

Željeznice 21

2019

Stručni časopis Hrvatskog društva željezničkih inženjera

ISSN 1333-7971; UDK 625.1-6; 629.4; 656.2-4; GODINA 18, BROJ 3, ZAGREB, RUJAN 2019.

hdži
Hrvatsko društvo željezničkih inženjera

EIV
HIS
Hrvatsko društvo inženjera
elektrifikacije
i signalizacije

Uvodnik

Željeznički projekti u Hrvatskoj
– stručna konferencija HDŽI-a i
Advantage Austria

Stručne teme

Sučelje između relejnoga
automatskog pružnog bloka i
elektroničkoga ŽCP-a

Sinkronizacija SDH mreže HŽ
Infrastrukture d.o.o.

Mjerenje vibroizolacijskoga
učinka elastičkoga gornjeg
ustroja željezničke pruge

Zaštita okoliša i održivi razvoj
iz perspektive Švicarskih
saveznih željeznica

S jednom kartom u vlak i
autobus

Europski tjedan mobilnosti

Pruga Gradec – Sveti Ivan
Žabno otvara se s novim
voznim redom

Projekt Hrvatski Leskovac –
Karlovac spreman za EU-ovo
sufinanciranje

Sastanak povjerenika HDŽI-a
i članova Programskog vijeća

HŽ PUTNIČKI PRIJEVOZ

HŽ INFRASTRUKTURA

OV Održavanje vagona d.o.o.

Plasser & Theurer

getzner
engineering a quiet future

kapsch >>>

SIEMENS

KONČAR

TEO - Belišće d.o.o.
TVORNICA ELEKTRO OPREME

ERICSSON
Ericsson Nikola Tesla

ELEKTROKEM

THALES

FD PRAHA

QTECHNA

KING ICT
INTEGRATED & COMPLEXITY TECHNOLOGIES

Vlakom od Zagreba do europskih gradova po povoljnim cijenama!



Putujte u Ljubljanu za 9 €,
u Budimpeštu za 15 €,
a u Beč, München
i Zürich za 29 €.

Vrijedi do 14. prosinca 2019.



 HŽPP

www.hzpp.hr, informacije@hzpp.hr

060 333 444 (cijena poziva iz fiksne mreže je 1,74 kn/min, a iz mobilne 2,96 kn/min, HT d.d.), 01 3782 583

Nakladnik

HŽ Putnički prijevoz d.o.o., Strojarska cesta 11, Zagreb. Sporazumom o izdavanju stručnog željezničkog časopisa Željeznice 21, uređivanje časopisa povjereno je HDŽI-u. Odlukom Izvršnog odbora HDŽI broj 27/19-HDŽI od 04.02.2019. godine, imenovan je Uređivački savjet i Uredništvo stručnog časopisa Željeznice 21.

Glavni i odgovorni urednik

Dean Lalić

Uređivački savjet

Tomislav Prpić (HDŽI - predsjednik Uređivačkog savjeta), Darko Barišić (HŽ Infrastruktura d.o.o.), Zoran Blažević (Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje, Split), Josip Bucić (Đuro Đaković d.d., Specijalna vozila), Jusuf Crnalić (Končar Električna vozila d.d.), Stjepan Lakušić (Građevinski fakultet, Zagreb), Mladen Lugarić (HŽ Putnički prijevoz d.o.o.), Renata Lukić (HŽ Putnički prijevoz d.o.o.), Snježana Malinović (HŽ Putnički prijevoz d.o.o., Zagreb), Viktor Milardić (Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb), Josip Tomislav Mlinarić (Fakultet prometnih znanosti, Zagreb), Mihaela Tomurad Sušac (HŽ Putnički prijevoz d.o.o.).

Uredništvo

Dean Lalić (glavni i odgovorni urednik), Marjana Petrović (pomoćnica gl. urednika za znanstvene i stručne radove), Tomislav Prpić (pomoćnik gl. urednika za stručne članke iz željezničke industrije), Ivana Čubelić (pomoćnica gl. urednika za novosti iz HŽ Putničkog prijevoza), Željka Sokolović (pomoćnica gl. urednika za oglašavanje).

Adresa uredništva

Petrinjska 89, 10000 Zagreb
telefon: (01) 378 28 58, telefax (01) 45 777 09,
telefon glavnog urednika: 099 220 1591
zeljeznice 21@hdzi.hr

Lektorica

Nataša Bunijevac

Upute suradnicima

Časopis izlazi tromjesečno. Rukopisi, fotografije i crteži se ne vraćaju. Mišljenja iznesena u objavljenim člancima i stručna stajališta su osobni stav autora i ne izražavaju uvijek i stajališta Uredništva. Uredništvo ne odgovara za točnost podataka objavljenih u časopisu. Upute suradnicima za izradu radova nalaze se na web-stranici www.hdzi.hr. Časopis se distribuira besplatno. Cijena oglasa može se dobiti na upit u Uredništvu. Adresa Hrvatskog društva željezničkih inženjera: Petrinjska 89, 10000 Zagreb; e-mail: hdzi@hdzi.hr. Poslovni račun kod Privredne banke Zagreb, broj 2340009-1100051481; devizni račun kod Privredne banke Zagreb broj 70310-380-296897; OIB 37639806727

Naslovna stranica

Fotografija: HŽPP-ov vlak i ÖBB-ova lokomotiva u kolodvoru Lepavina
Autor: Bruno Herceg

Grafička priprema i tisak

HŽ Putnički prijevoz d.o.o.
Strojarska cesta 11, 10000 Zagreb
www.hzpp.hr
informacije@hzpp.hr

UVODNIK

mr. Tomislav Prpić, dipl. ing. prom., izvršni potpredsjednik Hrvatskog društva željezničkih inženjera:

ŽELJEZNIČKI PROJEKTI U HRVATSKOJ – STRUČNA KONFERENCIJA HDŽI-a I ADVANTAGE AUSTRIA	5
---	---

STRUČNI I ZNANSTVENI RADOVI

SUČELJE IZMEĐU RELEJNOGA AUTOMATSKOG PRUŽNOG BLOKA I ELEKTRONIČKOGA ŽELJEZNIČKO-CESTOVNOG PRIJELAZA <i>(Dalibor Matanić, mag. ing. el., univ. spec. el.)</i>	7
SINKRONIZACIJA SDH MREŽE HŽ INFRASTRUKTURE d.o.o. <i>(Krunoslav Cazin, mag. ing. el., univ. spec. el.)</i>	17

PROMOTIVNI STRUČNI ČLANAK

MJERENJE VIBROIZOLACIJSKOGA UČINKA ELASTIČNOGA GORNJEG USTROJA ŽELJEZNIČKE PRUGE <i>(Dr. Harald Loy; DI Michael Biskup; Phd Ewelina Kwiatkowska)</i>	31
--	----

VELIKI ŽELJEZNIČKI PROJEKTI

ZAŠTITA OKOLIŠA I ODRŽIVI RAZVOJ IZ PERSPEKTIVE ŠVICARSKIH SAVEZNIH ŽELJEZNICA <i>(Elena Lalić, prof.)</i>	35
--	----

NOVOSTI IZ HŽ PUTNIČKOG PRIJEVOZA

DELEGACIJA CER-a U ZAGREBU	45
S JEDNOM KARTOM U VLAK I AUTOBUS	47
EUROPSKI TJEDAN MOBILNOSTI - BIKIKLISTI ŽIVE DUŽE!	48

NOVOSTI IZ HŽ INFRASTRUKTURE

PRUGA GRADEC – SVETI IVAN ŽABNO OTVARA SE S NOVIM VOZNIH REDOM	51
PROJEKT HRVATSKI LESKOVAC – KARLOVAC SPREMAN ZA EU-ovo SUFINANCIRANJE	53

HDŽI AKTIVNOSTI

SASTANAK POVJERENIKA HDŽI-a I ČLANOVA PROGRAMSKOG VIJEĆA	55
STRUČNI SEMINAR „ŽELJEZNIČKA INFRASTRUKTURA – INVESTICIJE I ODRŽAVANJE“	56

AŽD Praha

SUSTAVI ZA ŽELJEZNIČKI PROMET



ELEKTRONIČKA JEZGRA SIGNALNO-SIGURNOSNIH SUSTAVA **ESA 44**



- Potpuno elektronički centralizirani signalno sigurnosni sustav
- Siguran i pouzdan sustav SIL4 prema normi CENELEC
- Sustav za kontrolu srednjih i velikih željezničkih kolodvora (do 300 skretnica) i dionica
- Kompatibilan sa ERTMS/ETCS sustavom (razine 1, razine 2) za nove ili postojeće željezničke mreže
- Modularna izvedba, lako upravljanje
- Laka prilagodba na svaku željezničku infrastrukturu u svijetu
- Modularna izvedba
- Visoka pouzdanost i dostupnost
- Niski troškovi održavanja
- Ušteda prostora

Sigurno prema cilju

www.azd.cz



PRAHA

mr. Tomislav Prpić, dipl. ing. prom., izvršni potpredsjednik
Hrvatskog društva željezničkih inženjera

ŽELJEZNIČKI PROJEKTI U HRVATSKOJ – STRUČNA KONFERENCIJA HDŽI-a I ADVANTAGE AUSTRIA



Intenziviranje investicijskih ulaganja u domaći željeznički sustav rezultat je dvaju ključnih činjenica: toga da su željeznička infrastruktura i suprastruktura u Hrvatskoj dugi niz godina podinvestirane i doslovno zapuštene te toga što ulazak Republike Hrvatske u Europsku uniju stvara obvezu uključivanja u europski željeznički sustav te otvara mogućnosti potpunoga ili djelomičnoga financiranja projekata koji doprinose tome cilju.

S obzirom na to da u ukupnoj kilometraži željezničkih pruga u RH dvokolosiječne pruge čine manje od 10 posto te da je manje od 40 posto elektrificirano, možemo slobodno utvrditi to da je nacionalna željeznička mreža vrlo pogodna za investicijska ulaganja uz korištenje sredstava iz EU-ovih fondova.

Slično je i s željezničkim vozilima, čija je prosječna starost veća od trideset godina, a desetogodišnji ugovor o naknadi za pružanje usluge od javnoga interesa (tzv. PSO ugovor), osim što pruža određenu tržišnu sigurnost, predstavlja i stanovitu obvezu u isporuci kvalitetne usluge, koje bez novih vozila zasigurno nema.

Tako veliki projekti zahtijevaju vrlo složenu pripremu kako u fazi nabavnog postupka tako i u fazama izrade dokumentacije, provedbe i realizacije. Pritom važnu ulogu imaju analiza i optimiziranje radnih procesa, identificiranje i upravljanje ciljevima i rizicima te usmjeravanje i usklađivanje aktivnosti svih dionika koji sudjeluju u projektu. Rezultati velikih i složenih željezničkih projekata predstavljaju isporuku čitavih sustava ili podsustava, što uvelike nadmašuje samo proizvode ili usluge.

Zbog svega navedenog svjedoci smo toga kako današnje željezničke projekte u Hrvatskoj sve više izvode konzorciji i zajednice ponuditelja, koje čine tvrtke koje su donedavno možda bile i žestoki konkurenti. Naime, projekti visoke složenosti i vrijednosti promijenili su dosadašnju paradigmu čistoga konkurentskog natjecanja te nametnuli pristup koji se bazira na suradnji i partnerstvu u cilju postizanja zajedničke koristi.

Takav pristup uključuje sve veći broj domaćih i međunarodnih poduzeća koja svojim proizvodima i uslugama mogu doprinijeti što kvalitetnijim projektnim isporukama. Prema tome veliki željeznički projekti, osim što podižu kvalitetu cjelokupnoga željezničkog sustava u Hrvatskoj, otvaraju brojne mogućnosti za uključivanje domaćih tvrtki i njihovo sudjelovanje unutar konzorcija ili samostalno pri njihovoj provedbi.

Kako bi pospješili takvu suradnju, Hrvatsko društvo željezničkih inženjera i Advantage Austria (Austrijski ured za gospodarstvo) 3. listopada 2019. organiziraju stručnu konferenciju pod nazivom „Željeznički projekti u Hrvatskoj“, čiji je temeljni cilj upoznavanje i povezivanje hrvatskih i austrijskih poduzeća čiji portfelj čine proizvodi, usluge i rješenja za željeznicu.

Predstavljanje željezničkih infrastrukturnih projekata i novih tehnologija te razmjena informacija i iskustava među tvrtkama bit će ključne vrijednosti koje bi ta konferencija trebala donijeti sudionicima. Cilj je težišta na B2B komponenti same organizacije konferencije, među ostalim, predstaviti najvažnije domaće tvrtke koje su sa svojim sustavima već uvelike poznate i priznate na željeznici. Nadamo se da će to jedinstveno događanje doprinijeti uspostavi novih suradnji i poslova.

Tim skupom Hrvatsko društvo željezničkih inženjera nastavlja svoje djelovanje na promociji suvremenih znanja i tehnologija u cilju razvitka željezničkoga sektora u cjelini.

FIRMA SA 70 GODIŠNJIM ISKUSTVOM U GRADNJI ŽELJEZNIČKIH PRUGA

MODERNE TEHNOLOGIJE GRAĐENJA I OBNOVE ŽELJEZNIČKIH PRUGA

- Sustavi za izmjenu kolosiječne rešetke, RU 800S, SUZ-500, SMD-80
- Sustavi za sanaciju donjeg ustroja RPM-2002, AHM-800R, PM-200-2R
- Strojevi visokog učinka za održavanje kolosiječne rešetke, 09-32/4S Dynamic, 08-475/4S



Baugesellschaft m. b. H.
ABTEILUNG BAHNBAU
A-1130 Wien
Hietzinger Kai 131A
++43 1 877 93 03-0
www.swietelsky.com
www.swietelsky.hr

**NA TRAČNICAMA U
BUDUĆNOST**



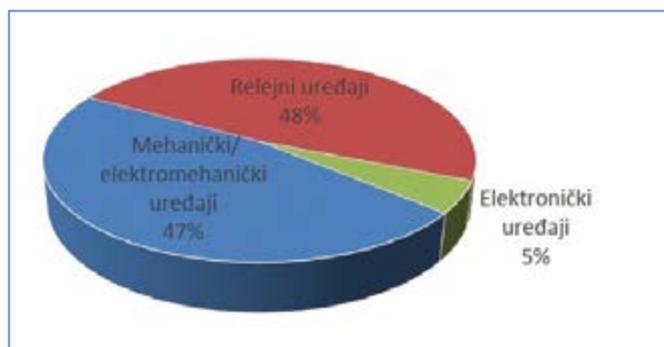
Dalibor Matanić, mag. ing. el., univ. spec. el.

SUČELJE IZMEĐU RELEJNOGA AUTOMATSKOG PRUŽNOG BLOKA I ELEKTRONIČKOGA ŽELJEZNIČKO-CESTOVNOG PRIJELAZA

1. Uvod

Ceste i željeznice često se križaju i mjesta su na kojima je stupanj opasnosti od prometnih nezgoda visok. Vrlo važan čimbenik tijekom prometa jest sigurnost. Kako bi se omogućio siguran tijek prometa na kritičnim mjestima križanja cestovnoga i željezničkoga prometa, takva mjesta treba osigurati uređajima koji sprečavaju pojavu nesreća ili opasnih situacija. Takva se mjesta osiguravaju uređajima za osiguranje željezničko-cestovnih prijelaza. Željezničko-cestovni prijelazi poveznica su između željezničkoga i cestovnoga prometa. Te dvije vrste prometa imaju svoje specifičnosti. Bazirano na tim karakteristikama svaka vrsta prometa teče na svoj način. Željezničkim se prometom upravlja po pravilima drugačijima od onih na temelju kojih se upravlja cestovnim prometom.

Zbog razlika u karakteristikama cestovnoga i željezničkoga prometa zadaća sprječavanja nesreća i nezgoda vrlo je zahtjevna. Uvođenje signalno-sigurnosnih uređaja u željeznički promet dovelo je do povećanja razine sigurnosti. Prvi signalno-sigurnosni uređaji u željezničkome prometu bili su mehaničke izvedbe. Kako se tehnologija razvijala, tako su napredovali i signalno-sigurnosni uređaji. Nakon mehaničkih redom su se pojavljivali elektromehanički, relejni te u najnovije vrijeme elektronički. Zastupljenost vrsta uređaja osiguranja službenih mjesta na željezničkoj mreži RH prikazana je na slici 1.



Slika 1. Zastupljenost vrsta uređaja osiguranja službenih mjesta na željezničkoj mreži RH

Iz prikazanoga odnosa pojedinih uređaja vidljivo je da je još uvijek zastupljen velik broj uređaja starije proizvodnje. Ti su uređaji stari 30 i više godina i gotovo su na kraju svojega radnog vijeka. Oni i dalje pouzdano rade i nemaju negativnih učinaka na sigurnost, međutim ta je tehnologija na zalasku. Takve zastarjele uređaje teško je održavati. Budući da je udio relejne tehnike danas vrlo velik, te uređaje nije moguće u cijelosti zamijeniti u skorijoj budućnosti. Sigurno je to da će se određeno vrijeme i relejna i elektronička tehnologija uređaja za osiguranje željezničkoga prometa koristiti paralelno. Kako bi se uređaji mogli koristiti istodobno, potrebno je prilagoditi vezu između tih dviju različitih tehnologija. Zanimljivo je pitanje kako prilagoditi istodoban rad uređaja različitih tehnologija na osiguranju prometa.

2. Osiguranje željezničko-cestovnog prijelaza (ŽCP-a)

Željeznički i cestovni promet imaju svoje specifičnosti i svojstva koje se znatno razlikuju, a zadaća usklađivanja tih dviju vrsta prometa prilično je velik izazov. Cestovni promet teče po cestama i daje veću slobodu vozačima. Željeznički promet teče po tračnicama i osoba koja upravlja željezničkim vozilima nema mogućnost izbora smjera vožnje. Osoba koja upravlja vlakom može ubrzavati, voziti konstantnom brzinom, usporavati i zaustaviti vlak. U cestovnome prometu sudjeluje relativno velik broj vozila. Na prometnicama koje se križaju s prugom u istoj razini vozila se kreću brzinama do 90 km/h. Zaustavni putevi osobnih vozila su do 50-ak metara. Mase osobnih vozila su do dvije tone ili više za teretna vozila. S druge strane željeznička vozila ili vlakovi mogu se kretati brzinama do 160 km/h, njihove su mase i do 300 tona, a zaustavni se putovi kreću od 700 m do 1500 m. Iz navedenih parametara vidljivo je da su neka svojstva željezničkoga prometa za red veličine ili nekoliko redova veličine izraženije, što problem usklađenja željezničkoga i cestovnoga prometa čini vrlo složenim.

2.1. Vrste osiguranja ŽCP-a

Osiguranje željezničko-cestovnih prijelaza u razini može se podijeliti na dvije osnovne vrste [1]:

1. pasivno osiguranje
2. aktivno osiguranje.

Pasivno osiguranje ŽCP-a

Pasivno osiguranje postiže se prometnim znakovima. Takav prijelaz sudionicima cestovnoga prometa uvijek

izgleda isto. Nema nikakvih promjena prilikom nailaska vlaka ili željezničkoga vozila. Zbog toga sudionik cestovnoga prometa mora sam provjeriti je li prijelaz slobodan, odnosno nailazi li vlak.

Aktivno osiguranje ŽCP-a

Aktivno osiguranje prijelaza ceste preko pruge ostvaruje se signalno-sigurnosnim uređajima. Kao što sam naziv govori, ti uređaji aktivno upućuju sudionike cestovnoga prometa na nailazak vlaka. Uređaje za osiguranje ŽCP-a može se ugrubo podijeliti na mehaničke i električne odnosno elektroničke. Danas se na prugama RH ugrađuju uglavnom dvije vrste uređaja za osiguranje sa stajališta cestovnoga prometa:

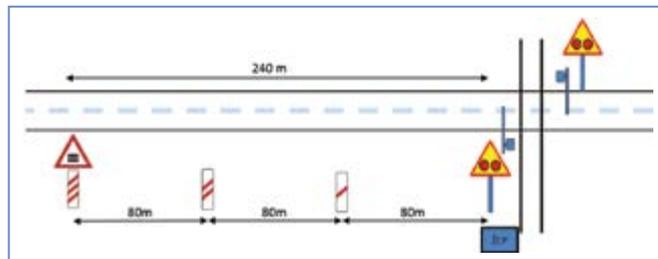
- uređaj za osiguranje sa svjetlosnim i zvučnim signalima
- uređaj za osiguranje sa svjetlosnim i zvučnim signalima i polubranicama.

2.2. Princip rada ŽCP-a

Na ŽCP-ima cestovna i željeznička vozila koriste isti dio prostora za prometovanje. Logično je to da taj dio prostora ne mogu koristiti istodobno. Kako bi se izbjegla kolizija, potrebno je na neki način dodijeliti zajednički prostor na korištenje. Problem treba riješiti tako da se zajednički resurs dodijeli u određenome vremenu određenome sudioniku prometa, poštujući sva svojstva i specifičnosti željezničkoga i cestovnoga prometa. Osiguranje pružnoga prijelaza i ceste, odnosno križanja ceste i pruge u ravnini, izvodi se ugradnjom uređaja koji regulira prolazak, odnosno koji omogućuje neometan tijek prometa cestovnih i željezničkih vozila. Obveza osiguranja ŽCP-a pada na upravitelja željezničke infrastrukture. Dakle, kako bi željezničko vozilo ostvarilo svoju prednost, potrebno je zaustaviti cestovni promet, odnosno upozoriti sudionike cestovnoga prometa na nailazak željezničkoga vozila. Osiguranje se najčešće izvodi svjetlosno-zvučnim osiguranjem i svjetlosno-zvučnim osiguranjem s polubranicama. Pri nailasku željezničkoga vozila cestovni se promet mora zaustaviti. Kako bi se uređaj za osiguranje pravodobno uključio, potrebno je znati trenutak nailaska vlaka. Za aktiviranje uređaja osiguranja koriste se detektori nailaska vlaka. Detektori ili uključni senzori postavljaju se na odgovarajućoj udaljenosti od prijelaza, a pritom treba voditi računa o tome da se ostavi dovoljno vremena kako bi se uređaj uključio, odnosno prijelaz zatvorio. Da bi se odredilo mjesto postavljanja senzora uključne točke, potrebno je poznavati parametre pruge, odnosno konfiguraciju željezničko-cestovnoga prijelaza. Maksimalna dopuštena brzina vlaka definirana je projektira-

nom brzinom za određenu dionicu. Stvarna brzina vlaka može biti i manja, no definirana voznim redom i uvjetovana tehničkim stanjem pruge. U proračun se uzima najgori slučaj s najvećom brzinom kako bi se spriječilo nastajanje izvanrednoga događaja. Cestovni svjetlosni signali s jakozvučnim zvonom služe za upozoravanje sudionika cestovnoga prometa na približavanje vlaka. Upozorenje se daje treptanjem crvene svjetlosti u dva reflektora i zvonjavom jakozvučnoga zvona. Nakon što se polubranici spuste, prijelaz je osiguran i spreman za prolazak željezničkoga vozila. Nakon što vlak prođe, ponovno treba omogućiti neometan prolazak sudionika cestovnoga prometa. Radi toga postavljeni su detektori prolaska vlaka odnosno isključni kontakti uređaja za osiguranje. Oni se nalaze neposredno uz sam prijelaz. Nakon što zadnja osovina vlaka prođe preko isključnih kontakata, uređaj za osiguranje počinje se isključivati. Tim postupkom završava ciklus osiguranja prolaska vlaka ili više vlakova. Na slikama 2. i 3. prikazano je osiguranje jednoga željezničko-cestovnog prijelaza s pripadajućim elementima.

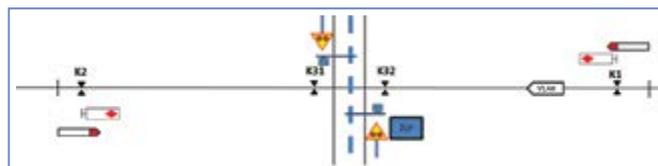
Prometnim znakovima i cestovnim signalnima upozorava se sudionike cestovnoga prometa na nailazak na ŽCP u razini osiguran uređajem željezničko-cestovnoga prijelaza.



Slika 2. Prikaz prometnih znakova i cestovnih signala

Na slici 2. prikazani su cestovni prometni znakovi upozorenja te cestovni svjetlosni signali na željezničko-cestovnom prijelazu s gledišta sudionika cestovnoga prometa. Iz željezničkoga kuta gledanja također postoje signalni znakovi koji upozoravaju službenu osobu koja upravlja vlakom na nailazak na ŽCP. Na slici 3. prikazani su željeznički signalni znakovi.

Na slici 3. prikazan je znak „početak zaustavnog puta ispred željezničko-cestovnog prijelaza“. Nakon njega osoba koja upravlja željezničkim vozilom mora

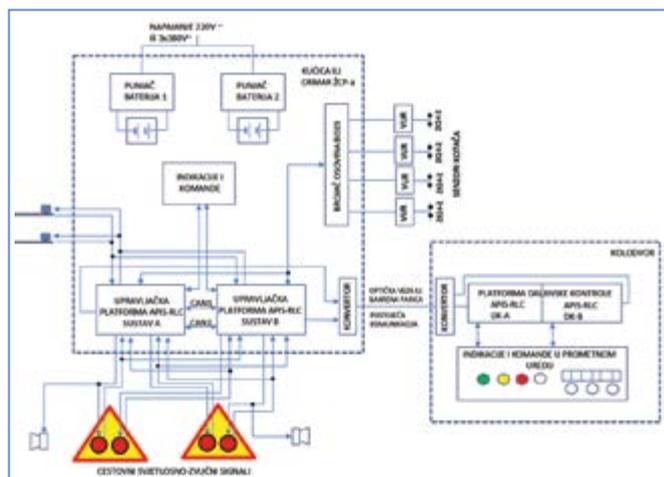


Slika 3. Prikaz željezničkih signalnih znakova

početi sa zaustavljanjem kako bi se željezničko vozilo zaustavilo prije nailaska na željezničko-cestovni prijelaz. Zaustavljanje treba izvesti samo u slučaju kada je prijelaz u kvaru. U tome slučaju strojovođa u prethodnome kolodvoru od prometnoga osoblja dobije nalog za vožnju preko prijelaza koji je u kvaru. Strojovođa mora zaustaviti željezničko vozilo ispred prijelaza, obavijestiti sudionike cestovnoga prometa zvučnim signalom i nastaviti vožnju [2] nakon što se uvjeri u to da može sigurno prijeći preko prijelaza. Na slici 3. mogu se vidjeti točke uključjenja K1 i K2. Prikazane su i isključne točke K31 i K32 koje detekcijom prolaska zadnje osovine vlaka isključuju uređaj osiguranja.

2.3. Izvedba elektroničkoga uređaja za osiguranje ŽCP-a

Osnovna struktura uređaja za osiguranje željezničko-cestovnoga prijelaza RLC23 proizvođača Altpro d.o.o s daljinskom kontrolom prikazana je na slici 4. Uređaj za osiguranje ŽCP-a sastoji se od unutarnje opreme, vanjskih elemenata i sučelja za javljanje smetnji odnosno kvarova u susjedni, zaposjednuti kolodvor.

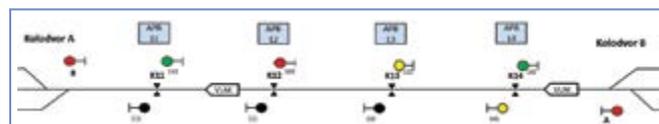


Slika 4. Osnovna struktura uređaja RLC23 za osiguranje ŽCP-a s daljinskom kontrolom [3]

Kao što se vidi na slici 4., osnovne upravljačke jedinice uređaja RLC23 jesu dvije mikroprocesorske platforme APIS-RLC (A i B) koje upravljaju svim elementima ŽCP-a. Upravljanje je izvedeno dvostruko (s dvije mikroprocesorske platforme, A i B) ponajprije zbog sigurnosti, a djelomično i zbog raspoloživosti. U osnovnoj konfiguraciji platforme sustav upravljanja ŽCP-om djeluje na principu glasovanja 2 od 2, a udvostručenjem pojedinih izvršnih modula platforme A/B može se dobiti sustav glasovanja 2 od (1 od 2) koji dodatno povećava raspoloživost ŽCP-a.

3. Osiguranje otvorene pruge uređajem APB-a

Automatski pružni blok (APB) jest uređaj za osiguranje željezničkoga prometa na otvorenoj pruzi. Otvorena pruga definira se kao područje između izlaznoga signala jednoga kolodvora i ulaznoga signala drugoga kolodvora [4]. Glavna zadaća osiguranja jest spriječiti pojavljivanje dvaju vlakova koji voze po istome kolosijeku u suprotnim smjerovima na području između kolodvora. U kolodvorskome razmaku može se naći više vlakova koji voze u istome smjeru, ako je među njima dovoljan razmak. Zbog toga se područje između kolodvora dijeli na više prostornih blokovnih odsjeka. Na slici 5. prikazan je primjer jednokolosiječnoga osiguranja međukolodvorskoga razmaka odnosno otvorene pruge uređajem APB-a.



Slika 5. Prikaz osiguranja otvorene pruge APB-om

Na otvorenoj pruzi nalaze se APB kućice koje dijele međukolodvorski prostor u fiksne blokove. Na slici je vidljivo to da svaka APB kućica ima pripadajuće signale za svaki smjer. Blokovni prostorni odsjeci međusobno se odvajaju brojačima osovine ili izoliranim odsjecima.

Duljina blokovnih prostornih odsjeka određuje se ovisno o mjesnim prilikama i svojstvima pruge. Prema propisima [5], duljina odsjeka ne smije biti kraća od zaustavnoga puta vlaka i ne bi smjela biti veća od 3000 m. Na granici prostornih odsjeka ugrađene su APB betonske kućice u kojima se nalazi uređaj APB-a. Ispred APB kućica nalaze se senzori brojača osovine koji predstavljaju fizičku granicu između dvaju susjednih blokova. Na slici 6. prikazana je APB kućica.



Slika 6. APB kućica

Betonska kućica služi za smještaj relejnoga uređaja za osiguranje pruge. Na slici 7. prikazan je relejni stalak s relejnim grupama za osiguranje otvorene pruge Iskra Lorenz SbL5 u kombinaciji s brojačem osovina proizvođača Altproa.



Slika 7. Relejni stalak s relejnim grupama, brojačem osovina i TNS++

Automatski pružni blok sadrži odgovarajuće prostorne svjetlosne signale koji reguliraju promet uzastopnih vlakova i zabranjuju promet u suprotnim smjerovima na istome kolosijeku. Prostorni signal ugrađuje se 50 m ispred brojača osovina od kojeg počinje novi blokovni prostorni odsjek, a koji taj prostorni signal štiti. Taj put od 50 m naziva se put proklizavanja ili put pretrčavanja. Dužina puta pretrčavanja ovisi o brzini koja je propisana za taj dio pruge. Na temelju navedenoga, na jednokolosiječnoj pruzi u smjeru kretanja vlaka nalazi se prostorni signal s balizom auto-stop uređaja za taj smjer, nakon 50 m ugrađen je jedan par brojača osovina koji označava kraj jednoga odsjeka i početak drugoga, a nakon 50 m nalazi se drugi prostorni signal s balizom auto-stop uređaja za suprotan smjer.

Na slici 5. može se uočiti to kako se signalni pojmovi mijenjaju automatski s prolaskom vlakova. Također je vidljivo to kako zauzećem pojedinoga odsjeka signal koji štiti taj odsjek odlazi na „stoj“ kako ne bi došlo do naleta vlaka koji ga slijedi.

Automatski pružni blok omogućuje veću sigurnost željezničkoga prometa, povećava propusnu moć pruge između susjednih kolodvora i omogućuje veću učinkovitost željezničkoga prometa.

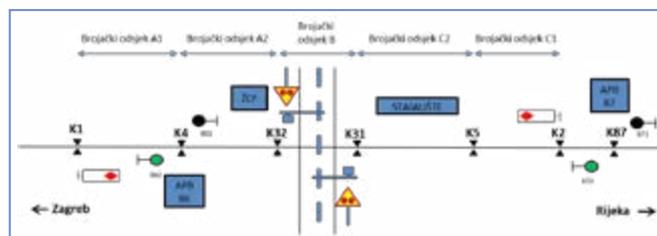
4. Sučelje između uređaja za osiguranje ŽCP-a i uređaja za osiguranje otvorene pruge APB-a

Budući da je osiguranje otvorene pruge izvedeno uređajem APB-a SbL5 relejne izvedbe, a uređaj za osiguranje ŽCP-a Zlobin je elektroničke izvedbe tipa RLC 23 DK, potrebno je dodati sučelje koje će omogućiti zajednički rad tih dvaju sustava različitih tehnologija.

Uređaj za osiguranje ŽCP-a s daljinskom kontrolom ima mogućnost javljanja stanja uređaja u najbliže ili najpogodnije zaposjednuto službeno željezničko mjesto, odnosno kolodvor. Ispravno funkcioniranje toga uređaja kontrolira se kontinuirano svjetlosnim pokazivanjem. Tim se postupkom službenu osobu koja upravlja prometom u kolodvoru obavještava o stanju ŽCP-a. To i dalje ne znači da je strojovođa upoznat s trenutnom ispravnosti ŽCP-a. U slučaju osiguranja prijelaza uređajem s kontrolnim signalima strojovođa osobno promatranjem kontrolnih signala dobiva povratnu informaciju o stanju ŽCP-a na koji nailazi. Kako bi se kod prijelaza s DK-om ipak umanjio stupanj rizika nailaska vlaka koji je iz kolodvora krenuo prema prijelazu s daljinskom kontrolom, predviđeno je da se može izvesti ovisnost između stanja ispravnosti ŽCP-a i pružnih signala odnosno signala APB-a. U tome slučaju prostorni signal koji se nalazi ispred prijelaza svojim pokazivanjem štiti prijelaz. U slučaju kvara uređaja signal pokazuje signalni znak zabranjene vožnje, a njegov predsignal, odnosno prethodni prostorni signal „oprezno, očekuj stoj“.

Na slici 8. prikazan je željezničko-cestovni prijelaz sa susjednim blokovnim mjestima odnosno signalima. Za postizanje ovisnosti između ŽCP-a i APB-a potrebno je susjedna blokovna mjesta opremiti odgovarajućim relejnim grupama. U opisanome slučaju radi se o relejnoj grupi ovisnosti APB-ŽCP [6].

Za ostvarivanje veze potrebno je imati relejnu grupu u ŽCP-u koja komunicira s grupom ovisnosti ŽCP-APB. Da bi se omogućila ovisnost, potrebno je povezati elektronički uređaj za osiguranje željezničko-cestovnoga prijelaza i relejnu grupu ovisnosti APB-ŽCP. Za sprječavanje nastanka prometne nezgode informaciju



Slika 8. Prikaz situacije ŽCP-a

o kvaru na uređaju za osiguranje ŽCP-a potrebno je prenijeti APB-u. Uređaj APB-a trebao bi onemogućiti nastavak željezničkog prometa i spriječiti prometnu nezgodu.

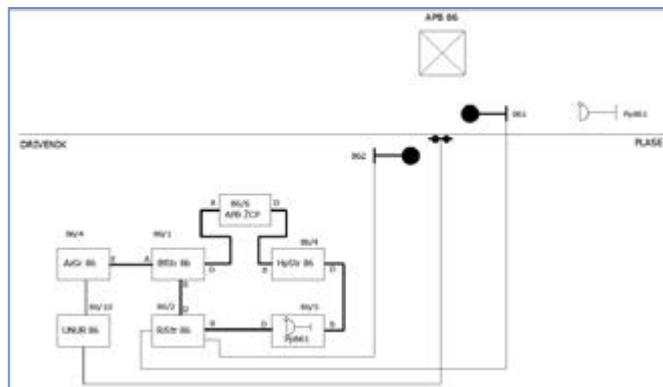
Uređaj APB-a koji upravlja željezničkim prometom onemogućit će nastavak prometa tako što će postaviti signale na signalni pojam „stoj“. Signali koji štite promatrani ŽCP su 862 i 871, što se može vidjeti na slici 8. Da bi oni bili postavljeni na signalni pojam „stoj“, informacija da je ŽCP u kvaru mora doći do odgovarajućega blokovnog mjesta.

Relejna grupa ovisnosti APB-ŽCP nalazi se u blokovnim kućicama u relejnim stalcima. U promatranome slučaju postoje dvije takve relejne grupe na blokovnim mjestima 86 i 87 u relejnim stalcima.

Na slici 9. prikazano je kako je relejna grupa ovisnosti APB-ŽCP povezana s ostalim relejnim grupama.

U slučaju kvara na ŽCP-u grupa ovisnosti APB-ŽCP ima ulogu postaviti signal koji se nalazi ispred prijelaza na signalni pojam „stoj“. Signal se postavlja na pojam „stoj“ tako da se releji HaSB1 ili HaSB11 otpuste odnosno da ostanu bez napajanja. Releji HaSB1 i HaSB11 nalaze se unutar relejne grupe ovisnosti APB-ŽCP. U osnovnome stanju oni su pod naponom odnosno u privučenome položaju. Također u osnovnome stanju su prostorni signali na „slobodno“. Otpuštanjem releja HaSB1 i HaSB11 oni svojim kontaktima utječu na relej FtÜ unutar signalne relejne grupe koja potom postavlja signalni pojam „stoj“. Na slici 10. prikazan je dio relejne grupe ovisnosti APB-ŽCP.

Da bi se prekinuli strujni krugovi u kojim se nalaze releji HaSB1 i HaSB11, u seriju treba spojiti nove kontakte koji bi u slučaju kvara prekinuli strujne krugove spomenutih releja. Na taj bi se način signal postavio na signalni pojam „stoj“ i spriječio nailazak vlaka na ŽCP u kvaru. Signal se postavlja na „stoj“ ako samo jedan od releja HaSB1 ili HaSB11 ostane bez napajanja.

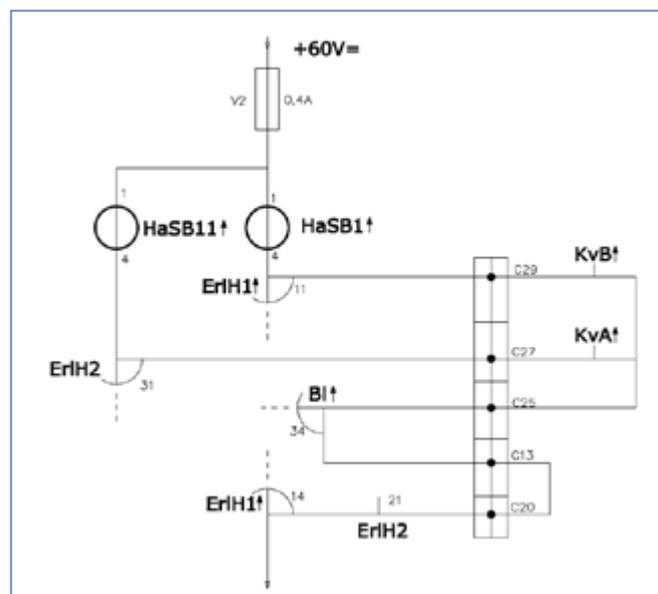


Slika 9. Plan povezivanja relejnih grupa blokovnoga mjesta 86 sa slijednim kabelima [7]

Strujni krugovi releja HaSB1 i HaSB11 napajaju se preko kontakata releja ErlH1 i ErlH2 koji ovise o stanju releja Erl3 u relejnoj grupi privole. Kako bi se strujni krugovi releja HaSB1 i HaSB11 prekinuli, u strujne krugove uvode se uvjetni releji koji predstavljaju kvar uređaja za osiguranje ŽCP-a, odnosno kvar dijela uređaja. Na taj način upravljanja relejima KvA i KvB mogu rušiti signali na „stoj“ i na taj način štiti pripadni ŽCP. Releji KvA i KvB su u redovitome stanju privučeni.

U radu je prikazana ovisnost prostornoga signala 862 o stanju ŽCP-a odnosno sučelje. Prikazana je tzv. puna ovisnost. Signal 862 nalazi se 400 m ispred prijelaza i iza uključne točke K1. S obzirom na to da je prostorni signal unutar područja uključnja ŽCP-a, izvedena je ovisnost uključivanja ŽCP-a o stanju na signalu. Ta vrsta ovisnosti zahtijeva razmjenu više informacija između ŽCP-a i blokovnoga mjesta 86. Za tu razmjenu informacija potrebna je odgovarajuća komunikacijska infrastruktura.

Tehnička ovisnost prijelaza i APB-a 86 odnosno signala 862 može se pratiti na slici 8. Kao i signal 871, signal 862 povezan je preko grupe ovisnosti APB-ŽCP i postavlja signal na „stoj“ ako je ŽCP u kvaru. Informacija o kvaru dojavljuje se i najbližemu zaposjednutom službenom mjestu. U slučaju kvara na postavnome stolu pali se zvučni alarm, a na pokazivaču kvara uključuje se repćuće crveno svijetlo. Alarm se isključuje pritiskom određenih tipki, a svjetlo se gasi tek nakon što je kvar otklonjen. To je slučaj kada pokazivanje prostornoga signala ovisi o ispravnosti ŽCP-a. Drugi je slučaj kada uključivanje ŽCP-a ovisi o pokazivanju prostornoga signala. U slučaju da je vlak koji vozi iz smjera Zagreba prema Rijeci na uključnoj točki K1



Slika 10. Prikaz releja HaSB1 i HaSB2 unutar relejne grupe ovisnosti APB-ŽCP

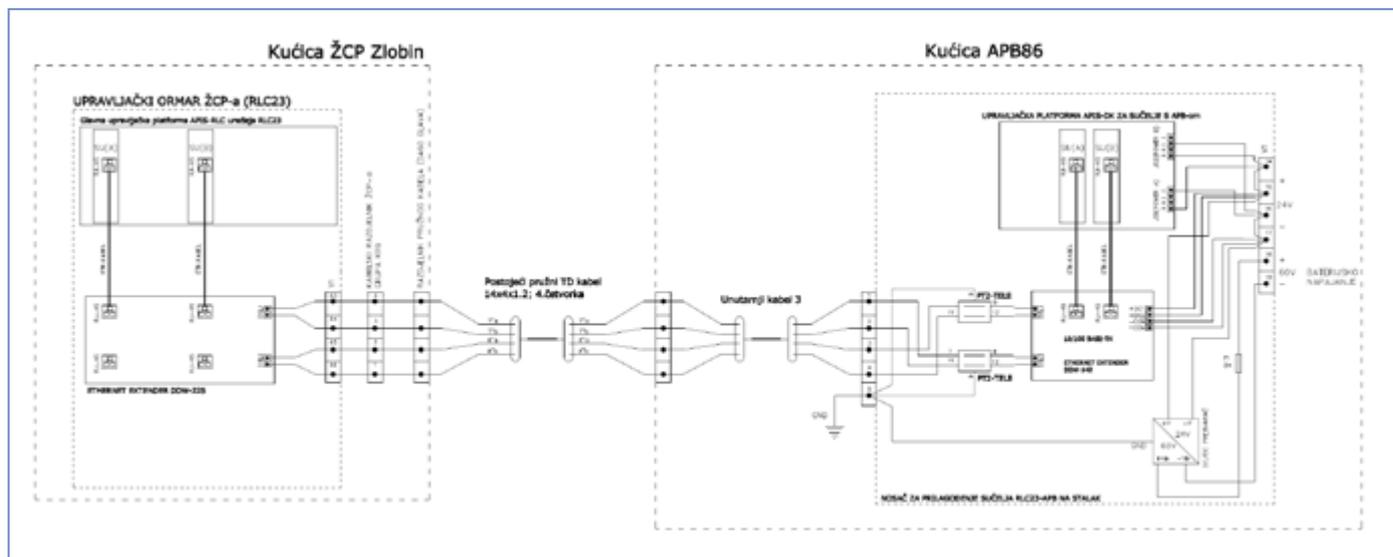
uređaj za osiguranje prijelaza uključuje se ako je prostorni signal na „slobodno“ (zeleno) ili „slobodno, očekuj stoj“ (žuto). Po prelasku preko uključne točke zauzima se brojački odsjek A1. Za taj prijelaz počinje predzvonjenje u trajanju 15 sekundi i spuštaju se motke polubranika. S obzirom na to da signal 862 signalizira dopuštenu vožnju, vlak prolazi pokraj njega, gazi preko dodatne uključne točke K4 i zauzima odsjek A2. U toj situaciji prelazak preko dodatne uključne točke nema utjecaja, osim što potvrđuje uključenje i time se vrijeme automatskoga isključenja *resetira*. Vlak nakon prelaska uključne točke mora u određenome vremenu (< 4 min) prijeći preko prijelaza, inače se on automatski isključuje. Prelaskom preko prijelaza vlak zauzima brojački odsjek B i tek nakon što posljednja osovina napusti brojački odsjek B, odnosno prijeđe isključnu točku K31, uređaj se isključuje. Daljnjim prelaskom preko uključne točke K2 nema nikakvih drugih utjecaja na uređaj. Nakon prelaska posljednje osovine preko uključne točke K2 uređaj za osiguranje prijelaza vraća se u osnovno stanje.

U slučaju kada je prostorni signal na „stoj“, zbog toga što nije oslobođen prostorni odsjek koji štiti, događa se situacija opisana u nastavku. Vlak svojim prelaskom preko uključne točke K1 zauzima brojački odsjek A1. Uređaj za osiguranje prijelaza se ne uključuje, nego pamti uključenje, a uključenje nastupa nakon što se promjene uvjeti za prelazak signala 862 na pojam dopuštene vožnje. Signal još uvijek ne pokazuje signal dopuštene vožnje jer se vlak nalazi preblizu prijelazu i ne stigne se obaviti predzvonjenje i spuštavanje motki polubranika. Kada se ostvare uvjeti, počinje uključenje (predzvonjenje i procedura spuštavanja motki), a signal se postavlja na pojam „slobodno“ pet sekundi nakon

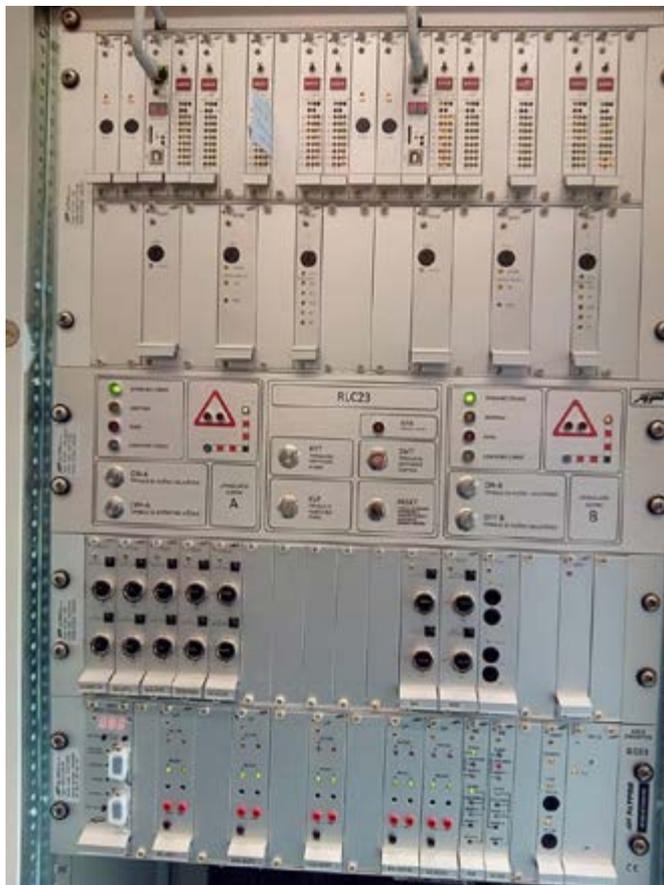
što se uređaj ŽCP-a uključio. Taj slučaj kada se uređaj ne uključuje odmah, već se pamti uključenje, događa se zato što bi vrijeme automatskoga isključenja od četiri minute isteklo i uređaj bi se automatski isključio kada bi se uređaj uključio, a signal 862 pokazivao zabranjenu vožnju. Službena osoba koja upravlja vlakom ne bi znala stiže li na uključen prijelaz ili na automatski isključen prijelaz.

Na temelju toga može se zaključiti to da uključenje uređaja ŽCP-a ovisi o pokazivanju signalnoga pojma na signalu 862. Ako vlak mora proći pokraj signala 862 koji signalizira zabranjenu vožnju, prijelaz će se uključiti na dodatnome uključnom kontaktu K4. Također postoji iznimka kada je APB uređaj za osiguranje postavljen na APB SS. To znači da su svi signali postavljeni na „stoj“. Prijelaz se uključuje na K1 ili K2 ovisno o smjeru i isključuje na K31 ili K32 te nema nikakve ovisnosti sa signalnim pojmovima. Vlakovi bez obzira na stanje ispravnosti prijelaza voze kao da je kvar i na uređaju APB-a i na prijelazu te su dužni zaustaviti se na prijelazu.

Kako je zapravo izvedena fizička veza između uređaja ŽCP-a i relejne grupe ovisnosti APB-ŽCP? S relejne grupe ovisnosti APB-ŽCP [6] mikroprocesorskoj jedinici prenose se stanja releja BI, BIGr, GB, ErlH1, ErlH2 i FtM. Iz njihovih se stanja dobivaju informacije o stanju blok-releja, o osnovnome stanju, o stanju zauzetosti sljedećega odsjeka, o postavljenome smjeru i signalnome pojmu dopuštene vožnje. Iz relejne blok-grupe uzimaju se stanja releja GBM i HaM. Oni daju informacije o zauzetosti vlastitoga odsjeka i signalnome pojmu zabranjene vožnje. Na temelju tih podataka procesorska jedinica ŽCP-a odlučuje kada može osigurati uvjete da se releji HaSB1

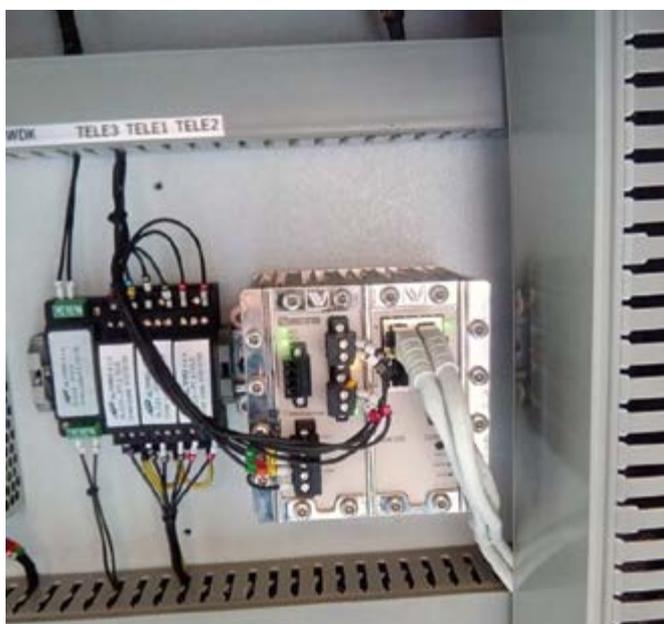


Slika 11. Prikaz veze između APB-a 86 i ŽCP-a Zlobin [7]



Slika 12. Upravljački ormar ŽCP-a RLC23

i HaSB11 ponovno postave te omogući postavljanje signala za dopuštenu vožnju. Releji HaM prenosi stanje na signalu 862 kako bi prijelaz znao treba li se odmah uključiti ili čeka promjenu signalnoga pojma na „slobodno“. Isto tako releji FtM iz grupe ovisnosti



Slika 13. Ethernet ekstender na upravljačkome ormaru RLC23 uređaja

daje stanje signala 862. Dakle, te dvije informacije utječu na stanje aktivnosti uključnih točaka. Releji ErlH1 i ErlH2 pružaju informaciju o postavljenome smjeru i na temelju njih prijelaz aktivira uključne točke za jedan ili drugi smjer. Ako to ne bi bio slučaj, vlak bi svojim prelaskom preko uključne točke za drugi smjer ponovno uključio prijelaz, iako ga je već prošao. Na taj bi se način bezrazložno ometao cestovni promet. Podatak s releja GBM koristi se za to da prijelaz ne ode u automatsko isključenje nakon četiri minute, a vlak se i dalje nalazi na pružnome odsjeku. BIGr prenosi informaciju o osnovnome stanju APB uređaja i u slučaju kvara na APB-u omogućuje aktiviranje prijelaza preko bilo koje uključne točke.

Kao što je već navedeno, između APB-a 86 i uređaja ŽCP-a Zlobin potrebno je izmjenjivati veći broj informacija. Kako se za svaku informaciju ne bi koristila zasebna parica kabela, koristi se *ethernet* serijska komunikacija. Sučelje sadrži *ethernet* ekstendere povezane na glavnu upravljačku platformu APIS-RLC uređaja RLC23. Komunikacijskim TD kabelom 14 x 4 x 1,2 (4.čtvorka) povezani su *ethernet* ekstenderi u kućicama ŽCP-a i APB-a (slika 11). Na slici 12. je prikazan upravljački ormar ŽCP-a RLC23.

Na vrhu upravljačkoga ormara nalazi se glavna upravljačka platforma APIS-RLC s modulima SU(A) i SU(B). Na njima se nalaze RJ45 konektori za priključak *ethernet* kabela. Ispod upravljačkoga ormara nalazi se *ethernet* ekstender za prijenos informacija prema blokovnoj kućici (slika 13.).

Mikroprocesorska platforma APIS-DK u APB kućici komunicira s glavnom mikroprocesorskom platformom APIS-RLC u kućici ŽCP-a preko *ethernet* mreže ostvarene na potrebnoj udaljenosti uz pomoć konvertera Ethernet/SHDSL i četiri linije pružnoga TD kabela. Zbog veće raspoloživosti koriste se dvije dvožične DSL linije pa je u slučaju prekida jedne od četiri žice ovisnost s APB-om još uvijek u funkciji. Preko kabela-glave DA60 i odvodnika prenapona informacija stiže do ekstendera u blokovnoj kućici.

Ekstender je *ethernet* kabelom povezan s upravljačkom platformom APIS DK za sučelje s APB-om. Na lijevoj strani slike 14. vidi se APIS-DK modul za sučelje s APB-om. Na lijevoj strani nalaze se DC/DC pretvarač 60/24V i *Ethernet* ekstender.

APIS-DK sučelje povezano je s APB-om kako bi mogao preuzimati informacije i prenositi ih. Stanje pojedinih releja daje određene informacije mikroprocesorskoj jedinici APIS-RLC kako bi mogla ispravno upravljati radom uređaja ŽCP-a.



Slika 14. Upravljačka platforma APIS DK za sučelje s APB-om

5. Analiza sigurnosti sučelja ŽCP-APB

U prethodnome dijelu prikazano je kako je izvedeno sučelje ŽCP-APB. Autor članka proveo je analizu sigurnosti toga sučelja tako što je analizirao otkazivanje svih elemenata sučelja koji sudjeluju u komunikaciji. Analiza je obuhvaćala mogućnost otkazivanja svih releja relejne grupe ovisnosti APB-ŽCP koji sudjeluju u prenošenju informacija, odnosno postavljanja signala APB, otkazivanja releja KVA i KVB u uređaju ŽCP-a, otkazivanje elemenata serijske komunikacije, prekide pojedinih komunikacijskih vodiča, nestanke napajanja uređaja APB-ova i ŽCP-ova.

Rezultati analize pokazuju da posljedice kvarova pojedinih elemenata koji sudjeluju u komunikaciji između APB-a i ŽCP-a ne utječu na smanjenje razine sigurnosti tijekom željezničkog prometa. U slučaju kvara i ŽCP i APB prelaze u sigurnije stanje postavljanjem prostornoga signala 862 na signalni pojam „stoj“. U slučaju nestanka napajanja na APB-u signali ostaju isključeni, što označava signalni pojam „stoj“.

Prilikom potpunoga nestanka napajanja na ŽCP-u polubranici se inercijski spuštaju i osiguravaju prijelaz do otklanjanja kvara. Svi ti razmatrani slučajevi kvarova malo su vjerojatni. Može se zaključiti i to da su sustavi redundantni. Napajanje APB-a je dvostruko. Može biti izvedeno iz jednoga ili drugoga susjednoga kolodvora.

Rezervno napajanje izvedeno je uz pomoć baterija. Slično je izvedeno napajanje ŽCP-a. Komunikacija je također izvedena redundantno dvjema ADSL linijama. Na temelju svega navedenog može se zaključiti to da je to sučelje izvedeno na sigurnosnim principima i da nema negativnoga utjecaja na sigurnost prometa.

6. Zaključak

Nove tehnologije dolaze i postupno potiskuju zastarjele. Sigurno je da će biti neophodan razvoj sučelja koja će omogućavati istodoban rad novih i starih uređaja. U radu je prikazan pozitivan primjer sučelja dviju tehnologija koje paralelno rade na zadovoljavajući

način. Analiza sigurnosti pokazala je to da uređaji i veza među njima imaju dovoljno zalihosti da bi zadovoljili sve sigurnosne zahtjeve. Budućnost će sigurno postaviti nove izazove za povezivanje tehnologija različitih generacija.

Literatura:

- [1] ERA European Railway Agency (www.era.europa.eu/)
- [2] RH5 Pravilnik o načinu i uvjetima za sigurno odvijanje i upravljanje željezničkim prometom, NN 107/16
- [3] Korisnička dokumentacija ALTPRO: Signalno-sigurnosni uređaji i aplikacije
- [4] Toš, Z.: Signalizacija u željezničkom prometu, FPZ Zagreb, 2013.
- [5] Pravilnik o signalima, signalnim znakovima i signalnim oznakama u željezničkom prometu RH-1, NN 94/15
- [6] Relejna grupa zavisnosti APB/Cpr br: 465-423-900
- [7] Bogunović, A.: Izvedeno stanje-Osiguranje ŽCP-a Zlobin u km 578+274, elektrotehnički projekt, siječanj 2015.

UDK: 656.25; 625.16

Adresa autora:

Dalibor Matanić, mag. ing. el., univ. spec. el.

HŽ Infrastruktura d.o.o.

dalibor.matanic@hzinfra.hr

SAŽETAK

SUČELJE IZMEĐU RELEJNOGA AUTOMATSKOG PRUŽNOG BLOKA I ELEKTRONIČKOGA ŽELJEZNIČKO-CESTOVNOG PRIJELAZA

U Republici Hrvatskoj se u posljednje vrijeme za osiguranje kolodvora, otvorene pruge i željezničko-cestovnih prijelaza uglavnom ugrađuju elektronički uređaji. Istodobno je na željezničkoj mreži u funkciji velik broj relejnih uređaja. Kako bi se uskladio rad između uređaja različitih tehnologija na osiguranju prometa, potrebno je dizajnirati i koristiti nova sučelja. U sklopu rada prikazan je primjer korištenja sučelja za povezivanje elektroničkoga uređaja za osiguranje željezničko-cestovnoga prijelaza (ŽCP) i relejnoga uređaja automatskoga pružnog bloka (APB) za osiguranje otvorene pruge.

SUMMARY

INTERFACE BETWEEN A RELAY AUTOMATIC BLOCK AND AN ELECTRONIC LEVEL CROSSING

Recently, it is mainly electronic devices which are installed in the Republic of Croatia for the purposes of securing stations, open lines and level crossings. At the same time, a great number of relay devices is in operation on the railway network. In order to harmonize the operation of devices for securing traffic belonging to different technologies, it is necessary to design and use new interfaces. The paper presents an example of using an interface to connect an electronic device for securing a level crossing (LC) and a relay automatic block device (AB) device for securing an open line.

Novi proizvodi u Hrvatskoj

Skretnički pragovi

Specijalni prag FS 150

betonski pragovi visine 15 cm,
koji mogu zamijeniti drveni
kolosiječni prag bez obnove
čitave dionice



Pretvorite podatke u poslovne prilike

Kao vodeći svjetski SAP integrator, pomažemo kompanijama da iskoriste sve prednosti SAP tehnologije i vode svoje poslovanje u stvarnom vremenu.

Uz cjelovitu ponudu SAP usluga, raspolažemo velikim kapacitetima za cloud rješenja, namjenske HANA poslužitelje i upravljanje operacijama i aplikacijama.

Posjetite atos.net/hr i saznajte kako vam možemo pomoći ostvariti puni potencijal poslovanja.

Krunoslav Cazin, mag. ing. el., univ. spec. el.

SINKRONIZACIJA SDH MREŽE HŽ INFRASTRUKTURE d.o.o.

1. Uvod

Razvoj javnih i funkcionalnih telekomunikacijskih mreža tekao je od analognih mreža prema digitalnima. S porastom važnosti digitalnih mreža kroz njih su se, osim govora, sve više prenosili i digitalni podaci te su tako nastale prve integrirane mreže bazirane na pleziokronoj digitalnoj hijerarhiji (*Plesiochronous Digital Hierarchy* – PDH). S obzirom na to da je unutar integriranih mreža sve više prevladavala potreba za prijenosom podataka, PDH više nije mogao zadovoljiti potrebe operatora, što je na kraju dovelo do pojave sinkrone digitalne hijerarhije (*Synchronous Digital Hierarchy* – SDH). SDH jest transportni sloj koji se u područjima tradicionalnih arhitektura i tehnologija modernih javnih telekomunikacijskih mreža smatra ključnom tehnologijom. To je univerzalna tehnologija za prijenos i multipleksiranje raznih servisa. Mreža temeljena na SDH-u fleksibilna je, otporna na pogreške i velike pouzdanosti. Da bi SDH mreža funkcionirala ispravno i bez smetnji, ona zahtijeva kvalitetnu sinkronizaciju svih elemenata u mreži. Sinkronizacija SDH mreže vrlo je složena, a posljedica je njezine loše izvedbe gubitak informacija koji može biti izražen na različite načine:

- govor: moguća je pojava *clicka*, gubitka signalizacije, problema prilikom uspostave poziva ili prekida poziva u mobilnim i fiksnim mrežama
- faks: gubitak određenoga broja linija ili smanjenje propusnosti (produljenje vremena slanja)
- multimedija: „smrzavanje“ videosignala u određenome intervalu, a prilikom audioprijenosa moguća je pojava šuma
- digitalni podaci: gubitak podataka, što uzrokuje potrebu za njihovim ponovnim slanjem; također može doći do smanjenja propusnosti
- moguć je potpuni prekid prometa.

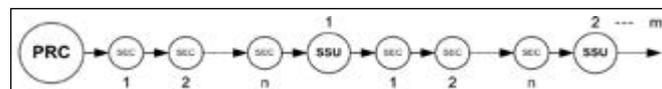
Svi ti problemi, uz još mnoge druge, posljedica su loše sinkronizacije mreže. Problemi mogu znatno rasti s rastom složenosti mreže. Upravo zbog svega navedenoga prilikom projektiranja SDH mreže posebnu pozornost treba pokloniti sinkronizaciji.

U sklopu modernizacije telekomunikacija u HŽ Infrastrukturi SDH prijenosni sustav odabran je za okosnicu prijenosne tehnologije. U nastavku prikazan je način na koji je riješena sinkronizacija SDH mreže HŽ Infrastruk-

ture. SDH mreža gradila se u etapama, pa je i sinkronizacija mreže prolazila kroz razne faze. Posljedice toga bile su promjene u konfiguraciji sinkronizacije mreže i određeni problemi u njezinoj sinkronizaciji.

2. Izvori sinkronizacijskoga signala

Zadatak je mrežne sinkronizacije distribucija referentnoga takta do svih mrežnih elemenata koji zahtijevaju sinkronizaciju. Distribucija sinkronizacijskoga signala prikazana je uz pomoć referentnoga sinkronizacijskog lanca (slika 2.1.).



Slika 2.1. Referentni sinkronizacijski lanac

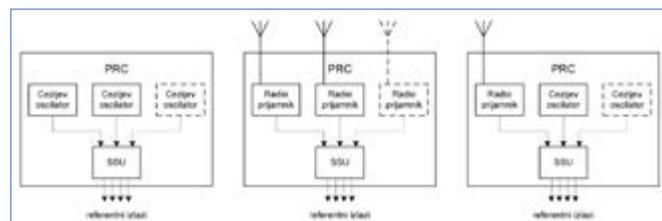
Kao što se može vidjeti na slici 2.1., postoje tri glavne razine, odnosno izvora sinkronizacijskoga signala: primarni referentni generator takta (*Primary Reference Clock* – PRC), jedinica za distribuciju sinkronizacijskoga signala (*Synchronisation Supply Unit* – SSU) i mrežni elementi koji sadrže vlastite izvore sinkronizacijskoga takta (*SDH Equipment Clock* – SEC).

Prva i najviša razina u hijerarhiji upravljanja sinkronizacijom jest primarni generator takta koji omogućuje dugoročnu stabilnost referentne frekvencije. U normalnome radu u određenome sinkronizacijskome području aktivan je samo jedan PRC, no zbog pouzdanosti svako sinkronizacijsko područje treba imati barem još jedan rezervni PRC koji preuzima upravljanje sinkronizacijom u slučaju ispada prvoga PRC-a. Prema preporuci G.703, na svojim izlazima PRC mora imati sučelja za 2048 kbit/s i signale od 2048 kHz.

Ovisno o izvedbi postoje dvije vrste PRC-a:

- samostalni PRC s jednim ili više (do tri) cezijeva oscilatora ugrađena u PRC
- radio-kontrolirani PRC koji koristi udaljene cezijeve oscilatore, koje se obično nalaze u satelitima GPS navigacijskoga sustava.

Osnovne konfiguracije PRC-a prikazane su na slici 2.2., dok su svojstva PRC-a navedena u tablici 2.1. HŽ Infrastruktura u svojoj SDH mreži koristi radio-kontrolirani PRC s prijemnicima GPS signala.



Slika 2.2. Konfiguracije PRC-a

Tablica 1.1. Svojstva PRC-a

Ulazna sučelja	
nema ih (samostalni PRC)	
radioprijemnik (zemaljski ili satelitski)	
Izlazna sučelja	
2048 kHz ITU-T G.703	
2048 kbit/s HDB3 kodirano ITU-T G.703	
Točnost slobodnog takta	
tipično $\pm 1 \times 10^{-11}$	
cezij: $\pm 1 \times 10^{-12}$	
GPS: $\pm 1 \times 10^{-13}$	

Druga i treća razina u hijerarhiji upravljanja sinkronizacijom jest SSU. Postoje dva specifična tipa SSU-a: tranzitni (više kvalitete, druga razina) i lokalni (niže kvalitete, treća razina). Zadaci SSU-a jesu:

- odabir referentnoga sinkronizacijskog signala (ako ih ima više)
- nadzor odabranoga (aktivnoga) referentnog signala i rezervnih referentnih signala
- zadržavanje kvalitete izlaza kada su svi referentni ulazi u kvaru, odnosno tada određenome dijelu sinkronizacijske mreže služi kao izvor referentnoga sinkronizacijskog signala
- filtriranje *jittera* i *wandera* akumuliranih u prijenosnome putu
- distribuiranje informacije o sinkronizaciji.

Obično SSU nije izravno povezan na promet kroz SDH mrežu, već mrežni elementi iz prometa izvlače sinkronizacijski signal i dostavljaju ga u SSU. Nakon što se odabere najbolji sinkronizacijski signal, on se unutar SSU-a regenerira i šalje dalje kroz mrežu kao referentni signal. U tablici 2.2. navedena su svojstva SSU-a.

Tablica 2.2. Svojstva SSU-a

Ulazna sučelja		
2048 kHz ITU-T G.703		
2048 kbit/s HDB3 kodirano ITU-T G.703		
Izlazna sučelja		
2048 kHz ITU-T G.703		
2048 kbit/s HDB3 kodirano ITU-T G.703		
Zadržavanje točnosti		
	tranzitni	lokalni
početni pomak	5×10^{-10}	10^{-9}
starenje po danu	2×10^{-10}	10^{-9}

Zadnja razina u sinkronizaciji mreže jest mrežni element SEC. Mrežni elementi imaju vlastite izvore sinkronizacijskoga takta koji čine četvrtu razinu u hijerarhiji upravljanja sinkronizacijom. On nije izravno povezan s ulaznim i izlaznim signalima mrežnoga elementa, već preko sučelja prometa ili specifičnoga sinkronizacijskog sučelja. U sinkroniziranome radu mrežnoga elementa njegov generator takta sinkronizira se na takt sinkronizacijskoga signala, odnosno što bliže frekvenciji sinkronizacijskoga signala. U slučaju kvara svih referentnih ulaza SEC može raditi kao izvor referentnoga sinkronizacijskog signala za dio mreže koji se nalazi iza njega. Svojstva SEC-a navedena su u tablici 2.3.

Tablica 2.3. Svojstva SEC-a

Ulazna sučelja	
T1, izveden iz SDH ITU-T G.707	
T2, izveden iz 2048 kHz ITU-T G.703	
T3, izveden iz 2048 kbit/s HDB3 kodirano ITU-T G.703	
Izlazna sučelja	
T4, vanjski referentni signali:	
2048 kHz ITU-T G.703	
2048 kbit/s HDB3 kodirano ITU-T G.703	
Točnost slobodnoga takta	
minimum $\pm 4,6 \times 10^{-6}$	
Zadržavanje točnosti	
početni pomak	5×10^{-8}
starenje po danu	10^{-8}
temperaturno starenje	$2 \times 10^{-6} / 10^{\circ}\text{C}$

3. Distribucija sinkronizacijskoga signala

ITU-T preporukom G.803 određen je maksimalan broj pojedinih elemenata u referentnome sinkronizacijskom lancu (slika 2.1.). U najgoremu slučaj broj mrežnih elemenata (SEC) između dvaju SSU-ova ograničen je na $n = 20$, dok maksimalan broj SSU-ova u sinkronizacijskome lancu ne smije biti veći od $m = 10$. Ukupni broj slijednih taktova (SEC i SSU) u sinkronizacijskome lancu ne smije prijeći 60. S obzirom na to da se prethodno navedeni brojevi odnose na najgori slučaj, u praksi se preporučuje da n iznosi maksimalno od 10 do 15.

U velikim se mrežama mogu pojaviti dugi lanci pomoćnih taktova. To dovodi do degradacije sinkronizacijskoga signala zbog:

- *jittera* i *wandera*
- šuma takta
- povećanja prekida u lancu, moguće odspojenosti velikoga dijela mreže od PRC-a.

Prethodno navedeni učinci mogu se izbjeći prilikom projektiranja sinkronizacije:

- ugradnjom pomoćnih, visokokvalitetnih izvora takta, koji mogu biti samostalni ili mogu biti integrirani u mrežne elemente, na određena mjesta u mreži
- kreiranjem podmreža s mrežnim elementima koji podržavaju kontrolirane mehanizme automatske rekonfiguracije bazirane na porukama o sinkronizacijskom statusu (*Synchronization Status Message – SSM*)
- koliko je to moguće, planiranjem sinkronizacije mreže tako da svaki mrežni element prima referentni signal iz barem dvaju izvora.

Danas se za distribuciju visokokvalitetnoga sinkronizacijskog signala do mrežnih elemenata koriste dvije metode te kombinacija tih dviju metoda:

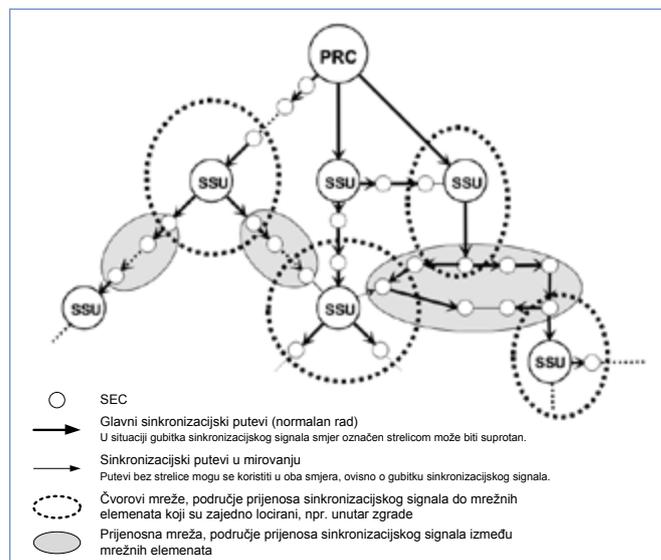
- tradicionalna *master-slave* metoda sinkronizacije mreže, koja koristi telekomunikacijsku mrežu za prijenos sinkronizacijske informacije od PRC-a do mrežnih elemenata
- metoda izravne distribucije sinkronizacijskoga signala, koja se temelji na radio-kontroliranoj distribuciji PRC signala do mrežnih elemenata. Izvor sinkronizacijskoga signala može biti zemaljski odašiljač ili, kako je to uobičajeno u praksi, GPS signal.

3.1. Master-slave metoda distribucije sinkronizacijskoga signala

PRC kao najviša hijerarhijska razina u sinkronizaciji mreže omogućuje distribuciju primarnoga referentnog signala do svih SSU-ova koji pripadaju drugoj hijerarhijskoj razini sinkronizacije. Svaki SSU nakon filtriranja primarnoga referentnog signala proslijeđuje odgovarajućoj podmreži ili više njih referentni sinkronizacijski signal, a može poslužiti i kao sekundarni izvor referentnoga signala za neki drugi SSU. Ako SSU izgubi sve dolazne referentne signale, prelazi u režim zadržavanja točnosti i služi kao izvor referentnoga signala podmrežama i SSU-ovima koji su spojeni na njega. Metoda *master-slave* distribucije prikazana je na slici 3.1.

Prednosti su te metode sljedeće:

- Svaki operator telekomunikacijske mreže može imati svoj PRC te tako imati kontrolu nad sinkronizacijom mreže.
- Medij za distribuciju sinkronizacijskoga signala dostupan je izgradnjom mreže i ne postoji opasnost od interferencije.



Slika 3.1. Master-slave metoda distribucije sinkronizacijskoga signala

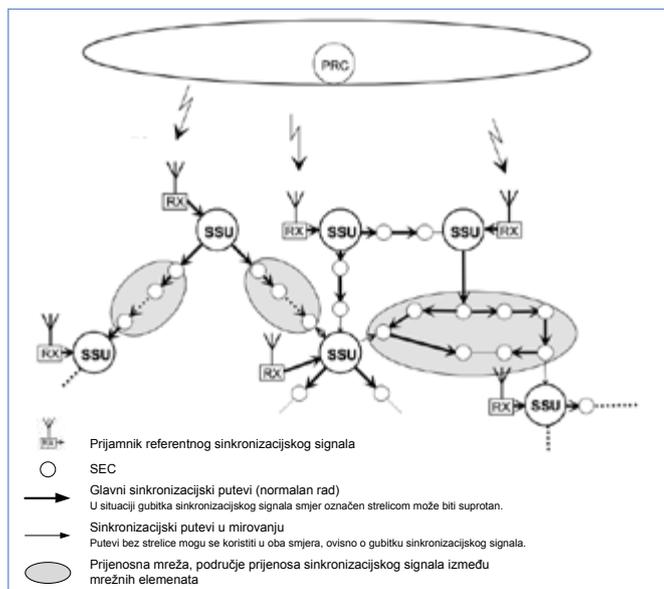
Nedostaci su te metode sljedeći:

- Sinkronizacijska je mreža vrlo složena, što za posljedicu ima dugačke sinkronizacijske lance.
- Kod planiranja mreže potrebna je velika stručnost kako bi se izbjegle sinkronizacijske petlje.
- Za distribuciju sinkronizacije potreban je prijenosni signal, odnosno na kraju puta mora biti moguće obnoviti signale zbog *jittera* i *wandera*.

3.2. Metoda izravne distribucije sinkronizacijskoga signala

Metoda izravne distribucije sinkronizacijskoga signala alternativa je *master-slave* metodi i omogućuje izravnu distribuciju informacije o referentnome sinkronizacijskom signalu do svakoga izvora takta u mreži. Ekonomski je isplativa samo radiodistribucijom signala (GPS signal) jer bi distribucija signala žičanom vezom zahtijevala novu mrežu i bila bi preskupa. Također nije ekonomski isplativo to da je svaki mrežni element opremljen prijarnikom GPS signala radi primanja informacije o referentnome sinkronizacijskom signalu. Tu informaciju prima samo SSU, a informacija na nižu hijerarhijsku razinu (prema SEC-u) prenosi se kao kod *master-slave* metode.

Na slici 3.2. prikazana je distribucija sinkronizacijskoga signala bazirana na GPS-u. GPS sustav predstavlja PRC, a *master-slave* distribucijski lanac do SSU-a zamijenjen je satelitskim signalom. Prijamnik procesira GPS signal i iz njega izvlači referentni signal za SSU. Distribucija sinkronizacijskoga signala nakon SSU-a istovjetna je *master-slave* metodi.



Slika 3.2. Izravna distribucija sinkronizacijskoga signala

Prednosti su te metode sljedeće:

- Referentni sinkronizacijski signal dostupan je širom svijeta.
- Ne postoji opasnost od formiranja sinkronizacijskih petlji.
- *Jitter* i *wander* zanemarivi su i mogu biti filtrirani u GPS prijammiku i/ili SSU-u.
- Planiranje je mreže jednostavnije.

Nedostaci su te metode sljedeći:

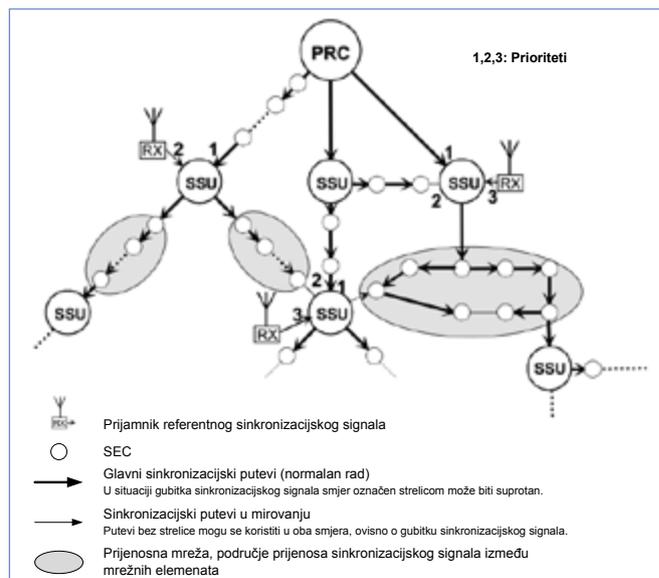
- Ovisna je o operatoru (vlasniku) GPS sustava. Iako ne postoje ugovori o korištenju sustava, signal je međunarodno dostupan svim korisnicima bez naknade, a vlasnik (*The U.S. Department of Defense – DOD*) uvijek može blokirati signal u dijelu svijeta prema svojim (uglavnom vojnim) potrebama.
- Zahtijeva prijammike i antene.
- Postoji rizik od interferencije, npr. s mobilnim mrežama ili televizijskim sustavima.
- Ovisna je o vremenskim uvjetima (grmljavina, kiša itd.).

3.3. Mješovita metoda distribucije sinkronizacijskoga signala

U mješovitoj su metodi distribucije sinkronizacijskoga signala prednosti prethodnih dviju metoda kombinirane te se povećava raspoloživost referentnoga sinkronizacijskog signala u svim dijelovima sinkronizirane mreže. To se postiže tako da se GPS prijammici instaliraju u ona mrežna čvorišta (SSU) do kojih nije moguće

osigurati rezervne referentne sinkronizacijske signale ili pak u mrežna čvorišta za koja operator procijeni da ima potrebe (slika 3.3.).

Kombiniranjem prethodnih dviju metoda kombiniraju se njihove prednosti i nedostaci.



Slika 3.5. Mješovita distribucija sinkronizacijskoga signala

3.4. SSM poruke

Budući da je SDH transmisijski sustav predviđen za sinkroni rad, svaki mrežni element mora znati kvalitetu sinkronizacijskih signala na svojim ulazima. Na temelju informacije o kvaliteti i postavljenim prioritetima u samome mrežnom elementu, mrežni element odabire sinkronizacijski signal najveće kvalitete i najvećega prioriteta kao referentni sinkronizacijski signal.

Da bi to bilo moguće, arhitektura sinkronizirane mreže mora biti takva da se, ne samo u normalnim radnim uvjetima, već i u uvjetima raznih nepravilnosti, omogući to da svaki mrežni element prima informaciju o referentnome sinkronizacijskom signalu iz izvora koji je najmanje na istoj hijerarhijskoj razini. Na taj se način izbjegava sinkronizacijska petlja koja može izazvati nestabilnost sinkronizacije u mreži. Za prijenos informacije o referentnome sinkronizacijskom signalu koristi se bajt S1, koji se nalazi u zaglavlju SDH signala. Ta se informacija nalazi u bitovima 5, 6, 7 i 8 koji pripadaju bajtu S1 i on se naziva porukom o sinkronizacijskome statusu ili SSM poruka. Razine kvalitete definirane su u tablici 3.1.

Ako mrežni element prima više istih informacija o kvaliteti sinkronizacijskoga signala, redosljed se korištenja određuje prioritetima. Ako se neki signal ne želi koristiti, na njegov se ulaz postavlja oznaka da se ne koristi za sinkronizaciju (*Do Not Use – DNU*).

Tablica 3.1. Razine kvalitete sinkronizacijskoga signala

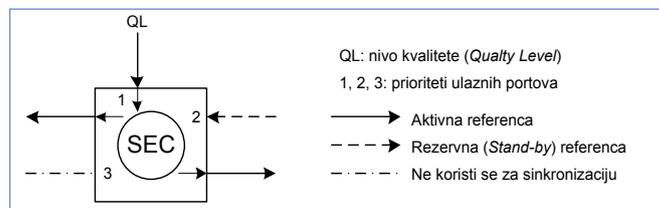
Bitovi 5, 6, 7 i 8	ITU-T preporuka	Razina kvalitete
0000	-	Nepoznat
0001	-	Rezervirano
0010	G.811	QL1
0011	-	Rezervirano
0100	G.812A	QL2
0101	-	Rezervirano
0110	-	Rezervirano
0111	-	Rezervirano
1000	G.812B	QL3
1001	-	Rezervirano
1010	-	Rezervirano
1011	G.813	QL4
1100	-	Rezervirano
1101	-	Rezervirano
1110	-	Rezervirano
1111	-	DNU (ne koristiti)

4. Restauracija sinkronizacijskoga signala i sinkronizacijske petlje

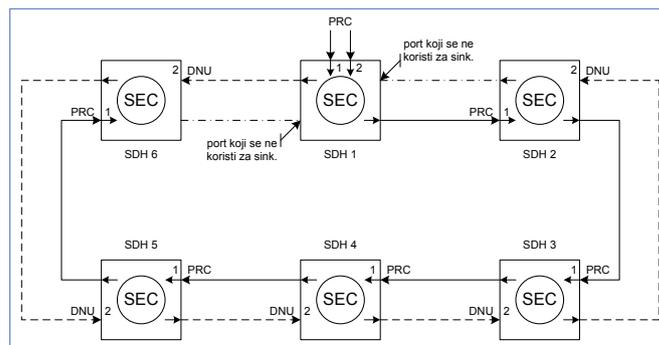
Tijekom rada određeni dio SDH mreže može ostati bez referentnoga sinkronizacijskog signala. U tome slučaju prvi SDH multipleksor u dijelu mreže koja je izgubila sinkronizaciju odabire idući izvor sinkronizacijskoga signala, koji ima najveću kvalitetu i prioritet, kao glavni izvor sinkronizacije za sebe i za dio mreže koji se nalazi iza njega. Nakon povratka referentni sinkronizacijski signal se restaurira, odnosno vraća se na početne postavke sinkronizacije.

Da bi se objasnili mehanizam restauracije sinkronizacijskoga signala uz pomoć SSM poruka i slučajevi kada se upravo zbog SSM poruka mogu pojaviti sinkronizacijske petlje, koristi se model. U modelu je SDH multipleksor, odnosno njegov izvor sinkronizacijskoga takta SEC, prikazan simbolom (slika 4.1.). I tokovi sinkronizacijskoga signala modela prikazani su simbolima kao na slici 4.1.

Na modelu prikazanome na slici 4.2. prstenasta mreža u normalnome radu koristi SSM poruke i prioritete na ulazima kako bi SDH multipleksor, odnosno SEC, mogao odabrati ulazni signal koji će koristiti kao referentni sinkronizacijski signal. Na slici 4.2. može se primijetiti to da se ulazi u SDH 1 iz smjera SDH 2 i SDH 6 ne koriste za sinkronizaciju kako bi se izbjegla pojava sinkronizacijske petlje.



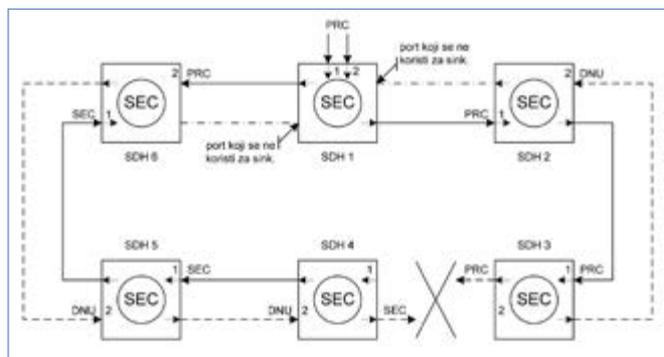
Slika 4.1. Model SEC izvora sinkronizacijskoga takta



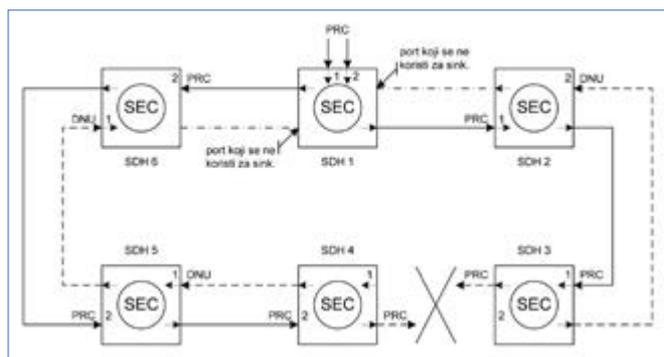
Slika 4.2. Model prstenaste mreže s protekcijom petlje u normalnome radu

Kao što je to prikazano na slici 4.2., SDH multipleksor SDH 1 preko svojih izlaza prosljeđuje referentni sinkronizacijski signal PRC kvalitete s ulaza prioriteta 1 dalje unutar prstenaste mreže. Budući da ostali SDH multipleksori primaju sinkronizacijski signal PRC kvalitete na svim svojim ulazima, oni na temelju prioriteta odabiru koji će ulaz koristiti za sinkronizaciju, a na sve ostale postavljaju oznaku DNU. Nakon što uz pomoć SSM poruka i prioriteta svaki SDH multipleksor odabere ulaz s kojeg prima referentni sinkronizacijski signal, uspostavlja se tok sinkronizacijskoga signala SDH 1 → SDH 2 → SDH 3 → SDH 4 → SDH 5 → SDH 6.

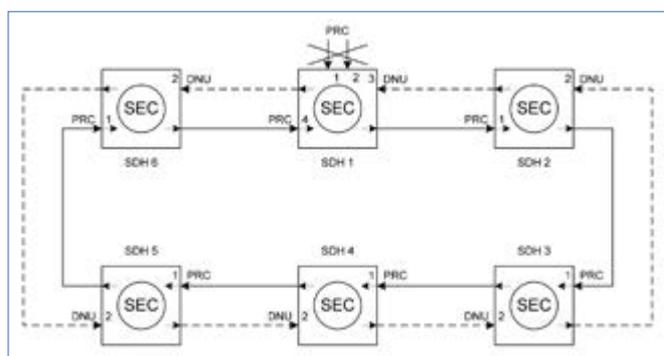
Početak restauracije sinkronizacijskoga signala nakon prekida između čvorišta SDH 3 i SDH 4 prikazan je na slici 4.3., a završetak na slici 4.4. Kao što je vidljivo na slici 4.3., prilikom prekida čvorište SDH 3 prema čvorištu SDH 4 i dalje šalje sinkronizacijski signal PRC kvalitete. Čvorište SDH 4 na izlaze šalje sinkronizacijski signal SEC kvalitete te se uspostavlja tok SDH 4 → SDH 5 → SDH 6. S obzirom na to da na ulaz s prioritetom 1 čvorište SDH 6 prima sinkronizacijski signal SEC kvalitete, aktivira se ulaz s prioritetom 2 na koji stiže sinkronizacijski signal PRC kvalitete. Nakon što je na ulazu s prioritetom 2 čvorište SDH 6 primilo sinkronizacijski signal PRC kvalitete, ono poruke iste kvalitete šalje na svoje izlaze. Nakon toga čvorišta SDH 5 i SDH 4 aktiviraju ulaze s prioritetom 2 jer na njima imaju sinkronizacijske signale više kvalitete u odnosu na ulaze s prioritetom 1. Konačni tok referentnoga sinkronizacijskog signala prikazan je na slici 4.4., a sastoji se od dvaju dijelova: SDH 1 → SDH 2 → SDH 3 i SDH 1 → SDH 6 → SDH 5 → SDH 4.



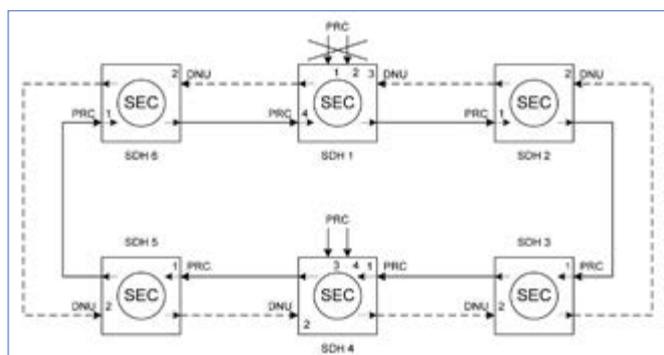
Slika 4.3. Model prstenaste mreže s protekcijom petlje – početak restauracije



Slika 4.4. Model prstenaste mreže s protekcijom petlje – kraj restauracije



Slika 4.5. Model prstenaste mreže bez protekcije petlje – jedan ulaz



Slika 4.6. Model prstenaste mreže bez protekcije petlje – dva ulaza

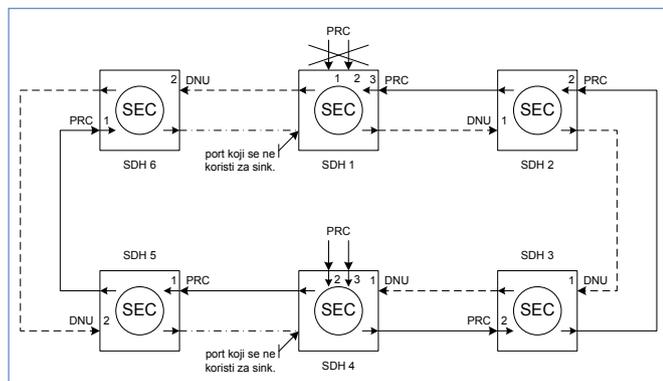
Na slikama 4.5. i 4.6. prikazani su modeli prstenaste mreže kod kojih prilikom određivanja tokova sinkronizacijskoga signala nije predviđena zaštita od pojave sinkronizacijske petlje. Model na slici 4.5. ima jedno čvorište koje je ulaz referentnoga sinkronizacijskoga signala u prsten, a model na slici 4.6. ima dva čvorišta koji su ulazi referentnoga sinkronizacijskoga signala u prsten.

Kada model prikazan na slici 4.5. izgubi vezu s izvorom referentnoga sinkronizacijskoga signala PRC kvalitete, pojavljuje se sinkronizacijska petlja jer nisu blokirani ulazi u čvorište SDH 1 s prioritetima 3 i 4. U normalnome radu čvorište SDH 1 odabire sinkronizacijski signal PRC kvalitete s ulaza s prioritetom 1 te se uspostavlja tok referentnoga sinkronizacijskoga signala SDH 1 → SDH 2 → SDH 3 → SDH 4 → SDH 5 → SDH 6. Nakon što izgubi signal na ulazima s prioritetima 1 i 2, aktivira ulaz s prioriteta 4 jer na njemu ima sinkronizacijski signal PRC kvalitete te se uspostavlja tok referentnoga sinkronizacijskoga signala SDH 1 → SDH 2 → SDH 3 → SDH 4 → SDH 5 → SDH 6 → SDH 1.

Kod modela prikazanog na slici 4.6. također se pojavljuje sinkronizacijska petlja. Iako postoje dva čvorišta koja služe kao ulaz referentnoga sinkronizacijskoga signala PRC kvalitete, zbog toga što ulazi referentnoga sinkronizacijskoga signala na čvorištu SDH 4 imaju prioritete 3 i 4, oni neće biti izabrani prilikom prekida veze na ulazima s prioritetima 1 i 2 čvorišta SDH 1 te se uspostavlja tok referentnoga sinkronizacijskoga signala SDH 1 → SDH 2 → SDH 3 → SDH 4 → SDH 5 → SDH 6 → SDH 1.

U ta se dva slučaja sinkronizacijska petlja pojavljuje upravo zbog korištenja SSM poruka. Kvalitetu sinkronizacijskoga signala SDH multipleksor raspoznaje isključivo na temelju SSM poruke koja dolazi s njim. U trenutku kada čvorište SDH 1 na ulazima s prioritetima 1 i 2 izgubi sinkronizacijski signal, ono automatski na ostalim ulazima traži sinkronizacijski signal koji ima SSM poruku najveće kvalitete i pronalazi ga na ulazu s prioritetom 4. SSM poruka te kvalitete postoji na tome ulazu jer je šalje čvorište SDH 6, koje ju je dobilo od čvorišta SDH 5 pa tako sve do čvorišta SDH 1, koji je nakon gubitka signala na ulazima s prioritetima 1 i 2 dobiva iz čvorišta SDH 6 i tako ukруг. Iz primjera prikazanih na slikama 4.5. i 4.6. može se vidjeti to kako pogreške prilikom planiranja sinkronizacije SDH mreže zajedno sa SSM porukama uzrokuju pojavu sinkronizacijske petlje.

Kraj restauracije sinkronizacije prstenaste SDH mreže s protekcijom sinkronizacijske petlje prikazan je na slici 4.7. Kao što se može vidjeti u odnosu na sliku 4.6., postoji razlika u konfiguraciji prstena. Čvorište SDH 1 ne može primiti sinkronizacijski signal od čvorišta SDH 6, a čvorište SDH 4 ne može primiti



Slika 4.7. Model prstenaste mreže s protekcije petlje – dva ulaza

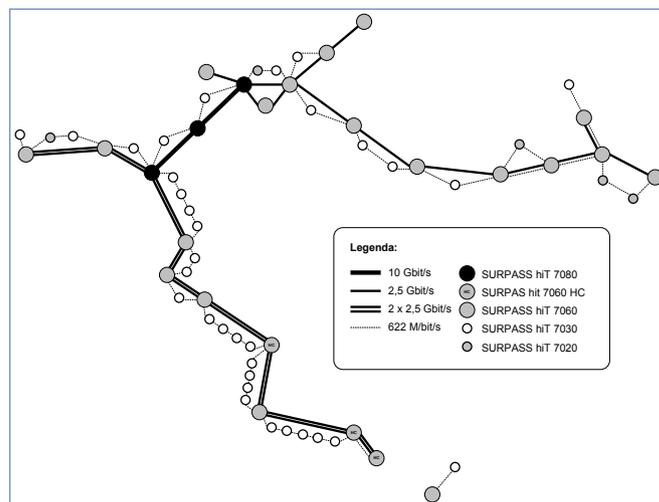
sinkronizacijski signal od čvorišta SDH 5. Također su ulazima referentnoga sinkronizacijskog signala na čvorištu SDH 4 dodijeljeni prioriteta 2 i 3. Kada čvorište SDH 1 na ulazima s prioritetima 1 i 2 izgubi referentni sinkronizacijski signal, ono će kroz svoje izlaze u prsten poslati sinkronizacijski signal SSM porukom o SEC kvaliteti. Kada ta poruka stigne do čvorišta SDH 4, ono će na temelju kvalitete i prioriteta odabrati referentni sinkronizacijski signal s ulaza prioriteta 2 te će na svoje izlaze poslati sinkronizacijski signal SSM porukom o PRC kvaliteti. Na kraju restauracije sinkronizacije uspostavljena su dva toka referentnoga sinkronizacijskog signala SDH 4 → SDH 3 → SDH 2 → SDH 1 i SDH 4 → SDH 5 → SDH 6.

Model prstenaste mreže na slici 4.7. prikazuje kako se uz pomoć pravilne konfiguracije tokova sinkronizacijskoga signala i SSM poruka može izbjeći pojava sinkronizacijskih petlji. Naravno, koliko se god pozornosti posveti konfiguriranju tokova sinkronizacijskih signala, to ne znači da ponekad pojedini dijelovi mreže neće ostati bez referentnoga sinkronizacijskog signala, no barem se može izbjeći pojava sinkronizacijskih petlji.

5. SDH mreža HŽ Infrastrukture d.o.o.

Topologija SDH mreže HŽ Infrastrukture slijedi topologiju mreže željezničkih pruga. S obzirom na to da se SDH mrežom povezuje relativno mali broj međusobno udaljenih korisnika u odnosu na javne telekomunikacijske mreže, u izgradnju SDH mreže trebalo je uložiti znatna sredstva. Posljedica takve topologije mreže jest njezina složena sinkronizacija. Na slici 5.1. prikazana je topologija SDH mreže HŽ Infrastrukture početkom 2014.

SDH mreža HŽ Infrastrukture sastavljena je od niza podatkovnih prstenova koji se nadovezuju i zvjezdasto šire od Zagreba. Najveći je nedostatak mreže postojanje samo jednoga fizičkog prstena, i to onoga oko Zagreba, jer s prekidom optičkoga kabela pojedini dijelovi mreže mogu ostati nepovezani do njegova popravka.



Slika 5.1. Topologija SDH mreže HŽ Infrastrukture početkom 2014.

Tijekom svojega razvoja mreža je prolazila od faze nesinkroniziranosti preko faze kada je sinkronizacijski E1 signal stizao iz Mađarske do sadašnjega stanja kada sinkronizaciju mreže osiguravaju tri SSU jedinice za distribuciju sinkronizacijskoga signala s prijateljima signala sustava globalnoga pozicioniranja (*Global Positioning System* – GPS).

Kao što se vidi na slici 5.1., na krajnjemu jugu postoje dva SDH multipleksora koja nisu povezana s ostatkom SDH mreže. To su SDH multipleksori u Pločama i Metkoviću.

S kupnjom dviju SSU jedinica s prijateljima GPS signala (treća jedinica kupljena je poslije) HŽ Infrastruktura dobila je dva izvora sinkronizacijskoga signala PRC kvalitete. U normalnome radu sinkronizacija SDH mreže trebala je teći po *master-slave* metodi iz SSU-a Zagreb. U slučaju kvara SSU-a Zagreb ili gubitka GPS signala mreža bi i dalje bila sinkronizirana *master-slave* metodom, ali iz SSU-a Knin. Prilikom prekida optičkoga kabela bilo gdje između Zagreba i Knina SDH mreža bila bi sinkronizirana metodom izravne distribucije sinkronizacijskoga signala. Tada bi dio mreže bio sinkroniziran iz SSU-a Zagreb, a dio iz SSU-a Knin.

U početku svoje eksploatacije SDH mreža služila je samo za međusobno povezivanje telefonskih centrala i udaljenih korisnika preko signala E1. S obzirom na to da su se unutar signala E1 prenosili isključivo govorni kanali koji su relativno robusni po pitanju nesinkroniziranosti, djelomično i zbog tadašnje organizacije HŽ Infrastrukture, nisu primjećivani problemi u sinkroniziranosti SDH mreže. S promjenom organizacije unutar HŽ Infrastrukture formirana je jedna služba za područje cijele Hrvatske koja brine, među ostalim, i o SDH mreži te sve većem broju servisa na bazi IP protokola koji se prenose SDH mrežom. Uočeni su nedostaci u

konfiguraciji i sinkronizaciji mreže. Na temelju uočenih nedostataka pristupilo se analizi tadašnje konfiguracije sinkronizacije mreže kako bi se otklonili uočeni problemi i dali prijedlozi za buduća proširenja SDH mreže.

6. Analiza sinkronizacije SDH mreže HŽ Infrastrukture d.o.o.

Prilikom analize postavki sinkronizacije SDH mreže u HŽ Infrastrukturi posebna pozornost dana je restauraciji sinkronizacijskoga signala u slučaju prekida pojedinih veza (tokova sinkronizacijskoga signala), mogućoj pojavi sinkronizacijskih petlji te broju koraka u kojemu svaki pojedini SDH multipleksor dobiva referentni sinkronizacijski signal kako u normalnome radu tako prilikom prekida pojedinih veza.

Ako bi se prilikom simuliranja prekida pojedinih veza u nekome dijelu SDH mreže pojavile sinkronizacijske petlje, to bi značilo da postavke sinkronizacije u tome dijelu mreže nisu dobro konfigurirane.

Prekid pojedinih tokova sinkronizacijskoga signala simuliran je na dva načina:

- brisanjem reference iz tablice upravljanja sinkronizacijom pojedinoga SDH multipleksora
- promjenom kvalitete reference u tablici upravljanja sinkronizacijom pojedinog SDH multipleksora.

Analiza broja koraka rađena je na temelju teorije grafikona, uz pomoć matrice susjedstva i njezinih potencija. Čvorišta grafikona prikazuju elemente SDH mreže, SDH multipleksore i izvore sinkronizacijskoga signala (PRC ili SSU). Veze između čvorišta grafikona jesu sinkronizacijske veze. S obzirom na to da većina SDH multipleksora može primati referentni sinkronizacijski signal iz više smjerova, prilikom kreiranja matrice susjedstva uzimane su u obzir samo one sinkronizacijske veze koje imaju najveću kvalitetu i najviši prioritet. Sinkronizacijske veze među pojedinim elementima SDH mreže manje kvalitete i/ili nižega prioriteta uzimane se u obzir samo u slučaju kada je simuliran prekid veze veće kvalitete i višega prioriteta ili kada je ta veza označena kao ona koja se ne koristi. Što je broj kojim se označava kvaliteta i/ili prioritet veći, to je sinkronizacijska veza manje kvalitete i/ili nižega prioriteta.

Analizom je izračunan broj koraka u kojemu svaki pojedini SDH multipleksor prima sinkronizacijski signal od SSU-a. Također je naznačeno to od kojega SSU-a stiže signalizacijski signal. Aplikacija za izračun broja koraka napisana je u *Microsoft Accessu* te su matrice susjedstva prikazane kao tablice u bazi podataka. Matrica susjedstva, odnosno tablica, ima N redova i

stupaca, pri čemu je N ukupan broj SDH multipleksora koji sinkronizacijski signal primaju iz toga izvora uvećan za 1, odnosno za izvor sinkronizacijskoga signala. U slučaju više izvora sinkronizacijskoga signala unutar SDH mreže za svaki se izvor kreira posebna matrica susjedstva.

Razlika između početne konfiguracije sinkronizacije i konfiguracije nakon provedene analize te prednost predloženih konfiguracija prikazani su uz pomoć sljedećih vrijednosti:

- A_{max} – maksimalan broj koraka sinkronizacije
- $\sum A$ – ukupan broj koraka sinkronizacije jest zbroj koraka sinkronizacije svih SDH multipleksora koji sinkronizacijski signal primaju iz pojedinog SSU-a
- N – broj SDH multipleksora koje sinkronizira pojedini SSU
- $\bar{A} = (\sum A)/N$ – srednji broj koraka sinkronizacije.

6.1. Analiza početnih postavki sinkronizacije

Kao što je izneseno, nakon što su početni podaci uneseni u aplikaciju, dobiveni su rezultati koji su pokazivali to da svi SDH multipleksori sinkronizacijski signal PRC kvalitete dobivaju iz SSU-a Zagreb.

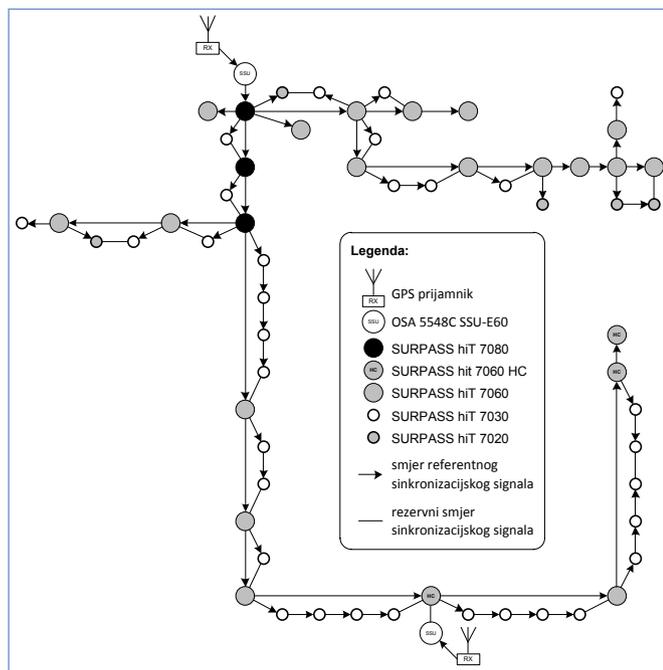
Izračunom koraka sinkronizacije dobivene su sljedeće vrijednosti koje su karakterizirale početnu konfiguraciju:

$$A_{max} = 11, \sum A = 365, N = 61, \bar{A} = 5,98$$

Na temelju dobivenih vrijednosti za početne postavke vidljivo je to da maksimalan broj koraka sinkronizacije iznosi jedanaest, što je u granicama propisanima ITU-T preporukom G.803. Iako je maksimalan broj koraka sinkronizacije u propisanim granicama, zbog krivih postavki sinkronizacije na SDH multipleksoru Knin sinkronizacija SDH mreže nije tekla onako kako je to bilo zamišljeno. Regeneracije sinkronizacijskoga signala nije bilo na SSU-u Knin. Tok referentnoga sinkronizacijskog signala početnih postavki prikazan je na slici 6.1.

Sljedeći korak analize bio je utvrditi hoće li prilikom kvara SSU-a u Zagrebu sinkronizaciju SDH mreže na sebe preuzeti SSU u Kninu. Također se željelo utvrditi preuzima li u slučaju prekida svjetlovodnoga kabela između Zagreba i Knina SSU Knin sinkronizaciju onog dijela SDH mreže koji je ostao odsječen od Zagreba.

Također se željelo utvrditi pojavljuju li se sinkronizacijske petlje na dijelovima SDH mreže na kojima postoje suprotni smjerovi referentnoga sinkronizacijskog signala i ako se pojavljuju, pod kojim uvjetima. Od Zagreba do Knina SDH mreža sastoji se od šest



Slika 6.1. Početne postavke sinkronizacije

podatkovnih prstena koji se nadovezuju. Prilikom analize u svakome je prstenu simuliran gubitak referentnoga sinkronizacijskog signala, a nakon toga provedeni su analiza tokova sinkronizacijskoga signala po završetku njegove restauracije te izračun brojeva koraka sinkronizacije. Rezultati analize su zabrinjavajući. Utvrđeno je da se na dijelu SDH mreže gdje postoje suprotni smjerovi referentnoga sinkronizacijskog signala pojavljuju sinkronizacijske petlje. Do toga je dolazilo bez obzira na to u kojemu je podatkovnome prstenu između Zagreba i Knina simuliran gubitak referentnoga sinkronizacijskog signala. Posljedica toga problema bila je ta da SSU Knin ne preuzima sinkronizaciju dijela SDH mreže koja je izgubila referentni sinkronizacijski signal iz SSU-a Zagreb. Jedini slučaj kada je SSU Knin preuzeo sinkronizaciju dijela SDH mreže bio je onda kada je simuliran gubitak referentnoga sinkronizacijskog signala na SDH multipleksoru u Kninu. U tome slučaju SSU Knin preuzeo je na sebe sinkronizaciju dijela SDH mreže između Knina i Splita. Jedino je u tome slučaju sinkronizacija mreže radila ispravno i donekle onako kako je to zamišljeno, po metodi izravne distribucije sinkronizacijskoga signala. Izračun proveden aplikacijom za taj slučaj dao je sljedeće vrijednosti:

SSU Zagreb:

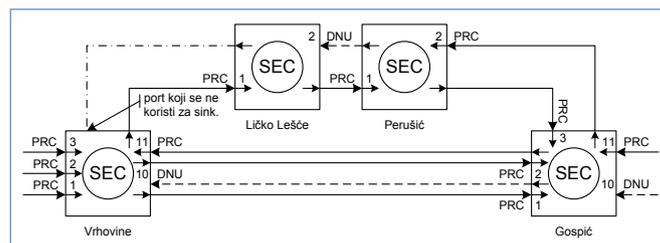
$$A_{max} = 10, \sum A = 242, N = 48, \bar{A} = 5,04$$

SSU Knin:

$$A_{max} = 5, \sum A = 45, N = 13, \bar{A} = 3,46$$

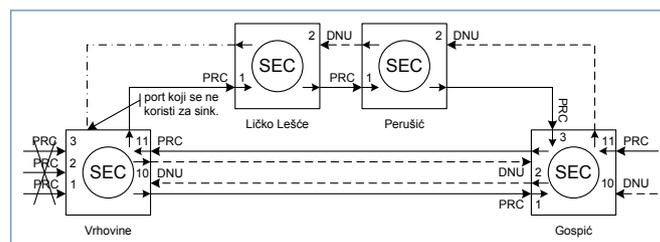
Podatkovni prsten između Vrhovina i Gospića poslužio je za grafički prikaz toka referentnoga signala

u normalnome radu i nakon restauracije sinkronizacijskoga signala prilikom simuliranja gubitka referentnoga sinkronizacijskog signala. Na slici 6.2. vidljiv je tok referentnoga sinkronizacijskog signala u normalnome radu. Između Vrhovina i Gospića postoje dva linka kapaciteta STM-16 (*Synchronous Transport Module – STM*) i na oba je bio dopušten tok sinkronizacijskoga signala u oba smjera. Isti slučaj bio je na svim podatkovnim prstenima na relaciji Zagreb – Knin i na ostalim dijelovima SDH mreže gdje postoje dva linka kapaciteta STM-16 kao veza između dvaju SDH multipleksora. Sporedni su linkovi kapaciteta STM-4 i na njima je obostrani tok sinkronizacijskoga signala dopušten samo na jednome kraju podatkovnoga prstena.



Slika 6.2. Tok sinkronizacijskoga signala tijekom normalnoga rada – početna konfiguracija

Simuliranjem gubitka referentnoga sinkronizacijskog signala uspostavljen je novi tok sinkronizacijskoga signala prikazan na slici 6.3., na kojoj se vidi da je SDH multipleksor Vrhovina kao novi izvor referentnoga sinkronizacijskog signala odabrao sinkronizacijsku referencu s prioritetom 11 te da se pojavila sinkronizacijska petlja Gospić → Vrhovina → Gospić.



Slika 6.3. Završetak restauracije toka sinkronizacijskoga signala – početna konfiguracija

Osim tih problema uočeni su još neki manji nedostaci u konfiguraciji pojedinih SDH multipleksora koji su se uglavnom svodili na nepostojanje zaštitnoga puta sinkronizacijskoga signala, odnosno sinkronizacijski signal mogao se primati samo iz jednoga smjera.

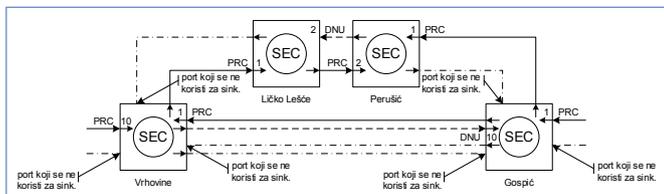
6.2. Otklanjanje uočenih nedostataka

Analizom je utvrđeno postojanje dvaju velikih nedostataka početnih postavki sinkronizacije SDH mreže u HŽ Infrastrukturi. Prvi je nedostatak pojava sinkronizacijskih petlji unutar svih podatkovnih prstena koji se

nalaze između SDH multipleksora Zagreb GK i Knin. Drugi je nedostatak logična posljedica prvoga: u slučaju kvara SSU-a Knin SSU Zagreb na sebe ne preuzima sinkronizaciju SDH mreže, osim u slučaju prekida optičkoga kabela između SDH multipleksora Pađene i Knin. Oba nedostatka proizlaze iz krivo konfiguriranih postavki sinkronizacije pojedinih SDH multipleksora. Neki se nedostaci mogu otkloniti na jednostavan način, dok je za rješavanje drugih poput pojave sinkronizacijskih petlji i nemogućnosti sinkroniziranja cijele SDH mreže iz SSU-a Knin potrebno poštovati određena pravila.

Poštujući pravila prikazana na slici 4.7. pristupilo se promjeni konfiguracije sinkronizacije cjelokupne SDH mreže, a posebna je pozornost posvećena tokovima referentnoga sinkronizacijskog signala u podatkovnim prstenovima između Zagreba i Knina. Sinkronizacija mreže konfigurirana je po metodi izravne distribucije sinkronizacijskoga signala tako da dio mreže sinkronizaciju dobiva iz SSU-a Zagreb, a dio iz SSU-a Knin. U slučaju kvara jednoga od njih ili gubitka GPS signala mreža bi prešla u *master-slave* način rada, a SSU, koji bi radio ispravno, sinkronizirao bi cijelu mrežu.

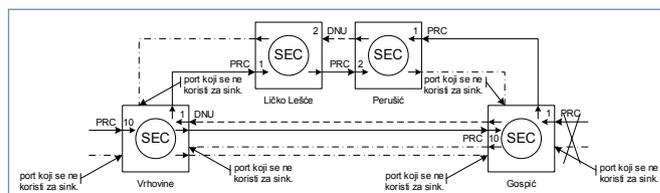
Podatkovni prsten između Vrhovina i Gospića poslužit će za grafički prikaz toka referentnoga sinkronizacijskog signala u normalnome radu i nakon restauracije sinkronizacijskoga signala, a nakon promjene konfiguracije mreže. Na slici 6.4. prikazan je tok referentnoga sinkronizacijskog signala u normalnome radu. Vidi se da na tome podatkovnom prstenu postoje dva smjera referentnoga sinkronizacijskog signala: Gospić → Vrhovine → Ličko Lešće i Gospić → Perušić. S obzirom na to da se referentni sinkronizacijski signal SDH mrežom HŽ Infrastrukture prenosi linkovima kapaciteta STM-16 ili STM-64, na slici 6.4. može se vidjeti to da je samo na jednome linku STM-16 dopušten njegov prijenos u oba smjera. Također je omogućen prijenos referentnoga sinkronizacijskog signala s linkova STM-16(STM-64) na linkove STM-4, ali ne i u obrnutome smjeru.



Slika 6.4. Tok referentnoga sinkronizacijskog signala u normalnome radu – nakon rekonfiguracije

Simuliranjem gubitka primarnoga referentnog sinkronizacijskog signala s prioritetom 1 na SDH multipleksoru Gospić restauriran je tok referentnoga sinkronizacijskog signala, što je prikazano na slici 6.5. S gubitkom referentnoga sinkronizacijskog signala s prioritetom 1 na SDH multipleksoru Gospić SDH multipleksor Vrhovine

vine na ulazu s prioritetom 1 prima SSM poruku DNU (*Do Not Use*). Nakon toga SDH multipleksor Vrhovine traži ulaz s nižim prioritetom na kojemu je sinkronizacijski signal bolje kvalitete. Na ulazu s prioritetom 10 pronalazi sinkronizacijski signal PRC kvalitete te prema SDH multipleksoru Gospić šalje SSM poruku za PRC kvalitetu sinkronizacijskoga signala. Multipleksor u Gospiću tu poruku prima na ulazu s prioritetom 10 te ga odabire kao izvor referentnoga sinkronizacijskog signala. Nakon restauracije uspostavljena su dva smjera referentnoga sinkronizacijskog signala: Vrhovine → Gospić → Perušić i Vrhovine → Ličko Lešće.



Slika 6.5. Završetak restauracije toka sinkronizacijskog signala – nakon rekonfiguracije

S gubitkom referentnoga sinkronizacijskog signala s prioritetom 1 na SDH multipleksoru Gospić SDH multipleksor Vrhovine na ulazu s prioritetom 1 prima SSM poruku DNU (*Do Not Use*). Nakon toga SDH multipleksor Vrhovine traži ulaz s nižim prioritetom na kojemu ima sinkronizacijski signal bolje kvalitete. Na ulazu s prioritetom 10 pronalazi sinkronizacijski signal PRC kvalitete te prema SDH multipleksoru Gospić šalje SSM poruku SDH za PRC kvalitetu sinkronizacijskoga signala. Multipleksor u Gospiću tu poruku prima na ulazu s prioritetom 10 te ga odabire kao izvor referentnoga sinkronizacijskog signala. Po završetku restauracije uspostavljena su dva smjera referentnoga sinkronizacijskog signala: Vrhovine → Gospić → Perušić i Vrhovine → Ličko Lešće.

6.3 Nova topologija SDH mreže HŽ Infrastrukture d.o.o.

Posljedica otklanjanja uočenih nedostataka prilikom analize sinkronizacije bila je promjena tokova referentnoga sinkronizacijskog signala. Nova topologija sinkronizacije prikazana je na slici 6.6.

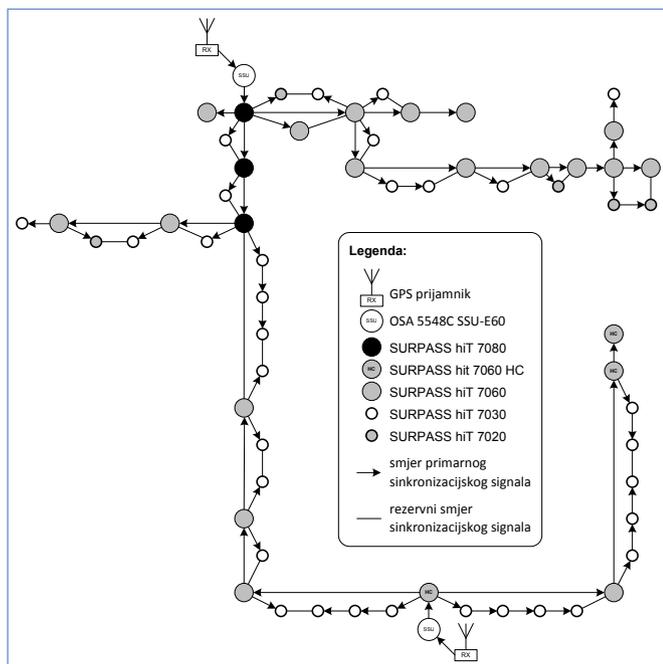
Po promjeni konfiguracije novi podaci uneseni su u aplikaciju za izračun koraka sinkronizacije. Izračun proveden aplikacijom za novu konfiguraciju sinkronizacije SDH mreže dao je sljedeće vrijednosti:

SSU Zagreb:

$$A_{max}=9, \sum A=168, N=37, \bar{A}=4,54$$

SSU Knin:

$$A_{max}=5, \sum A=84, N=24, \bar{A}=3,50$$



Slika 6.6. Topologija sinkronizacije nakon provedene analize

Može se primijetiti to da je srednji broj koraka sinkronizacije manji nego prije početka analize i donekle uravnotežen. Zbog topologije SDH mreže (slika 5.1.) teško se može postići to da srednji broj koraka bude jednak na oba SSU-a.

U slučaju kvara SSU-a Zagreb sinkronizaciju cijele SDH mreže preuzeo bi SSU Knin te su uz pomoć aplikacije dobivene sljedeće vrijednosti:

$$A_{\max} = 15, \sum A = 429, N = 61, \bar{A} = 7,03$$

U slučaju kvara SSU-a Knin sinkronizaciju cijele SDH mreže preuzeo bi SSU Zagreb te su uz pomoć aplikacije dobivene sljedeće vrijednosti:

$$A_{\max} = 11, \sum A = 369, N = 61, \bar{A} = 6,05$$

Nova konfiguracija sinkronizacije u normalnome radu ima manji maksimalni i srednji broj koraka, što se može očekivati jer je sinkronizacija SDH mreže raspoređena na dva SSU uređaja. Posljedica kvara SSU-a Zagreb u novoj konfiguraciji sinkronizacije bila bi porast maksimalnoga i srednjega broja koraka sinkronizacije u odnosu na stanje prije analize. Iako bi prilikom kvara SSU-a Zagreb maksimalan broj koraka zadovoljavao ITU-T, preporuku G.803, on bi bio na samoj granici preporučene vrijednosti. S obzirom na to da se u novoj konfiguraciji sinkronizacije sinkronizacijske petlje ne pojavljuju i da je kvar SSU-a Zagreb malo vjerojatan, takva konfiguracija ima puno više prednosti nego mana. U realnim uvjetima puno je veća vjerojatnost da bi SSU Zagreb izgubio prijam GPS signala te bi tada radio kao SSU, a to bi značilo da bi broj koraka sinkronizacije od

SSU-a Zagreb ponovno kretao od jedan. Kvar SSU-a Knin rezultira rezultatima sličnima onima prije provedene analize. Postoji neznatna razlika u ukupnome broju koraka sinkronizacije, a time i u srednjem broju koraka sinkronizacije, što je posljedica promijenjenih tokova sinkronizacijskoga signala na nekim SDH multipleksorima između SSU-a Zagreb i SSU-a Knin. I u tome je slučaju malena vjerojatnost kvara SSU-a Knin, a vjerojatnije je da bi zbog gubitka GPS signala radio kao SSU, a to bi značilo da bi broj koraka sinkronizacije od SSU-a Knin ponovo kretao od jedan.

7. Ugradnja SSU-a Vinkovci

S porastom broja IP servisa koji se prenose SDH mrežom, a koji imaju ishodište u SDH multipleksoru Vinkovci, pokazala se potreba za ugradnjom još jedne SSU jedinice. Problem nije bio u broju koraka sinkronizacijskoga signala, već u nepostojanju drugoga optičkog kabela. Posljedica prekida optičkoga kabela bila bi ta da SDH mreža prema Vinkovcima ostane bez referentnoga sinkronizacijskog signala. S obzirom na to da se cjelokupno upravljanje stabilnim postrojenjima električne vuče iz centra daljinskog upravljanja u Vinkovcima obavlja IP servisima preko SDH mreže, posljedica dulje nesinkroniziranosti bila bi opadanje kvalitete servisa pa i potpuni gubitak nadzora. Zbog toga se pristupilo nabavi i ugradnji SSU-a jedinice u Vinkovce i promjeni postavki sinkronizacije SDH mreže na relaciji od Dugog Sela do Vinkovaca.

Od provedene analize sinkronizacije SDH mreže pa do trenutka kada se krenulo u nabavu novoga SSU-a za Vinkovce mreža je nadograđena novim SDH multipleksorima i u određenoj je mjeri promijenjena njezina topologija kako bi se izbjeglo ulančavanje podatkovnih prstena. Simulacija za SSU Vinkovci odmah je uključila i one SDH multipleksore za koje se znalo da će se ugraditi nakon ugradnje SSU-a Vinkovci. Tok referentnoga sinkronizacijskog signala buduće konfiguracije SDH mreže prikazana je na slici 7.1.

Prema prijedlogu nove topologije, u aplikaciju za izračun koraka sinkronizacije uneseni su novi podaci. Izračun proveden aplikacijom dao je sljedeće vrijednosti:

SSU Zagreb:

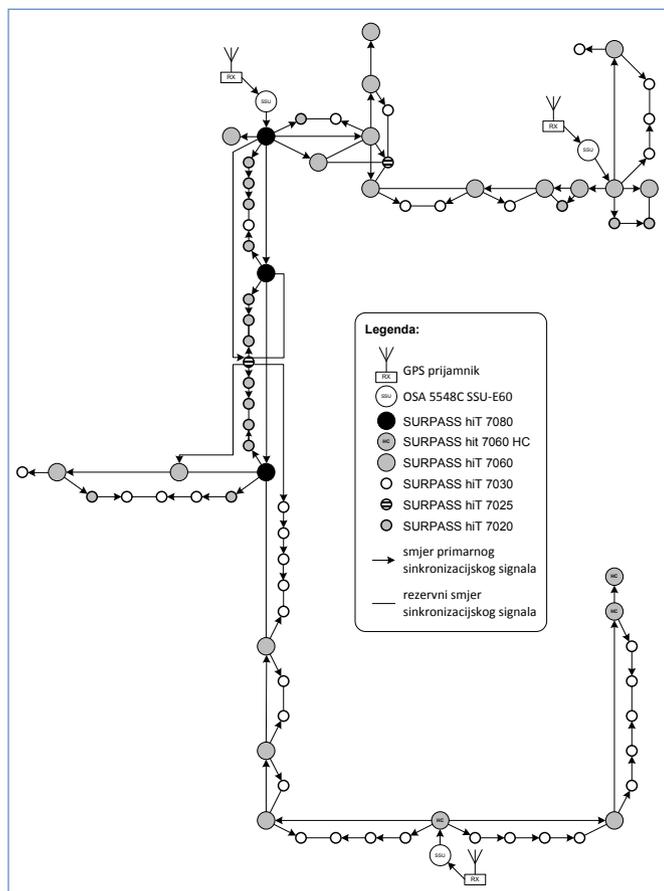
$$A_{\max} = 6, \sum A = 139, N = 39, \bar{A} = 3,56$$

SSU Knin:

$$A_{\max} = 5, \sum A = 89, N = 25, \bar{A} = 3,56$$

SSU Vinkovci:

$$A_{\max} = 5, \sum A = 42, N = 15, \bar{A} = 2,8$$



Slika 7.1. Prijedlog topologije sinkronizacije nakon nadogradnje SDH mreže

U takvoj konfiguraciji sinkronizacije SDH mreže najekstremniji slučaj bio bi kvar SSU-a Zagreb. U tome slučaju, zbog tako uređenih tokova, SSU Knin preuzeo bi sinkronizaciju većega dijela SDH mreže koju u normalnim uvjetima sinkronizira SSU Zagreb.

Za kvar SSU-a Zagreb i predloženu konfiguraciju sinkronizacije dobiveni su sljedeći rezultati:

SSU Knin:

$$A_{\max} = 11, \sum A = 321, N = 52, \bar{A} = 6,0$$

SSU Vinkovci:

$$A_{\max} = 8, \sum A = 105, N = 25, \bar{A} = 4,2$$

Na temelju dobivenih rezultata može se zaključiti to da predložena konfiguracija sinkronizacije nakon nadogradnje SDH mreže i SSU-a Vinkovci ima manji maksimalni broj koraka sinkronizacije. Srednji broj koraka sinkronizacije donekle je ujednačen za svaki SSU. Iz dobivenih rezultata može se zaključiti i to da je predložena konfiguracija nakon nadogradnje SDH mreže ispravna. Dobiveni rezultati potvrđeni su i u praksi ugradnjom SSU-a Vinkovci i novih SDH multipleksora koji su bili uključeni u simulaciju.

8. Zaključak

Izračun broja koraka sinkronizacije uz pomoć matrice susjedstva, i to prije analize sinkronizacije SDH mreže i nakon promjene konfiguracije, omogućio je uvid u postignuta poboljšanja po pitanju maksimalnoga broja koraka sinkronizacije i srednjega broja koraka sinkronizacije. Uz pomoću toga algoritma prije svake veće promjene konfiguracije SDH mreže mogu se testirati predviđene postavke sinkronizacije.

Na temelju analiza, kako početnog stanja tako predloženih rješenja, može se zaključiti to da je neophodno:

- pravilno odrediti prioritete sinkronizacijskih referenci,
- poštovati pravila za protekciju sinkronizacijskih petlji i
- poželjno je da svi elementi SDH mreže podržavaju SSM poruke.

Ispunjavanje navedenih uvjeta osigurat će pouzdanu sinkronizaciju SDH mreže. Osim toga važno je da radnici koji rade na konfiguriranju i održavanju SDH mreže budu upoznati s problemima sinkronizacije kako bi što učinkovitije otklonili moguće nedostatke. Poželjno je i to da svaki SDH multipleksor referentni sinkronizacijski signal može primiti barem iz dva smjera (izvora) jednake kvalitete.

S rastom SDH mreže analiza sinkronizacije mreže i predviđanje kritičnih situacija postaju sve složenije. Koliko god se trudili postavkama i uređajima osigurati sinkroniziranost cijele mreže, u stvarnosti se teško može postići njezina sinkroniziranost u svim uvjetima. Osim nepredviđenih situacija za neke situacije nije ni ekonomski isplativo osiguravati sinkroniziranost.

Cilj je sinkronizacije postići što pouzdaniju sinkroniziranost mreže u svim uvjetima, a u skladu s tehničkim i ekonomskim mogućnostima. One situacije koje nisu pokrivene postavkama sinkronizacije, mogu se kvalitetno riješiti obučanim radnicima koji održavaju SDH mrežu, koji će u što kraćem roku ispravno intervenirati i gubitak prometa kroz mrežu izazvan sinkronizacijom svesti na najmanju moguću mjeru.

Literatura:

- [1] Cazin, K.: Analiza sinkronizacije SDH mreže u hrvatskim željeznicama, Specijalistički rad, 2015.
- [2] Simić, R. K.: Digitalne telekomunikacione mreže - Sinkronizacija SDH mreža, Akademski misao, Beograd, 2004.
- [3] Transmission and Multiplexing (TM); Synchronization network engineering, <http://www.etsi.org/deliver/>

etsi_eg/201700_201799/201793/01.01.01_60/
eg_201793v010101p.pdf

- [4] I G.803 : Architecture of transport networks based on the synchronous digital hierarchy (SDH), <http://www.itu.int/rec/T-REC-G.803-200003-l/en>

SAŽETAK

SINKRONIZACIJA SDH MREŽE HŽ INFRASTRUKTURE d.o.o.

Za multipleksiranje i prijenos digitalnih signala u prijeznoj mreži HŽ Infrastrukture koristi se tehnologija sinkrone digitalne hijerarhije (Synchronous Digital Hierarchy – SDH). SDH kao transparentna i krajnje pouzdana komunikacijska infrastruktura nadograđivala se usporedo s razvojem optičke okosnice telekomunikacijske mreže HŽ Infrastrukture. Sinkronizacija SDH mreže HŽ Infrastrukture također je imala svoj razvojni ciklus: od početne faze praktički bez sinkronizacije preko sinkronizacije E1 signalom iz SDH mreže mađarskih željeznica pa do sadašnjega stanja kada sinkronizaciju osiguravaju tri SSU jedinice za distribuciju sinkronizacijskoga signala (Synchronisation Supply Unit – SSU) s prijamicima signala sustava globalnoga pozicioniranja (Global Positioning System – GPS). Tijekom višegodišnjega praćenja rada SDH mreže HŽ Infrastrukture uočeni su određeni propusti u konfiguraciji mrežnih entiteta vezani uz sinkronizaciju mreže obrađeni u radu. Prikazane su promjene postavki sinkronizacije SDH mreže do kojih se došlo dubinskom analizom složenoga problema sinkronizacije, a koje su već implementirane u SDH mreži HŽ Infrastrukture, dakle testirane su u realnim uvjetima rada SDH mreže.

UDK: 656.26

Adresa autora:

Krunoslav Cazin, mag. ing. el., univ. spec. el.
HŽ Infrastruktura d.o.o.
krunoslav.cazin@hzinfra.hr

SUMMARY

SYNCHRONIZATION OF HŽ INFRASTRUKTURE d.o.o.
SDH NETWORK

Synchronous Digital Hierarchy (SDH) technology is used for multiplexing and transmission of digital signals in the HŽ Infrastruktura transport network. SDH, as a transparent and extremely reliable communication infrastructure, was upgraded in parallel with optical backbone development of the telecommunications network of HŽ Infrastruktura. The synchronization of the HŽ Infrastruktura SDH network also had its development cycle: from the initial phase with virtually no synchronization, through E1 signal synchronization from the SDH network of Hungarian railways, to the present state when synchronization is provided by three SSUs for synchronization signal distribution (Synchronisation Supply Unit – SSU) with Global Positioning System (GPS) signal receivers. During many years of monitoring the HŽ Infrastruktura SDH network operation, certain deficiencies were observed in the configuration of network entities related to network synchronization, covered in this paper. Changes to SDH network synchronization settings are presented, which were obtained by in-depth analysis of a complex synchronization problem, and have already been implemented in the SDH network of HŽ Infrastruktura, which means they were tested in real conditions of SDH network operation.

PODUPIRUĆE ČLANICE HDŽI-a



Novogradnja, obnova željezničke infrastrukture



**GRADIMO
PLAVI PUT**



ŽGP

SŽ-Železniško gradbeno podjetje Ljubljana d.d.

◆ Više od **60** godina tradicije rada na željezničkoj infrastrukturi

T: +386 1 291 2205 szzgp@sz-zgp.si
F: + 386 1 291 3280 www.sz-zgp.si

- ◆ profesionalni odnos
- ◆ stručnost i iskustvo
- ◆ najmodernija tehnologija
- ◆ sofisticirane strojeve za održavanje pruge i visoku operativnu učinkovitost naših radnih skupina

sve to nas izdvaja i stavlja u prvi red među slovenskim građevinskim tvrtkama za novu gradnju i obnovu željezničke infrastrukture

Dr. Harald Loy, Getzner Werkstoffe GmbH, Sveučilište Innsbruck
Phd Ewelina Kwiatkowska, Sveučilište Wrocław
DI Michael Biskup, Getzner Werkstoffe GmbH

MJERENJE VIBROIZOLACIJSKOGA UČINKA ELASTIČNOGA GORNJEG USTROJA ŽELJEZNIČKE PRUGE

Zavod za željeznice Sveučilišta Politehnika Wroclawska u Poljskoj proveo je 2016. ispitivanja kojima je uvjerljivo potvrđena korisnost podložaka kolosiječnih pragova tipa SLS1308G ugrađenih na željezničkoj pruzi između središta Krakova i zračne luke u Krakovu. Vibracije su smanjene do čak 74 posto. U članku opisani su uvjeti kojima podlošci kolosiječnih pragova moraju udovoljavati te su prikazana mjerenja i rezultati projekta.

1. Uvjeti kojima moraju udovoljavati elastični podlošci kolosiječnih pragova

Željeznička pruga br. 118 Poljskih državnih željeznica (PKP PKL) povezuje željeznički kolodvor Krakow Glowny i zračnu luku u Krakovu, a modernizirana je 2015. Gornji pružni ustroj čine tračnice tipa 60E1, elastično pričvršćenje na betonskim pragovima tipa PS94 i kolosiječni zastor visine 30 cm ispod donjega ruba praga. Oko 12 000 podložaka kolosiječnih pragova ugrađeno je na nekoliko osjetljivih pružnih dionica. Uvjeti kojima podlošci moraju udovoljavati utvrđeni su u tekstu iz dokumentacije za nadmetanje „PB Układ torowy i podtorze“ [1]: „Radi smanjenja negativnih utjecaja na okolni prostor (smanjenja ometajućih vibracija)... potrebno je opremiti nove pružne dionice podlošcima kolosiječnih pragova. Njihova primjena trebala bi biti ekonomična alternativa rješenjima s podzastornim podlošcima... Osim smanjenja emisije vibracija u okolni prostor primjena podložaka kolosiječnih pragova također može smanjiti dinamičke sile“.

Odabrani su podlošci kolosiječnih pragova SL-S1308G proizvođača Getzner Werkstoffe (slika 1.). Namjera je bila ugradnjom ekonomičnih i visokoučinkovitih poliuretanskih proizvoda znatno smanjiti emisije u okolni prostor primjenom fizikalnoga načela izolacije vibracija. Emisije buke i vibracija također bi se smanjile dugoročnim poboljšanjem položaja kolosijeka, a time i mirnijom vožnjom vlakova. Učinkovitost elastičnih

komponenta gornjega pružnog ustroja općenito ovisi o čimbenicima kao što su masa, krutost i prigušenje. Konstruiran je oscilatorni sustav čija je vlastita frekvencija puno niža od pobudnih frekvencija koje treba izolirati na temelju principa rada jednomasenoga ili višemassenoga oscilatora. Tehnički materijal Sylomer® uveden je kao glavna opružna komponenta za smanjivanje emisija.

Među podlošcima kolosiječnih pragova postoje specifične razlike [4]. Glavne su karakteristike podložaka dinamička krutost i dugoročno ponašanje. Kolosiječni pragovi s podlošcima mogu postići učinak izolacije vibracija na kolosijeku samo ako se ponašanje gornjega ustroja točno uskladi s obzirom na konkretnu primjenu. Iako se s većom dinamičkom djelotvornosti odabrano-ga poliuretanskog materijala (PUR) također povećava ciljani učinak zaštite od vibracija, najvažniji je pravilan izračun cjelokupnoga sustava, pri čemu se u obzir uzimaju i vozila koja prometuju određenom pružnom dionicom. Na toj, elastično optimiziranoj željezničkoj pruzi za zračnu luku učestalo voze vlakovi uglavnom tipa EN77 prosječnom brzinom od 70 km/h.

2. Mjerenja na željezničkoj pruzi prema zračnoj luci

Mjerenja su obavljena 14. rujna 2016. na dvama segmentima željezničke pruge [1], jednome s ugrađenim podlošcima kolosiječnih pragova i na referentnome segmentu s klasičnom zastornom prizmom od drobljenca:

- segment 1, bez podložaka kolosiječnih pragova: km 3700 (\pm 100 m), pruga br. 1 lijevi segment
- segment 2, s podlošcima pragova: km 3500 (\pm 100 m), pruga br. 1 desni segment.

Prvo su na pojedinim pragovima izmjereni vertikalni progibi prilikom prolaska vlaka radi dobivanja repre-



Slika 1. Poliuretanski podlošci kolosiječnih pragova tipa SLS1308G izrađeni od Sylomera®

zentativne slike (slika 2.). Na dijelu pruge na kojima nisu ugrađeni podlošci pragova rezultati su pokazali to da je krutost vrlo velika. Izmjeren je vertikalni pomak od samo oko 0,3 mm. Međutim, na dijelu pruge s podlošcima SLS1308G pokazalo se to da je ponašanje znatno elastičnije, s vertikalnim progibima od oko 1,5 mm (slika 3.), što potvrđuje matematičku prognozu. Ti rezultati znače to da se može očekivati smanjenje širenja ometajućih vibracija. S boljom elastičnosti kolosijeka smanjuju se dinamičke sile i štiti kolosiječni zastor, čime se poboljšava dugoročna kvaliteta gornjega pružnog ustroja.

Senzori ubrzanja postavljeni na stupovima uz kolosijek mjerili su vibracije na po trija mjernim točkama na segmentu pruge na kojemu podlošci pragova nisu ugrađeni i na segmentu pruge na kojemu jesu ugrađeni (udaljenost od sredine kolosijeka iznosi 6 – 8 m, a razmak između mjernih točaka duž kolosijeka je 25 m). Dinamičkim mjerenjem na svakoj mjernoj točki obuhvaćeno je ukupno 12 prolazaka vlakova. Mjerenja i procjena rezultata provedeni su u skladu s mjerodavnim normama koje su na snazi za elastične elemente gornjega pružnog ustroja [2, 3].

Frekvencije su vidljive na dijagramu tzv. tercnoga pojasa (slika 4.). Učinkovitost podložaka kolosiječnih pragova vidljiva je u razlikovnome spektru preko smanjenja razine buke zbog uvođenja barijere (engl. *Insertion Loss*). Smanjenje razine buke zbog uvođenja barijere otkriva relativni učinak primijenjene mjere smanjivanja u usporedbi s referentnim stanjem [3]. Također pokazuje kako se mijenja spektar tercnoga pojasa buke koja se prenosi preko konstrukcija ako se ugrade podlošci kolosiječnih pragova, u ovome slučaju tipa SLS1308G. U idealnim okolnostima svi ostali utjecaji na emisije ostaju nepromijenjeni, odnosno razmatra se isto vozilo, ista brzina, jednaka hrapavost tračnice i drugo. Budući da elastični element utječe na

cjelokupni pružni sustav, smanjenje razine buke zbog uvođenja barijere, koje ovisi o frekvenciji, može se razlikovati ovisno o stanju gornjega ustroja, podlozi ili garnituri vozila.

3. Smanjenje vibracija za čak 74 posto

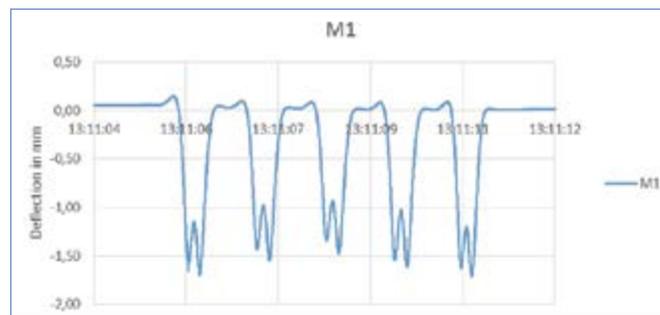
Smanjenje razine buke zbog uvođenja barijere prikazano je na slici 4. kao razlika između segmenta 1 (bez podložaka kolosiječnih pragova) i segmenta 2 (s podlošcima kolosiječnih pragova) izražena u decibelima (dB). Pozitivne vrijednosti znače smanjenje vibracija, a time i poboljšanje gornjega pružnog ustroja.

Kao što je vidljivo iz izmjenenoga smanjenja razine buke zbog uvođenja barijere, vibracije na kolosijeku s ugrađenim podlošcima pragova smanjuju se već pri frekvencijama višima od 31,5 Hz u usporedbi s kolosijekom bez dodatnih elastičnih poliuretanskih elemenata. Frekvencije od 40 Hz do 200 Hz uglavnom su odgovorne za sekundarnu zračnu buku u obližnjim zgradama.

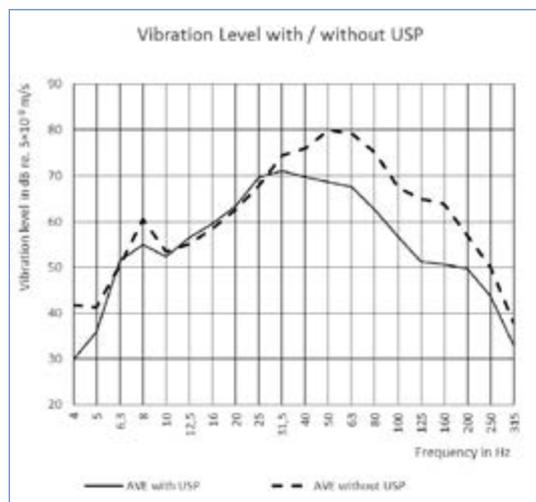
Treba istaknuti i to da vibracije između 50 Hz i 63 Hz rezultiraju razinom zvuka od 80 dBv bez ugrađenih podložaka kolosiječnih pragova, dok se razina s ugrađenim podlošcima smanjuje na razinu manju od 69 dBv pri brzini vlaka od 70 km/h. Dominantni terčni pojas vlakova koji prolaze nalazi se u frekvencijskome području oko 63 Hz. Primjena podložaka kolosiječnih pragova SLS1308G rezultirala je smanjenjem razine buke od 11,6 dB zbog uvođenja barijere (radi lakšeg razumijevanja, poboljšanje od 10 dB jednako je poboljšanje za 69 posto, a u ovome slučaju uz 11,6 dB prosječno smanjenje vibracija iznosi čak 74 posto). U području vlastite frekvencije može se vidjeti samo neznatno pojačanje rezonancije. Provedena ispitivanja, posebno u relevantnome frekvencijskom području



Slika 2. Mjerna mjesta na željezničkoj pruzi br. 118 bez ugrađenih podložaka kolosiječnih pragova i s njima



Slika 3: Progibi kolosiječnih pragova bez ugrađenih podložaka i s njima



Slika 4. Izmjereni terčni pojas brzine vibracija bez podložaka kolosiječnih pragova SLS1308G i s njima (lijevo) te pripadno smanjenje razine buke zbog uvođenja barijere (Insertion Loss) kao razlikovni spektar (desno)

od 63 Hz, dokazuju osnovanost primjene podložaka kolosiječnih pragova za smanjivanje vibracija i sekundarne zračne buke.

4. Sažetak i zaključci

Cilj prikazanoga istraživanja bio je kvantificiranje učinka ugrađenih podložaka betonskih kolosiječnih pragova u prigušenju vibracija na kolosijeku izvedenom sa zastornom prizmom od drobljenca. Mjerenja su provedena na željezničkoj pruzi prema zračnoj luci u Krakovu u Poljskoj. Smanjenje razine buke zbog uvođenja barijere (engl. *Insertion Loss*) dokazuje to da se primjenom Getznerovih elastičnih podložaka kolosiječnih pragova izrađenih od Sylomera® tipa SLS1308G znatno smanjuje prijenos vibracija. Pri frekvenciji od 63 Hz u tercnome pojasu izmjereno je prosječno smanjenje razine buke od 11,6 dB zbog uvođenja barijere, što je jednako smanjenju ometajućih vibracija za 74 posto. Osim opisanoga učinka smanjenja vibracija, primjenom podložaka kolosiječnih pragova poboljšava se i dugoročna kvaliteta gornjega pružnog ustroja, što rezultira lakšim održavanjem, a time i nižim troškovima za upravitelja infrastrukture.

Literatura:

- [1] Kwiatkowska, E.: Measurement results of vibration isolation performance, under-sleeper pads SLS1308G at Krakow Lobzow. Politechnika Wroclawska, Report No. 126/2017.
- [2] DIN 45669: Measurement of vibration immission, DIN 45672: Vibration measurement associated with railway traffic systems.
- [3] DIN 45673-3: Mechanical vibration – Resilient elements used in railway tracks – Part 3: Experimental evaluation of insertion loss of mounted track systems.
- [4] Loy, H.; Augustin A.; Tschann L.: Reduction of Vibration Emissions and Secondary Airborne Noise with Under-Sleeper Pads – Effectiveness and Experiences. Chapter in book: Noise and Vibration Mitigation for Rail Transportation Systems, pp. 595–605, Springer Nature 2018.

UDK: 625.14

Adresa autora:

Getzner Werkstoffe GmbH
Herrenau 5, 6706 Bürs, Austria
info.buers@getzner.com

SITOLOR – VRAĆAMO KONSTRUKCIJE U ŽIVOT!

www.sitolor.hr



**IZVOĐENJE
I SANACIJA
INŽENJERSKIH
KONSTRUKCIJA**

**ANTI-KOROZIVNA
ZAŠTITA NOSIVIH
KONSTRUKCIJA
KONTAKTNE MREŽE**



**IZVOĐENJE I
REKONSTRUKCIJA
OBJEKATA
ŽELJEZNIČKE
INFRASTRUKTURE**



Društvo Sitolor d.o.o. Slavonski Brod, Hrvatska, je danas projektno organizirana, tržišno orijentirana i dinamična građevinska tvrtka koja je osnovana 1989. godine. Zaposlenici, odobreni dobavljači svjetski poznatih materijala i opreme, te partnerski odnos sa sudionicima u izgradnji osnovne su naše prednosti.

Glavne djelatnosti su:

▶ **SANACIJE I/ILI REKONSTRUKCIJE BETONSKIH I ARMIRANOBETONSKIH KONSTRUKCIJA**

- ♦ Objekti željezničke i cestovne infrastrukture (mostovi, tuneli, vijadukti, podvožnjaci, nadvožnjaci, propusti, temelji)
- ♦ Objekti energetskog, industrijskog i prehrambenog sektora (silosi, rezervoari, spremnici, tuneli, bazeni, cjevovodi, brane, dimnjaci)
- ♦ Hidrotehničke građevine (objekti riječkih i morskih luka, dokovi, tuneli, bazeni, cjevovodi)

▶ **SANACIJE, ANTI-KOROZIVNA ZAŠTITA (AKZ) I METALIZACIJA ČELIČNIH KONSTRUKCIJA**

- ♦ Kontaktna mreža i rešetkasti portali željezničke infrastrukture
- ♦ Konstrukcije energetskog, industrijskog i prehrambenog sektora (silosi, cjevovodi, nosive metalne konstrukcije)

▶ **IZVOĐENJE SPECIJALISTIČKIH RADOVA U GRAĐEVINARSTVU**

- ♦ Hidroizolacije
- ♦ Podovi
- ♦ Injektiranje pukotina u betonskim i armiranobetonskim konstrukcijama
- ♦ Sanacije i zaštita fasadnih sustava, te izvedba toplinskih izolacija

▶ **GRADNJE INŽENJERSKIH KONSTRUKCIJA I OBJEKATA VISOKOGRADNJE**

- ♦ Objekti željezničke i cestovne infrastrukture (mostovi, nadvožnjaci, propusti)

35000 SLAVONSKI BROD
PAVLA RADIĆA 12
HRVATSKA

TEH. ODJEL: +385(0)35 405 404
FIN. ODJEL: 405 411
FAX: 405 410

e-mail: sitolor@sitolor.hr
web stranica: www.sitolor.hr



Elena Lalić, prof.

ZAŠTITA OKOLIŠA I ODRŽIVI RAZVOJ IZ PERSPEKTIVE ŠVICARSKIH SAVEZNIH ŽELJEZNICA

Posljednjih godina ubrzano raste svijest o čovjekovu utjecaju na okoliš te se sve češće spominju teme poput čiste energije, emisije ugljikova dioksida, ugljičnog otiska, recikliranja i obnovljivih izvora energije. Švicarska se, kao razvijena zemlja s jakom svijesti o zaštiti okoliša, afirmirala kao država s jednom od najviših stopa recikliranja prema OECD-u (više od 50 %) te s brojnim inicijativama za smanjenje opsega proizvodnje otpada, razvoj inovacija i tehnologije zaštite okoliša, takozvanih projekata „čiste“ industrije, a u tome području prijavljeno je i 4000 patenata na milijun stanovnika. Švicarska zauzima prvo mjesto s obzirom na kriterij utemeljenja „zelenih“ tehnoloških poduzeća.

Kada je riječ o prijevozu željeznicom, Švicarci su najredovitiji korisnici toga modaliteta prijevoza u Europi, a 2014. više od 60 % stanovništva podržalo je uspostavu redovitoga fonda za razvoj željezničke infrastrukture. Uz to Švicarci sve češće koriste i dijeljeni prijevoz au-

tomobilima, što također ide u prilog njihovoj ekološkoj osviještenosti o korištenju prijevoznih sredstava. Povećava se korištenje novih, „čistih“ energija kao što su geotermalna energija, vjetrene turbine, biogoriva, solarna energija, drvo i drugi izvori.

Švicarske savezne željeznice (SBB/CFF/FFS) najveće su državno prijevozno poduzeće u Švicarskoj, a osnovane su davne 1902. sa sjedištem u gradu Bernu. Na dan prevezu 1,25 milijuna putnika i 205 000 tona tereta, a zapošljavaju 32 300 radnika. Željeznička mreža SBB-a duga je 3228 km (višeekolosiječne pruge 1851 km, a jednokolosiječne pruge 1377 km) i u cijelosti je elektrificirana. Tako ugledno željezničko poduzeće, koje dugi niz godina pruža usluge prijevoza putnika i tereta, mora se prilagođavati novim trendovima kada je riječ o zahtjevima putnika, situaciji na tržištu, aktualnome razvoju tehnologija i u skladu s time novim regulativama.

1. Izazovi s kojima se suočava SBB

U Strategiji dioničkog društva SBB-a za 2020. navedeni se trendovi brzoga tehnološkog razvoja, što podrazumijeva napredno korištenje interneta te digitalizaciju poslovanja i upravljanja procesima. Glavni su pokretač spomenutih promjena i tehnološkoga razvoja promjene potreba i želja korisnika, kod kojih je primjetan porast potražnje za individualiziranim rješenjima, intermodalnom mobilnošću i digitalnom logistikom. Željeznički kolodvori i druga mjesta percipiraju se kao središta mobilnosti, a u budućnosti očekuje se pojava autonomnih vozila bez vozača. Primjetan je porast intermodalne i intramodalne konkurencije, djelomično



Slika 1. Vlak velikih brzina na Gotthard pruzi (Izvor: ©SBB CFF FFS)



Slika 2. Vlak velikih brzina na Gotthard pruzi
(Izvor: ©SBB CFF FFS)

i zbog porasta ukupnih troškova željeznice, dok drugi prijevoznici računaju s potencijalnim uštedama, što treba potaknuti daljnju racionalizaciju u željezničkome sektoru. U Strategiji je istaknuto to da se radi razvoja tehnologije pospješuje i razvoj vezan uz teme sigurnosti, fleksibilnosti i ekologije. Međutim, zabilježen je i manjak ljudskih potencijala. Mjere usklađenoga planiranja trasa i pružnih kapaciteta u uvjetima rastućih zahtjeva regulative i prostornoga planiranja te uz ograničenja koja se odnose na smanjenje javnih sredstava nameću se kao neophodne.

Moto kojim se vodi SBB glasi: jednostavno, osobno i umreženo, čime se aludira na kontrolirano oblikovanje željeznice i kretanje prema mobilnosti u budućnosti, a SBB-a istodobno želi objediniti kvalitete digitalnoga i osobnoga. Uviđa se potreba za rastom koji bi bio pametan i sveobuhvatan, a digitalizacija i nove tehnologije odražavale bi znatne prednosti željeznice kao ekološkoga načina putovanja. Što se tiče pojma digitalizacije, koji se definira na mnogo različitih načina, SBB pod njim podrazumijeva poboljšanu komunikaciju s korisnicima, povećanu unutarnju učinkovitost i upravljanje kapacitetima. Konkretna digitalna rješenja svih problema uključena su u sveobuhvatni program.

Odgovor na izazove mogao bi se pronaći uz pomoć dobre organizacije lanca mobilnosti za korisnike na jednostavan i fleksibilan način, fizičkim i digitalnim povezivanjem te fokusiranjem na prednosti željeznice kao modaliteta koji pruža dobar odnos cijene i kvalitete usluge, uspostavom kolodvora i područja oko njih kao mjesta privlačnih i prikladnih za život. Imajući u vidu željeznicu kao kraljeznicu i pokretača javnoga prijevoza Švicarske, povezuje je se s gospodarskim aspektom, što također znači da utječe na postizanje bolje kvalitete života i konkurentnosti u Švicarskoj i njezinim regijama.

Uzimajući u obzir navedene trendove i činjenice, SBB je odlučio uložiti znatan napor u rješavanje važnih pitanja zaštite okoliša, odgovornoga ponašanja i održivosti, a u tome smislu profiliralo se nekoliko zanimljivih tema:



Slika 3. Vlak velikih brzina na pruzi Sulgen - Gossau
(Izvor: ©SBB CFF FFS)

energetska učinkovitost, adaptivna kontrola i generiranje energije na energetski učinkovit način.

Ključnu ulogu u energetske strategiji SBB-a ima tema energetske učinkovitosti: planira se ušteda od 20 posto prognozirane godišnje potrošnje energije za 2025., što ukupno iznosi 60 GWh. Namjera je da od 2025. električni vlakovi prometuju uz korištenje energije koja u cijelosti dolazi iz obnovljivih izvora. Navedene ciljeve uštede moguće je postići i prilikom planiranja nabave novih vlakova te modernizacije starih, a primjenom takvih mjera profitirat će ne samo okoliš, već i proračun.

Jedinstveni alat pod nazivom adaptivna kontrola (ADL) ili „zeleni val“ razvio je SBB, a njime se označava sustav koji strojovođi daje preporuke za vožnju, čime se izbjegava neplanirano stajanje ispred signala, promet vlakova teče glatko, energetski je učinkovitiji i štede se resursi. Zahvaljujući tome alatu štedi se 72 GWh energije na godinu (istovjetno godišnjoj potrošnji energije u svim kućanstvima grada s oko 38 000 stanovnika).

Ekonomično korištenje sustava grijanja moguće je postići i programiranjem u kontrolnome centru i vozilu, što znači da se u skladu s dnevnim voznim redom vozilo zagrijava za određeno vrijeme (riječ je o vozilima koja se koriste samo tijekom vršnih sati), čime se postiže ušteda od 5 GWh na godinu. Primjer je laka gradska željeznica grada Züricha.

Kada je riječ o generiranju električne energije, 90 posto električne energije za željeznicu proizvodi se iz SBB-ovih vlastitih hidroelektrana, a namjera je da se ista količina energije generira s manje vode i na taj način postigne ušteda tog resursa uz isti rezultat.

2. Zaštita klime – mjere i strategije

Klimatske promjene sa sobom nose izazove i probleme te ih SBB planira riješiti aktivnim smanjenjem emisija ugljikova dioksida u svojim kolodvorima, uredima i postrojenjima te prelaskom na obnovljive izvore.

Od 1990. do kraja 2018. SBB je štedljivom upotrebom energije i korištenjem obnovljivih izvora uspio smanjiti svoje emisije na 132 575 tona (- 37 %), a cilj definiran u SBB-ovoj klimatskoj strategiji za 2016. – 2025. jest prepoloviti emisije ugljikova dioksida u odnosu na 1990.

Razmatrajući potencijalna rješenja i mjere kojima bi se emisije ugljikova dioksida mogle smanjiti, SBB je u svojoj strategiji istaknuo sljedeća problemska područja: neizravne emisije iz opskrbnoga lanca (dobavljači, izvođači i ostali), emisije koje proizlaze iz stvaranja proizvoda, očuvanje energije, potrošnja goriva i obnovljiva energija.

Veliki potencijal za uštedu emisija ugljikova dioksida skriva se u zgradama i postrojenjima te u potrošnji goriva ranžirnih vozila, a SBB je zajedno sa Švicarskom agencijom za energiju i gospodarstvo (EnAW) definirao ciljeve uštede energije za svoje objekte. Ekološki način vožnje i uštedu pri korištenju goriva za vozila moguće je postići uz pomoć nove tehnologije, novoga kontrolnog sustava i uz obuku strojovođa i vozača cestovnih vozila kako voziti na ekološki način.

Kada se govori o obnovljivoj energiji, SBB do 2025. planira ispuniti 100 % uvjeta za ekološku hidroenergiju te postići smanjenje emisija ugljikova dioksida za više od 55 000 tona (1990. – 2025.). SBB Cargo i SBB Infrastruktura naručuju hibridna vozila koja smanjuju potrošnju dizela i emisiju ugljikova dioksida za 75 %, SBB Cargo koristi 30 hibridnih ranžirnih lokomotiva, a SBB Infrastruktura naručila je 47 ranžirnih lokomotiva i lokomotiva za magistralne pruge.

SBB je predvidio zamjenu fosilnih goriva korištenjem obnovljive energije pri renoviranju i novogradnji, na primjer, korištenjem peleta od otpadnoga drva iz pilana kao ekološkoga materijala za grijanje. U budućnosti grijači skretnica mogu koristiti geotermalnu energiju, a planiraju se uštede do 30 %. Podaci iz meteoroloških postaja instaliranih u kolodvorima koriste se za ekonomično grijanje skretnica koje se uključuje točno u vrijeme kada je to potrebno, a plinski grijači skretnica



Slika 4. Regionalni vlak na Simplon pruzi (Izvor: ©SBB CFF FFS)

zamjenjuju se električnima u skladu s tehnološkim i komercijalnim mogućnostima. Prebacivanje s plinske energije na vučnu također smanjuje stakleničke plinove na minimum (do 99 %).

Smanjenje opsega potrošnje energije i emisija ugljikova dioksida u teretnome prijevozu vidljivo je na primjeru Gotardskoga baznog tunela, gdje teretni vlakovi koriste manje energije jer se povećanim korištenjem električne energije za kočenje u tunelu može povratiti više energije, a emisije ugljikova dioksida smanjene su za 30 % (utrošak energije za usluge teretnoga prijevoza manji je po vlaku).

Vežano uz SBB-ove proizvode, važna značajka usluge jest ponuditi ekološki prihvatljiv lanac od vrata to vrata uz pomoć povezivanja usluge željezničkoga prijevoza s osiguranim parkirnim mjestima za automobile i bicikle te sklapanjem partnerstava s pružateljima dijeljene vožnje autom i biciklom. SBB nudi i ekokalkulator, alat kojim se može izračunati učinak putovanja na okoliš i smanjiti ekološki otisak. Naveden je podatak da SBB koristi istu količinu energije za prijevoz putnika na udaljenosti od 100 km vlakom koliko bi se dobilo za litru benzina.

SBB-ov internetski alat Mobitool pomaže poduzećima da organiziraju korporativna putovanja na učinkovitiji način, a pokriva sve tipove putovanja i prijevoza: korisničke pošiljke i putovanje, poslovna putovanja, logistiku teretnoga prijevoza i dnevna putovanja na posao. Alat Mobicheck daje grubu procjenu ekološkoga učinka, a omogućuje izračun energetske potrošnje i emisija ugljikova dioksida kao i novca i vremena koje se potroši ne prijevoz i putovanje. SBB-ov alat za usporedbu različitih modaliteta omogućuje usporedbu ekološkoga učinka modaliteta i pogonske snage sustava, a generira se za putovanje od 100 km. U usporedbu se uključuju proizvodnja, prometovanje i upotreba infrastrukture i potrebnoga materijala. Za redovite poslovne putnike SBB-a moguće je sastaviti i individualno izvješće o emisijama koje se temelji na rezerviranim poslovnim putevima.



Slika 5. Regionalni vlak nedaleko Genève (Izvor: ©SBB CFF FFS)



Slika 6. Regionalni vlak nedaleko Berna (Izvor: ©SBB CFF FFS)

Besplatna aplikacija SBB-a MyWay (dnevnik mobilnosti) registrira modalitete koje putnik koristi i daje statističke informacije o tome koliko su visoke emisije ugljikova dioksida, o potrošnji vremena tijekom vršnih sati, učestalosti korištenja automobila i usporedbi troškova mobilnosti s drugim korisnicima aplikacije. SBB-ov vozni red na internetu daje podatke o uštedi vremena i energije tijekom putovanja željeznicom.

Važna tema zaštite okoliša i visoki prioritet SBB-a jest zbrinjavanje, razvrstavanje i recikliranje otpada. Održivo rukovanje materijalima podrazumijeva smanjenje količine otpada te odvojeno razvrstavanje. S obzirom na rastuće količine otpada, SBB ga mora učinkovito reciklirati i zbrinjavati. Ukupni opseg SBB-ova otpada mogao bi napuniti oko 2700 teretnih vagona, a od njih bi se mogao sastaviti vlak dužine 30 km. Četiri stotine zaposlenika čisti više od 800 kolodvora svaki dan, a dodatnih 850 ljudi brine se za čistoću vlakova (skupljanje plastičnih boca, čašica za kavu i novina te pražnjenje koševa za smeće). Od 2012. korisnici mogu razvrstavati otpad u 34 najveća kolodvora, a 95 % korisnika to čini na ispravan način, što znači da se uspješno reciklira više od 6000 tona papira, PET ambalaže i aluminijskih limenki.

3. Negativni učinci željezničkoga prometa i njihovo ublažavanje

Iako željeznički promet ima izrazito ekološki karakter, može imati i negativne posljedice kao što su buka te utjecaj na biljni i životinjski svijet, zrak i vodu, tlo i okoliš. SBB je predvodnik u zaštiti stanovništva od buke uzrokovane željezničkim prometom u Europi, a to se odnosi na buku koju stvaraju željeznica, ranžiranje, vlakovi u mirovanju i građevinski radovi. Mjere kojima je moguće postići smanjenje buke jesu, na primjer, modernizacija voznoga parka. Zbog toga je SBB sve putničke wagone i oko 5500 teretnih vagona opremio kočnim papučama izrađenima od kompozitnih materijala, a SBB Cargo kupio je 2600 novih teretnih vagona koji stvaraju nisku

razinu buke. Problem stvara 20 % vagona u stranome vlasništvu koji prometuju na švicarskim magistralnim prugama, a imaju bučne sustave kočenja, pa ih zato SBB namjerava ukloniti sa švicarske željezničke mreže od 2020.

Što se tiče izolacije od buke, SBB trenutačno ima 372 kilometra barijera, a kantoni se brinu o dosljednoj provedbi zaštite od buke. Dodatne mjere odnose se na poboljšanja kolosijeka, ranžiranje, vlakove u mirovanju i buku gradilišta. SBB-ov početni projekt vezan je uz traženje najbolje kombinacije komponenti za proizvodnju kolosijeka koje bi utjecale na smanjenje razine buke, a žele i spriječiti buku koja nastaje u mirovanju vlakova uz pomoć modernizacije te buku koja nastaje tijekom ranžiranja i građevinskih radova tijekom noći, a o čemu se građane redovito obavještava te se traže nova rješenja za taj problem.

4. Biljni i životinjski svijet

SBB pridaje veliku pozornost očuvanju biljnoga i životinjskoga svijeta koji obitava duž njegove mreže od 3228 km pruga, a dodijeljeno mu je i priznanje Švicarske zaklade za prirodu i gospodarstvo za poboljšanje prirodno-ga područja. Ukupno 4500 hektara šumskoga područja i 2700 hektara pod nadzorom je SBB-a. Održavanje koje izvodi SBB obuhvaća sječu stabala, uklanjanje biljaka te košnju. Pritom paze na to da ne ugrožavaju floru i faunu te da njihova bioraznolikost ostane netaknuta, ali i da se uklone invazivne biljne vrste. Na nekim željezničkim nasipima uspijevaju i rijetke vrste kao što je biljka kacigasti kačun (lat. *orchid militaris*). Mnoge životinjske vrste također žive uz željezničku mrežu, djelomično zato što ona i prelazi preko njihovih staništa, što negativno utječe na njihovu brojnost i proširenost, a neke su uz željezničku infrastrukturu pronašle i zamjenska staništa, na primjer, gušteri, skakavci i neke vrste divljih pčela između glavnog kolodvora Zürich i Zürich-Altstetten. Mjere kojima se životinjama nastoji olakšati snalaženje jesu proširenje koridora za divlje životinje (npr. koridor Suret u kantonu Aargau), proširenje podvožnjaka ispod pruge Aarau – Rapperswil uz upute za migraciju životinja, tj. sustav upozorenja za životinje, kao što je to na 1,5 km dionice pruge Gotthard iznad Erstfelda, gdje crne kutije upozoravaju životinje na nadolazeće vlakove.

SBB je odgovoran za održavanje oko 2700 hektara nasipa u Švicarskoj, čija površina iznosi gotovo 3800 nogometnih igrališta. Kako bi promovirao bioraznolikost, SBB na nasipima pušta ovce na ispašu te na taj način doprinosi održivome razvoju. Naime, krdo ovaca pojede oko 1000 kvadratnih metara na dan, što ograničava rast invazivnih biljaka i pospješuje rast divljega cvijeća te time život životinjskih vrsta poput leptira i ptica.



SPECIJALNI GRAĐEVINSKI RADOVI

SPEGRA

INŽENJERING d.o.o. Split



partner suvremene obnove



spegra radovi





www.cezar-zg.hr
www.recikliranje.hr



CE-ZA-R

CENTAR ZA RECIKLAŽU

Članica C.I.O.S. grupe

5. Ostala pitanja – zrak, voda, kontaminirane lokacije, elektromagnetska polja

Kada se govori o onečišćenju zraka, treba spomenuti to da su SBB-ovi električni vlakovi vrlo ekološki i da gotovo ne ispuštaju onečišćivače u zrak, za ranžiranje i održavanje koriste se dizelske lokomotive opremljene filtrima za čestice, a hibridne se lokomotive koriste jer ostvaruju smanjenu potrošnju dizela. SBB pokušava smanjiti opseg proizvodnje sitne prašine od željeza koja nastaje od kotača, kočnica i vodiča, a u tu se svrhu upotrebljavaju električne kočnice umjesto mehaničkih, koje također smanjuju opseg proizvodnje otpadnoga materijala i njegovo taloženje u podzemnim kolodvorima. Kako je već spomenuto, od 2008. SBB obučava strojovođe za štedljiv i ekološki način vožnje.

SBB je vlasnik i upravlja mrežom od 564 kilometra cjevovoda pitke vode i 453 kilometra cjevovoda otpadne vode na području željezničkoga kolodvora, što odgovara veličini većega grada u Švicarskoj. Svježa voda potrebna je za čišćenje vlakova, radionica, postrojenja i punjenje spremnika u nužnicima vlakova, protupožarnu zaštitu, a u kolodvorima se korisnicima nudi i voda za piće. S obzirom na to da željeznički promet može dovesti do onečišćenja vodnih tijela, a SBB-ova pružna mreža prolazi kroz područja podzemnih vodonosnika gdje vrijede posebna pravila za izgradnju i održavanje pruga, SBB ispituje drenažu i izbor kemikalija kako bi se očuvala čistoća vode. Također, svi su vlakovi opremljeni vakuumskim nužnicima (97,75 %), bioreaktorima ili spremnicima za otpadnu vodu (ekološki bioreaktori troše samo oko 0,5 litara vode po ispiranju u odnosu na količinu od 9 do 12 litara vode koliko po ispiranju troše nužnici u kućanstvu). Za održavanje sustava nužnika troši se 10 milijuna švicarskih franaka na godinu, a od 2009. do 2014. uloženo je još 14 milijuna franaka u modernizaciju i poboljšano zbrinjavanje otpadnih tvari iz nužnika. Namjera je omogućiti pristup nužnicima koji se provjeravaju nekoliko puta na dan u 30-ak



Slika 7. Lokalni vlak Léman Express u Genèvi
(Izvor: ©SBB CFF FFS)

najprometnijih kolodvora. Trenutačno postoji 2937 nužnika u vlakovima, zajedno s 224 vagona s otvorenim sustavom kemijskih nužnika, a među 1978 vagona sa zatvorenim sustavima njih 1412 ima bioreaktor, a 1030 spremnik za otpadne tvari.

Što se tiče elektromagnetskih polja kojima su izloženi radnici i putnici, SBB smanjuje ih mjerama poput modernizacije kontaktnih mreža i prijenosnih vodova te instalacije ponavljača kako bi se korisnicima omogućilo kvalitetno telefoniranje u vlaku. Istodobno mobilni telefoni trebaju do 600 puta manje energije, čime se smanjuje utjecaj radijacije na druge putnike i korisnike.

Za rješavanje problematike lokacija koje su potencijalno kontaminirane zbog intenzivnoga korištenja i onečišćenja kemikalijama ili gorivom SBB je zadužio odjel koji provodi ispitivanja, identificira ugroze te takve lokacije sanira. Stručnjaci su otkrili gotovo 6500 potencijalno kontaminiranih lokacija, no utvrđeno je to da većina ne ugrožava ljude ili okoliš, dok se na 1600 područja još razmatra potencijalno onečišćenja voda, jezera, rijeka, zraka i tla. Primjer kontaminirane lokacije jest interventni centar u Biascu za novi Gotardski bazni tunel, koja je kontaminirana kromom, gdje je SBB istodobno sanirao lokaciju i gradi centar za održavanje i intervencije.

6. Načela Strategije održivosti i vizija budućnosti SBB-a

Poznata je činjenica to da putovanje željeznicom smanjuje utjecaj na okoliš, štedi resurse, energiju i površinu, a proizvode se relativno niske emisije ugljikova dioksida.

SBB je najveći pružatelj održive mobilnosti u Švicarskoj i jedan od najvažnijih poslodavaca koji kriterije održivosti shvaća kao cjeloviti koncept lanca sastavljenog od nabave, proizvodnje, korištenja i zbrinjavanja.

Andreas Meyer, izvršni direktor SBB-a, izjavio je: „Nalazimo se usred digitalne revolucije koja za SBB, naše poslovanje i zaposlenike obuhvaća prilike i rizike. Nove tehnologije i digitalizacija zahtijevaju nova znanja, promjenu radnih uloga i radnih mjesta te stvaranje različitih radnih okružja. Zajedno sa svojim socijalnim partnerima tražimo održiva rješenja. U tu svrhu smo 2018. u Švicarskoj pokrenuli prvi fond za digitalizaciju i u njega uložili deset milijuna švicarskih franaka. Kao rezultat fonda za digitalizaciju pokreću se studije i projekti u kojima se analiziraju poduzetničke prilike i izazovi koji čekaju radna mjesta i svijet rada SBB-a. Fond će se također koristiti za izradu daljnjih razvojnih programa kako za postojeća zanimanja tako i za ona buduća koja će proći znatne promjene kao rezultat di-

gitalizacije. U tome smislu prihvaćamo svoju društvenu odgovornost kao poslodavca i doprinosimo održivome razvoju Švicarske.“

Kako je istaknuo izvršni direktor SBB-a, u sklopu svoje društvene odgovornosti i imidža progresivnoga poslodavca SBB promovira sigurnost, zdravlje i za-pošljivost osoblja. Također nastoji osigurati učinkovit lanac vrijednosti, na primjer, kada je riječ o dobavljačima, velika se pozornost pridaje i socijalnim i ekološkim kriterijima (npr. radna odjeća mora zadovoljavati standarde kao što su minimalna zajamčena plaća radnika i bez dječjega rada). Ističu se i štedljivost u korištenju resursa i obavezno recikliranje.

Prilikom planiranja novih usluga također se može uzeti u obzir to kako poboljšati kvalitetu života i konkurentnost Švicarske te doprinijeti njezinome održivom razvoju. Na primjer, pokretanjem inovativnih inicijativa kao što su *work smart*, koja omogućuje bolju raspodjelu tokova dnevnih migranata kako bi se što učinkovitije iskoristili postojeći kapaciteti, te usluge održive mobilnosti za prvi i zadnji kilometar. Sigurnost i dostupnost usluga svim korisnicima doprinosi kvaliteti života: više od 61 posto putovanja SBB-om dostupno je i putnicima smanjene pokretljivosti, a do kraja 2023. SBB planira postići to da 93 % putnika može samostalno ući u vlakove i izići iz njih te koristiti perone bez prepreka. SBB ima dugu tradiciju pružanja usluga mobilnosti bez prepreka: prije 120 godina osnovan je plan pomoći u kolodvorima koji je besplatan i na raspolaganju putnicima kojima je to potrebno u većim kolodvorima. Uz to SBB pruža pomoć invalidima prilikom ulaska u vlak i izlaska iz njega, i to 140 000 puta na godinu. Što se tiče automata za prodaju karata, svaki od njih ima besplatnu liniju za pomoć i nude se tečajevi na kojima se starije ljude upućuje na njihovo korištenje. S obzirom

na to da je SBB-ov vozni red dostupan na internetu uz SBB-ovu mobilnu aplikaciju, sve informacije o željeznome putovanju moguće je dobiti jednostavno i brzo.

U skladu s tim trendovima razvoja SBB predviđa da će se do 2025. mobilnost razviti u uslugu manje složenu, bržu, prilagodljiviju i prilagođeniju korisnicima. U budućnosti će digitalni razvoj u cijeloj Europi omogućiti gradnju „pametnih gradova“ i „upravljanu mobilnost“, prijevozna sredstva i korisnici moći će komunicirati, koristiti će se autonomna vozila bez vozača te dijeljena vožnja, a sve to rezultirat će uspostavom pametne mobilnosti, što će umrežavanjem omogućiti Internet svega (engl. *Internet of everything* – IoT).

SBB-ova vizija i praćenje tih trendova digitalizacije sastoji se od razumijevanja i prilagodbe promjenama organizacijom optimalne kombinacije prednosti više različitih modaliteta za prijevoz korisnika, dok će koncept konkurencije željezničkoga i cestovnoga prometa postati stvar prošlosti. SBB ima viziju željeznice na putu afirmacije u svojoj novoj ulozi integratora javnog prijevoza. U skladu s time jedan od ciljeva jest da preko digitalnih usluga korisnici dobivaju personalizirane podatke o svojoj relaciji u stvarnome vremenu. Zato SBB uključuje digitalizaciju u svoju poslovnu strategiju uz organiziranje pojedinačnih područja u sklopu programa koji obuhvaća cijelo poduzeće, a shvaća je se kao pokretača strateških ciljeva SBB-a i veliku priliku za smanjenje ukupnih troškova.

Aktualnim projekcijama predviđa se porast broja stanovnika u Švicarskoj na deset milijuna do 2045., a većina će živjeti u velikim gradovima. S obzirom na to da gradovi danas čine dvije trećine ukupne potrošnje energije cijele države i proizvode 80 posto emisije stakleničkih plinova, u pronalaženju rješenja mobilnosti u budućnosti bit će novih zahtjeva i izazova. U



Slika 8. Vlak u zelenilu kao simbol ekološke svijesti SBB-a (Izvor: ©SBB CFF FFS)



Slika 9. SBB-ova vizija integriranog centra mobilnosti
(Izvor: ©SBB CFF FFS)

tome kontekstu razvija se holistički koncept „pametnih gradova“ kojim se gradove želi učiniti inteligentnijima, umreženima, održivijima i sigurnijima, a istodobno se njegovim stanovnicima želi omogućiti najveća moguća kvaliteta života i što štedljivije korištenje resursa. Navedeno je moguće postići povezivanjem različitih infrastrukturnih rješenja kada je riječ o prijevozu, energetici i komunikacijama, a temelj koncepta činit će nove tehnologije kao što je umjetna inteligencija (engl. *Artificial intelligence* – AI) i Internet stvari, dok digitalizacija omogućuje pametne gradove. U tome kontekstu SBB shvaća svoju ulogu u stvaranju „pametne Švicarske“ kao ključnoga sudionika u organizaciji pametnih gradova u pet važnih područja u kojima može dati svoj doprinos, a to su pametna mobilnost, pametna gradnja, pametan javni prostor, pametna energija i pametna povezivost.

SBB i kanton grad Basel pokrenuli su zajedničku inicijativu pod nazivom „Smart City Lab Basel“, a izabrana je lokacija Wolf u blizini SBB-ova kolodvora Basel koja služi kao površina za testiranje inovativnih ideja te prototipova usluga iz područja mobilnosti, logistike i drugih. Taj laboratorij ima površinu od 160 000 m² i bit će na raspolaganju za primjenu do 2024. Cilj je navedene inicijative okupljanje različitih sudionika koji bi uz različite vještine i znanja razmijenili ideje vezane uz poslovanje, znanost i administraciju, a sudjelovati mogu i zainteresirani iz redova javnosti. Zajedničkim naporima, suradnjom tehničkih stručnjaka i podrškom zajednice na novim projektima moguće je raditi na budućem razvoju „pametne Švicarske“.

Švicarske savezne željeznice se u sklopu tih nastojanja shvaćaju kao pokretač javnoga prijevoza u Švicarskoj i pionir u rješavanju pitanja zaštite okoliša među željezničkim poduzećima u Europi, a planiraju igrati veliku ulogu u mobilnosti budućnosti te biti dio vizije Švicarske kao atraktivne i konkurentne države s pametnim i naprednim rješenjima. One su poveznica između prostornoga planiranja i upravljanja prometom, koja će biti ključna u stvaranju novih koncepata.

7. Zaključak

Pozornim istraživanjem, proučavanjem statistika i razmatranjem mjera za zaštitu okoliša i održivi razvoj moguće je oblikovati i implementirati sveobuhvatne strategije kojima će se rješavati problemi i dugoročno očuvati okoliš. Vrlo je važno planirati mjere za budućnost i raditi na inovacijama i viziji naprednoga ekološkog razvoja, a SBB-ova strategija usmjerena je na to da unatoč svim izazovima mreža i dalje funkcionira ispravno, čak i u slučaju velikih promjena vremenskih uvjeta.

Na primjeru Švicarskih saveznih željeznica vidljivo je to kako se podizanjem razine svijesti o važnosti zaštite okoliša i odgovornim ponašanjem pokreću inovacije i stvaraju koncepti i inicijative koji rezultiraju tehnološkim otkrićima, pronalaskom novih i učinkovitih mjera iskorištavanja postojećih resursa i recikliranja. Na taj način dolazi do promjene ponašanja korisnika, ali i željezničkog osoblja, s obzirom na to da su svi posvećeni ostvarenju cilja čistoga okoliša, koji će u konačnici rezultirati boljom kvalitetom života za sve građane, učinkovitom mobilnošću i ispunjenjem njihovih potreba. Željeznica kao ekološki modalitet daje svoj doprinos očuvanju bioraznolikosti, štednji energije, smanjenju emisija ugljikova dioksida, korištenju obnovljivih izvora energije te očuvanju čistoće zraka, vode, tla, biljnog i životinjskog svijeta. Na temelju svega navedenog može se zaključiti i to da građani Švicarske također snažno podržavaju inicijative koje se odnose na ekologiju, a imajući na umu i to da učestalo i rado koriste željeznički prijevoz, njihove potrebe i zahtjevi idu u smjeru korištenja kvalitetne usluge uz poštovanje ekologije i održivosti.

Takav je stav postao dio kulture i očekivanja korisnika za koje se Švicarske savezne željeznice smatraju odgovornima u smislu pružanja odgovora u obliku odgovarajuće strategije, mjera i konstantnih inovacija kako bi se tehnologija iskoristila na najbolji mogući način, a mobilnost služila građanima u njihovu svakodnevnom životu.

Visokorazvijena svijest o zaštiti okoliša i nastojanje da se ispune želje i potrebe građanima, izrazito visoki standardi i očekivanja, stalno zalaganje, posvećenost i ulaganja u pružanje usluge najbolje kvalitete svim korisnicima na učinkovit i ekološki način čine Švicarske savezne željeznice jednom od najekološkijih i progresivnijih željeznica Europe, koju vodi vizija pametne mobilnosti i digitalizacije u kojoj će željeznice igrati ključnu ulogu integratora i inovatora uz pomoć rješenja mobilnosti, na zadovoljstvo svojih korisnika i uz inovacijska rješenja čija je svrha očuvanje okoliša u sadašnjosti i budućnosti za boljitak društva u cjelini.



Društvo Tehnički servisi željezničkih vozila d.o.o. je osnovano 2003. godine kao samostalno društvo-kćer Hrvatskih Željeznica sa svim poslovnim funkcijama u cilju održavanja željezničkih vozila u Republici Hrvatskoj. Posluje na 12 lokacija u RH u djelatnosti održavanja vozila koje su organizirane u četiri regionalne jedinice. Tehnički servisi željezničkih vozila d.o.o. (TSŽV d.o.o.) su trgovačko društvo koje pruža usluge održavanja elektro i diesel lokomotiva, elektro i diesel motornih vlakova, čišćenje željezničkih vozila, usluge intervencije na prugama Republike Hrvatske s pomoćnim vlakovima.

Društvo je u 100% vlasništvu HŽ Putničkog prijevoza.

Pretežiti dio poslovanja društva odnosi se na pružanje usluga redovitog i izvanrednog održavanja željezničkih vozila i to: servisni pregledi, kontrolni pregledi, redoviti popravci, pranje i čišćenje vozila. Također, društvo pruža i dodatne usluge i to: tokarenje kotača željezničkih vozila bez izvezivanja, otklanjanje vozila kao posljedice udesa te transport željezničkih vozila pomoćnim vlakovima, i dr.

Djelatnosti:

- Popravak, održavanje i čišćenje vučnih vozila
- Strojna obrada kotača bez izvezivanja osovina
- Popravak i repariranje rotacijskih strojeva
- Intervencije pomoćnih vlakova u slučaju nesretnog događaja
- Strojna obrada



Tehnički servisi željezničkih vozila d.o.o.

Strojarska cesta 13, 10 000 Zagreb

Tel.: + 385 1 580 81 50

Fax.: + 385 1 580 81 95

Web: www.tszv.hr; E-mail: info@tszv.hr

DELEGACIJA CER-a U ZAGREBU

U sjedištu HŽ Putničkog prijevoza 6. rujna održan je sastanak predstavnika Zajednice europskih željezničkih poduzeća i upravitelja infrastrukture (CER), Ministarstva mora, prometa i infrastrukture, HŽ Infrastrukture i HŽ Putničkog prijevoza. Na sastanku su predstavljene aktivnosti i planovi CER-a i tijela EU-a vezani uz donošenje pravne regulative, nacionalni planovi razvoja i izazovi s kojima se susreće željeznički sektor na području EU-a.

Na sastanku su bili izvršni predsjednik CER-a Libor Lochman i voditelj odnosa s javnošću i članicama CER-a Ilja Lorenzo Volpi, voditelj Službe za intermodalni promet Danijel Krakić iz Ministarstva mora, prometa i infrastrukture, predsjednik Uprave HŽ Putničkog prijevoza Željo Ukić te članovi Uprave HŽ Infrastrukture Darko Barišić i Marko Z. Žubrinić sa suradnicima.

Nakon što je predstavio glavne smjernice EU-ove politike za razvoj željezničkoga sektora, izvršni predsjednik CER-a osvrnuo se na planove vezane uz izmjenjenu pravnoga okvira EU-a vezanog uz prava putnika, odnosno Uredbe br. 1371/2017 o pravima i obvezama putnika u željezničkom prometu, Direktive o eurovinjeti te Direktive 92/106/EEC o kombiniranom prijevozu. Također, Lochman je istaknuo da su u cilju učinkovitijeg poslovanja i smanjenja emisije štetnih plinova iz prometnoga sektora objavljeni rezultati studije Europske komisije o održivoj naplati prometne infrastrukture, u kojoj je zaključeno da među svim vrstama prometa željeznica generira najmanje vanjske troškove i najmanje

onečišćuje okoliš, zbog čega bi prijevoz putnika i tereta trebalo preusmjeriti na željeznicu.

S obzirom na to da se uskoro očekuje izbor novoga povjerenika za promet Europske komisije, Lochman je izjavio:

- U cilju postizanja punog potencijala željezničkoga sektora neophodan je potpuno sinkroniziran pristup svih dionika sektora, predsjednika vlada te Europske komisije, Vijeća i Parlamenta. Iako se članice CER-a zalažu za povećanje sredstava za željezničke projekte u novom višegodišnjem financijskom okviru EU-a, očekuje se da će se sredstva koja se ulažu u razvoj željezničkoga sektora smanjiti, zbog čega je potrebna intenzivnija suradnja članica CER-a i ostalih dionika.

Lochman je istaknuo da trenutačni izvori financiranja iz Europskog fonda za strateške investicije (EFSD), kojim se sufinanciraju projekti obnove voznoga parka, i Instrumenta za povezivanje Europe (CEF), kojim se sufinanciraju projekti obnove i izgradnje infrastrukture, nisu dovoljni za pokrivanje troškova ulaganja u željeznički sektor na području EU-a. Dodao je i to da je u prvih 15 članica EU-a omjer izgradnje cestovne i željezničke mreže 65:45, dok je u zemljama jugoistočne Europe taj omjer 85:15 u korist razvoja cestovnoga prometa, zbog čega je istaknuo potrebu za dodatnim izdvajanjem sredstava iz nacionalnih fondova kako bi se uspostavila održiva željeznica te dodao da u tom cilju određene zemlje imaju poseban fond za financiranje projekata na prometnoj infrastrukturi.

Nakon Lochmanova izlaganja predstavnik resornog ministarstva Krakić istaknuo je da je Ministarstvo intenzivno uključeno u restrukturiranje željezničkoga sektora u cilju stvaranja učinkovitoga i održivoga sustava te je zahvalio izvršnom predsjedniku CER-a na pomoći koju pruža svojim članicama i ustrajnom zastupanju interesa



željezničkoga sektora pred Europskom komisijom, Vijećem i Parlamentom.

Predstavnici HŽPP-a predstavili su investicije u nastavak obnove voznoga parka. Nakon što su na temelju ugovora s Končar – Električnim vozilima isporučena 24 vlaka, do kraja prvoga kvartala 2020. bit će isporučena još četiri dizel-motorna vlaka. Predstavili su i projekt obnove voznog parka 21 novim elektromotornim vlakom za koje je HŽ Putnički prijevoz u suradnji s resornim ministarstvom aplicirao za sredstva iz EU-ovih fondova i planove za daljnju nabavu elektromotornih i dizel-motornih vlakova. Osim što ulaže u dodatnu digitalizaciju poslovanja i modernizaciju prodajnog sustava, nakon uvođenja integriranoga javnog prijevoza i zajedničke prijevozne karte autobusnoga i željezničkoga prijevoznika u Zagrebu, Rijeci, Osijeku i Splitu, HŽ Putnički prijevoz planira proširiti tu ponudu i na druga gradska središta u skladu sa Strategijom prometnog razvoja RH (2017. – 2030.). HŽPP planira intenzivirati i aktivnosti vezane uz oglašavanje u vlakovima te uvoditi više posebnih vlakova u suradnji s jedinicama lokalne i regionalne samouprave.

Član Uprave HŽ Infrastrukture Darko Barišić izrazio je žaljenje zbog smanjenja investicija u željezničku infrastrukturu koje je najavio Lochman te istaknuo kako sve članice EU-a nisu krenule s iste točke, odnosno kvalitativnog stanja željezničke infrastrukture. Zbog toga bi, smatra, trebalo povećavati, a ne smanjivati izdvajanje EU-a za investicije u željezničku infrastrukturu, posebno novim članicama čija je infrastruktura u lošem stanju kako bi u sljedećem razdoblju dostigli kvalitetu željezničke infrastrukture drugih članica EU-a.

Govoreći o problematici s kojom se susreću u provedbi projekata sufinanciranih iz EU-ovih fondova, predstavnici HŽ Infrastrukture predstavili su ključne infrastrukturne projekte sufinancirane EU-ovim sredstvima, istaknuvši kako bi najavljeno smanjenje investicija zaustavilo taj trenutačni zamah. U tijeku su projekti rekonstrukcije postojećega i izgradnje drugoga kolosijeka na dionici Dugo Selo – Križevci, izgradnje nove pruge za prigradski promet na dionici Gradec – Sveti Ivan Žabno te modernizacije i elektrifikacije pruge na dionici Zaprešić – Zabok, koji su financirani sredstvima iz Operativnog programa Konkurentnost i kohezija, te

izrada projektne i ostale dokumentacije za izgradnju drugog kolosijeka, modernizaciju i obnovu na dionici željezničke pruge Škrljevo – Rijeka – Jurdani, koja je sufinancirana sredstvima CEF-a, a predstavljeni su i ostali projekti koji će se sufinancirati sredstvima EU-a, pri čemu prioritet ima modernizacija pruge Rijeka – državna granica, koja se nalazi na transeuropskom Mediteranskom koridoru.

S obzirom na to da će Hrvatska predsjedati Vijećem EU-a od siječnja do lipnja 2020., jedna od tema bila je i organizacija okrugloga stola na temu željeznice koji se svake godine održava u Bruxellesu u organizaciji CER-a i zemlje koja predsjedava Unijom. Na sastanku je dogovoreno da će se intenzivirati suradnja CER-a i nacionalnoga željezničkoga sektora u cilju što bolje pripreme za predsjedanje EU-om, a raspravljalo se i o pripremi Hrvatske za ulazak u šengenski prostor.

Iako željeznički sektor na području EU-a zapošljava 1,06 milijuna radnika, raspravljalo se i o nedostatku željezničkih kadrova te financiranju projekata vezanih uz edukaciju radnika te stipendiranje učenika i razmjenu studenata putem projekta Erasmus.

U ime HŽ Infrastrukture član Uprave Marko Z. Žubrić poručio je kako na razini EU-a treba zajedno lobirati za promociju željezničkih zanimanja tako da se osiguraju financijska sredstva za stipendiranje željezničkih zanimanja u srednjim školama i fakultetima. Također je istaknuo da zaposlenicima željeznica u EU-u treba omogućiti edukaciju o novim tehnologijama zbog interoperabilnosti željeznica u Europskoj uniji. Zaključno je izvršni predsjednik CER-a ukratko predstavio projekte kojima se promovira zapošljavanje u željezničkom sektoru i analiziraju učinci modernizacije željezničkoga sustava.



S JEDNOM KARTOM U VLAK I AUTOBUS

Nakon što je na temelju Sporazuma o dugogodišnjem partnerstvu u razvoju integriranog prijevoza putnika na području Grada Rijeke, od 1. rujna 2018. uveden integrirani javni prijevoz, od 1. rujna do 14. prosinca 2019. putnici će bez nadoplate za putovanja vlakom koristiti mjesečne i pojedinačne karte autobusnog prijevoznika Autotrolej.

Karte Autotroleja vrijedit će u vlakovima u riječkom gradsko-prigradskom prijevozu na relaciji Jurdani - Rijeka - Škrljevo, a prijevoz autobusom i vlakom moći će koristiti i građani s područja Grada Bakra. Od 7. listopada u sustav integriranog prijevoza bit će uključeno i stajalište Permani.

Ugovor o poslovnoj suradnji na provedbi uključivanja željeznice u sustav javnog gradsko-prigradskog prijevoza Grada Rijeke, 30. kolovoza u Rijeci potpisali su gradonačelnik Rijeke Vojko Obersnel, gradonačelnik Bakra Tomislav Klaić, načelnik Općine Matulji Mario Ćiković, član Uprave HŽ Putničkog prijevoza Mladen Lugarić i direktor Autotroleja Alberto Kontuš, a na potpisivanju Ugovora bio je nazočan i pročelnik Upravnog odjela za regionalni razvoj, infrastrukturu i upravljanje projektima Primorsko-goranske županije Ljudevit Krpan.

Izrazivši zadovoljstvo nastavkom suradnje, gradonačelnik Obersnel istaknuo je:

- Potpuna integracija željeznice u javni gradski promet uslijedit će po izgradnji drugog kolosijeka između Škrljeva, Rijeke i Jurdana, a do tada ovim projektom želimo kod korisnika vratiti naviku korištenja željeznice za dnevna putovanja u grad i

vraćanje iz njega. U tom cilju do kraja godine bit će otvorena i nova stajališta na području Bakra i Matulja, a dovršetak stajališta kod Teatra Fenice u centru Rijeke očekuje se u siječnju iduće godine.

Naglasivši važnost popularizacije javnog prijevoza član Uprave HŽ Putničkog prijevoza Lugarić izjavio je:

- Uz povoljne cijene karata i usklađene vozne redove HŽ Putničkog prijevoza i Autotroleja, razvojem integriranog prijevoza uvjereni smo da ćemo privući putnike koji će koristiti vlak kao najbrži i najjeftiniji prijevoz. Nadam se da će građani time manje koristiti prijevoz automobilima, čime će se rasteretiti gradske prometnice, a građani brže doći do svog odredišta.

Direktor Autotroleja Kontuš kazao je kako je uvođenje jedinstvenih putnih karata tek prvi korak u potpunoj integraciji željeznice u javni gradski promet, najavivši i preusmjeravanje dijela prigradskih autobusnih linija koje će se zaustavljati pokraj željezničkih kolodvora, kako bi se putnicima olakšalo korištenje željeznice u gradskom prijevozu.

Ostali dionici izrazili su zadovoljstvo uvođenjem integriranog prijevoza u cilju rasterećenja prometnica i povećanja sigurnosti te naglasili važnost izgradnje drugog kolosijeka između Jurdana i Škrljeva u cilju poticanja integriranog prijevoza te razvoja industrije i gospodarstva.



EUROPSKI TJEDAN MOBILNOSTI - BICIKLISTI ŽIVE DUŽE!

Hrvatske željeznice od prvog Europskog tjedna mobilnosti, održanog 2002. godine, na različite načine sudjeluju u promoviranju ekoloških prednosti željeznice i željezničkog prijevoza. Nakon podjele HŽ-a 2012. godine, najveći dio prigodnih aktivnosti, vezanih uz Tjedan mobilnosti organizira HŽ Putnički prijevoz, a ove godine tijekom Tjedna HŽPP omogućio je besplatan prijevoz vlakom djece i bicikala.

Uz financijsku i političku potporu Glavne uprave za okoliš Europske komisije, Europski tjedan mobilnosti održava se od 2002. godine i to svake godine u razdoblju od 16. do 22. rujna. Za nacionalnu koordinaciju u Republici Hrvatskoj zaduženo je Ministarstvo zaštite okoliša i energetike, a ove godine sa različitim manifestacijama uključili su se gradovi Zagreb, Rijeka, Sisak, Kutina, Jastrebarsko i Dmiš. Tako su se pridružili velikoj europskoj obitelji u 48 zemalja i 2.479 gradova.

Cilj manifestacija vezanih uz Europski tjedan mobilnosti je preispitivanje alternativa održivog prijevoza u gradovima i poticanje pojedinaca na odabir održivih načina prijevoza, poput hodanja i bicikliranja. Svake godine sve se više govori o potrebi čuvanja planeta zemlje u kontekstu klimatskih promjena, a promet je jedan od većih zagađivača. Odgovor na to je intermodalni i integrirani promet u kojem je elektrificirana željeznica ključna karika.

Ova europska inicijativa potiče male i velike gradove na uvođenje i promicanje održivih prijevoznih sredstava i pronalaženja alternative automobilskom prijevozu. Svake godine Tjedan ima i poseban slogan, a ovogodišnji bio je „Krećite se s nama!“ (“Walk with us!”) i poticao je na aktivno kretanje hodanjem ili bicikliranjem u kombinaciji s javnim prijevozom. Jer, osim prilagodljivosti, hodanje i biciklizam imaju i mnoge druge prednosti, poput društvene i ekonomske pristupačnosti, pouzdanosti, ne proizvode štetne emisijske plinove te imaju pozitivan učinak na ljudsko zdravlje. O tome govori podatak da biciklisti u prosjeku žive dvije godine dulje od ljudi koji ne voze bicikl, a zbog bolesti izostaju 15 posto manje dana s posla. Također, 25 minuta žustrog hoda svaki dan produljuje život za sedam godina!

Pored tjedna aktivnosti, pronalaženja trajnih mjera za uvođenje održive mobilnosti, kao što su npr. uvođenje i/ili širenje pješačkih zona, spuštanje rubnjaka, uvođenje sustava javnih bicikala, unaprjeđenje sustava javnoga prijevoza, središnji događaj Tjedna mobilnosti je „Dan bez automobila“ koji je bio održan 22. rujna. Od 2018. godine dodjeljuje se i Nagrada Europskog tjedna mobilnosti za gradove koji su uložili najviše napora u promicanje održive urbane mobilnosti te za planiranje održive mobilnosti.

Hrvatski gradovi i razne institucije tijekom ovogodišnjeg Tjedna mobilnosti organizirale su stotine različitih manifestacija namijenjenih svim uzrastima, od biciklijada, šetnji gradom i parkovima, radionica na otvorenim i zatvorenim prostorima do besplatnog javnog prijevoza. Zanimljivo je bilo, na primjer, u Muzeju Grada Zagreba gdje su organizirane radionice za djecu na kojima su djeca mogla naučiti kakva su sve prijevozna sredstva nekad vozila Zagrebom – od bicikla „kostolomca“, do prvog tramvaja, balona, prvog automobila i vlaka.

Hrvatske željeznice od prvoga dana sudjeluju u manifestacijama Europskog tjedna mobilnosti tako da se željezničari aktivno uključuju u „Zagrebačku žbicu“ – vožnju biciklom po gradu, prikazivanjem ekoloških prednosti željeznice putem brošura i razgovora sa građanima te besplatnim prijevozom vlakom. Nakon podjele HŽ-a na samostalna društva, većinu aktivnosti vezanih uz Tjedan preuzeo je HŽ Putnički prijevoz, kao značajan dionik javnoga gradskoga i prigradskoga prijevoza.

Ove godine u vrijeme trajanja tjedna od 16. do 22. rujna HŽ Putnički prijevoz omogućio je besplatan prijevoz djece i bicikala u vlakovima u cilju populariziranja prijevoza vlakom i biciklom. Također, u cilju popularizacije željezničkog prijevoza HŽPP organizirao je i besplatne vožnje gradsko-prigradskim vlakovima koje su bile namijenjene djeci iz zagrebačkih i sesvetskih vrtića.

Željeznički prijevoz, kao najsigurnija, najekonomičnija i ekološki najprihvatljivija vrsta kopnenog prijevoza, omogućuje masovnu mobilnost, znatno smanjuje negativan utjecaj na okoliš te rasterećuje ceste i smanjuje zagađenja.





Vlakom na more po akcijskim cijenama

Putujte povoljnije od Zagreba prema Rijeci, Puli, Zadru, Šibeniku, Splitu i natrag na izravnim relacijama.

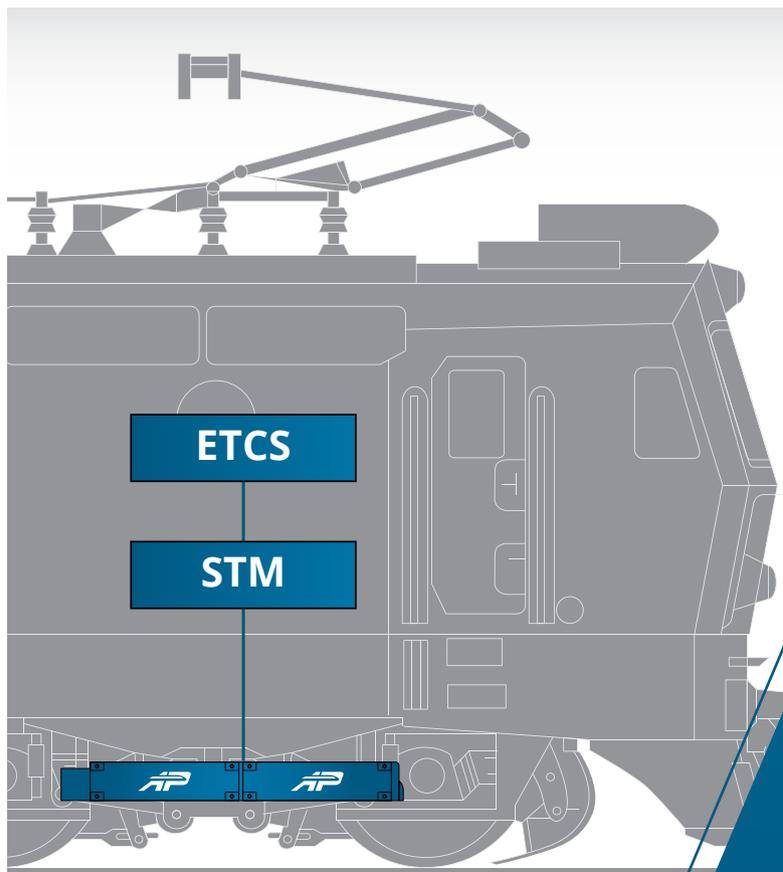
Na relaciji **Zagreb - Split - Zagreb** možete prevesti i svoj automobil noćnim vlakom u jednom smjeru za **samo 101 kn!**

Vozni red*:

Zagreb GK 22.56 - Split 6.47

Split 21.52 - Zagreb GK 5.49

* Vrijedi do 14. prosinca 2019.



ALTPRO AP STM je rješenje za vozila koja se moraju kretati po prugama opremljenim INDUSI i ETCS tehnologijom.

AP STM omogućuje vezu između INDUSI i druge ETCS opreme na vozilu.

Sustav je dizajniran prema najvišim sigurnosnim standardima što omogućuje da oprema na vozilu postigne najvišu SIL razinu.

AP STM izlazi na tržište 2020. godine.

altpro@altpro.hr
www.altpro.hr

Tel: +385 1 6011 700
Fax: +385 1 3666 078

Velika cesta 41,
10020 Zagreb, Hrvatska

RMT grupa d.o.o.

za trgovinu i proizvodnju

Zastupnik svjetskih proizvođača rezervnih dijelova i opreme za željeznička vozila i infrastrukturu.



Elastomjerske opruge za odbojnu i vlačnu spremu
Ekskluzivni zastupnik za područje RH, BiH,
Srbije, Slovenije, Crne Gore i Makedonije

faigle



Samopodmazajući plastični umetci
Ekskluzivni zastupnik za BiH
i ovlaštenu distributer za RH



**METALOTEHNA
KNEŽEVO**



Otkivci i odljevci za željezničke vagonne
Ekskluzivni zastupnik za područje RH



INTEGRAL d.o.o.
export-import Topola

Oprema za kontaktnu mrežu
Ekskluzivni zastupnik za područje RH

TANG

Čelični otkivci-Ekskluzivni zastupnik
za željeznički program



AURORA
PROMET... ČAKMA
Proizvodnja opruga, prijevoz, trgovina

Opruge-Ekskluzivni zastupnik
za željeznički program



Ispitna oprema za željeznička vozila
Ekskluzivni zastupnik za područje RH

SMW GmbH & Co. KG
Spezialmaschinen und Werkzeugbau

Odbojna i vlačna sprema
Ekskluzivni zastupnik za područje RH, BiH,
Srbije, Slovenije, Crne Gore i Makedonije



GAMARRA, S.A.
Čelični odljevci - Ekskluzivni
zastupnik za područje RH



Oprema za održavanje, mehanizaciju i postavljanje pruga.
Distributer za područje RH



BOSCH

Električni alati i pribor - Ovlaštenu
distributer za područje RH



Josipa Strganca 4
10 090 Zagreb

www.rmt.hr

Tel: + 385 1 3890 607
Fax: + 385 1 3890 687

PRUGA GRADEC - SVETI IVAN ŽABNO OTVARA SE S NOVIM VOZNYM REDOM

Nova pruga Gradec – Sveti Ivan Žabno, jedan od važnijih projekata HŽ Infrastrukture sufinanciran EU-ovim sredstvima, dovršena je te će nakon što budu dobivene preostale dozvole, što se očekuje tijekom rujna, biti spremna za puštanje u promet. To bi se trebalo dogoditi najkasnije početkom prosinca, s novim voznim redom.

Dok čekamo jesen i otvaranje dionice Gradec – Sveti Ivan Žabno, prve nove pruge sagrađene u Hrvatskoj nakon 52 godine, prisjetimo se povijesti izgradnje pruga u koju se uklapa i nova dionica. Stjecajem političkih okolnosti prva 42 kilometra željezničke pruge u Hrvatskoj bila su izgrađena između stajališta Macinec na današnjoj slovensko-hrvatskoj granici i kolodvora Kotoriba, i to kao dionica pruge Pragersko – Čakovec – Kotoriba – Nagykanizsa. Ta je pruga za promet otvorena 24. travnja 1860. i izravno je spojila Budimpeštu na magistralnu prugu Beč – Trst. Potom je počela gradnja pruga kroz zagrebačko područje te je 1. listopada 1862. za promet otvorena pruga Zidani Most – Zagreb – Sisak, a tri godine poslije i pruga Zagreb – Karlovac. Gradnja pruga nastavljena je radi ostvarivanja željezničkih veza s Rijekom pa su 4. siječnja 1870. Mađarske državne željeznice dovršile prugu između Zakanya, Koprivnice, Križevaca, Dugog Sela i Zagreba, a 1873. željeznička veza između Budimpešte i Rijeke zaokružena je izgradnjom posljednje dionice između Karlovca i Rijeke. Tako su prije 146 godina potpuno spojene sve dionice koje danas zovemo „riječki prometni pravac“.

U međuvremenu gradile su se druge pruge, a među njima je 2. rujna 1884. otvorena pruga Križevci – Bjelovar, a pet godina poslije, 1899., i nastavak Bjelovar – Mišulinovac. Početkom siječnja 1900. Mišulinovac je preko Kloštra spojen s Viroviticom. U jeku jačanja cestovnoga prometa i zapostavlja-

nja željeznice promet na pruzi Bjelovar – Kloštar ukinut je 25. svibnja 1968., a nakon 27 godina ponovno je uspostavljen na inicijativu lokalne zajednice na Dan HŽ-a 5. listopada 1995. Već kada se prisjećamo povijesnih okolnosti, valja napomenuti i to da je posljednja nova pruga u Hrvatskoj za promet otvorena 1967., i to ona između Zadra i Knina.

Nakon 135 godina tijekom kojih se u Bjelovar putovalo preko Križevaca i 52 godine od otvorenja posljednje nove pruge bit će svjedoci otvorenja nove pruge koja će izravno povezati Zagreb i Bjelovar. Novoizgrađena pruga bit će puštena u promet kada se dobiju sve dozvole, a što se očekuje tijekom rujna 2019. U tijeku je izdavanje dviju uporabnih dozvola Ministarstva graditeljstva i prostornog uređenja te triju uporabnih dozvola koje izdaju ispostave Ministarstva graditeljstva u Vrbovcu i Križevcima. Također, predan je zahtjev Agenciji za sigurnost željezničkog prometa, koja bi trebala izdati odobrenje za puštanje u uporabu prometno-upravljačkog i signalno-sigurnosnog te građevinskog podsustava na pruzi Gradec – Sveti Ivan Žabno.

Da bi željeznički putnički promet mogao teći bez presjedanja u kolodvoru Gradec, potrebno je završiti radove na signalno-sigurnosnim uređajima, i to najmanje na dionici od Gradeca do Vrbovca (u sklopu projekta Dugo Selo – Križevci), a što se očekuje tijekom listopada i studenoga, nakon čega će pruga biti puštena u promet. Prema projekcijama, bit će to prvoga dana primjene novoga voznog reda 2019./2020., odnosno u prosincu 2019. godine.

Lokalna zajednica, na čiju je inicijativu i pokrenuta gradnja pruge Gradec – Sveti Ivan Žabno, neprestano je pratila tijek gradnje i željno očekuje njezino otvorenje. Gradnja nije tekla u predviđenim vremenskim rokovima jer su se tijekom izvođenja radova pojavile





Jednokolosiječna, neelektrificirana željeznička pruga, predviđena za prigradski željeznički promet, duga je 12,2 km, a prilikom izrade projekta definirani su gabariti pružne dionice koja se u budućnosti može elektrificirati. Projektirana je za brzinu od 120 km/h (s izuzetkom prvoga luka iza željezničkoga stajališta Gradec koji je projektiran za brzinu od 100 km/h) te za osovinsku masu od 22,5 t i 8 t/m. Projekt vrijedan oko

neke nepredviđene situacije koje su usporile dinamiku gradnje: od arheoloških iskopa preko izgradnje nove kolodvorske zgrade nakon urušavanja postojeće do dugotrajnoga otklanjanja nedostataka vezanih uz zavarivanje kolosijeka te kompletiranja signalno-sigurnosnoga i prometno-upravljačkoga podsustava.

Nakon što bude puštena u promet, nova pruga svojim korisnicima neće moći odmah osigurati najavljeno potpuno skraćanje voznoga vremena jer će se izvoditi radovi na projektu Dugo Selo – Križevci. Zbog toga će se tijekom dnevnih zatvora pruge na dionici na kojoj se izvode radovi putnici umjesto vlakovima prevoziti autobusima. Po završetku svih radova i na dionici Dugo Selo – Križevci stanovnicima bjelovarskoga kraja omogućit će se brža i kvalitetnija dnevna migracija na posao i školovanje prigradskim vlakovima, a putovanje od Bjelovara do Zagreba trajat će oko jedan sat.

200 milijuna kuna s 85 posto sredstava sufinancira se iz Europskog fonda za regionalni razvoj i iz Kohezijskog fonda, a preostalih 15 posto nacionalnim sredstvima. Radovi su započeli u prosincu 2015.

Na željezničkoj pruzi Gradec – Sveti Ivan Žabno izgrađena su tri željeznička stajališta: Lubena, Remetinec Križevački i Haganj, a sagrađena je i nova zgrada kolodvora Sveti Ivan Žabno. Željeznička su stajališta primjereno dimenzionirana i opremljena, a uz njih su izgrađena parkirališta. Izgrađena su tri nadvožnjaka, tri podvožnjaka te jedan most. Uz željeznički kolodvor je, slično kao i u stajalištima, izgrađeno osvijetljeno parkiralište, a na samome kolodvoru izgrađena su dva perona s tri kolosijeka. Izvođač radova na izgradnji nove pruge je zajednica ponuditelja koju čine španjolska tvrtka Comsa S.A.U. i njemačka tvrtka Wiebe GmbH&CO.KG.



PROJEKT HRVATSKI LESKOVAC – KARLOVAC SPREMAN ZA EU-ovo SUFINANCIRANJE

Stručnjaci programa JASPERS dostavili su Ministarstvu regionalnoga razvoja i fondova Europske unije pozitivno mišljenje, tzv. IQR (*Independent Quality Review*), za prijedlog sufinanciranja projekta rekonstrukcije postojećeg i izgradnje drugog kolosijeka na dionici Hrvatski Leskovac – Karlovac, ukupne vrijednosti 3,5 milijardi kuna (s PDV-om).

Uz dostavljeno pozitivno mišljenje IQR-a, a potom i službenu odluku Europske komisije o odobrenju financiranja koja se očekuje u sljedeća tri mjeseca, projekt će biti ocijenjen prihvatljivim za sufinanciranje iz europskih fondova.

Do kraja godine očekuje se i potpisivanje Ugovora o dodjeli bespovratnih sredstava između Ministarstva mora, prometa i infrastrukture, Središnje agencije za financiranje i ugovaranje programa i projekata Europske unije i HŽ Infrastrukture kao korisnika projekta.

Ukupni prihvatljivi troškovi za sufinanciranje iznose 2,7 milijarde kuna, od čega će se putem Operativnog programa Konkurentnost i kohezija sufinancirati 85 posto iznosa, a ostatak iz državnog proračuna, tj. sredstava Ministarstva mora, prometa i infrastrukture. Po potpisivanju Ugovora o dodjeli bespovratnih

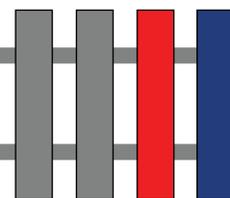
sredstava HŽ Infrastrukture pripremit će postupak javne nabave za radove i nadzor nad radovima.

Realizacija ovog projekta podrazumijeva rekonstrukciju postojećeg i izgradnju drugog kolosijeka na dionici Hrvatski Leskovac – Karlovac u duljini od 44,02 km.

Navedena dionica nalazi se na željezničkoj pruzi M202 Zagreb GK – Rijeka, na trasi tzv. nizinske pruge, koja će utjecati na konkurentnost luke Rijeka poboljšanjem njezine povezanosti s tržištima srednje Europe poput Mađarske, Slovačke i Poljske.

U cilju realizacije projekta nizinske pruge HŽ Infrastrukture trenutačno provodi niz projekata sufinanciranih iz EU-ovih fondova. Riječ je o rekonstrukciji postojećeg i izgradnji drugog kolosijeka na dionici Dugo Selo – Križevci, zatim o obnovi postojećeg i izgradnji drugog kolosijeka na dionici Križevci – Koprivnica – državna granica, gdje se uskoro očekuje početak radova; također, trenutačno je u tijeku postupak javne nabave za uslugu izrade studijske dokumentacije za projekte modernizacije pruge na dionicama Karlovac – Oštarije i Oštarije – Škrlevo, a u tijeku je i izrada projektne dokumentacije za izgradnju drugog kolosijeka, modernizaciju i obnovu na dionici Škrlevo – Rijeka – Jurdani.





Željezničko projektno društvo d.d.

Mi oblikujemo vaše željeznice.

We design your railways.

ŽPD d.d. ❖ Trg kralja Tomislava 11 ❖ 10 000 Zagreb ❖ Hrvatska
Tel: + 385 1 48 41 414 ❖ + 385 1 37 82 900 ❖ Fax: +385 1 6159 424 ❖ Žat: 29 00
e-mail: zpd@zpd.hr
www.zpd.hr



- RADOVI NA VISINAMA I NEPRISTUPAČNIM MJESTIMA
- GEOTEHNIČKI RADOVI
- GRAĐEVINSKI RADOVI
- ZASTUPANJE I TRGOVINA
- WORKS AT HEIGHTS AND HARDLY ACCESSIBLE AREAS
- GEOTECHNICAL WORKS
- CONSTRUCTIONS WORKS
- REPRESENTING AND TRADE



OCTOPUS

OCTOPUS RIJEKA d.o.o.

Milutina Barača 19
51000 Rijeka
Hrvatska

Tel: +385 51 213 015
Tel: +385 51 214 451
Fax: +385 51 262 721
e-mail: octopus@octopus.hr
www.octopus.hr

SASTANAK POVJERENIKA HDŽI-a I ČLANOVA PROGRAMSKOG VIJEĆA

Plan rada Društva za 2019., među brojnim aktivnostima, predvidio je i sastanak povjerenika povjereništava HDŽI-a s članovima Programskog vijeća. Sastanak je održan 31. kolovoza 2019. u Topuskom, a na njemu je sudjelovalo 16 sudionika. S obzirom na novo rukovodstvo i novi model upravljanja Društvom, svrha sastanka bila je informirati povjerenike o radu Društva u razdoblju od veljače do kolovoza. Članovi Programskog vijeća željeli su se informirati o stanju u povjereništavima i razmišljanjima širega kruga članova u cilju kvalitetnijeg sadržaja plana rada za iduće razdoblje.

Predsjednik i izvršni potpredsjednik obavijestili su sudionike o provedbi aktivnosti u promatranome razdoblju te o financijskome stanju Društva. Zaključeno je to da su provedene sve planirane aktivnosti, kao i one koje s obzirom da karakter njihova nastanka nisu mogle biti predviđene, odnosno inicijative. Istaknuto je to kako je većina aktivnosti bila usmjerena na osnaživanje ugleda Društva i na proširenje aktivnosti u cilju aktiviranja širega članstva i razvitka suradnje s drugim subjektima željezničkoga sektora.

Nakon izvješća o financijskome stanju Društva zaključeno je to kako je dinamika prihoda i troškova onakva kakva je i predviđena. Iznesena je i primjedba kako se ove godine godišnje članarine redovitih članova prikupljaju usporeno u odnosu na dinamiku prethodnih godina. Na

temelju rasprave povjerenika zaključeno je kako je najvjerojatniji razlog pojednostavljeni model prikupljanja članarine bez distribucije uplatnica članovima, a koji se primjenjuje od ove godine. Zaključeno je kako treba vratiti distribuciju uplatnica preko povjerenika, što će biti predloženo Programskome vijeću.

Na sastanku se također razgovaralo o aktivnostima Društva od rujna do kraja godine, među kojima su najvažnije sudjelovanje Društva na okruglome stolu HGK-a ŽK-a Rijeka u povodu obilježavanja 150 godina od početka gradnje pruge tzv. riječke pruge, obilazak konferencije Dani Hrvatske u Grazu te obilježavanje 25. obljetnice stručnoga časopisa.

Sastanak je završio zaključkom da Društvo ove godine djeluje vrlo intenzivno, osobito zato što su aktivnosti većim dijelom usmjerene prema okruženju, što svakako ima veliku ulogu u ugledu i osnaživanju suradnje sa svim zainteresiranim subjektima željezničkoga sektora. Rukovodstvo Društva apeliralo je na povjerenike da intenzivnije potiču uključivanje članova svojih povjereništava u rad Društva u svim segmentima.

Tomislav Prpić



STRUČNI SEMINAR „ŽELJEZNIČKA INFRASTRUKTURA – INVESTICIJE I ODRŽAVANJE“

U Zagrebu je 7. svibnja 2019. održan seminar „Željeznička infrastruktura – investicije i održavanje“. Na seminaru su prezentirana izlaganja na temu radova na željezničkoj mreži i građevinskome infrastrukturnom podsustavu te pravila i načina rada ovisno o izvorima financiranja, a dan je osvrt i na moguće potencijale i implementiranje spoznaja u buduće planove i praksu. Seminar je organiziralo Društvo građevinskih inženjera Zagreb (DGIZ), a u sklopu seminara svoja izlaganja održao je i član HDŽI-a Neno Kladarić.

Domaćin seminara bio je Hrvatski inženjerski savez (HIS), čiji je član i Hrvatsko društvo željezničkih inženjera (HDŽI). Taj je seminar stručni doprinos strukovnim izazovima kroz prezentiranje dostignuća i aktivnosti na različitim područjima u segmentu željezničkoga sektora.

Seminar je bio namijenjen svim inženjerima i osobama koje su u doticaju s građevinskom strukom, osobama koje obavljaju poslove projektiranja, kontrole projekata, nostrifikacije, stručnoga nadzora građenja, vođenja građenja i održavanja građevina, izrade elaborata za potrebe projekata, ocjenjivanja sukladnosti i izdavanja certifikata sukladnosti građevnih proizvoda i prostornoga uređenja, predstavnicima općina, gradova i županija te svim ostalim osobama u građevinarstvu.

U uvodu voditelj seminara Damir Čavar pojasnio je svrhu seminara te kolegicama i kolegama predložio daljnji angažman na prezentaciji vlastitih iskustava iz struke. U sklopu stručnoga seminara održano je osam 30-minutnih prezentacija, i to:

- Izgradnja nove željezničke pruge na dionici Gradec – Sveti Ivan Žabno (predavač Stipe Zec, dipl. ing. građ.)
- Rekonstrukcija postojećeg i izgradnja drugog kolosijeka željezničke pruge na dionici Križevci – Koprivnica – DG (predavač Stipe Zec, dipl. ing. građ.)
- Radovi na rekonstrukciji EVP-a Mraclin i PSN-a 2 Sibinj (predavačica Snježana Špehar, dipl. ing. građ.)
- Voditelj projekta – cjelovit i uravnotežen pojedinac vizije, jasnoće i odgovornosti (predavačica Snježana Špehar, dipl. ing. građ.)

- Željeznička infrastruktura istočne Hrvatske – stanje i ulaganja (predavač Neno Kladarić, ing. građ., mag. ing. traff.)
- Slavonski Brod – investicije i potencijali (predavač Neno Kladarić, ing. građ., mag. ing. traff.)
- Primjena geosintetika u sklopu željezničkog građevinskog infrastrukturnog podsustava (predavač Damir Vicković, dipl. ing. građ.)
- Hidroizolacija masivnih željezničkih mostova i propusta pomoću geomembrana i bentonita (predavač Damir Vicković, dipl. ing. građ.)

Na seminaru je sudjelovalo dvadesetak inženjera, koji su interaktivno, kroz pitanja i komentare, sudjelovali u zajedničkom radu. Sudionici su seminar, teme i predavače ocijenili izvrsnom ocjenom te pokazali zanimanje za buduće seminare toga tipa. Na kraju seminara voditelj seminara Damir Čavar zahvalio je na odazivu, zajedničkom radu i druženju te istaknuo potrebu za nastavkom toga jednogodišnjega tradicionalnog druženja građevinara okupljenih oko željezničke infrastrukture.

Neno Kladarić





STRAIL – prestižan sustav

- ◆ nova 1.200 mm unutarnja ploča poboljšana stabilnost
- ◆ vlaknima ojačana struktura, doprinosi rješavanju pitanja stalnih povećanja opterećenja
- ◆ brza i lagana ugradnja, lagano rukovanje > smanjenje troškova



STRAIL[®]WAY

STRAILway > plastični prag s mogućnošću reciklaže

- ◆ ekološki prihvatljiv zahvaljujući korištenju sekundarnih sirovina
- ◆ mogućnost obrade kao drveni prag (napr. piljenje, glodanje, blanjanje)
- ◆ preostali materijala nakon obrade – 100% pogodan za reciklažu



KRAIBURG STRAIL GmbH & Co. KG

STRAIL sustav za željezničko cestovne prijelaze | STRAILastic sustav za prigušenje buke u kolosijeku | STRAILway plastični pragovi
D-84529 Tittmoning, Obb. // Goellstr. 8 // telefon +49|8683|701-0 // fax -126 // info@strail.de

SPECIJALNA OBUĆA ZA SPECIJALNE IZAZOVE

Posebni napori i nepovoljni vanjski utjecaji, zahtijevaju specijalnu opremu otpornu na proklizavanje i mehaničke udarce. Izloženost različitim klimatskim uvjetima zahtjeva podjednako dobru izolaciju na visoke i niske temperature, vodonepropusnost, prozračnost i lakoću. Zadovoljavanje tako velikom broju kompleksnih uvjeta, moguće je jedino kombinacijom najsuvremenijih tehnologija, materijala, znanja i iskustva.



JELen
PROFESSIONAL

www.jelen.hr

One step further

JELen PROFESSIONAL d.o.o.

Zagrebačka 93, 40 000 Čakovec - HR
Tel: +385 (0)40 384 888 ■ Fax: +385 (0)40 384 316

PRODAJA ZAŠTITNE OBUĆE

Tel: +385 (0)40 384 868 ■ Fax: +385 (0)40 384 316
E-mail: prodaja@jelen.hr



60 godina
detekcije prisutnosti alkohola Dräger
Inovacije proizašle iz tradicije

Dräger. Tehnika za život®

STROJOTRGOVINA d.o.o.

Petretičev trg 2a, 10000 Zagreb, HRVATSKA
tel. 01 46 10 530, tel./fax 01 46 10 525

- mica -
elektro

Elektro Oy Ltd
Finska

**PROFESIONALNE AKUMULATORSKE
SVJETILJKE VISOKE KVALITETE,
NAMJENJENE ZA UPORABU KOD
ŽELJEZNICE, VATROGASACA,
VOJSKE, POLICIJE, U INDUSTRIJI...**



MICA HL-200 *kp*



MICA HL-200 *pp*



MICA IL-60



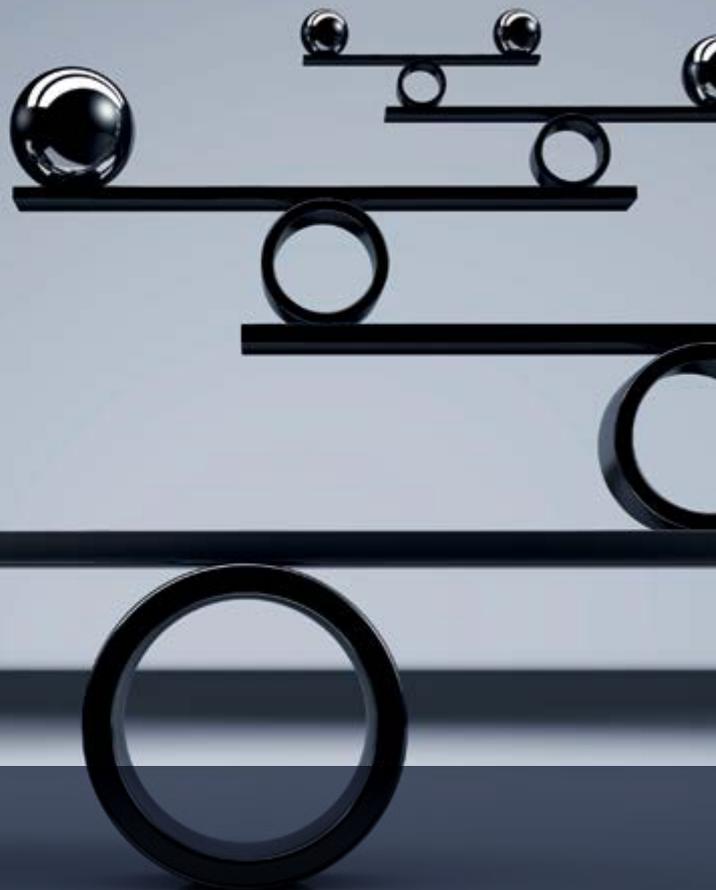
MICA HL-800 *Ex kp*



MICA ML-600 *series*

IT@RATIO

PROJEKTIRANJE, IZGRADNJA
I ODRŽAVANJE TELEKOMUNIKACIJSKIH
SUSTAVA





Putujte Europom s Interrail kartom.

Istražite nove zemlje i družite se s prijateljima.
Uspomene s putovanja zauvijek ostaju u sjećanju.



Sigurnost do cilja



PRUŽNE GRAĐEVINE d.o.o.



**Pružne građevine
d.o.o.**

Međimurska 4,
10104 Zagreb
tel: +385 1 37 02 301,
+385 1 39 09 310,
email: prg@prg.hr

Poslovno područje - Betonske i Čelične konstrukcije: izrađuje, montira i održava čelične konstrukcije (mostovi i sl.). Provođi antikoroziivnu zaštitu čeličnih konstrukcija, izrađuje i montira željezničke provizorne mostove. Montira i sanira armirano betonske mosne konstrukcije. Sanaciju betonskih konstrukcija izvodi mlaznim betonom i injektiranjem. Provođi geotehničke sanacije stijenskih masa i tunela.

Poslovno područje – POSIT: izvodi radove aktiviranjem i puštanjem u pogon te se bavi djelomičnom isporukom opreme s izradom tehničke dokumentacije za ugradnju novih uređaja za osiguravanje ŽCP-a, kolodvorskih SS-uređaja, uređaja za međukolodvorske ovisnosti i automatskoga pružnog bloka

(APB). Isporučuje i ugrađuje uređaje za daljinsko upravljanje, uređaje automatskog prolaznog režima (APR). Izvodi radove na usklađenju SS, TK i EEP prilikom kapitalnih remonata dionica pruge.

Poslovno područje - Remont pruga: obavlja gradnju i kapitalni remont gornjeg ustroja pruga, kolodvora i industrijskih kolosijeka, izvodi radove na strojnom održavanju pruga uz rad podbijačica, rešetlica i planirki.

Poslovno područje – Mehanizacija: centralna radionica "Zaprešić" bavi se kontrolnim pregledima, servisima i revizijama strateške mehanizacije.

Poslovno područje - Održavanje pruga: temeljna djelatnost PP Održavanja pruga

je održavanje pružnih objekata i ŽCP-a, rekonstrukcija i izgradnja željezničkih pruga i industrijskih kolosijeka.



www.prg.hr

