Utjecaj mjerenja brzine vlaka na rad željezničko-cestovnih prijelaza

Grebenar, Danijel

Master's thesis / Diplomski 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:119:461281

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Danijel Grebenar

UTJECAJ MJERENJA BRZINE VLAKA NA RAD ŽELJEZNIČKO-CESTOVNIH PRIJELAZA

DIPLOMSKI RAD

ZAGREB, 2016.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
POVJERENSTVO ZA DIPLOMSKI ISPIT

Zagreb, 19. travnja 2016.

Zavod: **Zavod za željeznički promet**
Predmet: **Automatizacija u željezničkom prometu**

DIPLOMSKI ZADATAK br. 3527

Pristupnik: **Danijel Grebenar (0035176465)**
Studij: Promet
Smjer: Željeznički promet

Zadatak: **Utjecaj mjerenja brzine vlaka na rad željezničko-cestovnih prijelaza**

Opis zadatka:

Treba opisati metodologiju mjerenja pružne brzine kod detekcije približavanja vlaka željezničko-cestovnom prijelazu. Temeljem mjerenja pružne brzine treba na temelju proizvođačke specifikacije dati prijedlog za definiranje konstantnog vremena približavanja vlaka.

Zadatak uručen pristupniku: 21. ožujka 2016.

Mentor:

prof. dr. sc. Zdravko Toš

Predsjednik povjerenstva za diplomski ispit:

Sveučilište u Zagrebu

Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

UTJECAJ MJERENJA BRZINE VLAKA NA RAD ŽELJEZNIČKO-CESTOVNIH PRIJELAZA

INFLUENCE OF THE TRAIN SPEED MEASUREMENT ON THE RAILWAY LEVEL CROSSINGS

Mentor: prof. dr. sc. Zdravko Toš

Student: Danijel Grebenar 0035176465

ZAGREB, RUJAN 2016.

SAŽETAK

U ovom diplomskom radu opisano je kako mjerenjem brzine vlaka možemo izvesti da vrijeme od predzvonjave pa do prelaska vlaka preko željezničko-cestovnog prijelaza uvijek bude podjednako. Opisan je način s kojim uređajima tvrtke ALTPRO d.o.o. je moguće provesti mjerenje brzine vlaka te odgode uključenja željezničko-cestovnog prijelaza. Navedene su prodnosti ovog načina upravljanja željezničko cestovnim prijelazom.

KLJUČNE RIJEČI:

Željezničko-cestovni prijelaz, mjerenje brzine vlaka, konstantno vrijeme čekanja na prijelazu, povečanje sigurnosti preko željezničke pruge.

SUMMARY

In this thesis it is described how, by measuring the speed of the train, we can provide an even time from the annoucement of the train until transit of train across the railway level crossing. It is also described the way with which machines from ALTPRO d.o.o. can provide measurement of the speed of the train, and the way of delaying inclusion of the railway level crossing.

KEY TERMS:

Railway level crossing, measurement of the speed of the train, constant time in waiting of the transition, increasing of the security with railway

SADRŽAJ:

1.UVOD 4

2.OPČENITO O ŽCPR-ima 5

2.1. Osiguranje željezničko-cestovnih prijelaza 5

2.2. Usporedba različitih tipova izvedbe željezničkih prijelaza 6

2.3. Opis tehnologije rada u slučaju kvara uređaja za osiguranje ŽCP-ova 7

2.4. Regulacija prometa pomoću trokuta preglednosti [1] 7

2.5. Naprave za osiguranje cestovnih prijelaza u razini 11

2.5.1. Branici i polubranici 11

2.5.2. Osiguranje svjetlosnim signalima i zvonom 12

2.6. Način rada automatskog uključivanja 13

3.OPIS ALTPRO ŽCPR-a 14

3.1. Opis uređaja za osiguranje željezničko-cestovnog prijelaza tip RLC23 14

3.2. Opis vanjske opreme željezničko-cestovnog prijelaza tip RLC23 17

3.3. Struktura uređaja RLC23 18

3.4. Vanjske jedinice za signalizaciju 22

3.5. Tipovi (polu)branika i mogućnosti upravljanja 26

3.6. Principi automatskog uključivanja/isključivanja ŽCPR-a prilikom prolaska vlaka 27

3.7. Osiguranje željezničko-cestovnog prijelaza 29

3.7.1. Jednokolosiječna otvorena pruga (osnovna konfiguracija) 30

3.7.2. Zaustavljanje vlaka u području prijelaza 30

3.8. Daljinska kontrola stanja ŽCPR-a 32

4.UTJECAJ BRZINE VLAKA NA RAD ŽCPR-a 36

4.1. Odgoda uključenja ŽCPR-a ovisno o brzini vlaka – opis izvedbe na uređaju osiguranja ŽCPR-a tipa RLC23 36

4.2. Senzor željezničkog kotača ZK24-2 38

4.2.1. Princip rada 39

4.2.2. EMC, testiranje i certifikacija 40

4.2.3. Zaštita od grmljavine 40

4.2.4. Primjena senzora željezničkog kotača ZK24-2 41

4.4. Brojač osovina BO23 42

4.4.1. Princip rada brojača osovina BO23 43

4.4.2. Opis vanjskog dijela uređaja 44

4.4.3. Opis unutarnjeg dijela uređaja 45

4.4.4. Primjena na sustavima željezničko-cestovnog prijelaza s dva odsjeka sa preklapanjem preko ceste 46

5.ZAKLJUČAK 48

6.LITERATURA 49

7. POPIS SLIKA 50

1.UVOD

Željezničko-cestovni prijelaz (ŽCPR) je mjesto križanja željezničke pruge ili industrijskog kolosijeka i ceste u istoj razini. Sa stajališta sigurnosti prometa željezničko-cestovni prijelazi su točke visokog rizika. Reguliranje prometa vrši se likovnim znakovima, svjetlosnim i zvučnim signalima. Razdvajanje željezničke pruge od cestovnih prometnica u dvije razine je najsigurniji način ali ujedno i najveća investicija. Prilikom nailaska na željezničko-cestovni prijelaz u razini (ŽCPR) koji je u kvaru za tu situaciju je strogo određena procedura. Branici i polubranici na željezničko-cestovnim prijelazima služe da fizički zapriječe mogućnost izlaska na prugu prilikom prolaska vlaka. Na cjelokupnoj željezničkoj mreži u Republici Hrvatskoj nema nezaštićenih ŽCPR-a, svaki prijelaz ima određenu razinu zaštite. HŽ infrastruktura d.o.o. svake godine povećava financijska sredstva koja se ulažu u željezničko-cestovne prijelaze u svrhu povećavanja razine sigurnosti.

Tema diplomskog rada je **Utjecaj mjerenja brzine vlaka na rad željezničko-cestovnih prijelaza.** Cilj diplomskog rada je objasniti način na koji se reguliraju i osiguravaju željezničko-cestovni prijelazi, te dati primjer na koji se može poboljšati situacija na željezničko-cestovnim prijelazima konstantnim vremenom koje se čeka na dolazak vlaka. Ovo se može postići samo na način da se izmjeri brzina vlaka koji dolazi na prijelaz. Konstantno vrijeme upozorenja na dolazak vlaka je obrađeno u suradnji s tvrtkom ALTPRO d.o.o.. Ova problematika obrađena je u 5 poglavlja:

Uvod

Općenito o ŽCPR-ima

Opis ALTPRO ŽCPR-a

Utjecaj brzine vlaka na rad ŽCPR-a

Zaključak

U drugom poglavlju obrađena je mjerodavna regulativa, način izvedbe i osiguranja ŽCP-a.

U trećem poglavlju opisan je način na koji se može osigurati željezničko-cestovni prijelaz uređajima tvrtke ALTPRO.

U četvrtom poglavlju opisan je način na koji se može izvesti konstantno vrijeme čekanja vlaka te koji su uređaji potrebni za tu opciju.

Zaključno se daje osvrt na prednosti koje se mogu dobiti prilikom korištenja ove metode za najavu dolaska vlaka.

2.OPČENITO O ŽCPR-ima

Reguliranje prometa na željeznici se vrši signalima (likovnim ili svjetlosnim). Na prugama velikih brzina obično se ne koriste željezničko-cestovni prijelazi, već nadvožnjaci i podvožnjaci. Kako bi se promet po pruzi mogao odvijati nesmetano i sigurno za sve sudionike, za cestovna vozila se koriste prometni znakovi, svjetlosni signali te rampa s branicima ili polubranicima na prugama gdje je intenzitet prometa vrlo gust i gdje su brzine u prosjeku veće.

Ovisno o razvrstavanju željezničkih pruga, razmak između dvaju susjednih željezničko-cestovnih prijelaza ne smije biti manji od:

2.000 m na glavnoj (koridorskoj) za međunarodni promet (odnosi se samo na postojeće željezničko-cestovne prijelaze),

1.500 m na ostalim prugama za međunarodni promet (odnosi se samo na postojeće željezničko-cestovne prijelaze) i prugama za regionalni promet,

1.000 metara na prugama za lokalni promet.

2.1. Osiguranje željezničko-cestovnih prijelaza

Željezničko cestovni-prijelaz u razini (ŽCPR) je mjesto prijelaza cestovne prometnice preko pruge. Radi velikih razlika u brzinama kretanja cestovnih i pružnih vozila, njihovim masama, a posebno zaustavnim putevima, ta su mjesta vrlo opasna zbog mogućnosti sudara. To je razlog za izvedbu odgovarajućeg načina osiguranja.

S motrišta cestovnog prometa osiguranje ŽCPR može se razvrstati u dvije skupine:

- pasivno (s cestovnom prometnom signalizacijom) i
- aktivno (uređajima za osiguranje cestovnih prijelaza).

Aktivno osiguranje može se postići:

- mehaničkim uređajima i
- električnim uređajima.

Najpouzdaniji način izvedbe ŽCPR-a postiže se razdvajanjem razina izgradnjom nadvožnjaka ili podvožnjaka. Dovoljna razina sigurnosti postiže se ugradnjom signalnih uređaja koji obavještavaju sudionike u cestovnome prometu o približavanju željezničkog vozila. Na ŽCPR-u se daje prednost pružnim vozilima jer ona imaju veću masu, kreću se prisilnom

putanjom i imaju dulji zaustavni put. To podrazumijeva da se kod nailaska vlaka cestovni promet obustavlja. Prednost prolaska za željeznička vozila propisana je Zakonom o sigurnosti i interoperabilnosti željezničkog sustava (NN 82/13) u članku 83, stavak 2.

Najčešći uzroci nesreća na ŽCPR-ima su nepoštivanje prometnih znakova, neprilagođena brzina vožnje, prelazak automobila ispod spuštenih branika, nepažnja vozača cestovnih vozila i pješaka te loše označeni i osigurani ŽCPR-i.

Zbog duljeg zaustavnog puta i manje učestalosti prolaza, prioritet uvijek se daje željeznici. Nastoje se potpuno ukinuti cestovni prijelazi u istoj razini. Kako se radi o dugotrajnoj i skupoj investiciji na ŽCP-ima primjenjuju se slijedeća rješenja:

- izvedba prijelaza izvan razine,
- svođenje prijelaza (zamjenom dvaju ili više susjednih prijelaza jednim),
- osiguranje cestovnih prijelaza u razini suvremenim tehnološkim sredstvima i
- osiguranje trokuta preglednosti na tehničkim neosiguranim prijelazima

Na prugama s velikim brzinama vlakova, većim od 160 km/h, križanje ceste i željezničke pruge mora biti izvedeno u dvije razine. U tom slučaju preporuča se vođenje ceste iznad željezničke pruge na mjestu križanja.

2.2. Usporedba različitih tipova izvedbe željezničkih prijelaza

Troškovi izgradnje cestovnog prijelaza u dvije razine u odnosu na troškove osiguranja križanja željezničke pruge i ceste u istoj razini odnose se kao 10:1. Ekonomska analiza pokazuje da financijska sredstva dovoljna za izgradnju samo jednog podvožnjaka ili nadvožnjaka mogu biti dostatna za izgradnju 10 cestovnih prijelaza u razini opremljenih najsuvremenijim SS-uređajima.

U svrhu još veće razine sigurnosti na željezničko-cestovnim prijelazima ugrađuju se i dodatni uređaji za automatsko snimanje vozila koja prelaze željezničku prugu unatoč upaljenoj svjetlosnoj signalizaciji. Također se ugrađuju i dodatni uređaji za detekciju prisustva u ugroženom području, te dodatni kontrolni željeznički signali kako bi se vlak u okviru tehničkih mogućnosti zaustavio prije naleta na cestovno vozilo.

Upotrebom digitalnog mobilnog telekomunikacijskog sustava GSM-R, moguće je informaciju o stanju na ŽCPR-u prenijeti direktno u kabinu lokomotive.

2.3. Opis tehnologije rada u slučaju kvara uređaja za osiguranje ŽCP-ova

Uređaji za osiguranje željezničko-cestovnih prijelaza su signalno-sigurnosni uređaji koji zatvaraju prijelaz te daju znakove kojima se najavljuje približavanje vlaka (svjetlosna i zvučna signalizacija te spuštanje polubranika ili branika) ili samo daju signale kojima se najavljuje približavanje vlaka (svjetlosna i zvučna signalizacija).

Budući da je u nekoliko navrata u medijima prikazan vlak koji prolazi preko željezničko-cestovnog prijelaza osiguranog signalno-sigurnosnim uređajem koji u trenutku nailaska vlaka nije u funkciji, prikazat će se postupak ponašanja željezničkog osoblja u takvim slučajevima.

U slučaju kvara na uređajima za osiguranje željezničko-cestovnih prijelaza, željeznički promet koji teče preko prijelaza u kvaru nije potrebno obustavljati jer je daljnji tijek prometa reguliran Pravilnikom o načinu i uvjetima za obavljanje sigurnog tijeka željezničkog prometa (NN 133/09, 144/09, 14/10, 56/12) kao i internim aktima HŽ Infrastrukture d.o.o.

Kada na uređajima za osiguranje željezničko-cestovnog prijelaza nastane kvar, prometnik vlakova sredstvima komunikacije ili pismenim putem o kvaru mora obavijestiti strojovođu.

Prije nailaska na takav prijelaz strojovođa je obavezan zaustaviti vlak i, nakon što se uvjeri u to da sudionici cestovnog prometa ne prelaze preko prijelaza, nastaviti vožnju brzinom najviše 10 km/h dok čelo vlaka ne prijeđe preko prijelaza, a potom nastaviti vožnju najvećom dopuštenom brzinom. Tijekom vožnje vlaka odnosno željezničkog vozila na taj način strojovođa ispred prijelaza u više navrata sirenom mora dati signalni znak >>Pazi<< (jedan dugačak zvuk) čime sudionike u cestovnom prometu upozorava na nailazak vlaka, odnosno željezničkog vozila.

2.4. Regulacija prometa pomoću trokuta preglednosti [11]

Preglednost ceste na željezničku prugu određena je elementima propisanog trokuta preglednosti. Trokutom preglednosti osigurava se sudionicima u cestovnom prometu nesmetan vidik na željezničku prugu s obje strane ceste radi pravodobnog uočavanja vlaka u cilju sigurnog prelaska preko željezničke pruge.

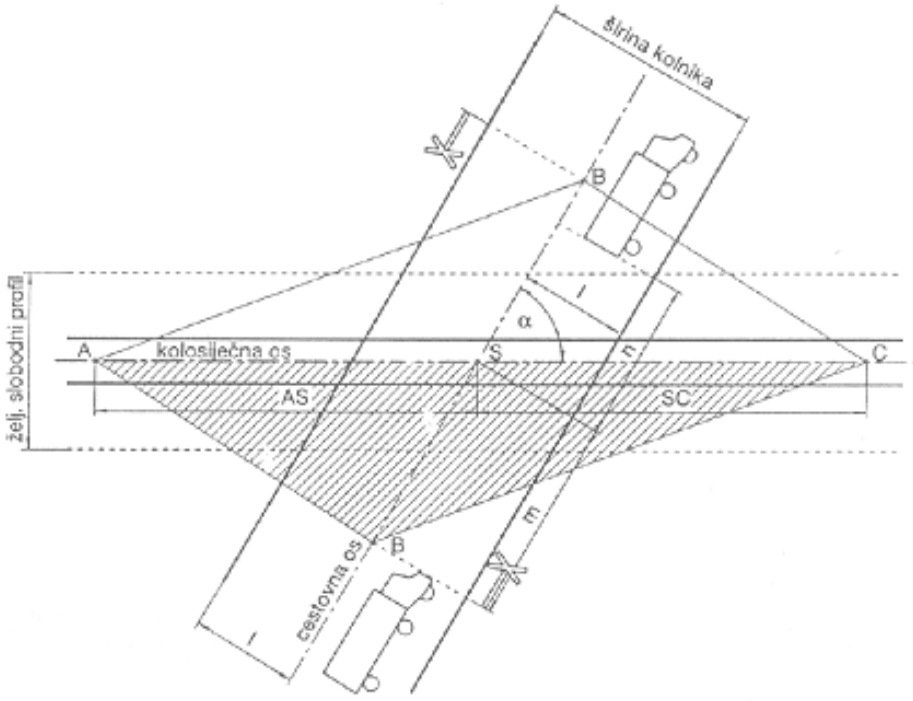
Elementi trokuta preglednosti prikazani su na slici 1, a proizlaze od slijedećih postavki:

- kutovi križanja ceste i željezničke pruge su različiti, ali ne manji od 20º,
- cestovno se vozilo prije prelaska željezničke pruge mora zaustaviti, a nakon pokretanja kreće se jednolikom ubrzano dok ne postigne brzinu od 5 km/h uz ubrzanje od 1 m/s²

- točka zaustavljanja nalazi se u ravnini sa prometnim znakom Andrijinim križ,
- na prugama su dopuštene različite brzine prolaska vlakova i
- cestovna vozila koja prelaze željezničku prugu različitih su dužina.

Trokut preglednosti je prostor ograničen crtama koje čine trokut ABC na slici 1. Početak cestovnog prijelaza počinje od točke B (B_1) koja se nalazi u osi kolnika ceste (u ravnini s prometnim znakom „Andrijin križ“). Točke A i C nalaze se u osi kolosijeka željezničke pruge. To su točke na kojima se mora uočiti željezničko vozilo gledano iz točke B (B_1) na cesti. Točka S nalazi se u sjecištu osi kolnika ceste i željezničke pruge. Crta L označuje krajnju granicu na cesti koju mora proći cestovno vozilo da bi bilo izvan slobodnog profila željezničke pruge. Najmanja udaljenost crte L od točke S ovisi o kutu križanja pruge i ceste. Ona iznosi :

- za kut α =80°–90°–n =3,50m
- za kut α =70°–79°–n =4,50m
- za kut α =60°–69°–n =5,50m
- za kut α =50°–59°–n =6,50m
- za kut α =40°–49°–n =8,00m
- za kut α =30°–39°–n =11,00m
- za kut α =20°–29°–n =17,00m



Slika 1. Prikaz trokuta preglednosti za željezničko-cestovne prijelaze [11]

Duljine m i m_1 tj. udaljenosti točaka B i B_1 u osi ceste od točke S (sjecišta osi ceste i pruge) određene su položajem prometnog znaka „Andrijin križ“ odnosno „obvezatno križanje“.

Duljine n i n_1 označuju udaljenost stražnjeg dijela cestovnog vozila (nakon prelaska pruge) od točke S. One ovise o kutu križanja ceste s prugom i u rasponu su od 3,5 do 17,0 m.

Udaljenosti točaka A i C na osi pruge od točke S računaju se na sljedeći način:

Mjerenjem po osi ceste utvrdi se udaljenost prometnog znaka „Andrijin križ“ od osi kolosijeka (duljina m) i kut križanja ceste s prugom (α). Iz tablice 1. očita se duljina n. Zatim se izračuna put koji cestovno vozilo prijeđe nakon pokretanja iz točke B (B_1) dok ne postigne brzinu V_c=5 km/h prema izrazu za jednoliko ubrzano kretanje:

$$s = \frac{1}{2} a \cdot t_u^{\,2}$$

$$t_u = \frac{V_c}{a}$$

gdje je:

konstantno ubrzanje cestovnog vozila (od trenutka pokretanja iz točke B do trenutka postizanja brzine V_c = 5 km/h) koje iznosi 1 m/s^2.

t_u- vrijeme potrebno da cestovno vozilo nakon pokretanja prijeđe put *s* i postigne brzinu V_c =5 km/h uz pretpostavljeno jednoliko ubrzano kretanje

V_c- brzina cestovnog vozila na cestovnom prijelazu

Zatim se izračunava vrijeme t_c potrebno da bi cestovno vozilo nakon postizanja brzine V_c = 5 km/h svojim stražnjim dijelom prešlo crtu L (L_1):

$$t_c = \frac{m + n + d - s}{V_c}$$

m- udaljenost prometnog znaka „Andrijin križ“ od osi kolosijeka mjereno po osi ceste

n- udaljenost crte L od osi kolosijeka mjereno po osi ceste

d- najveća dopuštena duljina cestovnog vozila

s- put koji prijeđe cestovno vozilo nakon pokretanja iz točke B dok ne postigne brzinu V_c = 5 km/h

Tablica 1. Vrijednost udaljenosti m+n u odnosu na brzinu prolaska vlaka [11]

V, (km/h)	n + m (m)									
	12.0	12.5	13.0	13.5	14.0	14.5	15.0	15.5	16.0	16.5
10	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
20	132	134	136	138	140	142	144	146	148	150
30	198	201	204	207	210	213	216	219	222	225
40	264	268	272	276	280	284	288	292	296	300
50	330	335	340	345	350	355	360	365	370	376
60	396	402	408	414	420	426	432	438	444	450
70	461	468	475	482	489	496	503	510	517	524
80	527	535	543	551	559	567	575	583	591	599
90	593	602	611	620	629	638	647	656	665	674
100	659	669	679	689	699	709	719	729	739	749
110	725	736	747	758	769	780	791	802	813	824
120	791	800	815	827	839	851	863	875	887	889

Zbrajanjem vremena t_u i t_c dobije se ukupno vrijeme t potrebno da se vozilo najveće dopuštene duljine *d* pokrene iz točke B (B_1) i sa stražnjim dijelom prijeđe crtu L (L_1) na suprotnoj strani pruge:

$t = t_u + t_c$

duljine AS = SC određuju se prema izrazu:

$AS = SC = V_v * t$

gdje je:

V_v – najveća dopuštena brzina željezničkog vozila na pruzi

2.5. Naprave za osiguranje cestovnih prijelaza u razini

Naprave za osiguranje cestovnih prijelaza u razini su:

uređaji osiguranja koji se uključuju ručno,

uređaji osiguranja koji se uključuju daljinski iz centralne postavnice i

uređaji osiguranja koje uključuje i isključuje vlak pri dolasku i odlasku.

2.5.1. Branici i polubranici

Branici i polubranici su naprave namijenjene zatvaranju prometa vozila i pješaka u smjeru na koji su poprečno postavljene.

Na branicima se svjetlosno trepćuće crveno svjetlo postavlja na sredini branika, a na polubraniku na kraju polubranika. Promjer kruga trepćućeg svjetla je minimalno 210 mm.

Branici kojima se na prijelazu ceste preko željezničke pruge u razini zatvara promet čitavom širinom ceste moraju biti označeni s najmanje tri crvena reflektirajuća stakla od kojih jedno mora biti smješteno na sredini branika, a druga dva bliže krajevima branika.

Polubranici kojima se na prijelazu ceste preko željezničke pruge u razini zatvara promet samo do polovice širine ceste, moraju biti označeni s najmanje tri crvena reflektirajuća stakla postavljena na odgovarajućim razmacima po čitavoj dužini polubranika, od kojih jedno mora biti smješteno na samom kraju polubranika.

Osiguranje branicima i polubranicima koristi se obično u naseljima i na mjestima učestalog prometa. Branici se postavljaju na udaljenosti 3 m od najbliže tračnice. Branicima se može upravljati ručno. Uređajem rukuje čuvar cestovnog prijelaza neposredno uz sam prijelaz ili s određene udaljenosti s koje ima preglednost prijelaza. Ako čuvar nije cijelo vrijeme pokraj branika kod napuštanja radnog mjesta mora branike učvrstiti (zaključati), a brava s ključem se nalazi na uređaju za postavljanje branika.

Postavljanje branika se može izvesti i daljinski žicovodom ili elektromotorom. Kod daljinskog upravljanja branicima, postavljaju se tzv. prerezivi branici. Prije spuštanja branika sudionici se opominju predzvonjenjem u trajanju od 15 do 25 sekundi.

Motke polubranika zatvaraju samo pola ceste i vozilo ne može ostati “zarobljeno” na cestovnom prijelazu. Uključivanje zvona, svjetlosnih signala, spuštanje i dizanje motki polubranika obavlja se automatski, nailaskom vlaka na uključne i isključne točke.

2.5.2. Osiguranje svjetlosnim signalima i zvonom

Svjetlosni znakovi za označavanje prijelaza ceste preko željezničke pruge u razini mogu biti znakovi za označavanje branika i polubranika i znakovi kojima se najavljuje približavanje vlaka, odnosno zatvaranje prijelaza branicima ili polubranicima.

Osim označavanja prijelaza ceste preko željezničke pruge svjetlosnim znakom, prijelaz se mora osigurati i zvučnom signalizacijom.

Ako se svjetlosnim znakovima na prijelazu ceste preko željezničke pruge u razini bez branika ili polubranika najavljuje približavanje vlaka, odnosno spuštanje branika ili polubranika na prijelazu ceste preko željezničke pruge s branikom ili polubranikom te ako se tim znakovima sudionici u prometu obavješćuju o tomu kako je branik ili polubranik u zatvorenom položaju, ti se svjetlosni znakovi daju izmjenično paljenjem dvaju crvenih svjetala kružnog oblika promjera 300 mm.

Svjetla se moraju nalaziti jedno pored drugog u vodoravnoj osi na ploči koja ima oblik istostraničnog trokuta s vrhom okrenutim prema gore, čije boje i dimenzije odgovaraju boji i dimenzijama znaka opasnosti duljine stranice istostranična trokuta 120 cm, kao što je prikazano na slici 2.



Slika 2. Prometni znak "približavanje vlaka" G23[8]

2.6. Način rada automatskog uključivanja

Kada u području prijelaza nema vlaka, motke branika su u vertikalnom položaju, a svjetla na cestovnim signalima ugašena, ako je prijelaz slobodan. I u slučaju osiguranja s polubranicima, vlak svojim nailaskom automatski aktivira uređaj. Prijelazom kotača vagona preko kontakata aktivira se automatika. Uključuje se zvonjenje, signalne svjetiljke na putu uz prugu se naizmjenično pale i gase i nakon podešenog vremena (10 do 30 sekundi), motke se počinju spuštati. Spuštanje može trajati 8 do 15 sekundi. Nakon toga ostaje uključena samo svjetlosna signalizacija, a kada zadnja osovina vlaka prijeđe preko isključnog kontakta, nakon podešenog vremena (oko 5 sekundi), motke branika se dižu i isključuje se svjetlosna signalizacija.

Motke se najčešće spuštaju i dižu pomoću elektromotora s elektromagnetskom kočnicom, a postoje izvedbe na hidraulični pogon. I u jednom i u drugom slučaju mora se omogućiti i ručni pogon u slučaju kvara ili nestanka struje.

Sustav za upravljanje elementima za osiguranje cestovnog prijelaza obično je smješten neposredno uz prijelaz u posebno izgrađenoj kućici, kontejneru ili samostojećem ormaru. Najvažniji element osiguranja je sustav za detekciju nailaska vlaka. Najčešći sustav za detekciju približavanja vlaka su kolosiječni kontakti, ali se mogu koristiti i izolirani odsjeci, pa se tako kod elektroničnih uređaja najčešće koriste izolirani odsjeci bez izoliranih umetaka.

Kako bi se osigurala potrebita pouzdanost uređaja, potrebno je analizirati moguće uzroke kvara automatike. Automatika može zakazati u ovim slučajevima:

- neaktiviranje detektora nailaska vlaka (kolosiječnog kontakta),
- pregaranja žarulja,
- kvar elektromotora postavljača polubranika,
- kvar napojnog ili relejnog uređaja i
- lom motke polubranika.

U slučaju bilo kakve neispravnosti, mora se automatski uključiti zabranjen prolaz cestovnim vozilima. Udvostručavanjem kritičnih elemenata sustava povećava se sigurnost prometa na putnim prijelazima.

Elementi koji bi mogli postati uzrok smetnji ili kvara su :

- akumulatorske baterije,
- ispravljači,
- žarulje i
- kolosiječni kontakti.

3.OPIS ALTPRO ŽCPR-a

Uređaj za osiguranje željezničko cestovnih prijelaza RLC23 idealno je rješenje za instalaciju na postojeće nezaštićene prijelaze ili buduće prijelaze sa ili bez signalne infrastrukture; moguća je i laka zamjena starih centralnih sustava osiguranja ŽCPR. Mogu se koristiti svi tipovi cestovnih signala, branika/polubranika i kontrolnih signala za strojovođu prema nacionalnim regulativama i zahtjevima.

3.1. Opis uređaja za osiguranje željezničko-cestovnog prijelaza tip RLC23

Uređaj za osiguranje željezničko cestovnog prijelaza RLC23 sastoji se od centralnog upravljačkog ormara te vanjske opreme (senzor željezničkog kotača ZK24-2 te priključni modul VUR).

Na upravljačkom ormaru (upravljačkom stalku) unutar kućice ŽCPR-a nalaze se svi elementi potrebni za upravlja vanjskim jedinicama, sklopovi za napajanje, elementi za indikaciju stanja uređaja, te ostali pomoćni dijelovi (moduli zaštite od grmljavine, osigurači itd.). Na slici 3. prikazan je smještaj unutarnjih dijelova opreme (pojedinih blokova/grupacija sklopova) upravljačkog ormara; slika vrijedi za tipičnu konfiguraciju ŽCPR-a s kontrolnim signalima (d cestovna signala, 1 par polubranika, 1 kolosijek - 2 kontrolna signala i eventualno jedan ili dva pomoćna kontro signala).

Postoje dva osnovna načina smještaja unutarnjih dijelova uređaja osiguranja ŽCPR-a RLC23:

- Smještaj u robusnom zatvorenom ormaru na betonskom temelju u neposrednoj blizini putnog prijelaza. Orma potpuno zaštićen od padalina (kiše, snijega), ima mogućnost zaključavanja vrata, dvostruki krov (gornja stijena krova je ukošena radi istjecanja padalina), te zaštićene otvore za prirodnu cirkulaciju zraka.
- Smještaj u kontejneru ili kućici od betona, plastike ili određene metalne legure (ovisno o zahtjevu korisnika smještaj u postojećim objektima - relejnoj prostoriji ili unutar kolodvora.



Slika 3. Smještaj opreme na upravljačkom ormaru ŽCPR-a RLC23 [2].

U nastavku slijedi kratki opis funkcija pojedinih dijelova/blokova upravljačkog ormara:

Upravljačka platforma APIS-RLC

- Glavna mikroprocesorska upravljačka jedinica koja se sastoji od dva upravljačka sustava (A na lijevoj i B na desnoj strani), sa raspodijeljenim modulima za upravljanje pojedinom skupinom vanjskih jedinica

Blok sučelja (interface block)

- Skupina modula sa perifernim pogonskim i kontrolnim elementima (releji, jako strujni releji, mjerne sonde, dodatno napajanje itd.), koji se sučeljavaju sa vanjskim jedinicama (cestovnim signalima, branicima...)

Kontrolno-indikacijski panel

- Ploča sa LED-diodama za indikaciju stanja ŽCPR-a i tasterima za određene ručne komande (uključenje, isključenje, ispitivanje smetnje/kvara...)

Blok prenaponskih zaštita

- Skupina modula sa osiguračima i elementima zaštite od grmljavine i elektromagnetskih smetnji (moduli također raspodijeljeni za pojedinu skupinu vanjskih jedinica)

B023-UNUR

- Unutarnji uređaj B023-UNUR brojača osovina B023, za kontrolu do 8 brojačkih točki (senzora kotača s priključnom jedinicom), raspodijeljenih na do 6 brojačkih odsjeka

Napojni blok

- Punjači baterija 220V AC / 24V DC (na lijevoj strani punjač 1, na desnoj strani punjač 2), osigurači i sabirne redne stezaljke plus i minus polova napajanja, odakle se napajanje razvodi po cijelom ormaru; baterije se nalaze izvan ormara

Ulazno-izlazni konektori

- Glavni konektori (odvojivi, muško-ženski) preko kojih se svi signali spajaju na ormar, uključujući napajanje

Ovisno o konfiguraciji ŽCPR-a, odnosno o prometno-tehničkoj situaciji na lokaciji pojedinog prijelaza (broju cestovnih / kontrolnih signala, broju kolosijeka itd.), smještaj opreme na upravljačkom ormaru može malo odstupati od prikazanog na slici 3.

Upravljački uređaj je zbog sigurnosti udvojen (sustav A i sustav B) bez obzira radi li se o varijanti putnog prijelaza sa kontrolnim signalima ili s daljinskim nadzorom (daljinskom kontrolom). Zbog toga je mikroprocesorska upravljačka jedinica udvojena i sastoji se od upravljačke platforme APIS-RLC A i upravljačke platforme APIS-RLC B, u istom redu tako da su moduli sustava A na lijevoj, a moduli sustava B na desnoj strani.

3.2. Opis vanjske opreme željezničko-cestovnog prijelaza tip RLC23

Vanjska oprema sastoji se od senzora željezničkog kotača ZK24-2 montiranog na unutarnju stranu tračnice na posebnom nosaču s obujmicom ili nosaču za probušenu tračnicu, od lijevog i desnog štitnika senzora učvršćenih na istu tračnicu, te od kontrolnog elektroničkog sklopa VUR u kutiji uz kolosijek. Slika 4. prikazuje senzor na nosaču s obujmicom i pripadajućim štitnicima montiran uz tračnicu.



Slika 4. Senzor ZK24-2 na nosaču montiran uz tračnicu sa pripadajućim štitnicima [2].

Na slici 5. prikazan je uređaj VUR koji je smješten u kutiji na postolju uz kolosijek u kojem se nalazi kontrolni elektronički sklop koji napaja i kontrolira senzor te modulira i šalje signale sa oba senzorska sustava po istom dvožičnom telekomunikacijskom vodu do unutarnjeg uređaja. Po istom vodu vanjski uređaj dobiva i istosmjerno napajanje.

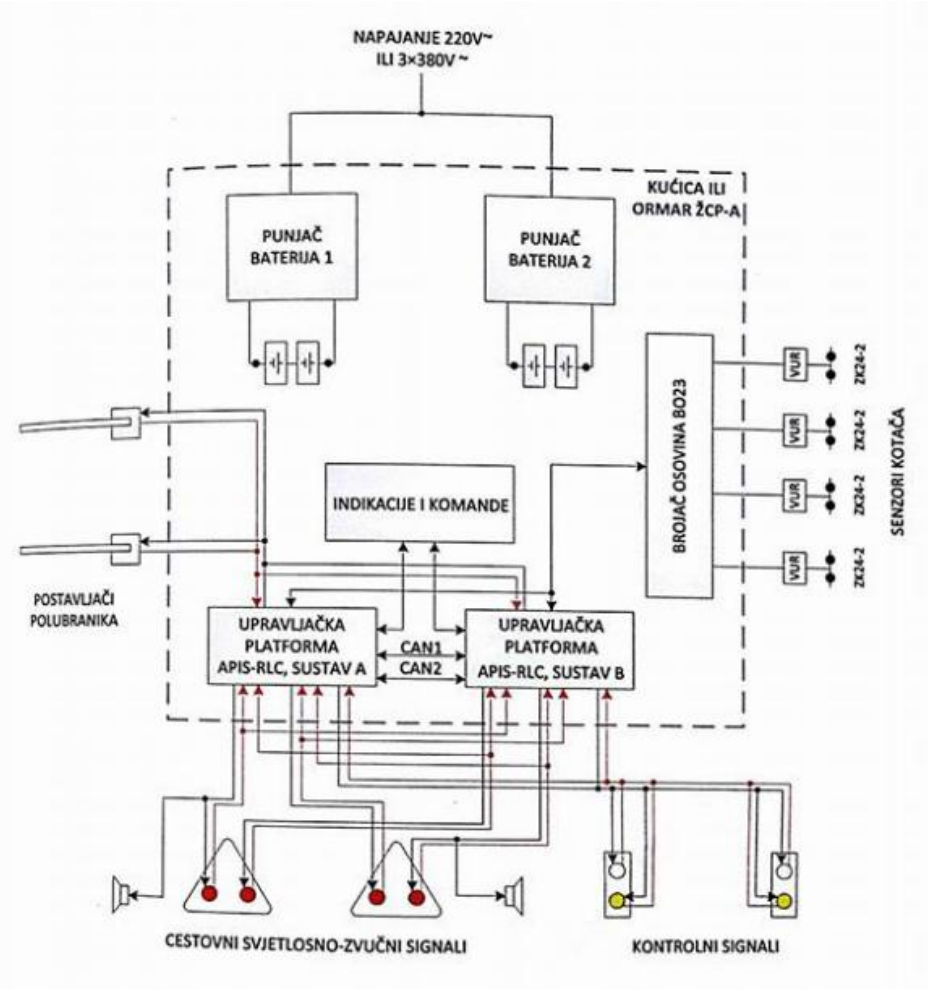


Slika 5. Kontrolni elektronički sklop VUR vanjskog uređaja u kutiji uz kolosijek [6].

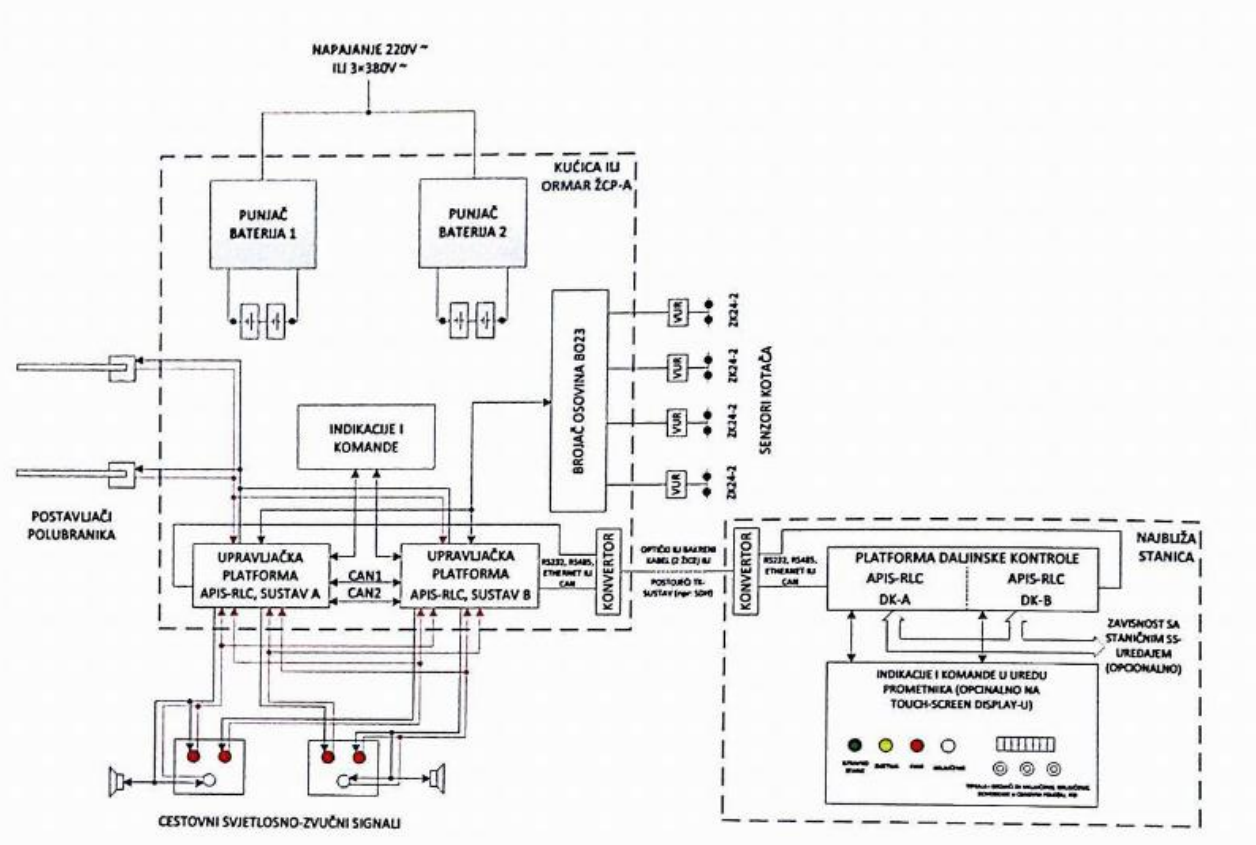
Uređaj za osiguranje ŽCPR-a RLC23 dizajniran je kao visoko modularan i sposoban prilagodbi na različite nacionalne zahtjeve. Imajući to u vidu, različite vrste signalizacije mogu se spojiti na unutarnju jedinicu RLC23. U aplikaciji RLC23 konfigurator omogućuje veliki broj mogućnosti i podešavanja parametara tako da sustav RLC23 nema problema sa upravljanjem i nadzorom raznih vrsta signalizacije.

3.3. Struktura uređaja RLC23

Osnovna struktura uređaja za osiguranje željezničko-cestovnog prijelaza RLC23 (2 cestovna signala, 1 par polubranika, 1 kolosijek) prikazana je na slici 6. (konfiguracija s kontrolnim signalima) i na slici 7. (konfiguracija s daljinskom kontrolom).



Slika 6. Osnovna struktura uređaja RLC23 za osiguranje ŽCPR-a s kontrolnim signalima [2].



Slika 7. Osnovna struktura uređaja RLC23 za osiguranje ŽCPR-a s daljinskom kontrolom [2].

Kao što se vidi na slikama 6. i 7. Osnovne upravljačke jedinice uređaja RLC23 su dvije mikroprocesorske platforme APIS-RLC (A i B) koje upravljaju sa svim elementima ŽCPR-a. Upravljanje je izvedeno dvostruko (sa dvije mikroprocesorske platforme, A i B) prvenstveno zbog sigurnosti, a djelomično i zbog raspoloživosti; u osnovnoj konfiguraciji platforme sustav upravljanja ŽCPR-om djeluje na principu glasovanja 2 od 2, a podvostručavanjem pojedinih izvršnih modula platforme A/B može se dobiti sustav glasovanja 2-od-(l-od-2) koji još dodatno povećava raspoloživost ŽCPR-a.

Pojedina kontrolno-upravljačka mikroprocesorska platforma APIS-RLC u sustavu RLC23 vrši sljedeće funkcije:

- Pogoni crvene i bijele lanterne svjetlosnih cestovnih signala i zvučne cestovne signale (zvona) ovisno o prisutnosti vlaka ili ručnom uključenju ŽCPR-a (crne linije upravljanja na slikama 6. i 7.). Platforma A načelno pogoni desne, a platforma B lijeve crvene lanterne na cestovnim signalima, dok se bijela lanterna i zvono/zvučnik na prvom cestovnom signalu pogoni iz platforme A, a na drugom cestovnom signalu iz platforme B.
- Nadzire struju crvenih i bijelih lanterni svjetlosnih cestovnih signala i time kontrolira njihovu ispravnost (crvene linije kontrole na slikama 6. i 7.); pojedina platforma (A/B) nadzire struju apsolutno svih lanterni, iako pogoni samo pojedine lanterne. Nadzor struje se vrši kontinuirano dok je lanterna upaljena (npr. za vrijeme približavanja vlaka u slučaju crvene lanterne), odnosno kratkim impulsom u konfiguriranim periodima (npr. svakih 10 sekundi) dok je lanterna ugašena (tzv. „hladna kontrola" - odnosi se samo na crvene lanterne).
- Upravlja spuštanjem/podizanjem (polu)branika ovisno o prisutnosti vlaka ili ručnom uključenju ŽCPR-a. Opcionalno može upravljati i treptanjem žaruljica na motkama branika ukoliko se one zahtijevaju, te kontrolirati njihovu ispravnost. Pojedina platforma (sustav A/B) upravlja spuštanjem branika u sigurnosnoj ILI-funkciji s drugom platformom (branici se spuštaju ako barem jedan sustav da nalog za spuštanje), odnosno podizanjem branika u sigurnosnoj l-funkciji s drugom platformom (branici se podižu tek kada oba sustava daju nalog za podizanje).
- Kontrolira ispravnost postavljača branika i cjelovitost motke branika na način da detektira krajnje položaje motke (gornji/donji), mjeri vrijeme spuštanja/podizanja motke i detektira eventualni prekid električkog kontakta na oslabljenom dijelu motke prilikom loma.
- Prima podatke o slobodi/zauzeću brojačkih odsjeka iz brojača osovina B023 i o prolazu vlaka preko pojedine brojačke točke u određenom smjeru.
- Pogoni indikacijske elemente na kontrolno-upravljačkoj ploči u kućici/ormaru ŽCPR-a, te prima ručne komande sa sklopki/tipkala za uključenje/isključenje ŽCPR-a, prisilno ručno dovođenje u osnovni položaj i ispitivanje/simulaciju smetnje i kvara.
- Pogoni bijele lanterne pružnih kontrolnih signala (kod varijante ŽCPR-a s kontrolnim signalima) u ovisnosti o ispravnosti/kvaru i stanju uključenja/isključenja ŽCPR-a i nadzire njihovu struju, odnosno kontrolira njihovu ispravnost.
- Kontinuirano komunicira s mikroprocesorskom platformom APIS-RLC DK u najbližoj stanici (kod varijante ŽCPR-a s daljinskom kontrolom, slika 7.), te sa njom razmjenjuje podatke o stanju ŽCPR-a (smetnja / kvar / ispravno stanje, položaj branika, uključenje / isključenje cestovnih signala itd.). Mikroprocesorska platforma APIS-RLC DK koja upravlja daljinskom kontrolom u stanici smanjena je varijanta glavne platforme APIS-RLC u kućici/ormaru ŽCPR-a, a zadužena je za upravljanje indikacijskim elementima na komandnom stolu prometnika u prometnom uredu stanice (opcionalno na display-jedinici u prometnom uredu) i tasterima za upravljanje ŽCPR-om od strane prometnika (ručno uključenje/isključenje, dovođenje u osnovni položaj i si.)
- Prima nalog za uključenje (eventualno i za isključenje) od staničnog signalno-sigurnosnog (SS) uređaja (u slučaju kad se ŽCPR nalazi u blizini staničnog područja

ili unutar staničnog područja) preko mikroprocesorske platforme APIS-RLC DK u stanici. Također se za zavisnost sa staničnim SS-uređajem mogu konfigurirati i mnoge druge funkcije, kao npr. vremensko zadržavanje izlaznog signala na pojmu zabranjene vožnje po uključenju ŽCPR-a i sl.
- Kontrolira DC napon baterijskog napajanja 1 i 2, ispravnost punjača baterija 1 i 2, te prisutnost mrežnog AC napona.
- Razmjenjuje vitalne podatke o stanju ŽCPR-a sa platformom APIS-RLC kontra-sustava (B/A) preko dviju CAN- sabirnica (dvostruka sabirnica zbog redundancije / veće raspoloživosti).

Maksimalni kapacitet pojedinih vanjskih jedinica signalizacije u sustavu osiguranja ŽCPR-a RLC23 je sljedeći:

Cestovni signali:

- Do 8 kom. (dvije lanterne sa jednostrukim ili dvostrukim žarnim nitima ili dvije LED-lanterne za signalizaciju nailaska vlaka i jedno zvono/zvučnik po signalu)
- Do 8 kom. ukoliko se na signalu zahtjeva i dodatno svjetlo tzv. „pozitivne signalizacije" (bijelo ili zeleno; LED ili žarulja sa jednostrukom žarnom niti), a na lanternama za signalizaciju nailaska vlaka se zahtijevaju LED-lanterne ili žarulje sa jednostrukom žarnom niti
- Do 4 kom. ukoliko se na signalu zahtjeva i dodatno svjetlo tzv. „pozitivne signalizacije" (bijela ili zelena lanterna; LED ili žarulja sa jednostrukom žarnom niti), a na lanternama za signalizaciju nailaska vlaka se zahtijevaju žarulje sa dvostrukom žarnom niti

(Polu)branici:

- Do 2 para branika ili polubranika, sa ili bez žaruljica na motkama, s time da se potencijalno može upravljati još i trećim parom (polu)branika, ali samo ako radi potpuno jednako sa prvim parom (polu)branika (spušta se i diže u isto vrijeme)

Kontrolni signali:

- Do 4 kom. glavnih kontrolnih signala (za do 2 kolosijeka) sa jednom bijelom lanternom ili sa jednom bijelom i jednom žutom lanternom (konfigurabilno), plus još do 4 kom. pomoćnih kontrolnih signala ili ponavljača glavnih kontrolnih signala
- Do 4 kom. glavnih kontrolnih signala (za do 2 kolosijeka) sa jednom bijelom lanternom i jednom žutom lanternom s dvostrukim žarnim nitima, plus još do 2 kom. pomoćnih kontrolnih signala ili ponavljača glavnih kontrolnih signala (s jednostrukim bijelim i žutim lanternama)

Maksimalan broj kolosijeka:

- Oprema brojača osovina B023 za detekciju vlaka može se konfigurirati za rad na do 4 kolosijeka otvorene pruge

3.4. Vanjske jedinice za signalizaciju

Uređaj za osiguranje ŽCPR-a RLC23 može se konfigurirati za rad sa nekoliko različitih tipova svjetlosnih cestovnih signala prikazanih u nastavku.

1. Dva naizmjenično treptajuća crvena svjetla: (tri primjera prema različitim propisima)



Slika 8. Prikaz svjetlosnih cestovnih signala prema različitim propisima [6].

Kod ovog tipa cestovne signalizacije moguće je konfigurirati:

- Različitu frekvenciju treptanja crvenih svjetala (npr. 60 treptaja/min., 80 treptaja/min. itd.)
- Korištenje žarulja sa dvije žarne niti (glavnom i pomoćnom)
- Korištenje (jednostrukih) LED-lanterni ili žarulja sa jednom žarnom niti
- Elektroničku regulaciju struje žarulja (što eliminira bilo kakvo ručno namještanje struje žarulje potenciometrom kod održavanja)

2. Dva naizmjenično treptajuća crvena svjetla za signalizaciju nailaska vlaka i jedno bijelo treptajuće svjetlo za signalizaciju ispravnosti uređaja kada nema vlaka u području ŽCPR-a (tzv. „pozitivna signalizacija"):



Slika 9. Prikaz svjetlosnog cestovnog signala [6].

Kod ovog tipa cestovne signalizacije moguće je konfigurirati:

- Različitu frekvenciju treptanja crvenih svjetala i bijelog svjetla
- Korištenje žarulja sa dvije žarne niti (glavnom i pomoćnom) unutar crvenih lanterni
- Korištenje (jednostrukih) LED-lanterni ili žarulja sa jednom žarnom niti u crvenim lanternama i u bijeloj lanterni
- Elektroničku regulaciju struje žarulja (što eliminira bilo kakvo ručno namještanje struje žarulje potenciometrom kod održavanja)

- Trajno gašenje bijelog treptajućeg svjetla u slučaju detektiranog kvara na ŽCPR-u, ili u slučaju detektirane smetnje ili kvara na ŽCPR-u.

3. Mirno crveno i žuto svjetlo za signalizaciju nailaska vlaka, od kojih se po nailasku vlaka pali prvo žuto, a zatim crveno svjetlo (tipično za signalizaciju DB):



Slika 10. Prikaz svjetlosnog cestovnog signala [6].

Kod ovog tipa cestovne signalizacije moguće je konfigurirati:

- Parametar vremenskog intervala paljenja žutog svjetla po nailasku vlaka (prije nego što se upali crveno svjetlo) od 1...15 sekundi (zadana vrijednost 4s)
- Korištenje žarulja sa dvije žarne niti (glavnom i pomoćnom)
- Korištenje (jednostrukih) LED-lanterni ili žarulja sa jednom žarnom niti
- Elektroničku regulaciju struje žarulja (što eliminira bilo kakvo ručno namještanje struje žarulje potenciometrom kod održavanja)

4. Mirno crveno svjetlo za signalizaciju nailaska vlaka i mirno zeleno svjetlo za signalizaciju ispravnosti uređaja kad nema vlaka u području ŽCPR-a (tipično za signalizaciju BR):



Slika 11. Prikaz svjetlosnog cestovnog signala [6].

Kod ovog tipa cestovne signalizacije moguće je konfigurirati:

- Korištenje žarulja sa dvije žarne niti (glavnom i pomoćnom) unutar crvene lanterne
- Korištenje (jednostrukih) LED-lanterni ili žarulja sa jednom žarnom niti u crvenoj i u zelenoj lanterni
- Elektroničku regulaciju struje žarulja (što eliminira bilo kakvo ručno namještanje struje žarulje potenciometrom kod održavanja)
- Trajno gašenje zelenog svjetla u slučaju detektiranog kvara na ŽCPR-u, ili u slučaju detektirane smetnje ili kvar; na ŽCPR-u (konfigurabilno)

- Može se konfigurirati da crveno svjetlo za cijelo vrijeme nailaska vlaka svijetli mirnom svjetlošću ili da svijetli trepćućom svjetlošću dok se branici ne spuste te nakon toga mirnom svjetlošću

5. Semaforski princip signalizacije (zeleno kad nema vlaka, žuto nekoliko sekundi po nailasku vlaka, crveno *u* preostalo vrijeme nailaska vlaka):



Slika 12. Prikaz svjetlosnog cestovnog signala [6].

Kod ovog tipa cestovne signalizacije moguće je konfigurirati:

- Parametar vremenskog intervala paljenja žutog svjetla po nailasku vlaka (kad se ugasi zeleno i prije nego što se upali crveno svjetlo) od 1...15 sekundi (zadano 4s)
- Parametar vremenskog intervala paljenja žutog svjetla po isključenju ŽCPR-a (zajedno sa crvenim svjetlom, prije nego što se upali zeleno) od 1...15 sekundi (zadano 2s)
- Korištenje žarulja sa dvije žarne niti (glavnom i pomoćnom) u crvenoj i u žutoj lanterni
- Korištenje (jednostrukih) LED-lanterni ili žarulja sa jednom žarnom niti za sve boje svjetla
- Elektroničku regulaciju struje žarulja (što eliminira bilo kakvo ručno namještanje struje žarulje potenciometrom kod održavanja)
- Trajno gašenje zelenog svjetla u slučaju detektiranog kvara na ŽCPR-u, ili u slučaju detektirane smetnje ili kvara na ŽCPR-u.

Koji se god tip cestovne signalizacije koristi na uređaju RLC23, uređaj uvijek kontrolira ispravnost lanterni koje svijetle za vrijeme nailaska vlaka (crvene/žute) i to na slijedeći način:

- Kontinuirano, mjerenjem struje na analognim ulazima dok je ŽCPR uključen, tj. dok lanterne svijetle mirno ili trepćući, ovisno o tipu signalizacije.
- Dok je ŽCPR isključen, odnosno dok su lanterne redovno ugašene kontrola ispravnosti vrši se u definiranim periodima davanjem kratkog impulsa na pojedinu lanternu i mjerenjem strujnog odziva na odgovarajućem analognom ulazu (tzv. „hladna kontrola"). Period ove provjere može se podesiti posebno za glavne i posebno za pomoćne žarne niti (kod korištenja žarulja sa dvostrukom žarnom niti) u području od 2s do 20min.

U slučaju da se koristi tip cestovne signalizacije sa lanternom za „pozitivnu signalizaciju" koja svijetli dok nema vlaka u području ŽCPR-a, ispravnost te lanterne kontinuirano se kontrolira samo dok ona redovno svijetli (uređaj je ispravan i nema vlaka).

Prilikom instalacije uređaja u neizbrisivu memoriju upravljačke mikroprocesorske platforme APIS-RLC upisuju se parametri struje lanterni svjetlosnih cestovnih signala:

- Nominalna struja
- Minimalna dozvoljena struja ispod koje se smatra da lanterna više nije u funkciji
- Maksimalna dozvoljena struja iznad koje se smatra da lanterna nije u funkciji uslijed nastanka kratkog spoja ili si.
- Minimalna struja ispod koje se smatra da je lanterna još u funkciji, odnosno da još uvijek daje dovoljan intenzitet svjetla, ali je on znatno smanjen, na temelju čega upravljački uređaj javlja smetnju („prag za javljanje smetnje").

Kada se koriste LED-lanterne za svjetlosne cestovne signale, pregaranjem pojedinih LED-dioda struja LED-lanterne će s vremenom padati. Kada struja padne ispod „praga za javljanje smetnje" uređaj osiguranja ŽCPR-a RLC23 javit će stanje smetnje kako bi se LED-lanterna mogla u skoro vrijeme zamijeniti i odnijeti u radionicu na izmjenu pregorjelih LED-dioda. Signalizacija nailaska vlaka sudionicima cestovnog prometa nije pritom nimalo ugrožena.

Kada međutim jedna od LED-lanterni na pojedinom cestovnom signalu trajno izgubi napon (npr. zbog prekida žice ili kratkog spoja) uređaj osiguranja ŽCPR-a RLC23 će detektirati da je struja ispod dozvoljene minimalne vrijednosti (ili iznad dozvoljene maksimalne vrijednosti), te će načelno javiti stanje kvara ŽCPR-a jer je tada signalizacija nailaska vlaka sudionicima cestovnog prometa ugrožena, s obzirom da oni npr. umjesto dva naizmjenično treptajuća crvena svjetla na cestovnom signalu vide samo jedno treptajuće crveno svjetlo. Moguće je konfigurirati uređaj i da ŽCPR u tom slučaju javlja stanje smetnje (ukoliko propis neke željeznice tako zahtijeva).

Kada se na cestovnim signalima koriste žarulje sa dvostrukom žarnom niti, nakon pregaranja glavne žarne niti (ili bilo kojeg drugog kvara koji uzrokuje da se detektira struja žarulje izvan dozvoljenog područja - npr. prekid žice) funkciju u toj lanterni preuzima pomoćna žarna nit pa uređaj osiguranja ŽCPR-a RLC23 u tom slučaju načelno javlja stanje smetnje (javljanje smetnje ili kvara je ovdje također konfigurabilno).

3.5. Tipovi (polu)branika i mogućnosti upravljanja

Uređaj osiguranja ŽCPR-a RLC23 izveden je tako da može raditi sa raznim tipovima postavljača (polu)branika. Zato se prilikom instalacije uređaja vezano za (polu)branike može konfigurirati slijedeće:

- Da li ŽCPR ima jedan ili dva para (polu)branika (treći par branika ili polubranika se može eventualno vezati u paralelu sa prvim parom, ukoliko se zahtijeva više od dva para branika).
- Ukoliko se zahtijevaju dva para (polu)branika može se izabrati da oni rade jednako (istovremeno se spuštaju i podižu) ili da se drugi par polubranika spušta kasnije, npr. ako zatvara trak cestovnog prometa za smjer od pruge, tako da zatečeno cestovno vozilo ima više vremena da napusti vozni profil pruge.
- Može se konfigurirati korištenje detektora zaostalog cestovnog vozila ili pješaka na ŽCPR-u; u tom se slučaju može izabrati da se u slučaju detektiranog zaostalog objekta na ŽCPR-u uopće ne spuštaju motke branika sve dok se taj objekt (vozilo/pješak) ne makne izvan područja prijelaza, ili (ako su konfigurirana dva para polubranika) da se u tom slučaju glavni par polubranika normalno spusti, a dodatni par polubranika koji zatvara trak cestovnog prometa za smjer od pruge da se ne spušta sve dok se objekt ne makne izvan područja prijelaza.
- Za svaki par (polu)branika posebno mogu se software-ski podesiti slijedeći parametri:

  - Vrijeme predzvonjenja
  - Minimalno dozvoljeno vrijeme spuštanja
  - Maksimalno dozvoljeno vrijeme spuštanja
  - Minimalno dozvoljeno vrijeme podizanja
  - Maksimalno dozvoljeno vrijeme podizanja

- Može se izabrati da li motke branika imaju žaruljice koje trepću dok motka nije u gornjem položaju, ili su motke branika izvedene bez žaruljica. Ukoliko postoje žaruljice na motkama upisuje se njihova nominalna, minimalna i maksimalna dozvoljena struja kako bi uređaj RLC23 mogao kontrolirati njihovu ispravnost. U slučaju detektirane neispravnosti žaruljica na jednoj ili obje motke branika može se izabrati da li da uređaj javi smetnju ili kvar.
- Može se izabrati da li postavljači branika imaju ugrađene grijače, odnosno da li je te grijače zimi potrebno uključivati ili ne. Ukoliko se izabere da je zimi potrebno uključivati grijače postavljača branika upisuje se njihova nominalna, minimalna i maksimalna dozvoljena struja kako bi uređaj RLC23 mogao kontrolirati njihovu ispravnost. U slučaju detektirane neispravnosti grijača može se izabrati da li da uređaj javi smetnju ili kvar. Za uključivanje i isključivanje grijača postavljača branika može se izabrati jedan od 3 načina:

- Ručno (sklopkom)
- Kalendarski - odabirom točnog datuma za uključivanje grijača (npr. 15.10.) i točnog datuma za isključivanje (npr. 01.03.)
- Automatski pomoću termostata koji se u tom slučaju također onda mora spojiti na uređaj RLC23.

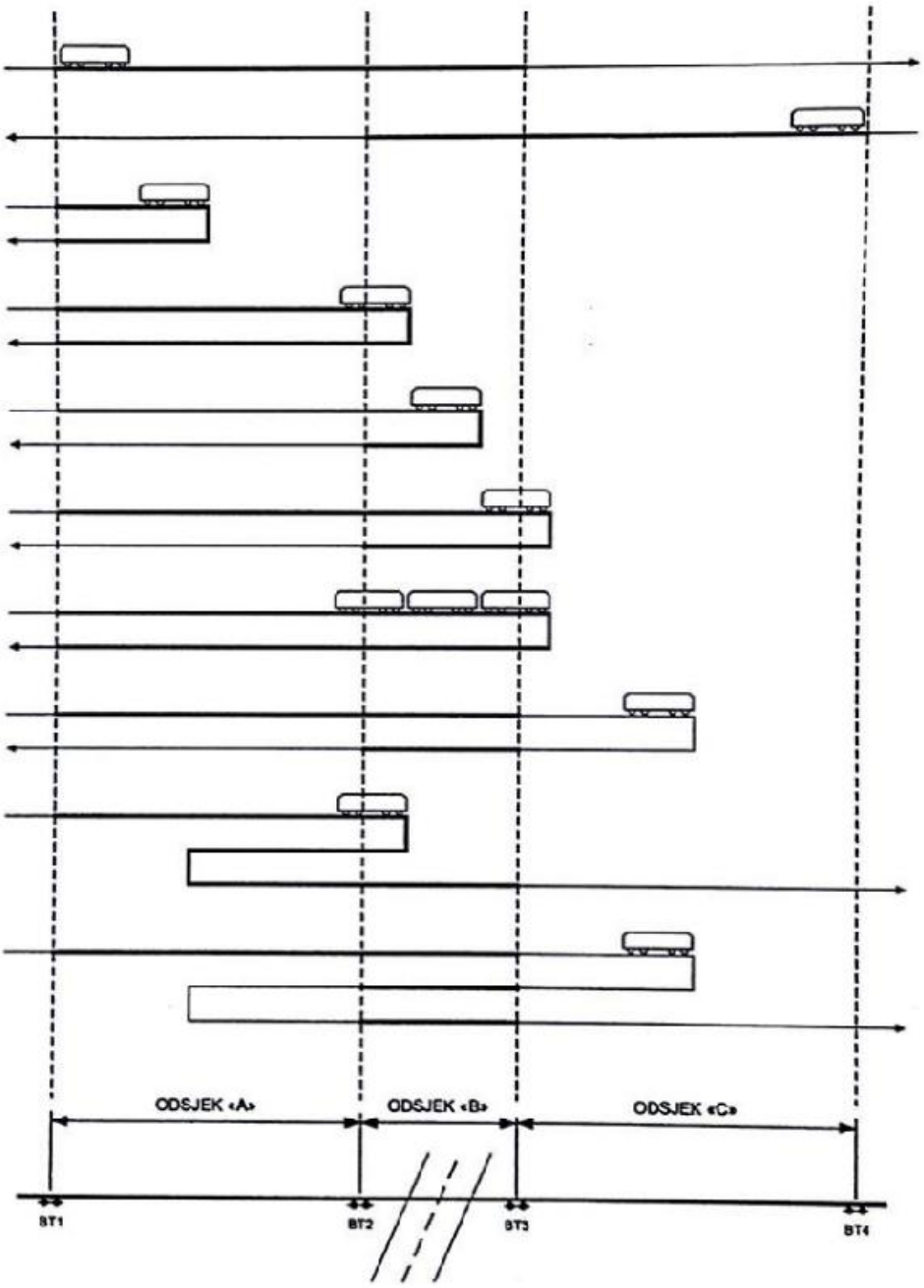
- Može se također izabrati da li da zvučni cestovni signali (zvona) prestanu zvoniti kada se branici spuste ili da zvone cijelo vrijeme dok je ŽCPR uključen.
- U slučaju loma motke branika može se izabrati da li da se ŽCPR isključi nakon prolaza vlaka preko područja ceste i branici se podignu (iako je na jednom od branika motka slomljena, nije cjelovita) i cestovni signali ugase, ili da ŽCPR nakon loma motke ostane trajno uključen sve do popravka motke ili ručnog/prisilnog lokalnog isključenja. U oba slučaja uređaj nakon loma motke branika javlja stanje kvara.
- Kod dvokolosiječne ili višekolosiječne pruge može se konfigurirati način ponovnog spuštanja branika u slučaju kada vlak po drugom kolosijeku naiđe u trenutku kada su se branici već počeli podizati nakon prolaza vlaka po prvom kolosijeku. U prvoj (zadana vrijednost) varijanti branici se tada nastavljaju podizati u krajnji gornji položaj, nakon čega se čeka da istekne kompletan definirani ciklus predzvonjenja (obično oko 15s; dotle su cijelo vrijeme j uključeni cestovni signali) te se tek onda branici ponovo počinju spuštati. U drugoj varijanti branici se također j nastavljaju podizati dok ne dosegnu krajnji gornji položaj, ali se odmah nakon toga opet počinju spuštati.

3.6. Principi automatskog uključivanja/isključivanja ŽCPR-a prilikom prolaska vlaka

Uređaj osiguranja ŽCPR-a RLC23 automatski pravovremeno uključuje i isključuje ŽCPR prilikom kretanja vlaka, dakle uređaj može raditi samostalno, bez utjecaja čovjeka. Određenom operativnom osoblju uređaj daje samo informacije o stanju uređaja, kako bi osoblje moglo na vrijeme reagirati određenim servisnim akcijama u slučaju smetnje ili kvara na uređaju. Informacije o stanju uređaja se mogu slati slijedećem osoblju:

- Prometniku u najbližoj stanici, kod varijante uređaja s daljinskom kontrolom (slika 7.). U ovoj varijanti postoji i dodatni dio uređaja koji se nalazi u stanici i koji kontinuirano komunicira sa glavnim dijelom uređaja u kućici/ ormaru ŽCPR-a.
- Strojovođi u vlaku, kod varijante uređaja s pružnim kontrolnim signalima (slika 6.). U ovoj varijanti uređaj upravlja i bijelim svjetlima kontrolnih signala na pruzi te obavještava strojovođu da li je uređaj ispravan i uključen kada se vlak približava ŽCPR-u.

S obzirom da kontrolno-upravljačka platforma APIS-RLC od brojača osovina B023 stalno dobiva informaciju o poziciji vlaka (zauzeću određenog pružnog odsjeka) te o kretanju vlaka preko određene brojačke točke u određenom smjeru, sustav osiguranja putnog prijelaza RLC23 pravilno uključuje/isključuje ŽCPR čak i u slučaju neregularnih ili manevarskih vožnji vlaka, sa zaustavljanjem i promjenom smjera. Slika 13. prikazuje zone uključenja/isključenja ŽCPR-a osiguranog uređajem RLC23 za razne vrste vožnji vlaka. Debele linije prikazuju zonu u kojoj se nalazi vlak kada je ŽCPR uključen/osiguran, a tanke linije prikazuju zonu u kojoj se vlak nalazi kada je ŽCPR isključen.



Slika 13. Zone uključenja/isključenja ŽCPR-a osiguranog uređajem RLC23 za razne vrste vožnji vlaka (Altpro).

Princip automatskog uključivanja/isključivanja ŽCPR-a temeljem informacija o prolazu vlaka dobivenih od brojača osovina B023 je potpuno siguran princip s obzirom na slijedeće:

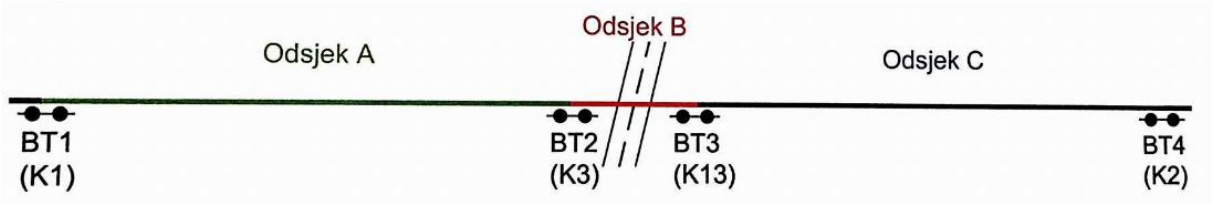
- Brojač osovina B023 razvijen je i certificiran za nivo sigurnosti SIL4 prema EN 50126, EN 50128 i EN 50129.
- Vezano za uključenje ŽCPR-a sustav A i B mikroprocesorske kontrolno-upravljačke platforme APIS-RLC primaju od brojača osovina 4 funkcijski potpuno neovisna signala: sloboda uključnog brojačkog odsjeka, zauzeće uključnog odsjeka, aktiviranje prvog kanala detekcije kotača na uključnoj brojačkoj točki, aktiviranje drugog kanala detekcije kotača na uključnoj brojačkoj točki. ŽCPR se uključuje u slučaju promjene na bilo kojem od ovih signala prema upravljačkoj platformi sustava A ili sustava B. Na temelju redoslijeda signala aktiviranja prvog i drugog kanala detekcije kotača na uključnoj brojačkoj točki upravljačka platforma APIS-RLC kontrolira i smjer kretanja vlaka.
- Vezano za isključenje ŽCPR-a sustav A i B mikroprocesorske kontrolno-upravljačke platforme APIS-RLC primaju od brojača osovina 3 funkcijski potpuno neovisne informacije: zauzeće/sloboda isključnog odsjeka u području ceste, oslobađanje uključnog odsjeka na temelju kojeg se ŽCPR bio uključio i zaključivanje o smjeru vlaka na temelju prolaza preko brojačkih točki kraj područja ceste i na temelju sekvencijalnog zauzimanja i oslobađanja uzastopnih odsjeka.
- Sve jedinice brojača osovina imaju dvostruku ili višestruku strukturu; brojačka točka (jedinica za detekciju kotača na pruzi) ima dva kanala detekcije kotača, mikroprocesorski modul MPU na unutarnjem uređaju za obradu signala prolaza kotača ima 3 vitalna mikrokontrolera u sustavu odlučivanja 2-od-3, te modul relejnih izlaza RE ima dva sigurnosna releja po odsjeku (relej slobode i relej zauzeća) koji se neovisno upravljaju iz mikroprocesorskog modula MPU.

3.7. Osiguranje željezničko-cestovnog prijelaza

Uređaj za osiguranje putnog prijelaza RLC23 koristi brojač osovina B023 kao jedinicu za detekciju vlaka, koja pruža informaciju o prolasku vlaka te prema čemu uređaj za osiguranje putnog prijelaza upravlja putnim prijelazom. Brojač osovina B023 je integralni dio upravljačkog ormara RLC23-a, a mikroprocesorska platforma APIS-RLC koristi informaciju brojača osovina B023 o slobodi/zauzetosti odsjeka i o prolazu kotača u određenom smjeru iznad svake brojačke točke.

3.7.1. Jednokolosiječna otvorena pruga (osnovna konfiguracija)

Osnovni princip rada putnog prijelaza temelji se na 3 uzastopna odsjeka brojača osovina sa 4 brojačke točke (slika 14.).



Slika 14. Konfiguracija uređaja za detekciju vlaka (brojača osovina) na jednokolosiječnoj otvorenoj pruzi (Altpro).

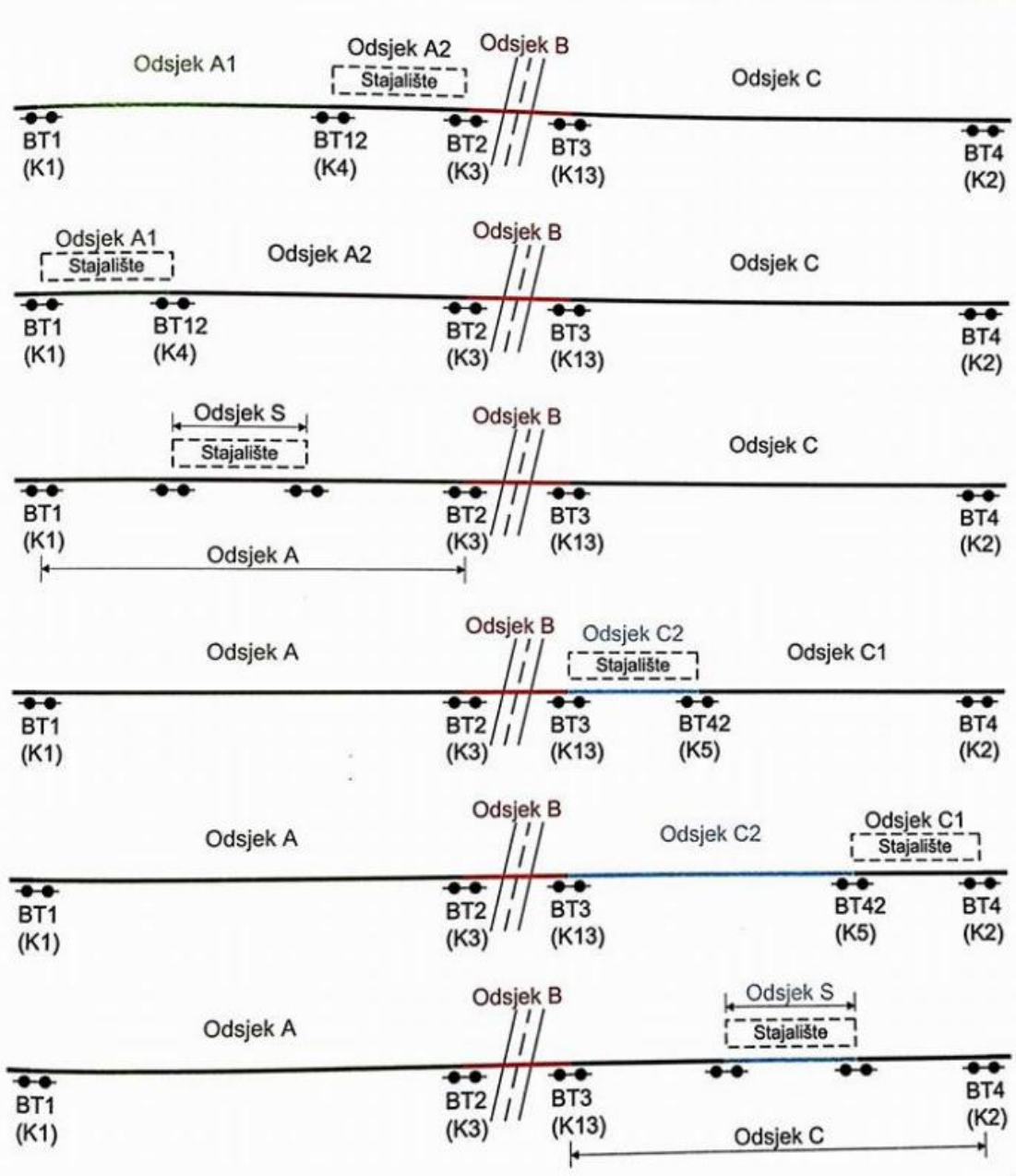
- Odsjek A: Uključni odsjek brojača osovina za smjer vlaka s lijeva na desno. Duljina odsjeka je udaljenost između uključne točke do područja ceste
- Odsjek C: Uključni odsjek brojača osovina za smjer vlaka s desna na lijevo. Duljina odsjeka je udaljenost između uključne točke do područja ceste
- Odsjek B: Isključni odsjek brojača osovina koji služi za isključenje prijelaza u oba smjera. Duljina odsjeka je cca. 20m preko područja ceste. U slučaju zaustavljanja vlaka u području prijelaza, zauzetost ovog odsjeka održava prijelaz uključenim

- BT1: Dvostruki senzor kotača na uključnoj točki za smjer vlaka s lijeva na desno (označen i kao ,,Kl")
- BT4: Dvostruki senzor kotača na uključnoj točki za smjer vlaka s desna na lijevo (označen i kao ,,K2")
- BT2: Dvostruki senzor kotača na isključnoj točki za smjer vlaka s desna na lijevo (označen i kao ,,K3")
- BT3: Dvostruki senzor kotača na isključnoj točki za smjer vlaka s lijeva na desno (označen i kao ,,K13")

3.7.2. Zaustavljanje vlaka u području prijelaza

Većina željeznica zahtjeva automatsko isključenje prijelaza nakon isteka određenog vremena (npr. 4 minute) u slučaju zaustavljanja vlaka u uključnom odsjeku brojača osovina (A ili C na slici 14.), ili ako iz nekog drugog razloga vlak predugo putuje prema području ceste. S druge strane, neke željeznice dodatno zahtijevaju da se prijelaz ne isključuje automatski u slučaju redovnog zaustavljanja vlaka na stajalištu između uključne točke i područja ceste tj. da se

zaustavi brojilo vremena za automatsko isključenje prijelaza za vrijeme zaustavljanja vlaka na stajalištu. U tom slučaju, zauzeće odsjeka stajališta treba upravljati dodatnim odsjekom brojača osovina (slika 15.).



Slika 15. Konfiguracija brojača osovina u slučaju kad se u području prijelaza nalazi stajalište [2].

U slučaju kada pravilnik određene željeznice zahtijeva ne postojanje zavisnosti između zaustavljanja vlaka na stajalištu i djelovanja prijelaza (npr. ne zaustavljanje brojila vremena automatskog isključenja), tada se koristi osnovna konfiguracija brojača osovina unatoč postojanju stajališta u području putnog prijelaza. U slučaju kad se zahtijeva određena

zavisnost između zaustavljanja vlaka na stajalištu i djelovanja prijelaza (npr. zaustavljanje brojila vremena automatskog isključenja), postoje 3 različita slučaja položaja stajališta:

- Stajalište u blizini ceste: Konfiguracija prijelaza prema 1. i 4. primjeru na slici 15. (uključni odsjek A/C podijeljen je na 2 uzastopna odsjeka A1 i A2 / Cl i C2; A2/C2 je kraći odsjek (stajalište), bliže cesti)
- Stajalište u blizini uključne točke: Konfiguracija prijelaza prema 2. i 5. primjeru na slici 15. (uključni odsjek A/C podijeljen je na 2 uzastopna odsjeka A1 i A2 / Cl i C2; A2/C2 je kraći odsjek (stajalište), dalje od ceste)
- Stajalište nije niti u blizini ceste, niti u blizini uključne točke: Konfiguracija prijelaza prema 3. i 6. primjeru na slici 15. (kratki odsjek ili odsjek stajališta S dodan je unutar uključnog odsjeka A/C)

U slučaju kada je uključni odsjek podijeljen na 2 uzastopna odsjeka A1 i A2 (Cl i C2), kao što je prikazano na 1.,2., 4. i 5. primjeru na slici 15., još jedna brojačka točka dodana je u sustav prijelaza, označena kao BT12/BT42 („K4/K5“). Prijelaz kotača vlaka preko ove točke detektira se od strane APIS-RLC upravljačke platforme; brojačka točka BT12/BT42 prema tome je i (ponavljajuća) uključna točka, tako da se, u slučaju automatskog isključenja prijelaza prije nego što vlak dođe do brojačke točke BT12/BT42, ponovo uključi čim prvi kotač prijeđe preko brojačke točke BT12/BT42. U tu svrhu, u 2. i 5. primjeru na slici 15. (u kojem je brojačka točka BT12/BT42 dovoljno udaljena od ceste), moguće je konfigurirati prijelaz da ne zaustavi brojilo vremena automatskog isključenja tijekom zaustavljanja vlaka na stajalištu, jer postoji ponavljajuća uključna točka koja osigurava prijelazu dovoljno vremena za upozorenje kada vlak krene iz stajališta (ova mogućnost ovisi o točnim udaljenostima, brzini vlaka, ubrzanju, itd.). Prijelazi kotača vlaka preko brojačkih točaka u dodatnom odsjeku S (3. i 6. primjer na slici 4.8.15) ne detektiraju se od strane APIS-RLC upravljačke platforme tako da te brojačke točke nisu označene; ipak APIS-RLC upravljačka platforma detektira slobodu/zauzeće odsjeka stajališta S (očitava informaciju o slobodi/zauzeću sa brojača osovina B023).

3.8. Daljinska kontrola stanja ŽCPR-a

Uređaj za daljinski nadzor stanja ŽCPR-a (tzv. „daljinska kontrola", DK) koji je smješten u najbližoj stanici također je uređaj nivoa sigurnosti SIL4, s obzirom da je izveden pomoću iste mikroprocesorske kontrolno-upravljačke platforme APIS-RLC smanjenih dimenzija i reduciranog broja modula, ovisno o zahtjevima za indikacijama i komandama u stanici vezano za ŽCPR. Kontrolno-upravljačka platforma za daljinsku kontrolu u stanici je također izvedena od sustava A i sustava B (sustav glasovanja 2-od-2), samo što su moduli od oba sustava utaknuti u istu matičnu ploču i uređaj dobiva jednostruko DC napajanje iz stanice (obično ono napajanje koje koristi i stanični SS-uređaj u relejnoj prostoriji stanice). Preko serijske veze na optičkom ili bakrenom kablu (ili uz pomoć postojećeg telekomunikacijskog sustava) sustav A

upravljačke platforme APIS-RLC u daljinskoj kontroli u stanici kontinuirano razmjenjuje podatke stanja s glavnom upravljačkom platformom APIS-RLC sustava A u kućici/ormaru ŽCPR-a, a sustav B upravljačke platforme APIS-RLC u daljinskoj kontroli u stanici kontinuirano razmjenjuje podatke stanja s glavnom upravljačkom platformom APIS-RLC sustava B u kućici/ormaru ŽCPR-a.

Razne indikacije stanja koje uređaj daljinske kontrole omogućava mogu biti realizirane LED-diodama ili žaruljicama za AC ili DC napon (ovisno o želji korisnika), te mogu biti ugrađene u komandni stol / panel u prometnom uredu stanice, ili mogu biti izvedene u posebnoj kutiji. Postoji također mogućnost da se serijskom vezom sa platformom APIS-RLC daljinske kontrole u stanici poveže i touch-screen display na kojemu se mogu izvesti sve potrebne indikacije stanja, s time da LED-diode ili žaruljice za indikaciju smetnje, kvara i ispravnog stanja obavezno moraju biti posebno izvedene kao indikacijski elementi bez obzira na korištenje display-a, jer je display-jedinica izvedena u jednostrukoj mikroprocesorskoj tehnici, a LED-diode/žaruljice za indikaciju smetnje, kvara i ispravnog stanja su upravljane iz oba sustava (A i B) mikroprocesorske platforme APIS-RLC u daljinskoj kontroli (na žaruljicama smetnje i kvara se čak kontrolira ispravnost pomoću mjerenja struje).

Indikacije stanja ŽCPR-a koje se pomoću uređaja daljinske kontrole mogu izvesti u stanici su sljedeće (nužne su samo prve 3 stavke, ostale prema potrebi/zahtjevu):

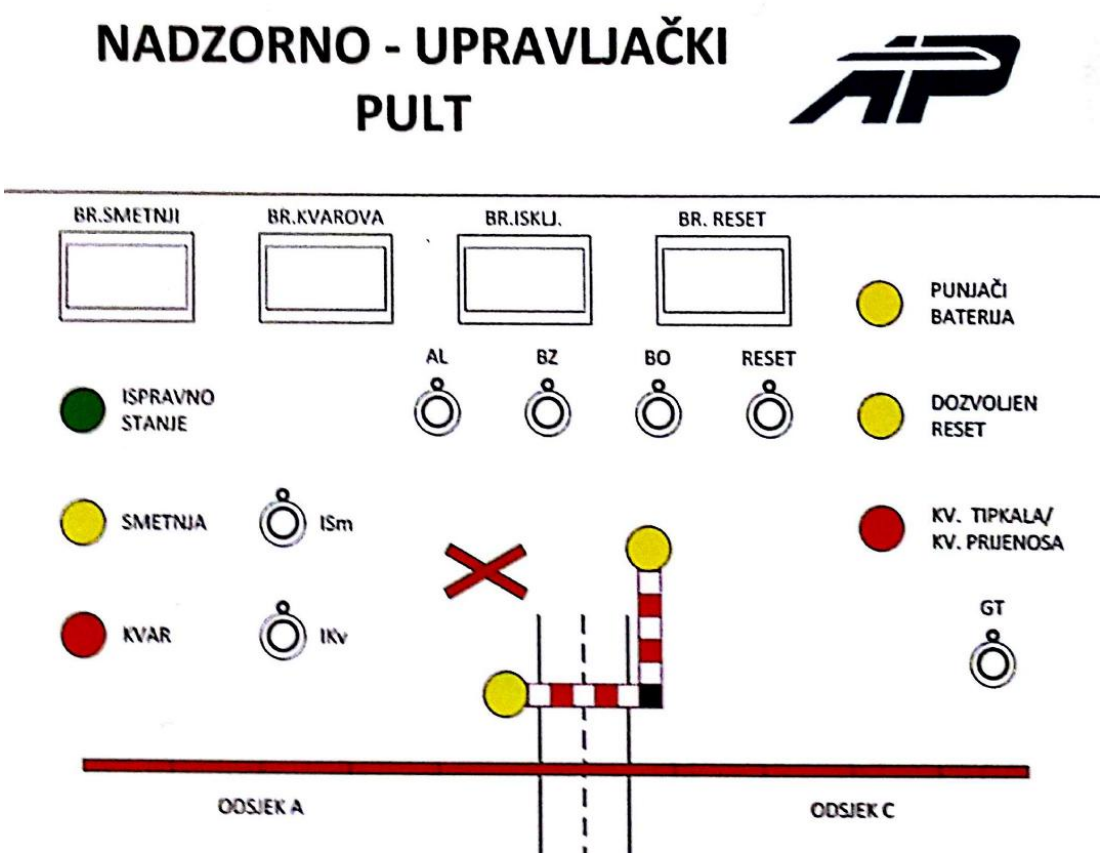
- Da li kontrolni signali pored svjetla (obično bijelog) za indikaciju uključenosti i ispravnosti ŽCPR-a strojovođi sadrže i dodatno svjetlo (obično žuto) koje trajno mirno svijetli radi bolje uočljivosti kontrolnog signala. Ukoliko su kontrolni signali izvedeni da umjesto ovog žutog svjetla imaju reflektirajuće žuto staklo (ili ga uopće nemaju) ŽCP se konfigurira da radi bez tog svjetla na kontrolnim signalima kako ne bi morao kontrolirati ispravnost žute žarulje.
- Ispravno stanje ŽCPR-a - gasi se u slučaju detektirane smetnje ili kvara na ŽCPR-u (obavezna indikacija)
- Kvar na ŽCPR-u - pali se u slučaju detektiranog kvara na ŽCPR-u koji potencijalno može ugroziti funkcionalnost cestovne signalizacije nailaska vlaka (obavezna indikacija)
- Smetnja na ŽCPR-u - pali se u slučaju detektirane smetnje u radu ŽCPR-a koja ne ugrožava funkcionalnost cestovne signalizacije nailaska vlaka (obavezna indikacija; može se konfigurirati da bude izvedena istom LED-diodom žaruljicom kao i za kvar, samo drugačijom signalizacijom; npr. mirno svjetlo kada je smetnja, a treptanje kada je kvar)
- Akustički alarm prilikom pojave smetnje ili kvara na ŽCPR-u
- Na uređaj se može spojiti elektromehanički brojač pojave kvarova (iako sama upravljačka platforma ima interni software-ski brojač pojave kvarova čije se stanje može eventualno pratiti na display-jedinici ako se ona koristi)
- Na uređaj se može spojiti elektromehanički brojač pojave smetnji (iako sama upravljačka platforma ima interni software-ski brojač pojave smetnji čije se stanje može eventualno pratiti na display-jedinici ako se ona koristi)

- Uključenost cestovnih signala
- Položaj (polu)branika
- Zauzeće pojedinog odsjeka brojača osovina
- Indikacija kada je dozvoljena upotreba komande za prisilno dovođenje sustava ŽCPR-a u osnovni položaj
- Indikacija detektiranog kvara na nekom od tipkala za davanje pojedinih komandi iz daljinske kontrole iz stanice (npr. za ručno uključenje, isključenje...)
- Indikacija prekida komunikacije između kućice/ormara ŽCPR-a i uređaja daljinske kontrole u stanici
- Indikacija ručne blokade uključenja ŽCPR-a vožnjom vlaka po određenom kolosijeku.
- Indikacija otvorenosti vrata kućice ŽCPR-a i eventualno vrata ormara s opremom unutar kućice (ovisno o izvedbi kućice/ormara)
- Indikacija ispravnog područja baterijskog DC napona napajanja A i B sustava u kućici/ormaru ŽCPR-a)
- Indikacija prisutnosti AC napona na ulazu u punjač baterija i ispravnog rada punjača baterija A i B sustava

Na uređaju daljinske kontrole u stanici mogu se prema zahtjevu korisnika izvesti razne ručne komande kojima prometnik može upravljati pojedinim funkcijama na ŽCPR-u. Te se komande mogu izvesti pomoću tipkala (čija upotreba može i ne mora dodatno biti registrirana i na elektromehaničkom brojaču), a u slučaju korištenja display- jedinice može se konfigurirati da se ove komande daju preko touch-screen display-a. Sljedeće se ručne komande mogu konfigurirati na uređaju daljinske kontrole u stanici:

- Tipkalo za ispitivanje/provjeru indikacije kvara (sijalica kvara zasvijetli prilikom pritiskanja tipkala)
- Tipkalo za ispitivanje/provjeru indikacije smetnje (sijalica smetnje zasvijetli prilikom pritiskanja tipkala)
- Komanda za isključenje akustičkog alarma prilikom pojave smetnje ili kvara
- Komanda za (ručno) uključenje ŽCPR-a; po potrebi može se izvesti da upotreba ove komande uzrokuje inkrementiranje zasebnog elektromehaničkog brojača
- Komanda za (ručno) isključenje ŽCPR-a; po potrebi može se izvesti da upotreba ove komande uzrokuje inkrementiranje zasebnog elektromehaničkog brojača
- Komanda za prisilno (ručno) dovođenje ŽCPR-a u osnovni položaj; po potrebi može se izvesti da upotreba ove komande uzrokuje inkrementiranje zasebnog elektromehaničkog brojača
- Komanda za ručno blokiranje određene jedinice detekcije vlaka, odnosno određenog brojačkog odsjeka, kako njegovo zauzeće ne bi utjecalo na uključenje ŽCPR-a; može se konfigurirati da se blokira uključenje ŽCPR-a zauzećem brojačkih odsjeka na cijelom kolosijeku (prvom ili drugom, kod dvokolosiječne pruge) ili samo određeni uključni brojački odsjek (npr. na strani prema stanici itd.)
- Komanda za (ručno) deblokiranje određene jedinice detekcije vlaka (vidi prethodnu stavku)

Slika 16. prikazuje tipičnu verziju odvojenog upravljačkog pulta za daljinsku kontrolu koja sadrži indikacije (LED, alarm, elektromehanički brojači) i komande (tipkala) najčešće korištenih na većini željeznica.



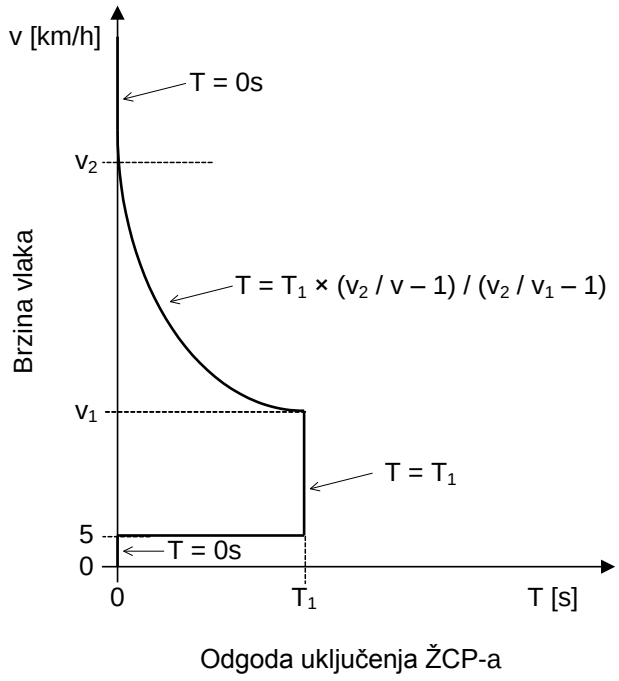
Slika 16. Konfiguracija brojača osovina u slučaju kad se u području (Altrpo) [2].

4.UTJECAJ BRZINE VLAKA NA RAD ŽCPR-a

Različite brzine kojima se kreću vlakovi imaju utjecaja na vrijeme koje prođe od najave vlaka pa sve do njegovog dolaska na ŽCPR. Zbog velike razlike u brzinama između teretnih i brzih vlakova dolazimo do problema kada korisnici prijelaza „dugo“ čekaju prolazak vlaka. Što imamo duže vrijeme čekanja povećava se šansa da će netko doći na ideju o obilasku polubranika ili prelaska preko prijelaza i samim time ugrožava vlastitu ali i sigurnost drugih sudionika. Mjerenjem brzine na uključnoj točci možemo odrediti da vrijeme od najave vlaka pa sve do njegovog dolaska bude približno isto.

4.1. Odgoda uključenja ŽCPR-a ovisno o brzini vlaka – opis izvedbe na uređaju osiguranja ŽCPR-a tipa RLC23

Na nekim se željeznicama zahtijeva odgoda uključenja ŽCPR-a s obzirom na brzinu vlaka (načelno za brzine manje od maksimalne brzine na toj liniji) kako bi se postiglo konstantno vrijeme uključenja ŽCPR-a od trenutka uključenja do dolaska vlaka u područje ceste („*Constant Warning Time*“), neovisno o brzini vlaka. Izvedba na uređaju RLC23, temeljena na mjerenju brzine vlaka na dvostrukom senzoru kotača ZK24-2 (brojača osovina BO23) na uključnoj točki ŽCPR-a prikazana je na slici 17.



Kada se uključna točka nalazi na udaljenosti S_{uk} od područja ceste vrijedi:

$v_{max} = v_2 = S_{uk} / T_{uk}$; $S_{uk} = v_2 \times T_{uk}$ [1]

T_{uk} = vrijeme uključenja ŽCP-a do dolaska vlaka u područje ceste

Ukoliko vlak dolazi manjom brzinom $v < v_2$ vrijedi:

$V = S_{uk} / (T_{uk} + T)$

Pri čemu T predstavlja odgodu uključenja ŽCP-a kako bi se postiglo konstantno vrijeme uključenja T_{uk}.
Iz istog izraza proizlazi:

$T = S_{uk} / v – T_{uk}$ [2]

Pri brzini v_1 vrijedi:

$T_1 = S_{uk} / v_1 – T_{uk}$; $T_{uk} = S_{uk} / v_1 – T_1$ [3]

Kada se u izraz [2] uvrste izrazi [1] i [3] dobiva se formula za izračun odgode uključenja T (na dijagramu) za brzine vlaka $v_1 < v < v_2$, na temelju željene odgode uključenja ŽCP-a T_1 pri brzini vlaka v_1.

Slika 17. Dijagram ovisnosti odgode uključenja ŽCP-a s obzirom na brzinu vlaka s objašnjenjem parametara (u navedenim se izrazima brzine računaju u [m/s])[Altpro].

Kao što se vidi na slici 17. odgoda uključenja ŽCPR-a vrši se samo za brzine vlaka između definiranih brzina v_1 i v_2 (v1 je obično nešto manja brzina od najmanje vozne brzine (npr. za teretne vlakove, ili za vozila održavanja, motorne drezine itd.), a v2 je načelno maksimalna dozvoljena ili redovna brzina na liniji) prema formuli na dijagramu na slici, te za brzine vlaka između 5km/h i v1, kada je poželjno da odgoda uključenja bude konstantna (definirani konfiguracijski parametar T1), kako se ne bi događalo da se uključenje ŽCPR-a odgađa u jako velikom vremenskom intervalu (npr. >5min ili sl.).

Izmjerena brzina <5km/h se može dogoditi uslijed nekakve greške (poremećaja impulsa kotača na senzoru…) i tada je najsigurnije da uređaj ne vrši nikakvu odgodu uključenja nego da odmah uključi ŽCPR (odgoda T = 0s). Konfiguracijski parametri koji se sa PC-alata za konfiguriranje spremaju na RLC23 sustav su dakle brzine v1 (minimalna očekivana) i v2 (maksimalna/redovna na liniji), te maksimalno dozvoljena vremenska odgoda uključenja T1, koja je ujedno i željena odgoda pri brzini v1, za postizanje konstantnog vremena uključenja Tuk, kao i pri brzini v2 (bez odgode).

Uređaj RLC23 proračunava brzinu vlaka već prilikom prolaza prve osovine preko senzora kotača na uključnoj točki i odmah definira potrebnu vremensku odgodu T. Razmak između dva kanala H/L detekcije kotača na senzoru ZK24-2 je fiksan i iznosi 125mm, tako da se na temelju samo jednog senzora i prolaza jednog kotača može izračunati brzina sa očekivanom greškom do oko 10%, što se odmah uzima kao lošiji slučaj, da je brzina 10% veća. Međutim

uređaj RLC23 mjeri brzinu svakog kotača vlaka posebno, tako da se vrijeme odgode uključenja po potrebi može i korigirati za vrijeme prolaza vlaka preko uključne točke. Ukoliko je svakom slijedećem kotaču izmjerena brzina manja ili jednaka u odnosu na prvi kotač vlaka uređaj neće korigirati odgodu uključenja T; međutim kada se za bilo koji slijedeći kotač vlaka izmjeri veća brzina u odnosu na kotače koji su već prošli uključnu točku, uređaj će sukcesivno smanjivati ukupno vrijeme odgode uključenja ŽCPR-a prema izrazu na slici 17., s obzirom da se u tom slučaju radi o ubrzavanju vlaka.

Kod upotrebe ove funkcije odgode uključenja ŽCPR-a u ovisnosti o brzini vlaka načelno treba strojovođama uvesti propis da ne smiju povećavati brzinu vlaka od uključne točke do ŽCPR-a u odnosu na onu brzinu kojom je vlak prošao uključnu točku (pored signalnog znaka „Uključna točka s daljinskom kontrolom“ ili „Uključna točka, očekuj kontrolni signal“), kako se ne bi dogodilo da vlak dođe na prijelaz u vremenu manjem od potrebnog vremena uključenja T_{uk}. Međutim na uređaju RLC23 se kao dodatna mjera sigurnosti može uvesti dodavanje (konfiguriranje) ponavljačke uključne točke (K4 kao ponavljačka točka od K1; K5 kao ponavljačka točka od K2) koja dijeli uključni odsjek A (C) na A1 i A2 (C1 i C2). U tom slučaju se prolazom vlaka preko uključne točke K1 i zauzimanjem brojačkog odsjeka A1 vrši mjerenje brzine i odgoda uključenja ŽCPR-a, a prolazom vlaka preko ponavljačke uključne točke K4 i zauzimanjem odsjeka A2 se bezuvjetno trenutačno uključuje prijelaz (ukoliko vrijeme odgode još nije isteklo i ŽCPR još nije uključen – slučaj kod ubrzavanja vlaka nakon prolaza uključne točke K1). Na ovaj se način potencijalno može i izbjeći uvođenje dodatnog propisa zabrane povećavanja brzine vlaka od uključne točke do ŽCPR-a, ukoliko se definira optimalno mjesto ugradnje ponavljačke uključne točke K4/K5.

4.2. Senzor željezničkog kotača ZK24-2

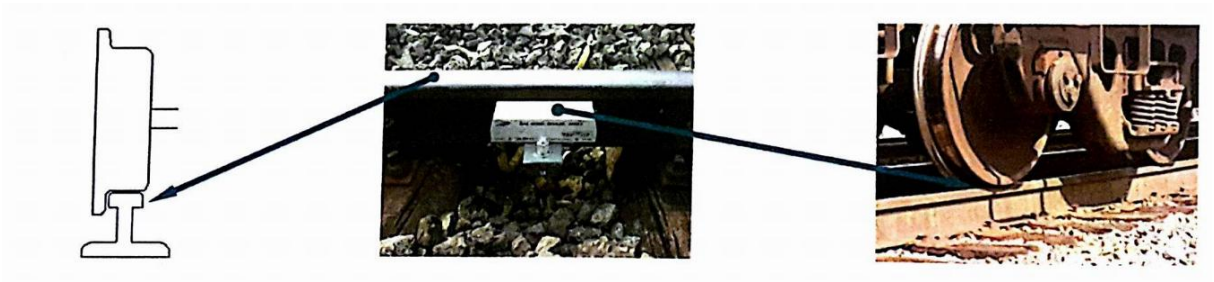


Slika 18. Senzor Željezničkog kotača ZK24-2 (Altpro) [2].

Senzor željezničkog kotača je induktivni točkasti detektor koji se koristi u „fail-safe" željezničkim sigurnosnim sustavima kao što su brojač osovina, željezničko-cestovni prijelaz u razini, različiti signalno-sigurnosni uređaji ostali sustavi temeljeni na detekciji vlaka preko određene točke na kolosijeku. Struktura uređaja je temeljena i dvije galvanski izolirane glave (t.j. dvostruka struktura). Svrha dvostruke strukture senzora je detekcija prolaza željezničkog kotača uz detekciju smjera i brzine samo s jednim senzorom. Također, sustav s dvije glave ima razinu sigurnosti, raspoloživosti i pouzdanosti.

4.2.1. Princip rada

Senzor željezničkog kotača ZK24-2 djeluje na magnetsko-induktivnom principu s elektroničkom obradom signala, Sastoji se od dva neovisna senzorska sustava označena sa H i L. Senzorski sustavi H i L su međusobno galvanski odvojeni i rade potpuno neovisno te se na senzoru ZK24-2 po potrebi može koristiti i samo jedan kanal (senzorski sustav), H ili L. Senzor se isporučuje sa fiksno spojenim četverožičnim kablom (6m), a svaki kanal koristi po dvije žice. Izlazni signal svakog kanala detekcije kotača je istosmjerna struja na istoj dvožičnoj parici u jednom od dva diskretna stanja: 16mA ili lOmA DC. Senzor ZK24-2 se pomoću nosača sa obujmicom učvršćuje uz unutarnji rub jedne tračnice (bez bušenja tračnice), a senzorski kabel se prespaja na dvije parice (ili jednu zvjezdastu četvorku) pružnog kabla u prespojnoj kutiji uz kolosijek koja sadrži modul trostupanjske zaštite od grmljavine ZGK (u sklopu TDR14 ili UTR/ITR tračničkih kontakata) ili se senzor spoja na vanjski uređaj VUR (s VUR-P prenaponskom zaštitom) u sklopu sustava brojača osovina B023.



Slika 19. Prijelaz željezničkog kotača preko senzora (Altpro) [6].

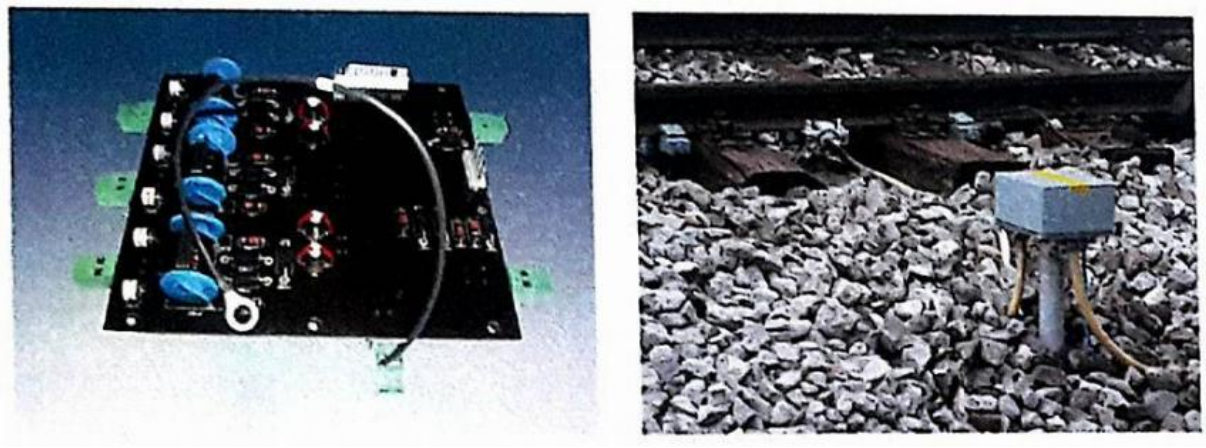
4.2.2. EMC, testiranje i certifikacija

Senzor željezničkog kotača mora raditi u vrlo zahtjevnim uvjetima (okolina, EMC,...), te su definirani specijalni zahtjevi, norme i ispitni postupci za ovakvu opremu. Glavna EN CENELEC norma koja je obavezna za senzore željezničkog kotača je EN 50121-4: „Emisija i imunost željezničke sigurnosne i telekomunikacijske opreme". Posebna pažnja je stavljena na emisiju (EN 61000-6-4) i imunost (EN 61000-6-2). Također, detektori kotača moraju biti ispitani da bi se utvrdilo da zadovoljavaju zahtjeve iz TS 50238-3 koja definira granice magnetskog polja vezano za EMC interferencije između detektora kotača i željezničkih vozila.

Sukladno navedenim ALTPRO je certificirao svoj senzor kotača na elektromagnetsku kompatibilnosti u TUV Rheinland Intertraffic u Kolnu i laboratorijima LGA u Nurnbergu (brojevi certifikata: AE 60011392, datum: 20.04.2005.)

4.2.3. Zaštita od grmljavine

Senzor je zaštićen od grmljavine pomoću 2 osnovna modula, ovisno o tipu sustava s kojim koristi senzor. Ti moduli su VUR-P i ZGK. Modul VUR-P je sastavni dio vanjskog uređaja (VUR) te štiti senzor i VUR koji se koriste u sustavu više odsječnog brojača osovina B023. ZGK modul se stavlja u priključnu kutiju uz kolosijek i koristi se s tračničkim kontaktom UTR/ITR ili sa sustavom za detekciju vlaka TDR14 (oba sustava se koriste na željezničko-cestovnim prijelazima).



Slika 20. VUR-P modul za zaštitu od grmljavine (Altpro) [6].



Slika 21. ZGK modul za zaštitu od grmljavine (Altpro) [6].

4.2.4. Primjena senzora željezničkog kotača ZK24-2

- idealna zamjena za stare mehaničke ili magnetske uključne/isključne kontakte
- jedan senzor ZK24-2 zamjenjuje dva jednostruka kontakta na uključnoj točki
- zamjena za izolirane odsjeke ili dodatna primjena uz izolirane odsjeke
- jednostavna, izravna zamjena

Senzor željezničkog kotača ZK24-2 se koristi za preciznu detekciju vlaka. On proizvodi signale koje se tada mogu koristiti u različitim signalno-sigurnosnim sustavima:

- više odsječni sustavi kontrole zauzetosti željezničkog odsjeka- brojači osovina
- detektorski sustavi i elektronički kontakti u metroima i lakoj željeznici
- sustavi detekcije za uređaje za osiguranje željezničko-cestovnih prijelaza
- automatski sustavi za upozoravanje / najavu vlaka
- automatski sustavi za podmazivanje tračnica
- bilo koji drugi sustav koji zahtijeva točnu i preciznu detekciju vlaka

4.4. Brojač osovina BO23

Brojač osovina B023 se koristi za kontrolu zauzetosti željezničkog odsjeka. Može se koristiti u sličnim primjenama bez ograničenja sigurnosnih zahtjeva. Primjeri primjene brojača osovina su:

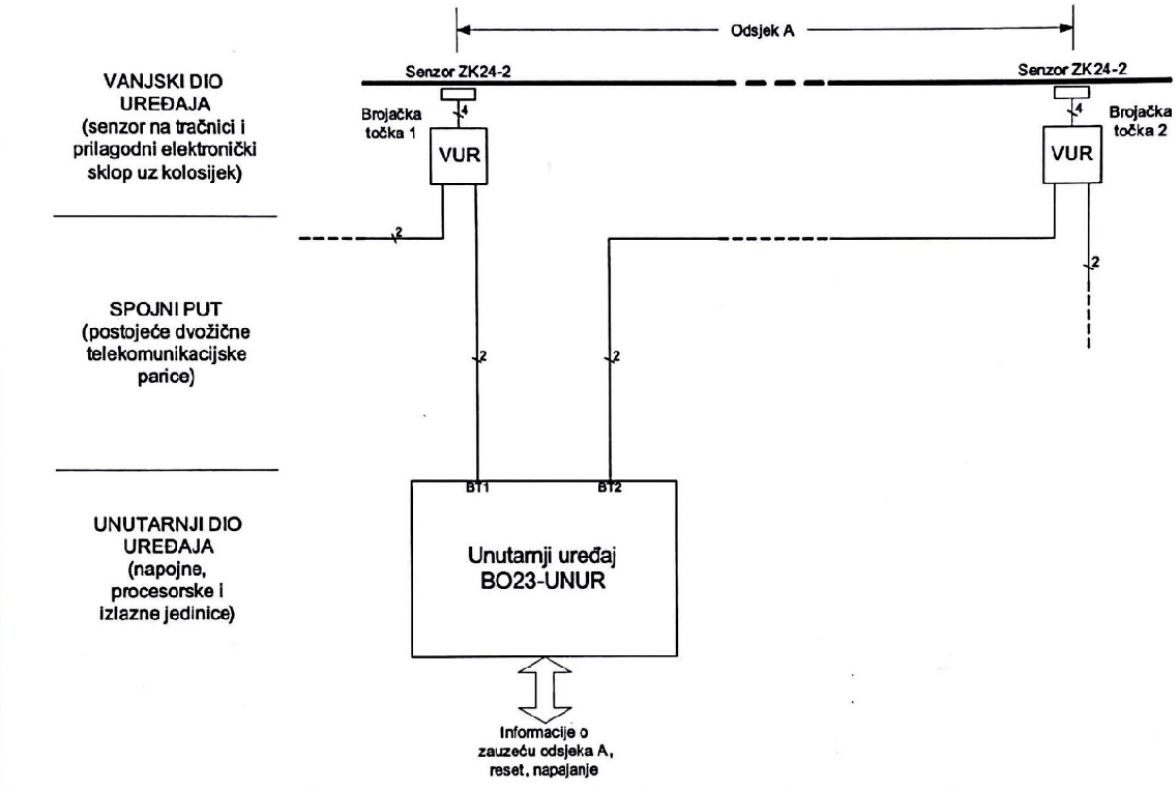
- Kontrola zauzetosti staničnih odsjeka u sklopu staničnog sigurnosnog uređaja
- Kontrola zauzetosti odsjeka na otvorenoj pruzi u sklopu APB-a
- Kontrola zauzetosti odsjeka na otvorenoj pruzi kao jedan međustanični odsjek
- Kontrola zauzetosti više odsjeka u širokom području uređaja za osiguranje željezničko-cestovnog prijelaza u svrhu uključenja / isključenja uređaja za osiguranje željezničko-cestovnog prijelaza
- Kontrola zauzetosti odsjeka ranžirnih stanica / kolodvora u sklopu sustava automatskog ranžiranja itd.

Brojač osovina B023 pomoću svojih senzora na brojačkim točkama sa svake strane kontroliranog odsjeka stalno kontrolira ulaz ili izlaz osovina vlaka te daje izlaznu informaciju da je odsjek slobodan samo ako je trenutni broj osovina na odsjeku jednak nuli i nije uočena smetnja, kvar ili ispad. U svim ostalim slučajevima daje se informacija da je odsjek zauzet.

Zauzetost odsjeka ovim se uređajem može kontrolirati na odsjeku s dvije brojačke točke (na otvorenoj pruzi i na kolosijeku unutar stanice), na odsjeku s tri brojačke točke (skretnički odsjek), na slijepom kolosijeku s jednom brojačkom točkom, na odsjeku s križištem ili duplim skretanjem (četiri brojačke točke) ili na odsjeku s višestrukim skretanjem na stanične kolosijeke (takozvana "lira") sa do ukupno 8 brojačkih točki.

4.4.1. Princip rada brojača osovina BO23

Brojač osovina BO23 sastoji se od vanjskog dijela uređaja na kolosijeku i unutarnjeg dijela uređaja u relejnoj prostoriji stanice ili u APB-kućici kao što je prikazano na slici 22.

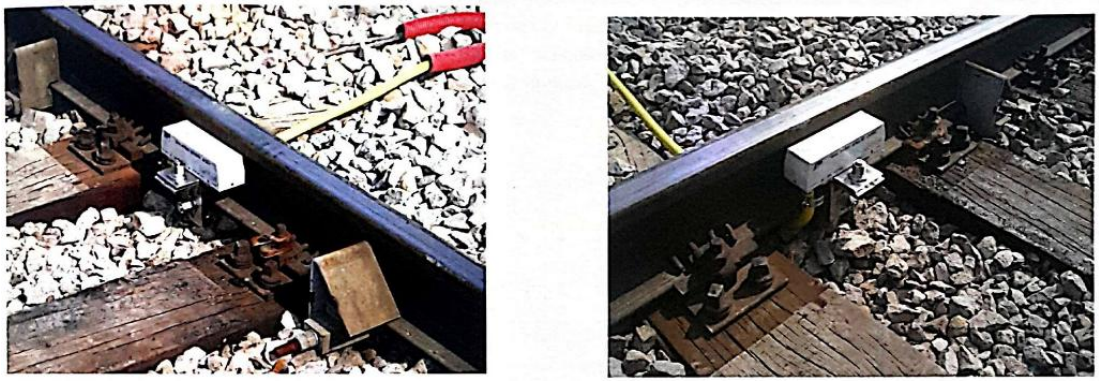


Slika 22. Blok shema brojača osovina BO23 za kontrolu jednog odsjeka sa 2 brojačke točke (Altpro) [2].

Spojni put se ne smatra dijelom brojača osovina jer se obično koriste postojeći željeznički telekomunikacijski vodovi. Veza između vanjskog i unutarnjeg uređaja je dvožična (jedna dvožična telekomunikacijska parica).

4.4.2. Opis vanjskog dijela uređaja

Vanjski dio uređaja se na svakoj brojačkoj točki sastoji od senzora željezničkog kotača ZK24-2 montiranog uz unutarnji rub tračnice pomoću nosača s obujmicom 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 23. prikazuje senzor na nosaču s obujmicom montiran uz tračnicu. Senzor ZK24-2 ima dvostruku strukturu detekcije kotača (dva senzorska sustava u istom kućištu) zbog mogućnosti određivanja smjera kretanja vlaka i zbog sigurnosti.



Slika 23. Senzor na nosaču montiran uz tračnicu sa pripadajućim štitnicima (Altpro) [6].

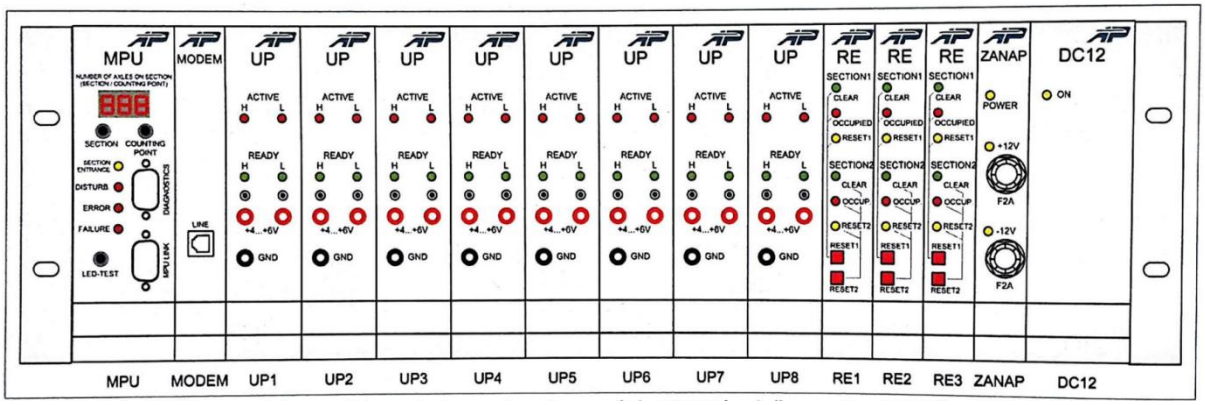
Na slici 24. prikazan je uređaj VUR koji je smješten u kutiji na postolju uz kolosijek. U kutiji se nalazi kontrolni elektronički sklop koji napaja i kontrolira senzor te modulira i šalje signale sa oba senzorska sustava po istom dvožičnom telekomunikacijskom vodu do unutarnjeg uređaja. Po istom vodu vanjski uređaj dobiva i istosmjerno napajanje.



Slika 24. Kontrolni elektronički sklop vanjskog uređaja VUR u kutiji uz kolosijek (Altrpo) [2].

4.4.3. Opis unutarnjeg dijela uređaja

Unutarnji uređaj UNUR brojača osovina B023 izveden je modularno u 19" Eurocard okviru visine 3U (slika 25.). 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 si.). 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 daju se na principu odlučivanja 2 od 3 i prosljeđuju se na module relejnih izlaza RE. Preko serijskog sučelja RS232 na modulu MPU memorirani podaci o prolazu vlakova mogu se prenijeti na osobno računalo direktno ili daljinski preko modema. Zatim slijedi 8 modula ulaznog pojačala UP (UPl-fUP8) koji galvanski odvojeno napajaju brojačke točke (svaki jednu) i prilagođavaju signale s brojačkih točki na procesorski modul MPU.



Slika 25. Pozicije modula u okviru unutarnjeg uređaja UNUR brojača osovina BO23 (pogled sprijeda)(Altrpo) [2].

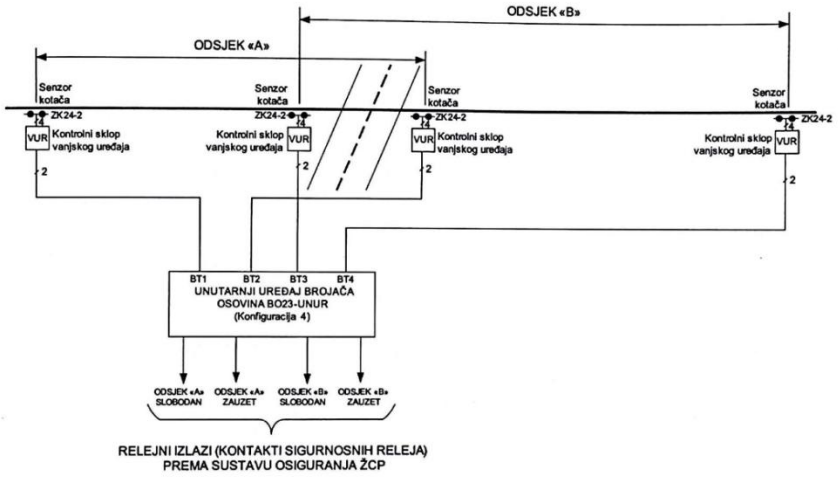
Modul relejnih izlaza RE (RE1, RE2, RE3) služi za davanje informacije o zauzetosti odsjeka u obliku kontakata sigurnosnih releja. Svaki modul RE daje neovisne relejne izlaze za dva odsjeka. Moduli ZANAP i DC12 služe za glavno napajanje uređaja s galvanskim odvajanjem, filtracijom i zaštitama.

Na prednjoj ploči procesorskog modula MPU nalazi se LED-display koji prikazuje trenutni broj osovina na odsjeku. Ako uređaj kontrolira više odsjeka, tipkama na prednjoj ploči može se izabrati odsjek čiji će trenutni broj osovina biti prikazan. Drugi RS232 konektor na prednjoj ploči modula MPU (prvi služi za dijagnostiku na računalu) služi za serijsku vezu s drugim unutarnjim uređajem B023-UNUR. Ovakva veza ostvarena optičkom ili modemskom komunikacijom omogućuje obradu dodatne udaljene brojačke točke kod vrlo dugih odsjeka međukolodvorske ovisnosti.

Jedan unutarnji uređaj UNUR brojača osovina B023 (jedan okvir 19"x3U) može obrađivah' do 8 brojačkih točki i davati informacije o zauzeću 1 do 6 odsjeka. U nastavku je opisano nekoliko osnovnih konfiguracija kontrole zauzeća odsjeka koje se mogu izvesti jednim unutarnjim uređajem brojača osovina B023. Svaka konfiguracija kontrole zauzeća odsjeka ima pripadajući operativni program koji se u tom slučaju odvija u procesorskom modulu MPU. Odabir konfiguracije kontrole zauzeća odsjeka odnosno operativnog programa za modul MPU (programiranje MPU) obavlja se prilikom instalacije unutarnjeg uređaja postavljanjem određenog položaja sklopki na stražnjoj strani okvira unutarnjeg uređaja B023-UNUR. Nakon instalacije na sklopke se stavlja zapečaćeni poklopac. U okvir unutarnjeg uređaja se tada može utaknuti bilo koji procesorski modul MPU i on će uvijek nakon priključenja napajanja početi odvijati operativni program definiran sklopkama na stražnjoj strani okvira unutarnjeg uređaja.

4.4.4. Primjena na sustavima željezničko-cestovnog prijelaza s dva odsjeka sa preklapanjem preko ceste

Brojač osovina B023 primjenjuje se za kontrolu zauzetosti odsjeka željezničke pruge gdje god je potrebno kontrolirati zauzetost. Na otvorenoj pruzi je to kontrola zauzetosti odsjeka u sastavu automatskog pružnog bloka (APB) ili međukolodvorske ovisnosti (MO); u području stanica brojač kontrolira zauzetost pojedinih staničnih odsjeka uključujući skretnice, križišta, slijepe kolosijeke, itd. S obzirom da jedan unutarnji uređaj UNUR može kontrolirati do 8 brojačkih točki te davati informacije o zauzeću i do 6 odsjeka, brojač osovina B023 posebno je pogodan za kontrolu zauzeća staničnih odsjeka jer se uz relativno malo unutarnje opreme mogu kontrolirati svi odsjeci malog, srednjeg ili većeg kolodvora. Primjene brojača osovina B023 opisane u nastavku odnose se na jedan unutarnji uređaj UNUR s različitom konfiguracijom utaknutih modula i s MPU modulom programiranim različitim operativnim programom.



Slika 26. Detekcija vlaka brojačem osovina BO23 za ŽCPR na jednokolosiječnoj otvorenoj pruzi (Altpr) [2].

Prisutnost vlaka na kompletnom području putnog prijelaza kontrolirana je pomoću dva neovisna odsjeka (slika 26.); odsjek A između brojačke točke 1 i brojačke točke 2, te odsjek B između brojačke točke 3 i brojačke točke 4.Odsjeci A i B se međusobno preklapaju preko ceste. Brojačke točke 1 i 4 nalaze se na izračunatim duljinama za točke uključenja željezničko cestovnog prijelaza (ŽCP).

Osnovno stanje jedinice ŽCP-a za detekciju vlaka (brojača osovina B023) je sljedeće:

- Odsjek A slobodan, odsjek B slobodan (oba odsjeka slobodna).

Uvjet uključenja ŽCP-a je bilo koji od sljedećih uvjeta:

- Zauzeće (otpuštanje releja slobode na brojaču osovina B023) bilo kojeg odsjeka (A ili B) - kod redovne vožnje vlaka iz bilo kojeg smjera ili uslijed eventualne smetnje/kvara
- Zauzeće (otpuštanje releja slobode) oba odsjeka istovremeno - uslijed smetnje/kvara
- Neki drugi način, ako je predviđen, neovisno o brojaču osovina (npr. ručno - sklopkom/tasterom...), kao i uslijed detektiranog kvara u sustavu ŽCP-a.

Uvjet isključenja ŽCP-a je bilo koji od sljedećih uvjeta:

- Zauzeće (otpuštanje releja slobode i privlačenje releja zauzeća) oba odsjeka (A i B) i oslobađanje (otpuštanje releja zauzeća i privlačenje releja slobode) barem jednog odsjeka (A ili B) - redovne i manevarske vožnje vlaka
- Zauzeće (otpuštanje releja slobode i privlačenje releja zauzeća) samo jednog odsjeka (A ili B) i oslobađanje (otpuštanje releja zauzeća i privlačenje releja slobode) istog odsjeka, ukoliko je drugi odsjek cijelo vrijeme slobodan - manevarska vožnja s promjenom smjera, bez prijelaza ceste
- Dovođenje oba odsjeka u osnovno stanje razrješenjem (resetiranjem) - ručnim (lokalno ili daljinski) ili automatskim
- Neki drugi način, ako je predviđen, neovisno o brojaču osovina (npr. ručno - sklopkom/tasterom, nakon isteka vremena automatskog isključenja ...).

5.ZAKLJUČAK

Željezničko-cestovni prijelazi u razini su opasna mjesta koja se osiguravaju na različite načine pri čemu ne postoje jedinstvene mjere za prevenciju nesreće. Glavni uzrok svih nesreća na željezničko-cestovnim prijelazima je ljudski čimbenik.

Malim rješenjima i malim investicijama u željezničko-cestovne prijelaze moguće je dodatno povećati sigurnost. Jednostavna rješenja dala su jako dobre rezultate u zapadnim zemljama Europe.

Mjerenjem brzine vlaka može se postići približno jednako vrijeme od spuštanja (polu)branika pa do prolaska vlaka i na taj način bi smo eliminirali problem dugog čekanja nekog sporijeg željezničkog vozila i samim time smanjili mogućnost da pješak ili cestovno vozilo dođe na ideju o prelasku željezničko-cestovnog prijelaza iako se očekuje vlak. U ljudskoj psihologiji se javlja problem da ako malo duže čekamo na prolazak vlaka odmah pomislimo da je možda prijelaz u kvaru pa zbog te nesmotrenosti se jako često događa da iako se vlak čeka korisnici prelaze preko prijelaza. U Americi se već duže vrijeme koristi ovom metodom i po njihovim istraživanjima broj stradalih na željezničko-cestovnim prijelazima je smanjen. Na ovaj način bi smo automatski dobili veću propusnu moć željezničko-cestovnog prijelaza jer u konačnici bi prijelaz bio manje vremena zatvoren. Smajnjenjem vremenskog rada željezničko-cestovnog prijelaza smanjili bi smo troškove održavanja i energije. Povečala bi se učinkovitost prijelaza jer bi prijelaz bio manje vremena zatvoren. Ovom metodom mjerenja brzine i podjednakog vremena zatvaranja prijelaza bi smo dobili sigurniju regulaciju prometa preko željezničko-cestovnog prijelaza.

6.LITERATURA

1. Toš,Z: Signalizacija u željezničkom prometu, FPZ, Zagreb, 2013.
2. ALTPRO: signalno-sigurnosni uređaji i aplikacije, Zagreb, 2014. Verzija 02/2014
3. Zakon o sigurnosti i interoperabilnosti željezničkog sustava NN 82/13
4. Zakon o sigurnosti i interoperabilnosti željezničkog sustava NN 82/13
5. http://www.propisi.hr/print.php?id=9671 (rujan 2016.)
6. http://altpro.hr/hr/proizvodi/signalno-sigurnosni-uredaji-za-zeljeznicku-infrastrukturu-1 (rujan 2016.).
7. http://safety.fhwa.dot.gov/xings/com_roaduser/07010/sec04b.htm (rujan 2016.).
8. http://www.pismorad.hr/katalog-znakova/znakovi-opasnosti/ (rujan 2016.).
9. http://www.mppi.hr/default.aspx?id=16276 (rujan 2016.).
10. http://www.prometna-signalizacija.com/oprema-ceste/zeljeznicko-cestovni-prijelazi-zcpr/ (rujan 2016.).
11. http://www.fpz.unizg.hr/ztos/pred/CPR.pdf (rujan 2016.).

7. POPIS SLIKA

Slika 3. Prikaz trokuta preglednosti za željezničko-cestovne prijelaze

Slika 4. Prometni znak "približavanje vlaka"

Slika 3. Smještaj opreme na upravljačkom ormaru ŽCPR-a RLC23

Slika 4. Senzor ZK24-2 na nosaču montiran uz tračnicu sa pripadajućim štitnicima

Slika 5. Kontrolni elektronički sklop VUR vanjskog uređaja u kutiji uz kolosijek

Slika 6. Osnovna struktura uređaja RLC23 za osiguranje ŽCPR-a s kontrolnim signalima

Slika 7. Osnovna struktura uređaja RLC23 za osiguranje ŽCPR-a s daljinskom kontrolom

Slika 8. Prikaz svjetlosnih cestovnih signala prema različitim propisima

Slika 9. Prikaz svjetlosnog cestovnog signala

Slika 10. Prikaz svjetlosnog cestovnog signala

Slika 11. Prikaz svjetlosnog cestovnog signala

Slika 12. Prikaz svjetlosnog cestovnog signala

Slika 13. Zone uključenja/isključenja ŽCPR-a osiguranog uređajem RLC23 za razne vrste vožnji vlaka

Slika 14. Konfiguracija uređaja za detekciju vlaka (brojača osovina) na jednokolosiječnoj otvorenoj pruzi

Slika 15. Konfiguracija brojača osovina u slučaju kad se u području prijelaza nalazi stajalište

Slika 16. Konfiguracija brojača osovina u slučaju kad se u području

Slika 17. Dijagram ovisnosti odgode uključenja ŽCP-a s obzirom na brzinu vlaka s objašnjenjem parametara (u navedenim se izrazima brzine računaju u [m/s])

Slika 18. Senzor Željezničkog kotača ZK24-2

Slika 19. Prijelaz željezničkog kotača preko senzora

Slika 20. VUR-P modul za zaštitu od grmljavine

Slika 21. ZGK modul za zaštitu od grmljavine

Slika 22. Blok shema brojača osovina BO23 za kontrolu jednog odsjeka sa 2 brojačke točke

Slika 23. Senzor na nosaču montiran uz tračnicu sa pripadajućim štitnicima

Slika 24. Kontrolni elektronički sklop vanjskog uređaja VUR u kutiji uz kolosijek

Slika 25. Pozicije modula u okviru unutarnjeg uređaja UNUR brojača osovina BO23 (pogled sprijeda)

Slika 26. Detekcija vlaka brojačem osovina BO23 za ŽCPR na jednokolosiječnoj otvorenoj pruzi

METAPODACI

Naslov rada: Utjecaj mjerenja brzine vlaka na rad željezničko-cestovnih prijelaza

Student: Danijel Grebenar

Mentor: prof. dr. sc. Zdravko Toš

Naslov na drugom jeziku (engleski):

Influence of the Train speed measurement on the Railway level crossings

Povjerenstvo za obranu:

- **doc. dr. sc. Hrvoje Haramina** predsjednik
- **prof. dr. sc. Zdravko Toš** mentor
- **Ivica Ljubaj, mag. ing. traff.** član
- **doc. dr. sc. Borna Abramović** zamjena

Ustanova koja je dodijelila akademski stupanj: Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu

Zavod: Željeznički promet

Vrsta studija: diplomski

Studij: Promet (npr. Promet, ITS i logistika, Aeronautika)

Datum obrane diplomskog rada: 27.-29. rujna 2016.

Napomena: pod datum obrane diplomskog rada navodi se prvi definirani datum roka obrane.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj diplomski rad isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu

pod naslovom **Utjecaj mjerenja brzine vlaka na rad željezničko-cestovnih prijelaza**

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

U Zagrebu, 19.9.2016

Student/ica:

(potpis)