima), da sklop TDR14 (bez ugradnje odgovarajuće zaštite) može biti osjetljiv na inducirane elektromagnetske smetnje.



#### **4.2.13. Propisi**

- Norma koja opisuje elektromagnetske smetnje za SS uređaje je EN50121-4 i ona ne definira postojanje tih smetnji pa tako niti ispitivanje uređaja na njegovu otpornost.
- Zakon o sigurnosti i interoperabilnosti definira obvezu prijavljivanja incidenata istražnom tijelu.
- Pravilnik HŽI o postupanju u izvanrednim događajima jasno definira proceduru i hijerarhiju prijavljivanja izvanrednih događaja.
- Pravilnik o tehničkim uvjetima za prometno-upravljački i SS željeznički infrastrukturi podsustav u čl. 10 st i definira da se prati rad uređaja za osiguranje ŽCP-a ako takav uređaj nije izveden kao automatski uređaj, dok za uređaje koji su izvedeni kao automatski praćenje ne predviđa. Također, u čl. 10, st. 3 Pravilnik traži od UI poduzimanje dodatnih mjera u slučaju da broj smetnji SS uređaja prijeđe broj definiran u st. 1, međutim ne predviđa koje su to dodatne mjere.
- Pravilnik o tehničkim uvjetima za sigurnost željezničkog prometa koje moraju udovoljavati željezničke pruge jasno definira potrebu osiguranja električke i elektromagnetske kompatibilnosti željezničkih infrastrukturnih podsustava.

#### **4.2.14. Zaustavljanje vlaka ispred ŽCP-a**

Propisi ne predviđaju da se mjesto zaustavljanja vlaka ispred ŽCP-a označi. To s obzirom na položaj isključne točke može imati za posljedicu da u slučaju kada je oprema za zatvaranje prometa na ŽCP-u u probnom režimu rada, vlak se mora zaustaviti ispred ŽCP-a. Budući da je vlak prvo prešao preko uključnog kontakta polubranici se spuštaju. Ako je vlak u fazi zaustavljanja prešao preko isključnog kontakta, i ne uspije napustiti područje ŽCP-a unutar 7 sekundi, može se dogoditi da se polubranici podignu dok je vlak još na prijelazu. Ovakva situacija stvara kod vozača cestovnih vozila i pješaka nepovjerenje u ispravnost rada zaštitnog uređaja.

#### **4.2.15. Prijava događaja**

Predmetni incidenti su AIN-u prijavljeni naknadno, dana 10. studenog 2016. Godine, od strane građana.

#### **4.2.16. Registrator događaja**

ŽCP je sukladno Pravilniku o tehničkim uvjetima za sigurnost željezničkog prometa koje moraju udovoljavati željezničke pruge bio opremljen registratorom događaja, koji je dulje vrijeme neispravan, stoga ga nije bilo moguće koristiti u analizi rada zaštitnoga uređaja.

### **4.3. Zaključci**

*Izravni uzrok predmetnih incidenata je:*

- Inducirane smetnje u signalnom kabelu uređaja za osiguranje prometa zbog kojih, prilikom nailaska vlakova, na ŽCP-u broj 28, u predmetnim slučajevima, nisu bili spušteni polubranici. Uzrok smetnjama je elektromagnetski utjecaj vuče na SS kablove uz prugu (poglavlje 4.2.8.).

*Organizacijski čimbenici:*

- Tijekom projektiranja rekonstrukcije ŽCP-a nije napravljena analiza rizika zamjene opreme, pa tako ni utjecaj vuče na SS kablove položene uz prugu (poglavlje 4.2.3),

- Ispitivanja provedena na pokusnoj dionici nisu u potpunosti odgovarala stvarnim uvjetima na pruzi M201 (poglavlje 4.2.9),
- Nakon pojave prvog incidenta nije utvrđen uzrok istoga (poglavlje 4.2.6),
- Organizacija službe održavanja – decentralizacija (poglavlje 4.2.6),
- U uputama proizvođača se ne navodi da bi inducirane elektromagnetske smetnje mogle utjecati na pouzdanost rada uređaja (poglavlje 4.2.12).

#### **4.4. DODATNA ZAPAZANJA**

Iz dostavljene dokumentacije proizlazi da izvršni radnici upravitelja infrastrukture nisu prošli edukaciju za korištenje predmetnih senzora kotača i detektora.

##### **4.4.1. Spoznaje iz prethodnih sličnih događaja**

Dana 12. svibnja 2016. u 21:06 sati, u kolodvoru Vinkovci, na ŽCP-u „Slavija“, dogodio se incident, prelazak vlaka preko nezaštićenog ŽCP-a. Navedeni incident se manifestirao na način da je u navedeno vrijeme putnički vlak broj 2611 ušao u kolodvor Vinkovce prošavši prethodno preko ŽCP-a „Slavija“ na kojem su polubranici zaštitnog uređaja ostali u podignutome položaju. U vlaku se nalazilo 70 putnika.

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

**AIN/06 SR 3/2017:** Upravitelj infrastrukture, kod poučavanja i školovanja izvršnih radnika, trebao bi posvetiti više pozornosti na propisane postupke u slučajevima kad se pojavljuju opasnosti vezane za neuključivanje SS-uređaj, a koje izravno utječu na sigurnost prometa.

## 5. PODUZETE MJERE

S obzirom da je došlo do niza propusta u radu i nepoštivanja odredbi važećih općih akata, direktor RJ HŽI Sjever dao je usmenu zapovijed šefovima kolodvora - područja i nadređenim radnicima Elektrotehničkog sektora da do prvog redovitog poučavanja radnika, izvršne radnike kod primopredaje službe upozore na striktno pridržavanje odredbi propisanih Pravilnikom o postupanju u slučaju izvanrednog događaja (Pravilnik HŽI-631), Pravilnikom o održavanju signalno - sigurnosnih uređaja (Pravilnik HŽI-400), Pravilnikom o tehničkim uvjetima za prometno- upravljački i signalno-sigurnosni željeznički infrastrukturni podsustav (Pravilnik RH-405) i Uputom o postupanju radnika izvršnih službi sa signalno-sigurnosnim i telekomunikacijskim uređajima (Uputa HŽI-432).

Upravitelj infrastrukture je započeo s ispitivanjem filtra, kojima je svrha anulirati inducirane smetnje u SPZ kabelima koje ometaju ispravan rad senzora.

Zbog radova na elektrovučnoj podstanici Koprivnica napajanje kontaktne mreže prebačeno je dana 5. prosinca 2016.g. na EVP Križevci nakon čega su smetnje u radu senzora gotovo potpuno nestale. Dana 21. travnja 2017.g. vraćeno je napajanje na EVP Koprivnica – mjerenjima je utvrđeno da se razina induciranih smetnji na ŽCP- Danica vratila na istu razinu na kojoj je bila i kada su obavljana mjerenja nakon predmetnih incidenata.

Dopisom od 09.11.2016. godine UI je zatražio da se u roku od 48 sati od trenutka zaprimanja dopisa organizira i provede izvanredno ispitivanje na svim uređajima osiguranja ŽCP-a koji za detekciju vlaka koriste senzor ZK24-2. Potrebno je ispitati i dokumentirati minimalno slijedeće:

- kontrola pozicije senzora (pomoću pripadajuće šablone isporučene od strane proizvođača)
- provjera zategnutosti nosača senzora (učvršćenost vijaka/matica) provjera eventualne oštećenosti nosača senzora
- mjerenje napona napajanja senzorskog sustava
- ispitivanje spojeva prema masi i spoja kućišta ZGKNUR na tračnicu

Provedenim ispitivanjima nisu uočene nepravilnosti u položaju senzora, niti u izlaznim parametrima senzora.

HŽI je napravio analizu rada ukupno 23 ŽCP-a opremljena sličnom opremom. Na pruzi DG - Vinkovci –Novska, na 20 ŽCP-a na kojima su zamijenjeni tračnički kontakti i ugrađeni uređaji TDR 14 registrirane su nepravilnosti u radu uređaja.

Provedena su mjerenja i ispitivanja na jednom ŽCP-u na koji nije na elektrificiranoj pruzi te je utvrđeno da na istome nema induciranih smetnji.

## 6. SIGURNOSNE PREPORUKE

Agencija za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu temeljem provedenog istraživanja ove ozbiljne nesreće u cilju poboljšanja sigurnosti željezničkog sustava izdaje ministarstvu nadležnom za promet slijedeće sigurnosne preporuke:

**AIN/06 SR 8/2017:** U Pravilniku o tehničkim uvjetima za prometno-upravljački i signalno-sigurnosni željeznički infrastrukturni sustav (NN 97/15) u čl. 10 st 1 odredbu o praćenju rada trebalo bi proširiti i na ŽCP-e koji su izvedeni kao automatski uređaji (poglavlje 4.2.13).

**AIN/06 SR 9/2017:** U Pravilniku o tehničkim uvjetima za prometno-upravljački i signalno-sigurnosni željeznički infrastrukturni sustav (NN 97/15) u čl. 10 st 3 trebalo bi definirati koje su to dodatne mjere koje je upravitelj infrastrukture dužan uvesti (poglavlje 4.2.13).

Agencija za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu temeljem provedenog istraživanja ovih incidenata u cilju poboljšanja sigurnosti željezničkog sustava izdaje Agenciji za sigurnost željezničkog prometa slijedeće sigurnosne preporuke:

**AIN/06 SR 10/2017:** Upravitelj infrastrukture trebao bi poduzeti mjere za pouzdano uklanjanje induciranih smetnji koje mogu utjecati na rad signalno-sigurnosne postojeće opreme pri čemu bi naglasak trebao biti na primjeni pasivnih mjera koje su pouzdanije i dugoročno jeftinije (poglavlje 3.8.1).

Agencija za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu temeljem provedenog istraživanja ovih incidenata u cilju poboljšanja sigurnosti željezničkog sustava izdaje proizvođaču opreme slijedeću sigurnosnu preporuku:

**AIN/06 SR 11/2017:** Proizvođač opreme trebao bi u svojim uputama navesti da u uvjetima velikih elektromagnetskih onečišćenja izvan granica određenih međunarodnim normama, odnosno, utjecaja stabilnih i mobilnih postrojenja električne vuče koji se pokazuju kroz prevelike inducirane napone u postojećim signalnim kabelima bez redukcijskog faktora (neoklopljenim kabelima), da sklop TDR14 (bez odgovarajuće zaštite) može biti osjetljiv na inducirane elektromagnetske smetnje (poglavlje 4.2.12).