

Analiza razine sigurnosti u međukolodvorskom razmaku

Viduka, Tin

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:267806>

Rights / Prava: [In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-27**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Transport and Traffic Sciences -
Institutional Repository](#)



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

ANALIZA RAZINE SIGURNOSTI U MEĐUKOLODVORSKOM RAZMAKU

ANALYSIS OF SAFETY LEVEL IN BLOCK SYSTEM

Mentor: prof. dr. sc. Zdravko Toš

Student: Tin Viduka

JMBAG: 0036473403

Zagreb, srpanj 2016.

Sadržaj

1.	Uvod	1
2.	Međukolodvorska ovisnost i automatski pružni blok	3
2.1	Zahtjevi za sigurnost željezničkog prometa u međukolodvorskom području..	3
2.2	Povijest	3
2.3	Tehnički uvjeti sukladno zakonskoj regulativi	4
2.4	Izvedba međukolodvorske ovisnosti i automatskog pružnog bloka	9
2.4.1	Opis	9
2.4.2	Način rada	10
3.	Načini kontrole zauzetosti kolosijeka u međukolodvorskoj ovisnosti i automatskom pružnom bloku – izolirani odsjeci i brojači osovina.....	13
3.1	Izolirani odsjeci	13
3.1.1	Opis	13
3.1.2	Način rada	14
3.2	Brojači osovina.....	15
3.2.1	Opis	15
3.2.2	Način rada	16
3.3	Prednosti brojača osovina u odnosu na izolirane odsjeke	17
4.	Primjena APB-a i međukolodvorske ovisnosti na istoj pruzi te razlozi njihove istovremene primjene – pruga Zagreb – Rijeka	19
5.	Standard Elektrik Lorenz (SEL) brojači osovina tipovi AzL65 i AzL70	21
5.1	Brojač osovina AzL65 i AzL70.....	21
5.2	Senzori željezničkog kotača SK11 i SK30.....	22
5.3	Razlozi zamjene brojača osovina AzL65 sa AzL70.....	23
6.	Altpro brojač osovina tip BO23	24
6.1	Vanjska oprema	25
6.2	Unutarnja oprema	26
6.3	Tehnički podaci	27
7.	Zaključak.....	29
8.	Literatura	30
	Popis slika	31
	Popis tablica.....	32

ANALIZA RAZINE SIGURNOSTI U MEĐUKOLODVORSKOM RAZMAKU

SAŽETAK

Željeznica se smatra transportom budućnosti. Kao takva, ona mora zadovoljavati određene kriterije od kojih je najvažniji sigurnost prometovanja. Ovaj rad ima za cilj pobliže opisati kako se određenim elektroničkim signalno-sigurnosnim uređajima postiže najviša razina sigurnosti prometa vlakova u određenom međukolodvorskom području. Signalno-sigurnosni uređaji su dio prometno-upravljačkog i signalno-sigurnosnog podsustava. Obrada će također uključivati i usporedbu između dijelova signalno-sigurnosnih uređaja (brojača osovina) koji su trenutno ugrađeni na određenim dionicama u Republici Hrvatskoj te na koji način oni direktno sudjeluju u definiranju sigurnosne razine prometa. Istraživačka metodologija je uključivala sveobuhvatnu analizu dostupne dokumentacije, razgovor sa relevantnim stručnjacima iz ovog područja te izlaske na teren. Zaključci ovog rada su potvrdili kako je najvišu razinu sigurnosti prometovanja vlakova moguće postići uporabom tehnologije koja je obrađivana.

KLJUČNE RIJEČI: Signalno-sigurnosni uređaji, brojač osovina, izolirani odsjek, automatski pružni blok, sigurnost

SUMMARY

Railway is considered to be the transport of the future. Accordingly, it has to meet certain standards of which the safety is the most important. This Thesis aims to describe how the highest safety level can be achieved in the interstation area by using electronic railway signalling equipment. Railway signalling equipment is part of control-command and signalling subsystems. This Thesis will also include the comparison between the parts of signalling devices (axle counters) which are currently implemented on certain sections of the railway track in Republic of Croatia and in what way they directly participate in defining the safety level of railway traffic. Research methodology included full scale analysis of available documentation, conversations with relevant experts from this field and on-site investigation. The conclusions of this Thesis confirmed the fact that the highest safety level can be achieved with the use of the mentioned technology.

KEYWORDS: Control-command and signalling subsystems, axle counter, track circuit, automatic block section, safety

1. Uvod

Svrha željezničkih signalno-sigurnosnih uređaja (SSU) jest sprječavanje nastanka nesreća u prometu koje nastaju prilikom kretanja vlaka po određenom unaprijed osiguranom putu vožnje. Također se mora omogućiti sigurno kretanje vlakova uz najveću dopuštenu brzinu obzirom na karakteristike pruge i vrstu vozila koja se po njoj kreću.

Ako su ugrađeni u određenom međukolodvorskom razmaku, signalno-sigurnosni uređaji za osiguranje međukolodvorskih razmaka pored sigurnosti imaju zadatak povećanja propusne moći pruge, odnosno povećanje broja vlakova koji na siguran način mogu doći od kolodvora A do kolodvora B. Uz izgradnju novog kolodvora, izgradnju dvokolosiječne pruge te povećanje brzine vlakova, pojavljuje se i još jedno rješenje. To rješenje je primjena automatskog pružnog bloka (APB) koji ugrađenim pružnim signalima regulira promet uzastopnih vlakova između kolodvora. Njime se povećava sigurnost, propusna moć i ekonomičnost uz razmjerno malo ulaganje. Nadalje, kako bi APB mogao obavljati svoju ulogu, on mora dobiti sigurne informacije o prostornom položaju vlaka na kolosijeku. Tu informaciju APB može dobiti primjenom jednog od dvaju sklopova signalno-sigurnosnih uređaja – izoliranih odsjeka ili brojača osovina. U ovom radu je detaljnije obrađena tehnologija primjene brojača osovina jer je to modernija, sigurnija i jeftinija tehnologija detekcije vlaka od izoliranih odsjeka kao i rješenja koja su se koristila u prošlosti. Naslov ovog rada je „Analiza razine sigurnosti u međukolodvorskom razmaku. Rad je podijeljen u 6 poglavlja:

1. Uvod
2. Međukolodvorska ovisnost i automatski pružni blok
3. Načini kontrole zauzetosti u međukolodvorskoj ovisnosti i automatskom pružnom bloku)
4. Primjena APB-a i međukolodvorske ovisnosti na istoj pruzi i razlozi njihove istovremene primjene (pruga Zagreb – Rijeka)
5. Standard Elektrik Lorenz brojači osovina tipovi AzL65 i AzL70
6. Altpro brojač osovina tip BO23

U drugom poglavlju opisani su načini kojima se regulira promet vlakova u međukolodvorskom razmaku kako ne bi došlo do neželjenog događaja.

Načini kontrole slobodnosti, odnosno zauzetosti kolosijeka u međukolodvorskom razmaku su bitne za razumijevanje cijelog konteksta prometovanja vlakova između kolodvora. U trećem poglavlju su prikazane dvije najčešće metode kontrole zauzetosti koje se koriste u cijelom svijetu – izolirani odsjeci i brojači osovina.

U četvrtom poglavlju se prelazi na praktičnu primjenu obrađivane tematike, odnosno kako je to implementirano u stvarnosti. Za primjer je uzeta pruga Zagreb – Rijeka budući da je ta pruga najpogodnija za obradu.

Peto poglavlje se bavi praktičnom obradom jednog od načina kontrole slobodnosti, odnosno zauzetosti kolosijeka, a to su brojači osovina. Konkretno, obrađuju se brojači osovina njemačkog proizvođača SEL . Ovo poglavlje je bitno za razumijevanje daljnjeg razvoja ove tehnologije koja se obrađuje u sljedećim poglavljima.

Šesto poglavlje se bavi opisom najsuvremenije tehnologije brojača osovina hrvatskog proizvođača Altpro.

2. Međukolodvorska ovisnost i automatski pružni blok

2.1 Zahtjevi za sigurnost željezničkog prometa u međukolodvorskom području

Zahtjevi za sigurnost željezničkog prometa općenito propisani su prema [8] kojom su dopuštene dvije razine nastanka opasnih stanja za sigurnost prometa:

- „malo vjerojatno” znači da se kvar pojavljuje 10^{-7} puta po satu rada ili rjeđe i
- „iznimno malo vjerojatno” znači da se kvar pojavljuje 10^{-9} puta po satu rada ili rjeđe

Prema posljedicama određene nesreće koja može biti uzrokovana i kvarom čiji je uzrok tehničke prirode, Uredbom je definirano da „katastrofalna nesreća” znači nesreća koja uglavnom pogađa velik broj osoba i čija su posljedica brojni smrtni slučajevi. Sukladno do sada postavljenim zahtjevima upravitelja željezničke infrastrukture u Republici Hrvatskoj (HŽ Infrastrukture) u željezničkom prometu u najnepovoljnijem slučaju, pogotovo na željezničkim prugama najvišeg ranga, valja računati s mogućim katastrofalnim nesrećama čije nastajanje smije biti dopušteno iznimno malo vjerojatno. Iz toga je nastao zahtjev HŽ Infrastrukture definiran u svim do sada objavljenim natječajima da se za osuvremenjivanje svih željezničkih pruga u Republici Hrvatskoj traži oprema odnosno signalno-sigurnosni uređaji za najvišu razinu sigurnosti (SIL4). Ako se i odabere određeni uređaj dokazano upotrebljiv za najvišu razinu sigurnosnog integriteta (safety integrity level, SIL), do propisane razine sigurnosti odnosno iznimno malo vjerojatnog nastanka kvara s katastrofalnim posljedicama, obvezno valja uključiti i maleni udio ljudskog faktora. Naime, prema normi HRN EN 50129 propisano je da se za najvišu razinu sigurnosnog integriteta (SIL4) dozvoljeni stupanj opasnog otkaza (THR) određenog signalno-sigurnosnog uređaja, odnosno nekog njegovog dijela može prihvatiti iznos manji od 10^{-8} . Za ostvarivanje propisanog iznosa razine sigurnosti prometa od 10^{-9} , koji sukladno [8] određuje iznimno malo vjerojatno pojavljivanje kvara opasnog za sigurnost željezničkog prometa, u praktičnoj je primjeni, kao što je navedeno, uvijek u određenoj mjeri potrebno uključiti ljudski faktor u funkciji korištenja određenog uređaja, nadzora njegovog rada, funkcionalnih ispitivanja, umjeravanja i sl.

2.2 Povijest

Kontrola zauzetosti otvorene pruge između dva kolodvora se rješavala raznim metodama. Jedno od rješenja koje se primjenjivalo u Engleskoj (danas je gotovo u potpunosti napušteno) jest „privilni kolut”. Za kolodvore A i B postojao je samo jedan kolut, nazvan „kolut AB”. Vlak je smio krenuti iz jednog od tih kolodvora prema drugom samo ako je strojovođa kod sebe imao kolut AB. Taj kolut je ostavljao u susjednom kolodvoru te ga je sljedeći vlak iz tog susjednog kolodvora nosio natrag. Na taj način je postignuto da se nikada između kolodvora A i B ne mogu nalaziti dva vlaka. Slično rješenje se primjenjivalo u Indiji (i danas još postoji u neki dijelovima) samo što instrument osiguranja nije bio kolut već kuglice.

[1]

Drugi način, koji je još i danas u primjeni, je sporazumijevanje telefonom dvaju prometnika o prometovanju vlaka između susjednih kolodvora. U ovom slučaju postoji jedan važan uvjet - na telefonsku vezu se ne može nitko drugi uključiti osim prometnika i prometnog osoblja koje osigurava put vožnje na tom dijelu pruge. Prometnici moraju prvo utvrditi da je pruga slobodna. To čine tako da utvrde da je posljednji vlak koji je prometovao između ta dva kolodvora stigao u uputni kolodvor i to cijeli (da postoji „odjava“). Nakon toga se dogovore koji će vlak krenuti iz kojeg kolodvora i to moraju upisati u određenu knjigu (traženje „privole“ i davanje „dozvole“). Ova se procedura snima registrofonom kao sigurnim dokaznim sredstvom u slučaju eventualnog izvanrednog događaja. Povijesni načini kontrole zauzetosti pruge su navedeni prema [1].

Danas se zauzetost otvorene pruge najčešće kontrolira u sklopu uređaja međukolodvorske ovisnosti koja je proširena automatskim pružnim blokom. To su suvremeni uređaji koji predstavljaju napredak u željezničkoj tehnologiji.

Tehnička rješenja koja se danas koriste za osiguranje prometa u međukolodvorskom području su:

- uređaji automatskog pružnog bloka
- uređaji međukolodvorske ovisnosti s automatskim odjavnicama
- uređaji međukolodvorske ovisnosti

Prema [9] na željezničkim prugama u Češkoj Republici i Slovačkoj Republici danas se koriste uređaji međukolodvorske ovisnosti s odjavnicama nazvani automatska vrata čiji je princip rada u osnovi identičan uređajima međukolodvorske ovisnosti s automatskim odjavnicama koji se koriste između kolodvora Vrhovine i Ličko Lešće na tzv. ličkoj pruzi. Razlog primjene ovih uređaja je isti, tj. ugradnja uređaja automatskog pružnog bloka nije racionalna zbog nedovoljnog broja vlakova, a zbog velike udaljenosti pojedinih kolodvora za planirani broj vlakova bilo je potrebno ova kolodvorska područja podijeliti na dva dijela. Najveća dopuštena brzina je u oba navedena slučaja 160 km/h.

2.3 Tehnički uvjeti sukladno zakonskoj regulativi

Sukladno [2], na željezničkim prugama u Republici Hrvatskoj smiju se ugrađivati uređaji osiguranja međukolodvorskih područja koji udovoljavaju uvjetima navedenim u tom Pravilniku.

Automatski pružni blok

(1) Uređaj automatskog pružnog bloka (APB) mora omogućavati siguran promet uzastopnih vlakova između dvaju susjednih kolodvora po istom kolosijeku, te onemogućavati postavljanje voznih putova istodobnih vožnji vlakova suprotnoga smjera po istom kolosijeku između dvaju susjednih kolodvora. Signalni znak svakoga prostornog signala mora biti u

ovisnosti s kontrolom slobodnosti i zauzetosti pripadajućeg prostornog odsjeka te sa signalnim znakovima sljedećega prostornog signala. Signalni znakovi mijenjaju se automatski kada vlak naiđe na određene elemente na pruzi.

(2) Među izlaznim signalima susjednih kolodvora mora postojati takva tehnička ovisnost da je izlazni vozni put moguće postaviti samo iz kolodvora koji ima privolu te da se privola ne može dobiti dok je postavljen izlazni vozni put iz suprotnoga smjera.

(3) Međukolodvorski odsjek mora biti podijeljen na potreban broj prostornih odsjeka kako bi se na jednom međukolodvorskom odsjeku omogućilo sigurno kretanje dvaju ili više uzastopnih vlakova. Broj i raspored prostornih odsjeka za svaku pružnu dionicu određuje se projektnom dokumentacijom.

(4) Na jednokolosiječnim prugama uređaj APB-a mora biti izveden tako da omogućava promet vlakova u oba smjera. Na dvokolosiječnim prugama uređaj APB-a omogućava promet vlakova u jednom smjeru po pravilnom kolosijeku. Kada je to potrebno, na određenim međukolodvorskim odsjecima dvokolosiječnih pruga uređaj APB-a može biti izveden tako da omogućava promet vlakova po pravilnom i nepravilnom kolosijeku (obostrani promet).

(5) Na jednokolosiječnim i dvokolosiječnim prugama s obostranim prometom mora biti omogućena promjena voznoga smjera. Ta promjena mora biti odobrena iz SSU susjednog kolodvora.

(6) Na kolodvorskim pokazivačima APB-a mora se vidjeti stanje slobodnosti odnosno zauzetosti svakoga prostornog odsjeka bilo da je riječ o jednokolosiječnim prugama ili o dvokolosiječnim prugama s obostranim prometom. Umjesto da pokazuje slobodnost i zauzetost svakoga prostornog odsjeka, uređaj može biti izveden tako da pokazuje zauzeće odnosno slobodnost pojedinih dijelova prostornih odsjeka.

(7) Prostorni signali APB-a za postavljeni vozni smjer moraju biti u takvoj ovisnosti da svaki od tih signala signalizira stanje zauzetosti odnosno slobodnosti sljedećega prostornog odsjeka te da predsignalizira signalni znak sljedećega prostornoga signala.

(8) Na jednokolosiječnim prugama svi prostorni signali moraju biti stalno osvijetljeni za vozni smjer za koji postoji privola. Na dvokolosiječnim prugama prostorni signali APB-a moraju biti trajno osvijetljeni. Na dvokolosiječnim prugama s obostranim prometom prostorni signali APB-a moraju biti osvijetljeni samo za vozni smjer za koji postoji privola. Prostorni signal koji ima ulogu predsignala ulaznog signala na jednokolosiječnim i dvokolosiječnim prugama s obostranim prometom mora biti stalno osvijetljen bez obzira na vozni smjer.

(9) Signalni znakovi na prostornim signalima APB-a moraju se promijeniti automatski kada vlak naiđe na određene elemente na pruzi, kod promjene stanja ŽCP-a koji se nalazi na

odsjeku kojeg prostorni signal štiti te ako nastane kvar signalne svjetiljke odnosno nestane glavno i rezervno napajanje. Kada se na signalu APB-a promijeni signalni znak, automatski mora se promijeniti signalni znak na signalu APB-a koji mu prethodi tako da prethodni signal predsignalizira promijenjeni signalni znak sljedećega prostornoga signala. Ukoliko prostorni signal APB-a ostane neosvijetljen, prethodni signal automatski mora pokazivati signalni znak zabranjene vožnje.

(10) Kontrola slobodnosti prostornih odsjeka APB-a može biti izvedena pomoću izoliranih pružnih odsjeka (jednotračničkih ili dvotračničkih) i/ili pomoću osovinskih brojila.

(11) Prostorni odsjeci APB-a ne smiju biti dulji od triju duljina zaustavnog puta, ali ne više od 3000 m.

SSU međukolodvorske ovisnosti s automatskim odjavnicama

(1) Ako je na pojedinim pružnim dionicama potrebno omogućiti promet dvaju uzastopnih vlakova, a prostorni odsjeci trebali bi biti dulji od triju duljina zaustavnog puta odnosno dulji od 3 km, to je moguće ostvariti uređajem međukolodvorske ovisnosti s automatskim odjavnicama (u daljnjem tekstu: uređaj automatskoga odjavnog razmaka). Taj uređaj izvodi se na sljedeći način:

- među izlaznim signalima susjednih kolodvora mora postojati takva tehnička ovisnost da je izlazni vozni put moguće postaviti samo iz kolodvora koji ima privolu te da se privola ne može dobiti dok je postavljen izlazni vozni put iz suprotnoga smjera

- međukolodvorski odsjek podijeljen je na dva ili više odjavna prostorna odsjeka na kojima se odjava daje automatski

- jednoznačni prostorni signal, tzv. automatska odjavnica (u daljnjem tekstu: AO), predsignalizira se predsignalom

- zauzetost odnosno slobodnost međukolodvorskog odsjeka kontrolira se sustavima osovinskih brojila,

- tehnička ovisnost izvodi se tako da omogućuje sigurno kretanje dvaju ili više vlakova na jednome međukolodvorskom odsjeku ovisno o broju odjavnih prostornih odsjeka,

- promjena voznoga smjera (privola) tehnički se izvršava na cijelom međukolodvorskom odsjeku. Ta promjena smjera dopušta se iz susjednoga kolodvora koji ima odlazni smjer ili automatski postavljanjem izlaznoga voznog puta onda ako je pruga uključena u središnje upravljanje prometom.

(2) Na upravljačkim sučeljima prometnika u susjednim kolodvorima mora postojati prikaz stanja zauzetosti odnosno slobodnosti svih odjavnih odsjeka te mogućih smetnji na automatskoj odjavnici.

(3) AO u voznom smjeru automatski pokazuje signalni znak dopuštene vožnje ako je udovoljeno sljedećim uvjetima:

- mora biti postavljen smjer za izlazni vozni put iz kolodvora koji otprema vlak,
- odjavni prostorni odsjek iza AO mora biti slobodan,
- ulazni signal sljedećega kolodvora ili prostorni signal sljedeće AO mora pokazivati signalni znak zabranjene vožnje nakon što cijeli prethodni vlak uđe u sljedeći kolodvor ili je prošao sljedeću AO.

(4) AO pokazuje signalni znak zabranjene vožnje nakon što vlak zauzme odjavni prostorni odsjek iza njega. Sljedećemu vlaku izlazni vozni put moguće je postaviti pod sljedećim uvjetima:

- cijeli prethodni vlak mora ući u sljedeći odjavni prostorni odsjek,
- AO mora signalizirati zabranjenu vožnju,
- prvi odjavni prostorni odsjek mora biti slobodan.

(5) Ako se na automatskoj odjavnici pojavi smetnja, mora biti omogućeno da jedan od kolodvora na odnosnom međukolodvorskom odsjeku može vratiti na početno stanje (resetirati) osovinska brojila. Kolodvor koji resetira osovinska brojila prije toga mora se uvjeriti u to da na međukolodvorskom odsjeku nema željezničkih vozila. Prvi vlak nakon resetiranja otprema se u kolodvorskom razmaku i za njega ne vrijede izlazni signal i automatska odjavnica. Tek pošto taj vlak uđe u susjedni kolodvor, automatska odjavnica prelazi u ispravno stanje.

(6) Intenzitet svjetlosti na automatskoj odjavnici mijenja se automatski onda kada kolodvor koji je u odnosu prema njoj bliži početku pruge, promijeni intenzitet rasvjete signala u kolodvoru.

SSU međukolodvorske ovisnosti

(1) Uređajima međukolodvorske ovisnosti (u daljnjem tekstu MO) se ostvaruje ovisnost između izlaznih signala dvaju susjednih kolodvora te kontrola slobodnosti pruge na međukolodvorskom odsjeku. Postavljanje izlaznog voznog puta iz kolodvora moguće je postaviti ako postoji privola za taj vozni smjer.

(2) Na jednokolosiječnim i dvokolosiječnim prugama s obostranim prometom mora biti tehnički omogućena promjena voznoga smjera.

(3) Promjena smjera (privole) se mora odobriti iz susjednoga kolodvora (kolodvora koji u trenutku zahtjeva za privolu ima odlazni smjer).

(4) Na jednokolosiječnim prugama uređaj MO mora biti izveden tako da omogućava promet vlakova u oba smjera. Na dvokolosiječnim prugama uređaj MO omogućava promet vlakova u jednom smjeru po pravilnom kolosijeku. Ako je to potrebno, na određenim međukolodvorskim odsjecima dvokolosiječnih pruga uređaj MO može biti izveden tako da omogućava promet vlakova po pravilnom i nepravilnom kolosijeku (obostrani promet).

(5) Na upravljačkom sučelju prometnika u susjednim kolodvorima mora se vidjeti stanje slobodnosti odnosno zauzetosti međukolodvorskog odsjeka na upravljačkom sučelju prometnika.

(6) Uvjeti za davanje privole (promjene smjera) uređaja MO su:

- pružni kontrolni odsjeci moraju biti slobodni,
- prvi kontrolirani kolodvorski odsjeci ne smiju biti zauzeti u još nerazriješenom voznom putu,
- ulazni signali s pruge za koje se traži promjena smjera ne smiju signalizirati dopuštenu vožnju,
- ne smije biti blokiran ulazni vozni put,
- izlazni signali ne smiju signalizirati dopuštenu vožnju na prugu za koju se traži promjena smjera vožnje
- pojedini uređaji mogu biti izvedeni tako da je privolu moguće dati i onda ako uređaj zbog smetnje ili kvara pokazuje lažno zauzeće međukolodvorskoga odsjeka. Ta privola daje se uporabom posebne naredbe koja se evidentira.

(7) Stanje zauzetosti odnosno slobodnosti međukolodvorskoga odsjeka kontrolira se isključivo brojačima osovina.

(8) Na prugama s MO obvezatno se ugrađuju predsignali.

(9) Ako je udaljenost između izlaznoga signala jednoga kolodvora i ulaznoga signala susjednoga kolodvora manja od 3000 m, izlazni signal mora predsignalizirati signalne znakove ulaznoga signala susjednoga kolodvora.

Obzirom da postojeće stanje signalno-sigurnosnih uređaja za osiguranje prometa u međukolodvorskim područjima većim dijelom ne udovoljava navedenim uvjetima, u narednom višegodišnjem razdoblju potrebno je postojeće stanje najkasnije do prve modernizacije ili rekonstrukcije uređaja uskladiti s navedenim uvjetima.

Jedna od važnijih odredaba je primjena sklopova za kontrolu slobodnosti odsjeka u međukolodvorskim područjima. Sukladno [2] najčešće je dopuštena primjena samo brojača

osovina, ali se na željezničkim prugama u Republici Hrvatskoj za navedene primjene još uvijek koriste kako brojači osovina tako i izolirani odsjeci.

2.4 Izvedba međukolodvorske ovisnosti i automatskog pružnog bloka

2.4.1 Opis

Međukolodvorska ovisnost se postiže ugradnjom uređaja međukolodvorske ovisnosti. Prema [3], uređaj međukolodvorske ovisnosti određuje vožnju vlaka između dva kolodvora, koja započinje kod izlaznog signala jednog, a završava poslije ulaznog signala drugog kolodvora (u pravilu kada vlak uđe u kolodvorsko područje). Da bi se postavio izlazni put vožnje vlaka, prethodno se moraju usuglasiti prometnici susjednih kolodvora o smjeru vožnje. Jednom postavljeni put vožnje vlaka je završen kad vlak dođe u susjedni kolodvor, a u to vrijeme nisu moguće druge vlakovne vožnje u istom ili suprotnom smjeru. Ako se želi povećati propusna moć pruge, onda se proširuje uređaj međukolodvorske ovisnosti s automatskim pružnim blokom (APB) koji dijeli međukolodvorski razmak na više prostornih odsjeka.



Slika 1: Izgled starijeg tipa kolodvorskog (staničnog) uređaja (1950. godina)

Na pruži osiguranoj APB-om, međukolodvorski razmak je podijeljen na više prostornih odsjeka koji graniče signalima. Signalima se upravlja i njihov rad kontrolira električnim putem. Sigurnost prometa ovisi uglavnom samo o primijenjenim uređajima, a čovjek je uključen u promet na principu redundancije povećavajući sigurnost odvijanja prometa (na taj način se dolazi do zahtijevane iznimno male vjerojatnosti nastanka kvara opasnog za

sigurnost prometa od 10^{-9} puta po satu rada ili rjeđe). Povećava se ekonomičnost jer se smanjuje broj izvršnog osoblja, a također se postiže i veća propusna moć pruge i brzina. [1]

2.4.2 Način rada

Način rada automatskog pružnog bloka je naveden kako je prikazano u [1]. Svaki blokovni odsjek ima na svom početku blokovni svjetlosni signal. Ovisno o postavljenom smjeru vožnje na međukolodvorskom odsjeku blokovni signali za jedan smjer su osvijetljeni, to jest pokazuju signalne znakove, a oni za drugi smjer ne pokazuju signalne znakove osim posljednjeg pred ulaznim signalom koji je ujedno i predsignal.

Prvi blokovni odsjek, onaj koji počinje kod ulaznog signala kolodvora i završava kod predsignala dotičnog kolodvora u smjeru izlaza iz kolodvora, nema svoj blokovni signal. To znači da kod ulaznog signala nema blokovnog signala za dotični smjer vožnje. Taj odsjek štite izlazni signali kolodvora, pa je i njegova dužina povećana za udaljenost od ulaznog signala do izlaznih signala za dotični smjer vožnje.

Izlazni signali u postavljenom smjeru iz kolodvora pokazuju signalni znak "Stoj", a svi pružni signali signalni znak "Slobodno, očekuj Slobodno ili Oprezno", osim predsignala susjednog kolodvora koji pokazuje signalni znak "Slobodno, očekuj Stoj" sve dok se ne postavi ulazna vožnja u kolodvor.

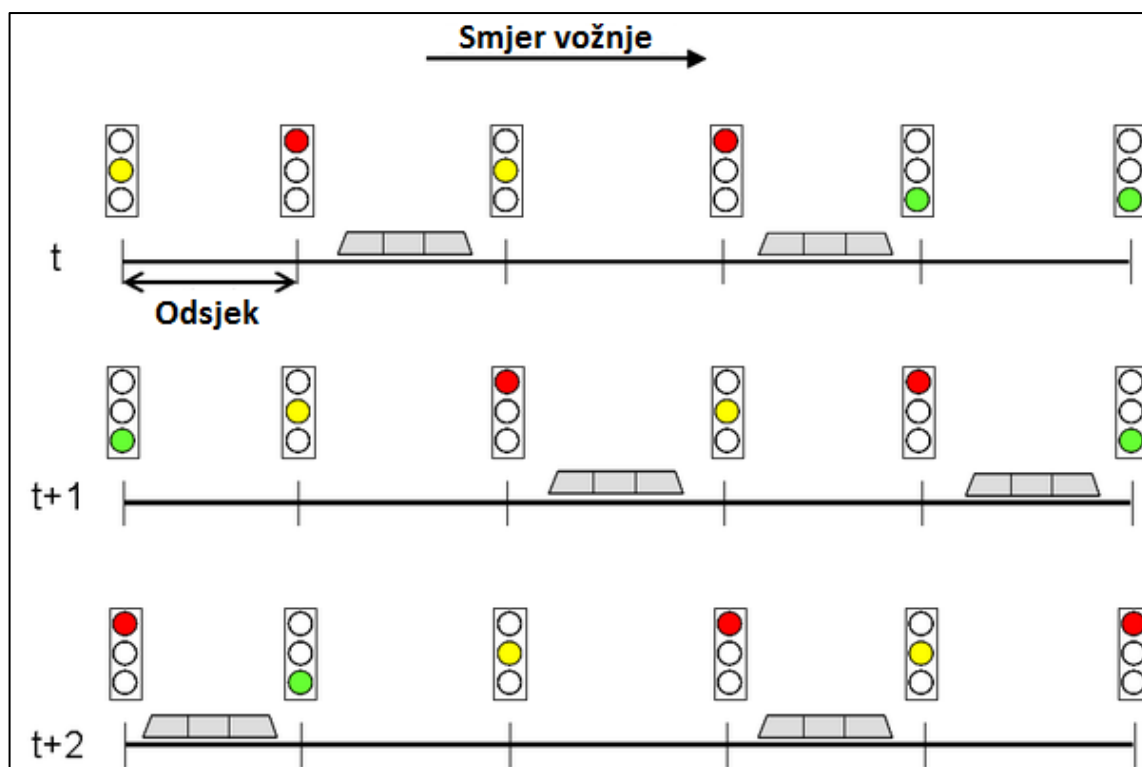
Kad prometnik postavi izlazni put vožnje, na izlaznom signalu pojavit će se odgovarajući signalni znak za dopuštenu vožnju i vlak smije krenuti. Nakon što vlak zauzme prvi izolirani odsjek iza izlaznog signala i istekom vremena od 2 sekunde, na izlaznom signalu će se postaviti signalni znak "Stoj" (u primjeni su i uređaji kod kojim se izlazni signal vraća na položaj „Stoj“ zauzimanjem drugog kolodvorskog odsjeka). Znak za dopuštenu vožnju na izlaznom signalu ponovno će se moći postaviti tek nakon što kraj prethodnog vlaka napusti blokovni odsjek između izlaznih signala i prvog pružnog signala (onoga kod predsignala za suprotni smjer).

Vožnja vlaka uzrokovat će promjenu signalnog znaka na pružnim signalima u signalni znak "Stoj" 2 sekunde nakon zauzeća blokovnog odsjeka iza tog signala.

Oslobađanje blokovnog odsjeka uzrokovat će na signalu koji ga štiti promjenu signalnog znaka "Stoj" (crveno) u "Slobodno, očekuj Stoj" (žuto), a na signalu ispred ovog promjenu signalnog znaka "Slobodno, očekuj Stoj" u signalni znak "Slobodno, očekuj Slobodno ili Oprezno" (zeleno), kako je to propisano za dvoznačne signalne znakove (slika 9.1).

Čim se oslobodi blokovni odsjek moguće je ostvariti sljedeću uzastopnu vožnju. Taj se vremenski slijed kretanja vlakova naziva i "interval slijeđenja", a na našim prugama iznosi od 3 do 7 minuta.

Kad i posljednji vlak iz jednog smjera stigne u uputni kolodvor, to jest kad je pruga slobodna, prometnik iz kolodvora prema kojem je bio smjer vožnje ("koja nema smjer") može tražiti promjenu smjera vožnje. Prometnik u kolodvoru od kojeg je bio postavljen smjer daje privolu. Tada počinje radnja promjene smjera na svim blokovnim mjestima na pruzi.



Slika 2: Slikovni prikaz funkcioniranja APB-a

Na komandnim stolovima susjednih kolodvora izvedena su povratna javljanja zauzeća određenih ili svih blokovnih odsjeka, te nepravilnosti u radu (smetnje odnosno kvarovi) na pružnim i kolodvorskim dijelovima uređaja. Ta javljanja i komande različito se daju i javljaju kod APB-a raznih proizvođača, a na prugama Hrvatskih željeznica najviše se rabe APB uređaji SbL5 (proizvođača Standard Elektrik Lorenz iz Njemačke) i nešto manje Integra (proizvođača Telefongyar iz Mađarske). [1]



Slika 3: Moderna kontrola željezničkog prometa u Španjolskoj

3. Načini kontrole zauzetosti kolosijeka u međukolodvorskoj ovisnosti i automatskom pružnom bloku – izolirani odsjeci i brojači osovina

Sklopovi za kontrolu slobodnosti, odnosno zauzetosti kolosijeka su dijelovi signalno-sigurnosnih uređaja koji obavljaju kontrolu slobodnosti odnosno zauzetosti kolosijeka, skretnica ili odsjeka pruge u međukolodvorskom području. Sukladno osnovnoj funkciji ovi sklopovi mogu obavljati funkcije razrješenja puta vožnje, uključenje automatskog uređaja za osiguranje željezničko-cestovnog prijelaza, brojanje osovina u razdjelnom području u zoni ranžirnog kolodvora i slično. [1]

Neophodno je otkriti prisutnost vlaka na kolosijeku iz više razloga. Održavanje puta vožnji, blokiranje skretnica i upozoravanje na dolazak vlakova na željezničko-cestovne prijelaze u razini su najčešće korištene primjene otkrivanja prisutnosti vlakova. Sve te funkcije moraju biti osigurane u svakom trenutku u sigurnosnom (*fail safe*) načinu rada. Slijedom toga, razvile su se i ostale primjene kontrole slobodnosti kolosijeka, a ovdje je također važno znati je li vlak prisutan ili nije na određenom mjestu, kao na primjer: za aktiviranje opisivača vlaka, aktiviranje putničke informacije za prikaz vlaka na peronu ili dobivanje indikacije o duljini vlaka. Te su primjene manje sigurnosne nego prethodno spomenute. [1]

3.1 Izolirani odsjeci

3.1.1 Opis

Izolirani odsjeci (tračnički strujni krugovi) su izumljeni u devetnaestom stoljeću u Sjedinjenim Američkim Državama i kasnije su korišteni diljem svijeta. Prve izolirane odsjeke su koristile europske željezničke kompanije, a bili su temeljeni na napajanju istosmjernom strujom (DC). To je bilo tako, jer se u u to vrijeme raspolagalo pouzdanim napajanjem energije samo na temelju suhih ili vlažnih baterija. Jednostavno, lokalno javno napajanje električnom energijom bilo je nepouzđano i nekvalitetno. Tvrtke za opskrbu električnom energijom imale su problema s vlastitim elektranama i nije postojala međusobna povezanost linija visokog napona. Kada su lokalna napajanja električnom energijom postala širom rasprostranjena, te izumljena izmjenična struja (Tesla), razvijeni su moderniji izolirani odsjeci. [1]

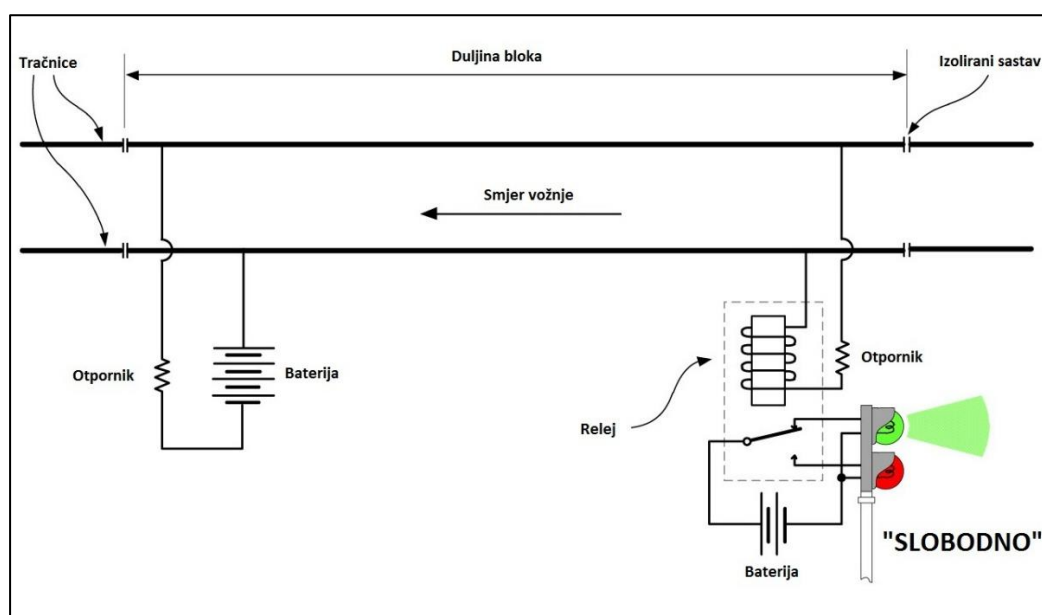


Slika 4: Oprema izoliranih odsjeka

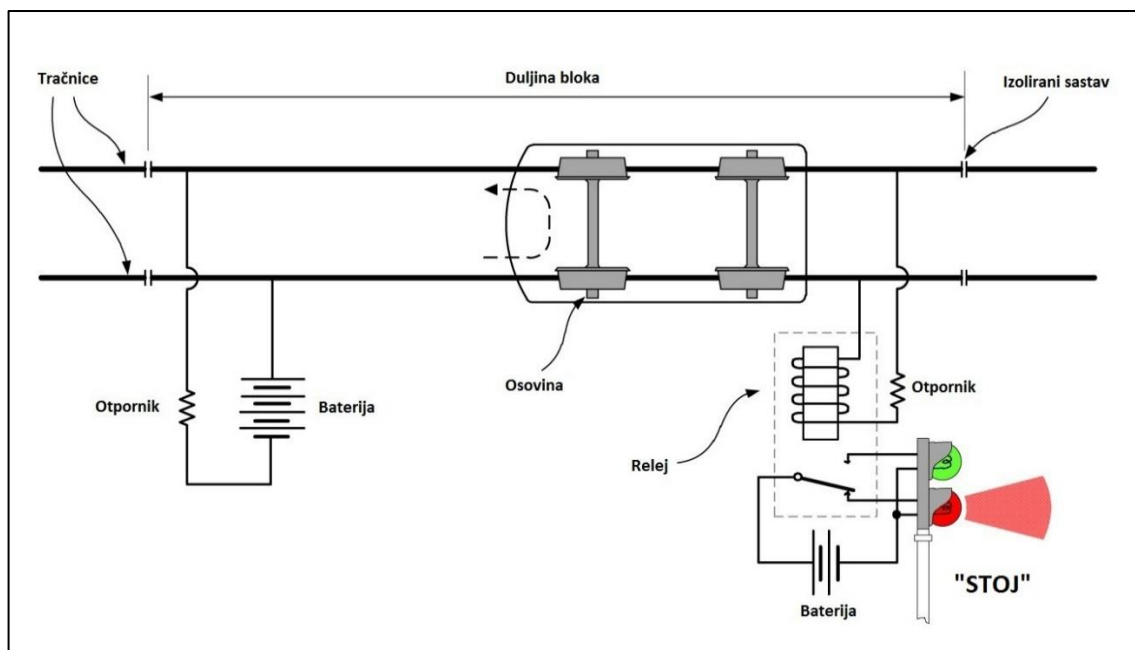
3.1.2 Način rada

Izolirani dio kolosijeka (izolirani odsjek) je dugačak najmanje 20 do 50 metara, tako što se u pravilu izolira samo jedna tračnica, a izolirani odsjek počinje npr. ispred ulaze skretnice vodeći računa o lokalnim uvjetima. Ako je kolosijek zauzet željezničkim vozilom, izvršni relej izoliranog odsjeka otpusti zbog približno kratkog spoja kojeg daje osovina vozila. Napuštanjem vozila izvan izoliranog odsjeka, relej će ponovo privući, što se karakterizira ponovnom slobodnošću izoliranog odsjeka. Nedostatak tog načina kontrole izoliranog odsjeka je to što troši razmjerno dosta električne energije, no dobra mu je strana što permanentno kontrolira stanje kolosijeka. [1]

Druga je mogućnost izolirani odsjek sa serijski spojenim elementima. Pri tom načinu spajanja potrošnja struje je manja, ali zato nije moguće kontrolirati stanje kolosijeka. [1]



Slika 5: Slobodan izolirani odsjek



Slika 6: Zauzet izolirani odsjek

3.2 Brojači osovina

3.2.1 Opis

Brojači osovina su dio signalno-sigurnosnog uređaja koji obavlja kontrolu slobodnosti određenog dijela kolosijeka, skretnica i odsjeka pruge, tako što broje osovine koje ulaze i izlaze iz odsjeka i uspoređuju njihov broj odnosno memoriraju stanje. Na slici 7 se nalazi standardna Eurorack jedinica brojača osovina kakvu koriste većina svjetskih proizvođača. Uz osnovne funkcije, brojačima osovina se može uključiti i razriješiti automatski uređaj osiguranja željezničko-cestovnog prijelaza, mjeriti brzina vlaka i slično. Elektronički brojači osovina najčešće se ugrađuju na APB-u jer ne ograničavaju duljinu prostornog odsjeka i u kolodvorima, gdje je uporaba izoliranih odsjeka ograničena stanjem gornjeg ustroja pruge. Brojači osovina bi morali obavljati sljedeće funkcije: [1]

- Brojiti osovine pri svim brzinama vozila
- Brojiti osovine bez obzira na tipove kotača (ali unutar postojećih tehničkih uvjeta), pragove i zastor
- Brojiti osovine i kod variranja napona napajanja i izlaznih impulsa
- Jednostavno se ugrađivati, popravljati, ugađati i održavati kako ne bi izazivao zastoje u prometu zbog radova
- Mora biti neosjetljiv na vremenske prilike
- Mora biti neosjetljiv na ostale dijelove vagona, osim onih koji ga aktiviraju
- Mora biti neosjetljiv na vibracije tračnica
- Mora biti podešen tako da kvar uzrokuje stanje još veće sigurnosti



Slika 7: Prikaz unutarnje jedinice brojača osovina BO23 proizvođača Altpro

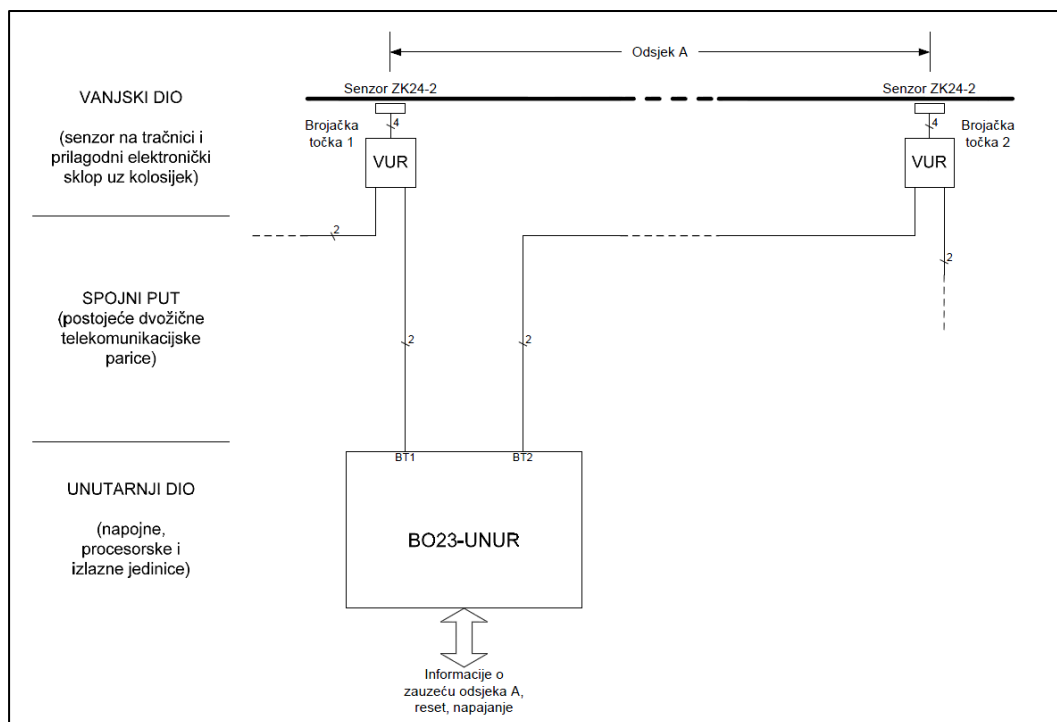
3.2.2 Način rada

Kontrola slobodnosti u točkama (točkasta kontrola) se prema [3] obavlja putem kolosiječnih kontakata i prijemnika koji registriraju prolaz osovine vozila. Upotrebljavaju se kolosiječni kontakti – mehanički, hidraulični, magnetski, elektromagnetski i elektronički. Sami kolosiječni kontakti koriste se kao uključni i isključni elementi kod automatskog upravljanja uređajem (upravljanje putem prijelaza vozila), a u kombinaciji sa sklopovima za brojanje osovina kao dio određenog uređaja (kolodvorskog ili međukolodvorskog) za kontrolu slobodnosti odsjeka.

Pojašnjeno, vlak nailazi na uključni kontakt koji ubrojava osovine, šalje informaciju unutarnjem dijelu određenog uređaja koji pamti broj osovina koji je ušao u odsjek. Naposljetku vlak izlazi iz odsjeka te sada isključni kontakt izbrojava osovine. Broj osovina koji je izašao mora biti jednak onome koji je ušao kako bi brojača osovina ocijenio da je odsjek slobodan.

Zbog ovakvog načina rada, brojači osovina svoju su primjenu našli na prugama s lošim zatorom, sa čeličnim i betonskim pragovima, tunelima i duljim odsjecima pruge. [3]

Na slici 8 prikazana je osnovna konfiguracija brojača osovina BO23 hrvatskog proizvođača Altpro. Koriste se elektronički senzori željezničkog kotača ZK24-2 (vanjski dio opreme) te unutarnji dio (evaluator) BO23 UNUR.



Slika 8: Principijelna shema modernog brojača osovina proizvođača Altpro

3.3 Prednosti brojača osovina u odnosu na izolirane odsjeke

Cilj ove cjeline je prikazati prednosti tehnologije brojanja osovina nad tehnologijom izoliranih odsjeka. Biti će obrađene karakteristike izoliranih odsjeka te brojača osovina kako bi se došlo do kvalitetne komparacije tih dvaju načina kontrole zauzetosti željezničkog kolosijeka. Usporedba izoliranih odsjeka i brojača provesti će se sa više aspekata:

- Tehnički
- U odnosu na željezničku infrastrukturu
- Utjecaj okoliša
- Troškove životnog ciklusa.

Tablica 1: Usporedba tehnologije izoliranih odsjeka i brojača osovina sa tehničkog, infrastrukturnog, okolišnog i troškovnog aspekta

	Karakteristike	Izolirani odsjeci	Brojači osovina
Tehnička	Najveća moguća duljina kolosiječnog odsjeka	1000 – 1500 m	Praktički neograničeno kod novih sustava
	Smjer vožnje	Ne detektira	Detektira.
	Prekid tračnice.	U pravilu ne detektira	Ne detektira

Željeznička infrastruktura	Izolirani sastavi	Obavezni su. Potrebno dodatno polaganje bakrenog užeta zbog serijskog povezivanja svih dijelova kao primjerice skretničkih odsjeka	Nisu potrebni
	Kolosijek	Postoji mogućnost da ne detektira vlak ukoliko postoji preveliki otpor osovine	Neovisno
	Kolosijek	Uslijed hrđe na tračnicama može dati lažnu slobodnost	Neovisno
	Dugi trak	Poželjno	Neovisno
	Nezavaren kolosijek	Potrebno povezivanje tračnica varenjem kolosiječnih vezica	Neovisno
	Pragovi i zastor	Ne mogu se koristiti željezni pragovi, pragovi ne smiju biti truli, zastor ne smije biti zablacen	Neovisno.
Vanjski utjecaji	Električna vuča	Radne frekvencije ne smiju biti harmonici frekvencije struje vuče. Kod dvotračničke izolacije dodatna ugradnja kolosiječnih prigušnica što ograničava duljinu odsjeka. Moguća osjetljivost na prekid napojnog i posebno povratnog voda	Neovisno. Izvedbe senzora kotača ne smiju biti osjetljive na kočenje vrtložnim strujama. Neosjetljivost na prekid napojnog i povratnog voda
	Klimatski	Osjetljiv – naročito kod velikih kiša	Neovisno
	Kemijsko	Kod kemijskog tretiranja kolosijeka je osjetljivo	Neovisno
Troškovi životnog ciklusa	Oprema	Veći zahtjevi zbog potrebe ugrađivanja izoliranih sastava – potrebni posebni izvori za radnu frekvenciju	Manji zahtjevi jer u zadnje vrijeme cijena elektroničke opreme na tržištu pada
	Ugradnja	Veći zahtjevi zbog više opreme i materijala prilikom puštanja u pogon podešavanje rada svakog izoliranog odsjeka	Manji zahtjevi prilikom puštanja u pogon, manje podešavanja granica rada
	Eksploatacija	Veći broj smetnji naročito u slučaju neodgovarajućeg stanja gornjeg stroja i vanjskih utjecaja	Veća pouzdanost i raspoloživost zbog manjeg broja smetnji
	Održavanje	Veći zahtjevi jesu su osim periodičnih kontrolnih pregleda potrebna češća mjerenja i podešavanja granica rada te otklanjanje smetnji traje duže	Manji zahtjevi jer su potrebni samo periodični vizualni kontrolni pregledi
	Demontaža odnosno zamjena novim sustavom	Nikako ne može biti jednostavnija od zamjene brojača osovina, isto u slučaju da se samo zamjenjuju pojedini dijelovi brojača osovina	Ista razina kompleksnosti ili manja.

Izvor: [4], [5]

4. Primjena APB-a i međukolodvorske ovisnosti na istoj pruži te razlozi njihove istovremene primjene – pruga Zagreb – Rijeka

Početak radova na elektrifikaciji željezničkih pruga u Republici Hrvatskoj sredinom prošlog stoljeća postojala je dvojba treba li kao tehničko-tehnološki jedinstveni sustav usvojiti sustav istosmjerne vuče 3 kV (3 kV DC) ili izmjenične vuče 25 kV/50 Hz (25 kV AC). Sustav istosmjerne vuče 3 kV oslanjao se na povezanost elektrificiranih željezničkih pruga Republike Slovenije sa povezanim željezničkim prugama u Republici Hrvatskoj i izgledalo je izvjesnim da bi taj sustav mogao biti osnovni sustav za buduću elektrifikaciju svih pruga u Republici Hrvatskoj. Međutim, zbog svojih prednosti, odlučeno je da se za primjenu u Republici Hrvatskoj usvoji sustav izmjenične vuče 25 kV/50 Hz što se pokazalo ispravnim jer se npr. sve nove željezničke pruge velikih brzina u Italiji i Francuskoj elektrificiraju upravo ovim sustavom premda ovaj sustav električne vuče nije osnovni sustav za preostali dio elektrificirane željezničke mreže ovih država. Primjena sustava električne vuče 25 kV/50 Hz omogućava veću izdašnost energije za pogon elektrovučnih željezničkih vozila, a u isto vrijeme izgradnja ovog sustava danas je najjeftinija. Problemi elektromagnetske kompatibilnosti s ostalim željezničkim podsustavima (u prvome redu signalno-sigurnosnim i telekomunikacijskim uređajima) koji su se u većoj ili manjoj mjeri u početku pojavljivali, danas su gotovo u potpunosti riješeni. Radi toga se ovaj sustav električne vuče smatra najboljim rješenjem kojega željeznica ima.

Pruga Zagreb – Rijeka, prema Odluci Vlade RH o razvrstavanju željezničkih pruga iz 2014. godine, pripada kategoriji koridorskih pruga za koje se zahtijevaju najviši standardi sigurnosti te interoperabilnosti sukladno EU regulativi. Ova je pruga sredinom prošlog stoljeća bila elektrificirana istosmjernim sustavom 3 kV, dok se preostali dio do tada neelektrificirane željezničke mreže u Republici Hrvatskoj počeo opreмати sustavom 25 kV/50 Hz. Na dionici Zagreb – Moravice tadašnji sustav 3 kV DC zamijenjen je sustavom 25 kV AC, dok na dionici Moravice – Rijeka to nije bilo moguće izvesti zbog problema osiguranja potrebne električne energije iz elektroenergetske mreže visokog napona. To je uvjetovalo ograničenje broja vlakova u određenim međukolodvorskim razmacima i dovelo do odluke da se dionica Zagreb – Moravice kod ugradnje tada suvremenih signalno-sigurnosnih uređaja odmah opremi i uređajima automatskog pružnog bloka (APB), a dionica Moravice – Rijeka uređajima međukolodvorske ovisnosti (MO). U sigurnosnom smislu APB i MO uređaji pružaju istu razinu sigurnosti ali uz primjereno sastavljen vozni red, propusnost željezničke pruge znatno se povećava primjenom APB uređaja.

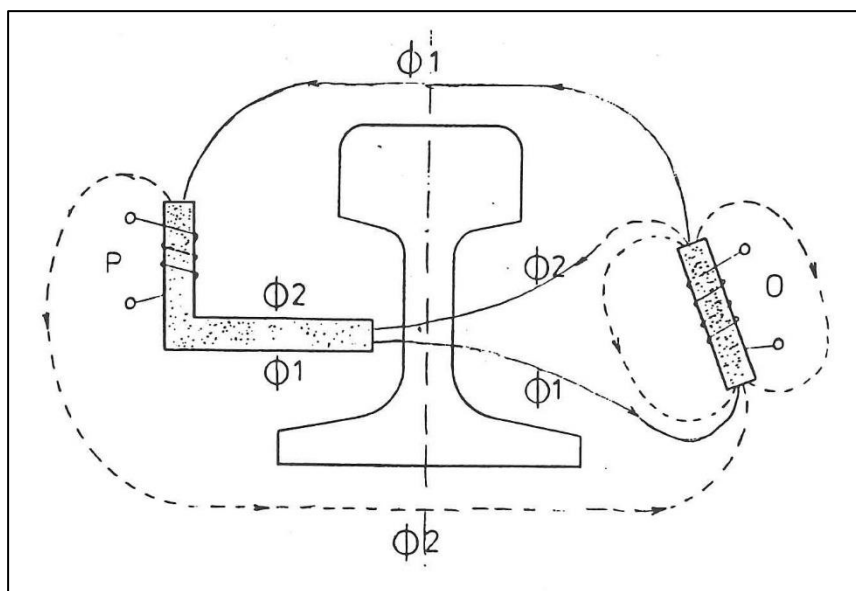
Nakon što je 2013. na dionici Moravice – Rijeka to postalo moguće, pušten je u rad sustav električne vuče 25 kV/50 Hz te je bilo omogućeno ugrađivati uređaje APB-a i na ovoj dionici te time osigurati najveću moguću propusnu moć postojeće pruge Zagreb – Rijeka. Zbog sadašnje razine osiguranja kolodvora Rijeka, APB uređaji će biti ugrađeni do kolodvora Sušak Pećine, dok će između kolodvora Rijeka i Sušak Pećine i dalje biti u uporabi MO. Općenito, pruga Zagreb – Rijeka u prvome je redu u funkciji osiguranja normalnog rada luke Rijeka radi dopreme i otpreme robe za ovu luku željeznicom. [6]

5. Standard Elektrik Lorenz (SEL) brojači osovina tipovi AzL65 i AzL70

Njemačka tvrtka Standard Elektrik Lorenz iz Stuttgarta je poslije dugogodišnjeg rada, laboratorijskog i praktičnog ispitivanja napravila svoj brojač osovina tip AzL65 najčešće korištenog sa sensorima željezničkog kotača SK11, te AzL70 koji je najčešće ugrađivan sa sensorima željezničkog kotača SK30. Navedeni brojači su proizvedeni primjenom elektroničke tehnologije, a izrađeni su u svrhu kontrole slobodnosti odnosno zauzetosti određenog željezničkog odsjeka. [7]

5.1 Brojač osovina AzL65 i AzL70

Elektronički brojači osovina AzL65 i AzL70 izrađuju se u tranzistorskoj tehnici i sastoje se od 3 glavna dijela: vanjske opreme, prijenosnih vodova i unutarnje opreme. U vanjskom dijelu brojača osovina (senzorima) registrira se prolaz osovina i to se prijenosnim vodovima dostavlja unutarnjem dijelu brojača, gdje se podaci obrađuju. Osnovna razlika između ova dva tipa brojača osovina jest što AzL70 predstavlja napredak u odnosu na AzL65 te koristi novije komponente, mnoga poboljšanja u strukturi, veći stupanj pouzdanosti i bolji raspored kontakata na pruzi. [7]



Slika 9: Princip rada senzora SK11 i SK30

Kao što je prikazano na slici 9, prolaz kotača željezničkog vozila uzrokuje promjenu magnetskog toka kojeg odašilje odašiljačka strana senzora, što uzrokuje promjenu magnetskog toka na prijemnoj strani senzora, a to se u obliku promjene električnog signala napajanja senzora registrira u unutarnjoj jedinici brojača.

5.2 Senzori željezničkog kotača SK11 i SK30

Vanjski dio brojača osovina ima dva brojačka mjesta, a svakom pripadaju po dva pružna kontakta (senzora) i po jedan elektronički priključak. Kod senzora SK11, na svakom brojačkom mjestu ugrađuju se po dva senzora nasuprotno postavljeni svaki na svojoj tračnici i međusobno pomaknuta za oko 150 mm u odnosu na vertikalnu os kolosijeka kako je prikazano na slici 10. To je brojaču dovoljno za registriranje smjera kretanja vozila. Radna frekvencija ovog senzora je 5 kHz. [7]

Kod senzora SK30, svakoj brojačkoj točki pripadaju po jedan elektronički priključni ormarić i jedan tračnički kontakt SK30. Ovaj se tračnički kontakt sastoji iz dviju skoro istih polovina – SK1 i SK2. Svaka se polovina sastoji iz glave odašiljača i glave prijemnika. Glavna razlika između SK30 i SK11 jest smještaj cijelog SK30 na jednoj tračnici, dok je SK11 montiran na obje. [7]



Slika 10: SK30 (par senzora lijevo) i SK11 (par senzora desno)

5.3 Razlozi zamjene brojača osovina AzL65 sa AzL70

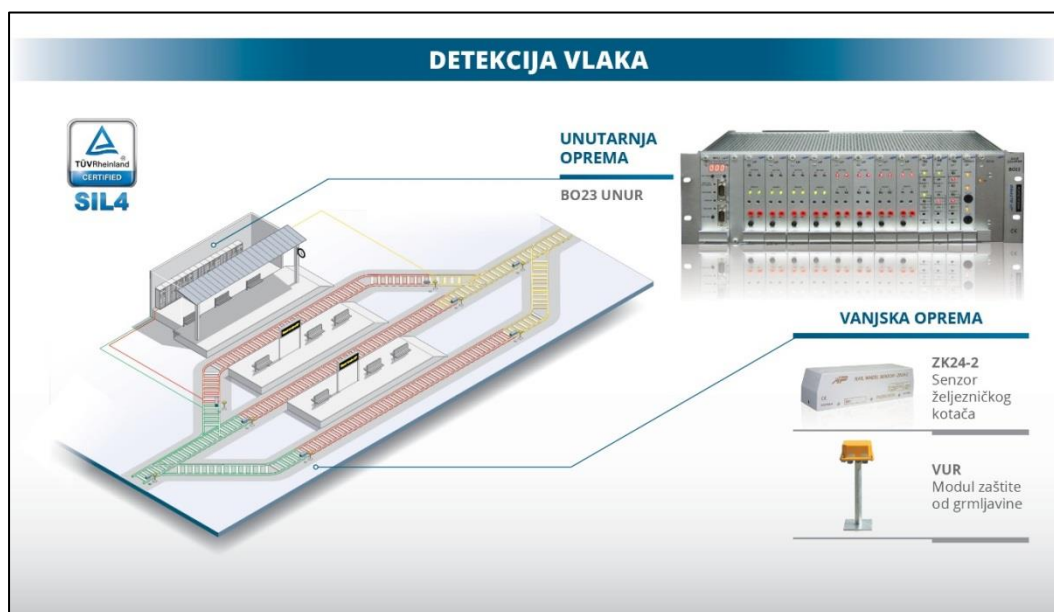
Analizom broja nepravilnosti rada APB uređaja s ugrađenim brojačima osovina kako navodi [7], primijećeno je da se više smetnji pojavljuje na brojačima tipa AzL65. Zbog starosti pruge (gornjeg i donjeg ustroja), lošijeg održavanja kolosijeka i temperaturnih utjecaja dolazi do lateralnog pomicanja tračnica. Uslijed toga se često dogodi da razmak između senzora (kontakata) nije 150 mm nego više ili manje. Budući da su senzori tipa SK11 postavljeni na suprotnim tračnicama, to je predstavljalo problem u njihovom ispravnom radu. Tip AzL70 je daljnji razvoj tipa AzL65 koji ima novije dijelove i poboljšanja u izvedbi električnog napajanja, viši stupanj pouzdanosti i povoljniji smještaj kontakata na tračnici. Više pokusnih ugradnji s brojačima osovina, koji su od 1970. godine ugrađivani u područje HŽ, potvrdili su upotrebljivost brojača osovina kod kontrole stanja slobodnosti, odnosno zauzetosti kontroliranog odsjeka kolosijeka.

6. Altpro brojač osovina tip BO23

BO23 (Brojač Osovina sa strukturom 2 od 3) je brojač osovina hrvatskog proizvođača signalno-sigurnosne opreme za željeznicu Altpro. BO23 se koristi za kontrolu stanja (zauzetosti/slobodnosti) kontroliranog pružnog odsjeka. Također se može koristiti za slične aplikacije bez ograničenih sigurnosnih zahtjeva. Primjeri korištenja brojača osovina BO23 su sljedeći:

- Kontrola zauzetosti pružnih odsjeka unutar kolodvorskog signalno-sigurnosnog uređaja
- Kontrola zauzetosti pružnih odsjeka u međukolodvorskim područjima kod primjene automatskog pružnog bloka
- Kontrola zauzetosti pružnih odsjeka u međukolodvorskim područjima kod primjene uređaja međukolodvorske ovisnosti ili automatskih odjavnica
- Kontrola zauzetosti više odsjeka sa svrhom uključivanja/isključivanja automatskih uređaja za osiguranje željezničko-cestovnog prijelaza
- Kontrola zauzetosti odsjeka unutar ranžirnog kolodvora u sastavu automatskog ranžirnog sustava.

Brojač osovina BO23, kao i ostali brojači osovina, koristi senzore na željezničkoj pruzi kako bi kontinuirano kontrolirao i brojao osovine vlakova koji prolaze po odsjecima (slika 11). Ako je trenutni broj osovina jednak nuli te nema smetnji ili grešaka u radu, tada će sustav slati informaciju da je odsjek slobodan. U bilo kojem drugom slučaju će biti poslana informacija da je odsjek zauzet. [4]



Slika 11: Prikaz brojača osovina sa pripadajućim sklopovljem

6.1 Vanjska oprema

Vanjski dio brojača osovina na svakoj brojačkoj točki se sastoji od senzora željezničkog kotača ZK24-2 montiranog uz unutarnji rub tračnice pomoću nosača s obuhvatnicom ili nosača za probušenu tračnicu, od lijevog i desnog štitnika senzora učvršćenih na istu tračnicu, te od kontrolnog elektroničkog sklopa VUR u kutiji uz kolosijek. Slika 12 prikazuje senzor na nosaču s obuhvatnicom montiran na tračnicu. Senzor ZK24-2 ima dvostruku galvanski odvojenu strukturu detekcije kotača (dvije senzorske jedinice u istom kućištu) zbog mogućnosti određivanja smjera kretanja vlaka i zbog sigurnosti. [4]



Slika 12: Prikaz senzora željezničkog kotača ZK24-2

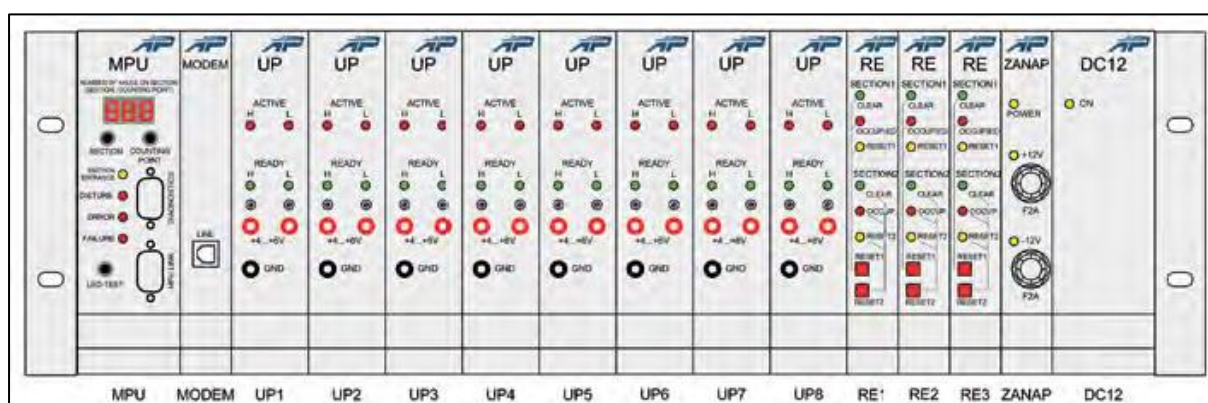
Sklop VUR je smješten u kutiji na postolju uz kolosijek (slika 13). U kutiji se nalazi kontrolni elektronički sklop koji napaja i kontrolira senzor te modulira i šalje signale s obje senzorske jedinice po istom dvožičnom telekomunikacijskom vodu do unutarnje jedinice brojača osovina (UNUR). Po istom vodu vanjski kontrolni elektronički sklop dobiva i potrebno istosmjerno napajanje. [4]



Slika 13: Prikaz kućišta vanjske elektronike (VUR)

6.2 Unutarnja oprema

Unutarnji dio brojača osovina BO23 (UNUR), izveden je modularno u 19" Eurocard okviru visine 3U (7,62) cm kako je prikazano na slici 15. Na prvoj poziciji slijeva nalazi se procesorski modul MPU koji sadrži 3 operativna mikrokontrolera i jedan dijagnostički sa prikaznom jedinicom broja osovina i ostalih značajnih podataka (smjer, smetnje, greške i sl.). U sva tri operativna mikrokontrolera odvija se višestruki sigurnosni program za obradu signala sa senzora, razlučivanje smetnje od impulsa kotača, brojanje osovina i davanje informacija o zauzetosti svakog odsjeka. Izlazne informacije o zauzeću odsjeka obrađuju se na principu sigurnosnog odlučivanja 2 od 3 i proslijeđuju se na module relejnih izlaza RE. Preko serijskog sučelja RS232 na modulu MPU memorirani podaci o prolazu vlakova mogu se prenijeti na osobno računalo izravno ili daljinski preko modema. Zatim slijedi 8 modula ulaznog pojačala UP (UP1 do UP8) koji galvanski odvojeno napajaju brojačke točke (svaki jednu) i prilagođavaju signale s brojačkih točki na procesorski modul MPU. Modul relejnih izlaza RE (RE1, RE2, RE3) služi za davanje informacije o zauzetosti odsjeka u obliku kontakata sigurnosnih releja. Svaki modul RE daje neovisne relejne izlaze za dva odsjeka. Moduli ZANAP i DC12 služe za glavno napajanje uređaja s galvanskim odvajanjem, filtracijom i zaštitama. [4]



Slika 14: Prikaz modula BO23 UNUR-a

6.3 Tehnički podaci

U Tablici 2 se nalaze osnovni tehnički podaci za vanjske dijelove brojača osovina – senzor željezničkog kotača ZK24-2 i vanjsku jedinicu (VUR).

Tablica 2: Osnovni podaci vanjskog sklopovlja brojača osovina

Značajka	Vrijednost
Napon napajanja	od 40 V DC do 100 V DC
Napon napajanja za senzor	24 V DC $\pm 5\%$
Temperaturno područje okoline	-60 do $+80\text{ }^{\circ}\text{C}$
Izlazna struja osnovnog stanja senzora ZK24-2	kanal H: 16 mA DC $\pm 8\%$ kanal L: 16 mA DC $\pm 8\%$
Izlazna struja aktivnog stanja senzora ZK24-2	kanal H: 10 mA DC $\pm 8\%$ kanal L: 10 mA DC $\pm 8\%$
Otpornost na vibracije i udare	Ispitano prema EN 50125-3
Minimalni promjer kotača	300 mm
Masa senzora ZK24-2 (bez kabela)	1,72 kg
Masa štitnika senzora	6,5 kg
Masa VUR-a bez postolja za ukapanje	5,32 kg

Izvor: [4]



Slika 15: Prikaz senzora ZK24-2



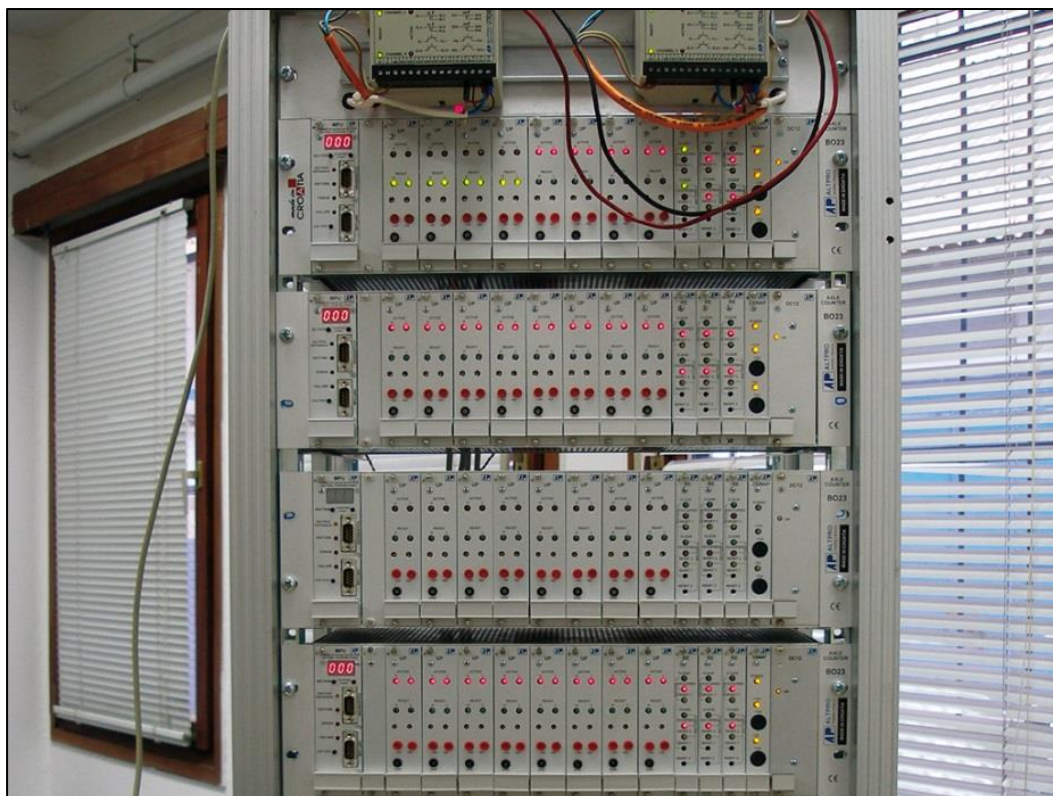
Slika 16: Prikaz kućišta za smještaj vanjske jedinice (VUR)

U Tablici 3 se nalaze osnovni tehnički podaci za unutarnji dio brojača BO23 (UNUR).

Tablica 3: Osnovni podaci unutarnjeg sklopovlja brojača osovina

Značajka	Vrijednost
Glavno napajanje	18 V do 80 V DC
Temperaturno područje okoline	−30 °C do +70 °C
Kapacitet brojanja osovina	999 osovina s prikazom (interno brojanje do 32767 osovina)
Konfiguracija procesorskog modula	2 od 3
Maksimalni broj brojačkih točaka	8 lokalnih brojačkih točaka + 1 daljinska preko udaljenog unutarnjeg dijela brojača (RS232)
Maksimalni broj brojačkih odsjeka	6 odsjeka

Izvor: [4]



Slika 17: Prikaz više primjeraka unutarnjeg sklopovlja brojača osovina BO23 (UNUR)

7. Zaključak

Zaključci koji su proizašli iz ovog rada navode kako se primjenom brojača osovina kao načinom kontrole slobodnosti odsjeka općenito, pa tako i u međukolodvorskim područjima, može postići veća razina sigurnosti u odnosu na primjenu izoliranih odsjeka. Kod izoliranih odsjeka postoje neki nedostaci koje je tehnologija brojača osovina uspješno riješila. Napredak elektroničke tehnologije s vremenom je povećavao sigurnost rada brojača osovina i snižavao njihovu cijenu, tako da su danas kako zbog niže cijene tako i šire mogućnosti primjene brojači osovina globalno prihvaćeni kao temeljni dio kontrole zauzetosti odsjeka željezničkih pruga.

8. Literatura

- [1] Toš, Z.: *Signalizacija u željezničkom prometu*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2013.
- [2] Ministar pomorstva, prometa i infrastrukture: *Pravilnik o tehničkim uvjetima za prometno-upravljački i signalno-sigurnosni željeznički infrastrukturni podsustav*, Hrvatska, 2015.
- [3] Vrhovnik, M.: *Tehnička sredstva željeznice*, Željeznička Tehnička škola u Zagrebu, Zagreb, 1998.
- [4] Altpro: *Signalno-sigurnosni uređaji i aplikacije*, Zagreb, 2014.
- [5] A. Kozol., Blake, Thurston D.F.: *Axle Counters vs. Track Circuits – Safety in Track Vacancy Detection and Broken Rail Detection*, USA
- [6] Zajednica jugoslavenskih željeznica: *Uputstvo o tehničkim normativima i podacima za izradu i izvršenje voznog reda*, Beograd, 1987.
- [7] Dokumentacija: SEL (Standard Elektrik Lorenz), brojači osovina
- [8] Europska komisija: *Provedbena uredba Komisije (EU) br. 402/2013*, 30. travnja 2013.
- [9] Zahradnik, J., Rastočny, K.: *Aplikacie zabezpečovacich systemov*, Sveučilište u Žilini, Žilina, 2006.

Popis slika

Slika 1: Izgled starijeg tipa kolodvorskog (staničnog) uređaja (1950. godina)	9
Slika 2: Slikovni prikaz funkcioniranja APB-a	11
Slika 3: Moderna kontrola željezničkog prometa u Španjolskoj	12
Slika 4: Oprema izoliranih odsjeka	14
Slika 5: Slobodan izolirani odsjek	14
Slika 6: Zauzet izolirani odsjek	15
Slika 7: Prikaz unutarnje jedinice brojača osovina BO23 proizvođača Altpro.....	16
Slika 8: Principijelna shema modernog brojača osovina proizvođača Altpro	17
Slika 9: Princip rada senzora SK11 i SK30	21
Slika 10: SK30 (par senzora lijevo) i SK11 (par senzora desno)	22
Slika 11: Prikaz brojača osovina sa pripadajućim sklopovljem.....	24
Slika 12: Prikaz senzora željezničkog kotača ZK24-2	25
Slika 13: Prikaz kućišta vanjske elektronike (VUR)	25
Slika 14: Prikaz modula BO23 UNUR-a	26
Slika 15: Prikaz senzora ZK24-2	27
Slika 16: Prikaz kućišta za smještaj vanjske jedinice (VUR)	27
Slika 17: Prikaz više primjeraka unutarnjeg sklopovlja brojača osovina BO23 (UNUR)	28

Popis tablica

Tablica 1: Usporedba tehnologije izoliranih odsjeka i brojača osovina sa tehničkog, infrastrukturnog, okolišnog i troškovnog aspekta	17
Tablica 2: Osnovni podaci vanjskog sklopovlja brojača osovina	27
Tablica 3: Osnovni podaci unutarnjeg sklopovlja brojača osovina	28