

**ZAVISNOST CESTOVNE SIGNALIZACIJE SA SVJETLOSNO-ZVUČNOM SIGNALIZACIJOM ŽELJEZNIČKO
CESTOVNOG PRIJELAZA KAO MJERA
POBOLJŠANJA BEZBJEDNOSTI SAOBRAĆAJA**

DEPENDENCE OF ROAD SIGNALIZATION WITH LIGHTING SOUND SIGNALIZATION TO THE
LEVELCROSSING AS A MEASURE OF IMPROVEMENT OF TRANSPORT SAFETY.

Vahid Dozo*
Mustafa Kubat*

Kategorizacija rada: Stručni rad (Professional paper)*

UDK 656.21(497.6)

656.216(497.6)

656.25(497.6)

SAŽETAK: Željezničko cestovni prijelazi su bezbjedonosno ranjivo mjesta željezničke i cestovne infrastrukture. Bez obzira na vrstu i nivo tehničke zaštite prijelaza, saobraćajne nezgode na željezničko cestovnim prijelazima su česta pojava. Sa ciljem poboljšanja bezbjednog korištenja prijelaza, za sve učesnike u kopnenom saobraćaju, na području FBiH, projektovana je i prvi put, kao jedinstvena cijelina, implementirana je tehnička zaštita prijelaza koju obezbjeđuje međusobno zavisan rad svjetlosne cestovne signalizacije na cesti to jest signalizacije na samom prijelazu i signalizacije na pruzi. Rezultati praćenje rada tehničke zaštite na ovom prijelazu i praćenje ponašanje učesnika u cestovnom saobraćaju prilikom korištenja prijelaza su ohrabrujući. Čini se, da se vozači u drumskom saobraćaju odgovornije ponašaju i pravilno reaguju kada pristupaju i koriste signalizaciju klasičnog trobojnog cestovnog semafora, nego što to čine kada pristupaju prijelazu koji je tehnički zaštićen samo sa svjetlosno-zvučnom signalizacijom i polubranicima. Na primjeru cestovnog prijelaza „Alića Han“, koji se nalazi na mjestu ukrštanja magistralne pruge Zenica – Sarajevo i regionalne ceste R-445 Semizovac-Ilijaš-Visoko, opisano je implementirano projektno rješenje i prednosti koje ovakvo projektno rješenje pruža.

Ključne riječi: *Infrastruktura, signalizacija, bezbjednost.*

ABSTRACT: Level crossings are safety vulnerable places of railway and road infrastructure. Regardless of the type and level of technical protection of level crossing, traffic accidents at level crossings are frequent occurrences. In order to improve the safe use of the level crossings, for all participants in land transport in the FBiH area, the first time, as a unique whole, was implemented the technical protection of the level crossing provided by the interdependent work of light road signaling on the road, signaling at the level crossing and signaling on the line. The results of monitoring of the technical protection at this level crossing and monitoring the behavior of road users during the use of the passage are encouraging. It seems that road users in road traffic react more responsibly and correctly when they approach and use the signaling of a conventional three-color signal than when approaching a passage that is technically protected only by light signaling and bumpers. On the example of the "Alića Han" level crossing, located at the crossroads of the Zenica-Sarajevo railway line and the regional road R-445 Semizovac-Ilijaš-Visoko, an implemented project solution is described and the advantages that such a project solution provides.

Keywords: *Infrastructure, signaling, safety.*

UVOD

Projektna rješenja bezbjednog korištenja željezničko - cestovnog prijelaza trebaju uključivati niz faktora koji se odnose na željezničku i cestovnu infrastrukturu. Kao nepovoljan faktor iz oblasti cestovne infrastrukture od kojega zavisi bezbjedno korištenje prijelaza je i udaljenost prijelaza od cestovne raskrsnice. Ukoliko se u blizini prijelaza nalazi raskrsnica, na udaljenosti manjoj od 25

*Mr. sci. Vahid ĐOZO, dipl. ing. saob., Željeznice Federacije Bosne i Hercegovine.

*Mustafa Kubat, spec. str. ing. elek. i računarstva, Željeznice Federacije Bosne i Hercegovine

*Prilmljeno / Received: 13. 06. 2019.

Prihvćeno/Recenzirano /Accepted/ Reviewed: 20. 06. 2019.

metara³⁶, javlja se problem koji se odnosi na vremensko i prostorno obezbjeđenje bezbjednog napuštanja nesigurnog područja cestovnog prijelaza, a koji se odnosi na uključivanja i isključivanja cestovnih vozila sa raskrsnice. Za ovakve slučajeve, prilikom projektovanja prijelaza ili kroz rekonstrukcije, moraju se obezbjediti dodatne mjera, kao što su: pravo prvenstva vozilima koje napuštaju nesigurno područja prijelaza, međusobno ovisno povezivanje cestovne i željezničke signalizacije, izgradnja dodatnih ključnih i isključnih traka, izgradnja prijelaza van nivoa. Kada je u pitanju željeznička infrastruktura, važni faktori za projektovanje željezničkog prijelaza su, broj kolosjeka na prijelazu, položaj prijelaza na željezničkoj mreži, blizina susjednog prijelaza, tehničke karakteristike trase pruge, udaljenost od željezničkog službenog mjesta. Pošto se prijelaz „Alića Han“ nalazi blizu staničnog područja stanice Podlugovi, rad tehničkog sistema zaštite prijelaza mora biti ovisan o radu staničnog sigurnosnog sistema, odnosno putevi vožnje vozova u stanici Podlugovi moraju biti u zavisnosti sa stanjem sistema zaštite prijelaza. Vezano za navedeno uređaj prijelaza treba da se uključuje u rad postavljanjem puteva vožnje u stanici Podlugovi za smjer vožnje prema Sarajevu, a za suprotni smjer uređaj prijelaza treba da uključuje nailazeći voz. Svi navedeni faktori cestovne i željezničke infrastrukture se vrednovani kod projektaovanja i bezbjednog korištenje prijelaza „Alića Han“. Zakonsko rješenje uređenje prijelaza na mjestu ukrštanja pruge i regionalne ceste, predviđa da se cestovni prijelaz mora zaštititi najmanje sa uređajima koji učesnicima cestovnog saobraćaja najavljuju približavanje voza³⁷.

1. POZADINA

Prijelaz broj 14 „Alića Han“ nalazi se na mjestu ukrštanja magistralne pruge broj 12. Doboj – Sarajevo i regionalne ceste R-445 Semizovac – Ilijaš – Visoko, udaljen je od stanice Podlugovi 1,2 kilometra. Korištenje prijelaza od strane cestovnih učesnika u saobraćaja je vrlo intenzivno. Prema brojanju frekvencije cestovnih vozila koje je izvršilo ŽFBiH 2012. godine PDS, iznosi više od 10.000 vozila dnevno. Osim toga prijelaz u velikom obimu koriste i pješaci, posebno jer je u dane vikenda u blizini prijelaza locirana i gradska pijaca. Na samom prijelazu ili zoni prijelaza zabilježeno je više slučajevi saobraćajnih nezgoda koje su imale teške posljedice, a u kojima su učestvovala željeznička i cestova vozila kao i pješaci. U vrijeme rada tehničke zaštite sa svjetlosno zvučnom signalizacijom, period 2001.-2012. na godišnjem nivo, dolazilo je do 10 lomova polubranika u prosjeku. Inače, ŽFBiH je vlastitim sredstvima 2001. godine implementirao tehničku zaštitu prijelaza sa uređajem svjetlosno-zvučne signalizacije sa polubranicama i on je bio u pogonu sve do 2013. godine. Zbog čestih lomova polubranika, otuđenja kablovske infrastrukture prijelaza, oštećenja pogona polubranika, uređaj tehničke zaštite se više nije mogao popraviti kroz tekuće održavanje, praktično bio je u potpunosti devastiran i izgubo osobinu aktivne zaštita i samim tim postao je prijelaz osiguren pasivnom zaštitom. Poslije isključenja uređaja tehničke zaštite i primjene pasivne zaštite, u cilju povećanja bezbjednosti, svim vozovima koji saobraćaju na pruzi 12 Doboj – Sarajevo propisano je obavezno zaustavljanje vozova ispred cestovnog prijelaza, iako u principu šinska vozila imaju prednost korištenja prijelaza u svim situacijama. Primjenom ove mjere na žalost nisu izbjegnute situacije nastanka saobraćajnih nezgoda a istovremeno su porasli troškovi eksploatacije željezničkog saobraćaja.

Geografska lokacija mjesta prijelaza „Alića Han“ prikazana je a slici 1 i slici 2.

³⁶ Pravilnik o putnim prijelazima, Sl. novine FBiH, br 42/06,

³⁷ Član 93. Zakona o sigurnosti željezničkog prometa, Sl.list RbiH br.33/95.



Slika 1. Lokacija prijelaza „Alića Han“



Slika 2. Situacija prijelaza 2012. godine.



Slika 3. Situacija 2012., smjer kretanja prema Visokom



Slika 4. Situacija 2012., smjer kretanja prema Semizovcu

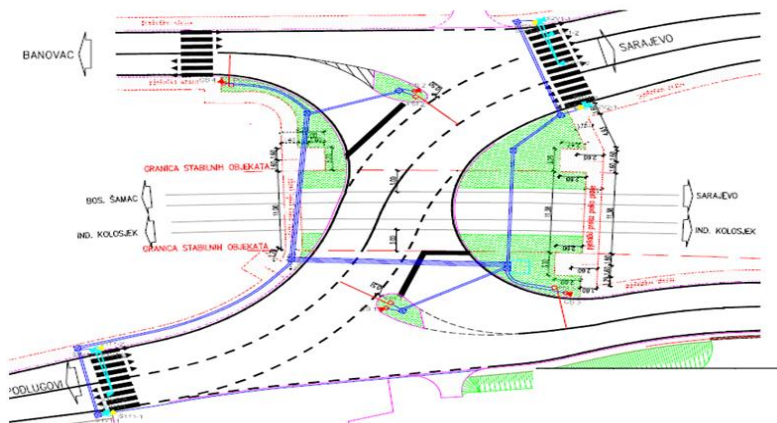
2. IZVEDENO TEHNIČKO RJEŠENJE OSIGURANJA PRIJELAZA „ ALIĆA HAN“

Prijelaz Alića Han“ u periodu od 2013. do 2018. nije imao tehničku zaštitu i samim tim postao je prijelaz sa pasivnom zaštitom sa obaveznim zaustavljanja svih vozova ispred prijelaza. Ovakvo stanje je sa aspekta željezničkog saobraćaja je bilo neodrživo. Sa druge Općina Ilijaš i Kantonalna direkcija za puteve KS zbog povećane frekvencije cestovnih vozila i razvoja cestovne mreže imala zu zahtjev za proširenje i povećanje broja saobraćajnica koje se povezuju sa regionalnom cestom R-455. Sagledavanjem svih zahtjeva i uvažavajući interese i željezničkog i cestovnog saobraćaju i bezbjednosti saobraćaja u cijelini, između JP ŽFBiH sa jedne strane i Kantonalne direkcije za puteve KS i Općine Ilijaš sa druge strane, 2017. godine sklopljen je sporazum o zajedničkom finansiranju izrade tehničke zaštite prijelaza. Sporazumom je definisano da 50% troškova snosi ŽFBiH a drugu polovinu u jednakom omjeru Kantonalna direkcija za puteve KS i Općina Ilijaš. Radovi shodno sporazumu su realizovani i prijelaz je pušten u rad koncem 2018. godine. Regionalna cesta R-445, kao i prilazne ceste koje se priključuju, su dodatno građevinski uređene i proširene prema potrebama cestovnog saobraćaja. Također proširena je i dodatno uređena kolovozna podloga na samom prijelazu i u zoni pelaza, što se vidi na slikama 6, 7 i 8. Kratak opis izvedenog tehničkog rješenja je u narednom tekstu prikazan kroz separate koji se odnose na:

- Cestovnu signalizaciju u zoni prijelaza,
- Željezničku signalizaciju u zoni prijelaza i na pruzi,
- Stanični sigurnosni sistem stanice Podlugovi,
- Video nadzor prijelaza

2.1. Cestovna signalizacija

Ugao ukrštanja regionalne ceste R-445 Semizovac-Ilijaš- Visoko sa magistralnom prugom Doboj – Sarajevo i industrijskim kolosijekom za Željezaru Ilijaš je 50°. Pored navedenog, na regionalnu cestu, u neposrednoj blizini zone nesigurnog područja prijelaza, priključuju se lokalna cesta za Banovac na jednoj strani i lokalna cesta koja vodi u smjeru Željezare Ilijaš na drugoj strani. Zbog blizine priključaka cesta zoni prijelaza i onemogućavanje bezbjednog napuštanja nesigurnog područja prijelaza, neophodno je bilo instalirati i vertikalnu svjetlosnu signalizaciju koja treba raditi u korelaciji sa željezničkom signalizacijom. Vertikalnom svjetlosnom cestovnom signalizacijom upravlja automatski sigurnosni uređaj putnog prijelaza, koji je smješten u kućici prijelaza, a izveden je sa udvojenim elementima, sistema 2x2. Na slicu broj 5, prikazano je mjesto ugradnje: cestovnih semafora, svjetlosno – zvučne signalizacije sa polubranicima, pješački prijelazi.



Slika 5. Šema saobraćajnog rješenja prijelaza Alića Han

Cestovni semafori su postavljeni na regionalnoj cesti, iz oba smjera približavanja prijelazu, dok je svjetlosno - zvučna signalizacija sa polubranicima ugrađena i na regionalnoj cesti i na lokalnim cestama koje se priključuju na regionalnu. Mjesta ugradnje cestovnih semafora, na slici 5, prilazana su svjetlo plavom bojom, a mjesta svjetlosno-zvučne signalizacije sa polubranicima crvenom bojom polubranika u vodoravnom položaju na cesti. Realna situacija odvijanja saobraćaja na prijelazu „Alića Han“ prikazana je na slikama koje slijede. Slika broj 6a i broj 6b pokazuje slobodno odvijanje saobraćaja, što znači nema približavanja voza prijelazu to je ujedno i redovno stanje. Slika 7, žuto svjetlo na semaforima, prijelaz se koristi oprezno, jer je pješak najavio korištenje prijelaza na taj način što je pritisnuo odgovarajući taster prije nailaska na prijelaz za pješke. Slika broj 8, crveno svjetlo na semaforu, što znači da je postavljen put vožnje izlaza voza iz stanice Podlugovi u smjeru Semizovac ili je voz koji se kreće iz smjera Semizovca za Podlugove naišao na uključni kontakt za aktiviranje cestovne svjetlosne signalizacije.



Slika 6a. Prijelaz koriste samo cestovna vozila



Slika 6b. Prijelaz koriste samo cestovna vozila



Slika 7. Prijelaz koriste cestovna vozila i pješaci



Slika 8. Prijelaz koriste željeznička vozila, nailazak voza

Zanči pojava crvenog svjetlosnog znaka na semaforu iz smjera Semizovca javlja se nailskom voza na šinski kontakt koji je od prijelaza udaljen 1723 metra. Zabrana kretanja za drumska vozila javlja se 10 sekundi prije nego što se aktivira uređaj zaštite cestovnog prijelaza – svjetlosno zvučna signalizacija sa polubranicima.

Na području prijelaza i u njegovoj neposrednoj blizini postoje i izražena kretanja pješaka, zbog toga je u toku izrade tehničke zaštite prijelaza izvršeno i prilagođavanje kompletne saobraćajnice namijenjeno za pješačke tokove. Tako su uređeni staze za pješake i pješački prijelazi. Na sljedećim slikama su prikazane staze za pješake, pješački prijelazi i taster najave za pješake koji prijelaze na pješačkom prijelazu na regionalnoj cesti.



Slika 9. Staze za pješake sa pješačkom prijelazu



Slika 10. Pozicija tastera kojeg aktiviraju pješaci, smeđa boja stubu semafora

2.2. Željeznička signalizacija

Cestovni prijelaz je osigurn elektronskim automatskim uređajem koji ujedno upravlja i sa cestovnim svjetlosnim signalima i polubranicima. Tehnička zaštita se automatski aktivira kod nailaska voza na uključno mjesto iz smjera Semizovca (aktivira se na uključnim elementima postavljenim na šine), a iz smjera Podlugova se automatski aktivira formiranjem izlazne vožnje iz Podlugova prema Semizovcu. Uređaj zaštite se isključuje se prelaskom preko samog prijelaza, odnosno nailaskom voza na isključne elemente. Uključenje uređaja prijelaza „Alića Han“ uzrokuje aktiviranje svjetlosnih signala i jakozvučnih zvona. Jakozvučna zvona zvone u trajanju od 32 sekunde (vrijeme predzvonjenja i vrijeme spuštanja motki, $22 + 10 = 32$ sekunde) čime se učesnicima u prometu najavljuje spuštanje polubranika. Kada motke polubranika zauzmu horizontalni položaj zvona se isključuju a svjetlosni signali ostaju da i dalje rade. Oni rade sve dok motke, nakon prevoženja pružnog vozila preko isključnog mjesta, ne zauzmu vertikalni položaj ($85 - 90^\circ$). Vrijeme predzvonjenja od 22 (s) je

odabrano na temelju proračuna početni uslov je vezan za cestovno vozilo, dužina 20 metara³⁸, brzina od 4 (km/h), prolazak ispod polubranika bez lomljenja. U slučaju potrebe (na primjer kod radova na pruži) uređaji cestovnog prijelaza se mogu aktivirati prekidačem koji se nalazi na ploči lokalnog rada koja je ugrađena u telefonski ormarić na kućici prleaza. Radi sigurnosti u radu uređaji se izvode s udvojenom automatikom (najmanje dva od dva), udvojenim uključnim granama te i udvojenim napojnim uređajem. Kako je uređaj udvojen to ispad jednog dijela u uređaju dovodi do pojave smetnje ali uređaj radi jer djeluje redutantni sklop, a pojava smetnje se javlja u posjednuto službeno mjesto (Podlugovi). U slučaju pojave kvara uređaj ne radi, a pojava kvara se javlja u posjednuto službeno mjesto tj. kod otpravnika vozova u stanici Podlugovi. Ispad jednog dijela napojnog uređaja je kvar. Na regulatoru događanja, koji se nalazi na stalku u kućici prijelaza, registriraju se vremenski sve radnje na uređaju i promjene stanja vanjskih elemenata po oba udvojene sistema za period od najmanje 30 proteklih dana. Služba održavanja pomoću prenosnog kompjutera može preuzeti podatke o radu uređaja u proteklom periodu. Uređaji cestovnog prijelaza su kompatibilni sa staničnim elektronskim uređajima stanice Podlugovi na taj način što će stanje uređaja prenositi u stanicu Podlugovi po jednoj parici pružnog signalno – telekomunikacionog kabla istosmjernim naponom 24 ili 48 V gdje će polaritet napona na parici biti „a“ = +, „b“ = - kod ispravnog prijelaza, „a“ = - a „b“ = + kod smetnje na uređajima a na parici neće biti napona kod kvara uređaja. Pošto se, u drugoj fazi, predviđa ugradnja MZ-a a kasnije APB-a između stanica Podlugovi i Semizovac, uređaj cestovnog prijelaza mora imati predviđen odgovarajući interfejs (na platformi APB uređaja Sbl5 - SEL) da bi se mogao uključiti u zavisnost sa signalima APB-a (APB25).

Osnovni vanjski elementi

- cestovni svjetlosni signali,
- pogon polubranika sa motkama,
- elementi za uključanje odnosno isključenje uređaja,
- kućica za smještaj uređaja,
- lokalni kabeli

Unutrašnji elementi uređaja su:

- automatika uređaja za osiguranje cestovnog prijelaza,
- uređaj za napajanje s akumulatorskim baterijama

Kod uređaju cestovnog prijelaza i u stanici Podlugovi postoji regulator događanja koji bilježe slijedeća događaje:

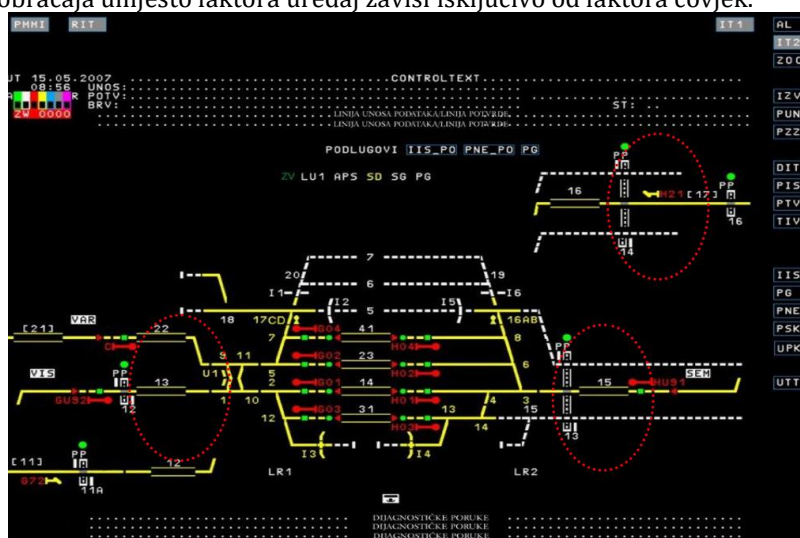
- stanje prijelaza (ispravno, smetnja na prijelazu, kvar),
- uključanje prijelaza (prevoženje uključnog senzora, kontakta),
- isključenje prijelaza,
- dovođenje prijelaza u osnovno stanje,
- uključanje svakog pojedinog cestovnog signala,
- vrijeme predzvonjenja,
- početak spuštanja polubranika,
- polubranik u donjem položaju,
- početak dizanja polubranika,
- polubranik u gornjem položaju,
- „hladnu“ kontrolu sijalica cestovnih signala,
- ručno uključanje prijelaza,
- ručno isključenje prijelaza,
- otvaranje vrata na kućici preelazu.

2.3. Povezanost sa staničnim sigurnosnim sistemom stanice Podlugovi

Stanica Podlugovi je opremljena elektronskim staničnim sigurnosnim sistemom ESTW L90_5 BiH. Neposredno blizu stanice, odnosno staničnog područja, nalazio se pet prijelaza sa tehničkom zaštitom od kojih su četiri povezani i rade u sinergiji sa elektronskim staničnim sigurnosnim sistemom. Na slici broj 9, koja predstavlja komandni pult za postavljanje puteva vožnje kroz stanicu Podlugovi prikazani

³⁸ Član 5. Pravilnika o dimenzijama, ukupnoj masi i osovinskom opterećenju vozila, o uređajima i opremi koju moraju imati vozila i o osnovnim uvjetima koje moraju ispunjavati uređaji i oprema u prometu na cesti („Sl.Gl BiH“, br 23/07) propisuje najveću dužinu od 18,75 metra.

su i odgovarajuće vidne i čujne indikacije za prijelaze i to, PP 11A, PP 12, PP 13, PP 14 („Alića Han“), PP 16. Prijelazi na slici 11, koji su označeni crvenim krugom imaju direktnu zavisnost sa putevima vožnje vozova. Prijelaz „Alića Han“ je na slici 11 obilježen kao PP 14. Zavisnost staničnog sigurnosnog sistema sa sistemom zaštite prijelaza „Alića Han“ u najkraćem se ogleda u tome da se niti jedan put vožnje voza ne može ostvariti i time signalizovati slobodno kretanje voza ako nema pouzdanog rada uređaja na prijelazu ili staničnog uređaja. Sve smetnje i kvarovi na prijelazu se vidno manifestuju na komandnom pultu. Na primjer ako je uređaj prijelaza „Alića Han“ u kvaru, niti jedan put vožnje ulaza voza u stanicu iz smjera Semizovca ne može se postaviti i ulazni signali će pokazivati signalni znak „Stoj“, isto se odnosi i na izlazne vožnje vozova iz Podlugova u smjeru Semizovca. Praktično u ovakvo složenoj situaciji velikog broja i gustine prijelaza vrlo važno je obezbjediti bezprijekornu pouzdanost rada prijelaza, jer svaka smetnja i kvar na prijelazu onemogućava rad staničnog sigurnosnog sistema, a što za sobom povlači velike vremenske gubitke u kretanju vozova kao i potrebu obezbjeđenja dodatnog broja željezničkih radnika za postavljanje puteva vožnje na klasičan način. Također, bezbjednost saobraćaja umjesto faktora uređaj zavisi isključivo od faktora čovjek.



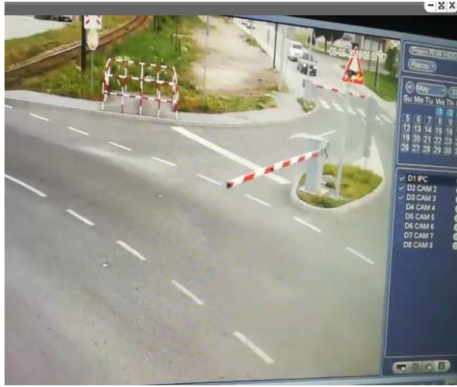
Slika 11. Izgled komandnog pulta stanice Podlugovi

Na komandnom pultu elektronskog signalno-sigurnosnog uređaja, slika 9, pokazivači za prijelaze su slijedeći:

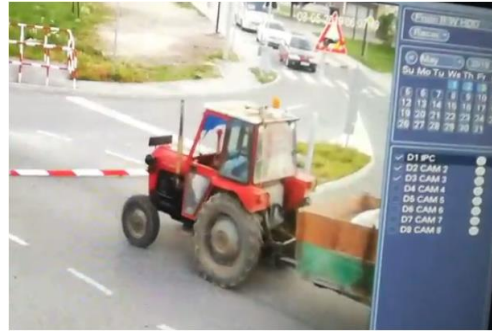
- ispravno stanje,
- smetnja (ako već postoji u uređaju cestovnog prijelaza)
- kvar,
- stanje vrata na kućici (ili vrata ormara u kome se nalazi uređaj)
- brojači stanja uređaja (smetnja, kvar)

2.4. Video nadzor prijelaza

U sklopu realizacije projekta tehničke zaštite prijelaza „ Alića Han“ implementiran je i video nadzor. Video nadzor pomoću postavljenih kamera vrši permanentno snimanje procesa odvijanja saobraćaja. Od momenta puštanja u rad uređaja prijelaza, zabilježeno je samo jedno lomljenje polubranika, što je prikazano na slici 12 i slici 13.



Slika 12. Video nadzor, 03.05.2019. u 06 sati i 07 minuta



Slika 13. Video nadzor, 03.05.2019. lom polubranika

Kako je prikazano na slikama 12 i 13, kamera video nadzor je zabilježila ispravno stanje polubranika na dan 03.05.2019. godine u 06 sati, 7 minuta i 57 sekundi. Dvije sekunde kasnije, 03.05.2019.godine, u 6 sati 7 minuta i 59 sekundi, slika 11, kamera je zabilježila lom polubranika, kojega je napravi traktor.

3. VREMENSKO PROSTORNI IZRAČUNI I PONAŠANJE UREĐAJA U EKSPLOATACIJI

Uređajem cestovnog prijelaza „Alića Han“, u redovnim situacijama, ne treba posebno rukovati. Uređaji prijelaza se automatski uključuju prevoženjem uključnog mjesta (kontakti, senzori). Automatsko vrijeme isključenja počinje da teče kada zadnja osovina voza preveze uključno mjesto. Ukoliko se voz zaustavlja na samom cestovnom prijelazu isti će biti i dalje zatvoren iz razloga što se kontrolira sa zauzećem pružnog odsjeka (brojači osovina) ili zauzećem kontaktat na području prijelaza. Uključno mjesto (kontakti, senzori) treba rade „jednosmjerno“ (kod punktualnih kontakata) kako bi se izbjegla mogućnost „povratnog“ uključnja u slučaju da se voz duže zadrži u području između prijelaza, koji je isključen, i uključnog mjesta za drugi smjer vožnje. U slučaju prijelaza „Alića Han“ osnovni položaj stanja treba da se odmah dobije po isključenju prijelaza a uključna mjesta treba da budu „jednosmjerna“. Kontakti trebaju da budu aktivni za smjer vožnje Semizovac – Podlugovi. Uređaji se mogu uključiti i sa ploče za lokalni rad, rad na održavanju, a koja se nalazi u telefonskom ormariću koji je ugrađen u kućicu prijelaza. Kad je prijelaz uključen sa prekidačem sa ploče lokalnog rada tada se ne uključuje automatsko vrijeme isključenja nego on ostaje uključen sve dok se prekidač ne vrati u položaj „isključeno“. Proračun sigurnosnih vremena kod korištenja prijelaza „Alića Han“ urađen je po sljedećeme.

Vrijeme približavanja voza prijelazu (T_{pr}) mora biti veće od vremena napuštanja zone putnog prijelaza najsporijeg cestovnog vozila (T_z). U praksi, što je definisano i Uputstvom 412, brzina najsporijeg vozila uzima se 4 (km/h), odnosno 1,11 (m/s).Vrijeme približavanja voza prijelazu je utvrđeno prema obrascu (1) koji je usvojen u prilogu IV Uputstva 412.³⁹

$$T_{pr} = t_b + t_s + t_r + t_d + t_{ps} \text{ (sekundi)} \quad (1)$$

$$T_{pr} = 22 + 10 + 15 + 0 + 5 = 52 \text{ sekundi, gdje je:}$$

t_b = vrijeme predzvonjenja 22 (sekunde),

t_s = vrijeme spuštanja polubranika 10 (sekunde),

t_r = rezervno vrijeme 15 (sekundi),

t_d =vrijeme dva voza 0 (sekundi),

t_{ps} =vrijeme rasterećenja raskrsnice 5 (sekundi).

Vrijeme napuštanja zone prijelaza T_z je dimenzionisano na bazi kretanja sporih cestovnih vozila, u proračunu korištena najmanje brzina kretanja od 4 (km/h), tako da spora cestovna vozila uredno i bezbjedno napuste zonu prijelaza, a to je udaljenost od cestovnog svjetlosnog signala do granice slobodnog profila pruge, i ono se izračunava prema obrascu (2).

$$T_z = 22 + 0,9x D_p \text{ (sekundi)} \quad (2)$$

³⁹ Uputstvo o opremanju putnih prijelaza električnim uređajima osiguranja.



Prema mikrolokaciji elemenata na cestovnom prijelazu „Alića Han “ utvrđeno je da je $D_p = 21,2$ (m) te je:

$$T_z = 22 + 21,2 \times 0,9 = 22 + 17,1 = \mathbf{39,1 \text{ (sekundi)}}$$

Iz navedenoga se vidi da je vrijeme približavanja voza ($T_{pr}=52(s)$) veće od vremena napuštanja ($T_z=40$ (s)) zone prijelaza.



Slika 14. Izgled prijelaza 2012. godine



Slika 15. Izgled prijelaza 2019. poslije rekonstrukcije

Izračun pređenog puta za vozila D_v koje vozilo može preći za vrijeme predzvonjenja od 22 sekunde, a koji se sastoji od zaustavnog puta $L_{zp}=3$ (m), udaljenosti polubranika od cestovnog signala ($L_{mp}=1,0$ m) i nepoznate dužine vozila Y (L_{pr}).

$$D_v = t_{pz} \text{ (s)} * V_{vz} \text{ (m/s)} \quad (3)$$

$$= 22 \text{ (s)} * 1,11 \text{ (m/s)} = 24,42 \text{ (m)}$$

Dužina uključnog odsjeka određena je potrebnim minimalnim vremenom napuštanja zone cestovnog prijelaza i maksimalnom brzinom voza. Za prugu 12. Doboj – Sarajevo, dionica Podlugovi-Semizovac, usvojena je brzina 100 (km/h). Dužina uključnog odsjeka (L) izračunata je prema obrascu (4)

$$L = T_z * V_{max} / 3,6 \quad (4)$$

Prijelaz iz pravca Semizovca se uključuje na uključnim elementima koji se postavljaju tako daleko od prijelaza da voz, uz maksimalnu brzinu, do prijelaza ne stigne prije vremena približavanja T_{pr} tj. 52 sekunde. Dakle:

$$L = T_{pr} * V_{max} / 3,6 = 52 * 100 / 3,6 = 52 * 27,78 = 1445 \text{ (m)}.$$

Udaljenost od 1444,56 metara voz pređe za 52 sekundi pa imamo: $52 > 40$ to jest $T_{pr} > T_z$

Ukoliko nailazeći voz iz smjera Semizovca neizvrši vožnju, zbog zastoja kod kretanja voza ili bilo kojega drugog razloga, da cestovni prijelaz nebi bio previše dugo zatvoren za korisnike iz cestovnog saobraćaja, više od 300 sekundi ili više od 5 minuta, zaštita prijelaza se deaktivira i polubranici se podižu u vertikalni položaj.

Da se ne bi desio slučaj da se ispred voza koji se kreće minimalnom brzinom izvrši samo deaktiviranje zaštite prijelaza izvršena je provjera maksimalnog putovanja voza koji se kreće minimalnom brzinom od uključnog mjesta do prijelaza prema obrascu (5).

$$T_{mx} = L \text{ (m)} / V_{min} \text{ (m/s)} \quad (5)$$

V_{min} na ovoj pruzi je 20 (km/h) pa je vrijeme za koje prva osovina pružnog vozila pređe od uključnog mjesta do cestovnog prijelaza (za oba smjera). $T_{mx} = 1306 \text{ (m)} / 20 / 3,6 = 1306 / 5,55 = 235,32 \text{ (s)}$

Vrijeme automatskog isključenja podešeno je na **300** (s) i ono zadovoljava jer je $T_{mx}=235,32$ (s).

Uređaj svjetlosne signalizacije iz smjera Semizovca uključuju se 10 sekundi prije uređaja svjetlosne signalizacije prijelaza „Alića Han“. Početak uključnog odsjeka uređaja za osiguranje cestovnog prijelaza nalazi se **1445** metara prije prijelaza (iz smjera Semizovca) tj u km 235 + 744 dok se tačka uključnog odsjeka za semaforški uređaj (B1) nalazi 278 metara prije (uključuje se 10 s prije) na udaljenosti **1723** (m) u km 236 + 022. Za vožnje iz smjera Podlugova uređaji se uključuju ili komandom za uključnje ili putem vožnje. Za sve semaforške uređaje cestovne signalizacije izvršen je i proračun zaštitnih vremena prema signalnom planu.

ZAKLJUČAK

Na primjeru „Alića Hana“, tehničko rješenje zaštite prijelaza sa međusobnim sadejstvom željezničke i cestovne signalizacije daje ohrabrujuće rezultate. Za protekli period rada tehničke zaštite prijelaza „Alića Han“, rad u periodu od 6 mjeseci, zabilježeno je samo jedno lomljenje jednog polubranika na prijelazu, što je kamerom video nadzora i zabilježeno i dokumentovano. Čini se da vozači kao korisnici prijelaza iz cestovnog saobraćaja imaju veći oprez i pravilnije ponašanje i razumjevanje saobraćajnih znakova kada prije zauzimanja zone prijelaza uoče trobojnu cestovnu svjetlosnu signalizaciju za regulisanje kretanja cestovnih vozila, nego što to čine kada nailaze na svjetlosnu saobraćajnu signalizaciju označavanja mjesta prijelaza preko željezničke pruge. Doprinos pravilnijem i bezbjednijem ponašanju vozača, osim trobojne cestovne svjetlosne signalizacije, vjerovatno daje i prisustvo video nadzora, građevinsko uređenje pristupnih cesta i zone prijelaza i dobra preglednost signalizacije. Ugradnje trobojne svjetlosne signalizacije na prijelazima kojom upravlja željeznička signalizacija je mjera koja poboljšava bezbjednost saobraćaja i bezbjedno korištenje prijelaza za sve

učesnike u cestovnom i željezničkom saobraćaju. Bez obzira što ugradnja trobojne svjetlosne signalizacije neznatno poskupljuje projekat tehničke zaštite prijelaza, primjer realizacije tehničke zaštite prijelaza „Alića Han“ je dobra praksa koju treba i nastaviti kroz unapređenje zaštite prijelaza u FBiH i BiH. Interes za realizaciju ovakve vrste tehničke zaštite trebaju podjednako imati i nadležni upravljači cesta i željeznica.

LITERATURA:

1. Pravilnik o putnim prijelazima (Sl. Novine FBiH br. 42/06).
2. Pravilnikom o saobraćajnim znakovima i signalizaciji na cestama, načinu obilježavanja radova i prepreka na cesti i znakovima koje učesnicima u saobraćaju daje ovlašćena osoba (Službeni Glasnik BiH br. 16/07).
3. Pravilnika o dimenzijama, ukupnoj masi i osovinskom opterećenju vozila, o uređajima i opremi koju moraju imati vozila i o osnovnim uvjetima koje moraju ispunjavati uređaji i oprema u prometu na cesti („Sl. Gl. BiH“, br. 23/07)
4. Uputstva za opremanje prijelaza u nivou električnim uređajima osiguranja (Uputstvo 412)
5. Signalni pravilnik (Pravilnik I)
6. Smjernice za projektovanje, gradanje, održavanje i nadzor na putevima, Knjiga I: Projektovanje, Projektovanje puteva, Poglavlje 4 – Funkcionalni elementi i površina puta, Poglavlje 6 – Put i životna sredina, Sarajevo/Banja Luka 2005.
7. Zakon o osnovama bezbjednosti saobraćaja na putevima u BiH („Sl. Glasnik BiH“ br. 06/06; 75/06; 44/07; 84/09; 48/10; 18/13; 8/17; 89/17; 9/18)
8. Zakon o sigurnosti željezničkog prometa („Sl. List RBiH“ br. 33/95)
9. <http://www.networkrail.co.uk/asp/5269.aspx>,
10. <http://www.selcat.com/apprentice.htm>
11. http://www.multitel.be/image/public/.../2007_SELCAT.pdf
12. <http://www.uic.org> › Safety, <http://www.levelcrossing.com>
13. <https://www.google.com/earth/>
14. <http://www.zfbh.ba>