

Analiza rješenja željezničko-cestovnih prijelaza između Sesveta i Dugog Sela

Beljo, Mario

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

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:119:313374>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-06-28**



Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

Mario Beljo

**ANALIZA RJEŠENJA ŽELJEZNIČKO-CESTOVNIH PRIJELAZA
IZMEĐU SESVETA I DUGOG SELA**

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2019.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

ZAVRŠNI RAD

**ANALIZA RJEŠENJA ŽELJEZNIČKO-CESTOVNIH PRIJELAZA
IZMEĐU SESVETA I DUGOG SELA**

**ANALYSIS OF LEVEL CROSSING SOLUTIONS BETWEEN SESVETE
AND DUGO SELO**

Mentor: doc. dr. sc. Martin Starčević

Student: Mario Beljo

JMBAG: 0135246787

Zagreb, 2019.

Sažetak:

Ovaj rad prikazuje postojeće stanje i moguća poboljšanja uočenih nedostataka željezničko-cestovnih prijelaza između Seseveta i Dugog Sela. U radu je također obrađena postojeća regulativa željezničko-cestovnih prijelaza, podjela željezničko-cestovnih prijelaza s obzirom na način osiguranja te pregled izvanrednih događaja na željezničkoj mreži u Republici Hrvatskoj. Promatrano je šest željezničko-cestovnih prijelaza na pruzi M102 od kolodvora Sesevete do kolodvora Dugo Selo te je provedena sigurnosna analiza na njima. Na kraju promatranja predložene su konkretne mjere za povećanje sigurnosti i lakše odvijanje prometa na razmatranim željezničko-cestovnim prijelazima.

KLJUČNE RIJEČI: željezničko-cestovni prijelazi; sigurnost; mjere poboljšanja

Summary:

This paper presents the current situation and possible improvements measures for identified shortcomings of level crossings between Sesevete and Dugo Selo. Also, this paper presents the current state of level crossings regulations, their protection systems and accident statistics on the railway network of Republic of Croatia. Six level crossings on track M102 from train station Sesevete to train station Dugo Selo had been observed and security analysis has been performed on them. At the end of the observation improvement measures are suggested for increasing safety and easier traffic flow on observed level crossings.

KEY WORDS: level crossings; safety; improvement measures

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. DEFINICIJA I OPIS ŽELJEZNIČKO-CESTOVNIH PRIJELAZA.....	2
2.1. ZAKONSKA REGULATIVA O ŽELJEZNIČKO-CESTOVNIM PRIJELAZIMA.....	2
2.1.1. KRIŽANJE ŽELJEZNIČKE PRUGE I CESTE IZVAN RAZINE.....	3
2.1.2. KRIŽANJE ŽELJEZNIČKE PRUGE I PJEŠAČKE STAZE IZVAN RAZINE.....	4
2.1.3. KRIŽANJE ŽELJEZNIČKE PRUGE I CESTE U ISTOJ RAZINI.....	5
2.1.4. KRIŽANJE ŽELJEZNIČKE PRUGE I PJEŠAČKE STAZE U ISTOJ RAZINI.....	7
2.2. NAČIN OSIGURANJA PROMETA NA KRIŽANJU ŽELJEZNIČKE PRUGE S CESTOM I PJEŠAČKOM STAZOM.....	9
3. KLASIFIKACIJA ŽELJEZNIČKO-CESTOVNIH PRIJELAZA.....	12
3.1 PASIVNO OSIGURANJE ŽELJEZNIČKO-CESTOVNIH PRIJELAZA.....	13
3.1.1. ODREĐIVANJE PREGLEDNOSTI S CESTE NA ŽELJEZNIČKU PRUGU.....	15
3.1.2. ODREĐIVANJE PREGLEDNOSTI S PJEŠAČKE STAZE NA ŽELJEZNIČKU PRUGU.....	19
3.2. AKTIVNO OSIGURANJE ŽELJEZNIČKO-CESTOVNIH PRIJELAZA.....	21
3.2.1. OSIGURANJE SVJETLOSNI I ZVUČNIM SIGNALIMA.....	21
3.2.2. OSIGURANJE BRANICIMA I POLUBRANICIMA.....	22
4. STANJE SIGURNOSTI NA ŽELJEZNIČKO-CESTOVNIM PRIJELAZIMA U REPUBLICI HRVATSKOJ.....	25
5. ANALIZA RJEŠENJA ŽELJEZNIČKO-CESTOVNIH PRIJELAZA IZMEĐU SESVETA I DUGOG SELA.....	29
5.1. ŽELJEZNIČKO-CESTOVNI PRIJELAZ „B1“.....	30
5.2. ŽELJEZNIČKO-CESTOVNI PRIJELAZ „SESVETSKA SELNICA“.....	32
5.3. ŽELJEZNIČKO-CESTOVNI PRIJELAZ „RADE KONČAR“.....	34
5.4. PJEŠAČKI PRIJELAZ NA STAJALIŠTU SESVETSKI KRALJEVEC.....	36
5.5. ŽELJEZNIČKO-CESTOVNI PRIJELAZ „KRČENI PUT“.....	38
5.6. ŽELJEZNIČKO-CESTOVNI PRIJELAZ „B2“.....	39
6. PRIJEDLOG MOGUĆIH POBOLJŠANJA ANALIZIRANIH ŽELJEZNIČKO-CESTOVNIH PRIJELAZA.....	43
6.1. ŽELJEZNIČKO-CESTOVNI PRIJELAZ „B1“.....	43
6.2. ŽELJEZNIČKO-CESTOVNI PRIJELAZ „SESVETSKA SELNICA“.....	43
6.3. ŽELJEZNIČKO-CESTOVNI PRIJELAZ „RADE KONČAR“.....	44
6.5. ŽELJEZNIČKO-CESTOVNI PRIJELAZ „KRČENI PUT“.....	44
6.6. ŽELJEZNIČKO-CESTOVNI PRIJELAZ „B2“.....	44
7. ZAKLJUČAK.....	45
8. LITERATURA.....	46

POPIS SLIKA	47
POPIS TABLICA	48

1. UVOD

Željezničko-cestovni prijelaz u razini (ŽCPR) je mjesto na kojem cestovna prometnica prelazi preko željezničke pruge, odnosno mjesto križanja kolnika i gornjeg ruba tračnice. Željezničko-cestovni prijelazi vrlo su opasna mjesta na kojima zbog nepažnje ili zanemarivanja prometne signalizacije može doći do nesreća sa velikim posljedicama. Razina sigurnosti kako cestovnog tako i željezničkog prometa ovisi o osiguranju željezničko-cestovnih prijelaza.

U radu je opisana regulativa Republike Hrvatske vezana za željezničko-cestovne prijelaze kao i propisani načini osiguranja istih. Analizirano je trenutačno stanje željezničko-cestovnih prijelaza između Sesveta - Dugog Sela na pruzi M102 Zagreb Glavni kolodvor - Dugo Selo.

Terenskim istraživanjem utvrđeno je stanje na šest željezničko-cestovnih prijelaza na spomenutoj dionici. Njihovo trenutačno stanje, kao i eventualna implementacija novih rješenja na prijelazima, sadržano je u ovom radu.

Rad je podijeljen u sedam cjelina:

1. Uvod
2. Definicija i opis željezničko-cestovnih prijelaza
3. Klasifikacija željezničko-cestovnih prijelaza
4. Stanje sigurnosti na željezničko-cestovnim prijelazima u RH
5. Analiza rješenja željezničko-cestovnih prijelaza između Sesveta i Dugog Sela
6. Prijedlog mogućih poboljšanja analiziranih željezničko-cestovnih prijelaza
7. Zaključak

2. DEFINICIJA I OPIS ŽELJEZNIČKO-CESTOVNIH PRIJELAZA

Željezničko-cestovni prijelazi predstavljaju mjesta neposrednoga sučeljavanja željezničkoga i cestovnoga prometa pa su zbog toga, s gledišta sigurnosti, potencijalne točke visokoga rizika. Zbog bitnih razlika u brzinama i tehničkim značajkama između cestovnih motornih vozila i željezničkih vozila, izvanredni događaji, koji se dogode na željezničko-cestovnim prijelazima, najčešće dovode do smrtnih posljedica za vozače i putnike cestovnih motornih vozila te do velike materijalne štete [1].

Ovisno o vrsti prometnica, razvrstavanju željezničkih pruga i drugih prometnica, intenzitetu prometa na željezničkim prugama i drugim prometnicama, topografskim i urbanističkim uvjetima, propisanim uvjetima za siguran tijek prometa i drugim propisanim uvjetima, križanje željezničke pruge s drugim prometnicama izvodi se kao:

- križanje izvan razine,
- križanje u istoj razini [2].

2.1. ZAKONSKA REGULATIVA O ŽELJEZNIČKO-CESTOVNIM PRIJELAZIMA

Željezničko-cestovni prijelazi vrlo su osjetljiva mjesta u prometu koja je poželjno izbjegavati pri gradnji prometnica. Naravno, kako bi sigurnost na pojedinom željezničko-cestovnom prijelazu bila zadovoljena, slijedećim pravilnicima i zakonima propisana je regulativa vezana uz željezničko-cestovne prijelaze:

- Zakon o željeznici (NN 32/19),
- Zakon o sigurnosti i interoperabilnosti željezničkog sustava (NN 110/15),
- Pravilnik o uvjetima za utvrđivanje križanja željezničke pruge i drugih prometnica (NN 111/15),
- Pravilnik o načinu osiguravanja prometa na željezničko-cestovnim prijelazima i pješačkim prijelazima preko pruge (NN111/15).

2.1.1. KRIŽANJE ŽELJEZNIČKE PRUGE I CESTE IZVAN RAZINE

Najsigurniji način križanja željezničke pruge s cestom ili pješačkom stazom je izvan razine. To je najčešće izvedeno nadvožnjacima, podvožnjacima, nathodnicima i pothodnicima. Izgradnja tih infrastrukturnih objekata zahtjeva pozamašna financijska ulaganja pa nije tako čest slučaj vidjeti križanje željezničke pruge i ceste izvan razine. No, postoje slučajevi u kojima se obavezno mora izvesti križanje izvan razine. To su slijedeći slučajevi:

- na križanju željezničke pruge i autoceste,
- na križanju željezničke pruge i brze ceste,
- na križanju željezničke pruge za međunarodni promet i državne ceste,
- na križanju glavne (koridorske) željezničke pruge za međunarodni promet i županijske ceste,
- na novosagrađenom križanju postojeće glavne (koridorske) željezničke pruge za međunarodni promet i ceste,
- na križanju željezničke pruge s dopuštenom brzinom vlakova većom od 160 km/h i ceste,
- na križanju željezničke pruge i ceste u kolodvorskom području na prostoru između ulaznih skretnica od kojih počinju kolodvorski kolosijeci,
- na križanju željezničke pruge i ceste s intenzivnim željezničkim i cestovnim prometom,
- na križanju željezničke pruge i ceste gdje uslijed specifičnih mjesnih prilika ili drugih razloga nije moguće uspostaviti propisanu sigurnost željezničkog sustava.

Intenzivnim cestovnim prometom smatra se prosječni godišnji dnevni promet više od 7.500 cestovnih vozila u 24 sata.

Intenzivnim željezničkim prometom smatra se prosječni godišnji dnevni promet više od 75 vlakova u 24 sata [2].

Slika 1. prikazuje križanje željezničke pruge i ceste izvan razine izvedbom cestovnog nadvožnjaka.



Slika 1. Križanje željezničke pruge i ceste izvan razine

2.1.2. KRIŽANJE ŽELJEZNIČKE PRUGE I PJEŠAČKE STAZE IZVAN RAZINE

Križanje željezničke pruge i pješačke staze mora biti izvan razine u sljedećim slučajevima:

- na križanju gdje je dopuštena infrastrukturna brzina na željezničkoj pruzi veća od 160 km/h,
- na križanju u kolodvorskom području na prostoru između ulaznih skretnica od kojih počinju kolodvorski kolosijeci,
- na križanju željezničke pruge s intenzivnim željezničkim prometom i pješačke staze,
- na križanju željezničke pruge i pješačke staze gdje uslijed specifičnih mjesnih prilika ili drugih razloga nije moguće uspostaviti propisanu sigurnost željezničkog sustava [2].

Slika 2. prikazuje križanje željezničke pruge i pješačke staze izvan razine izvedbom pješačkog nathodnika (tzv. pasarela).



Slika 2. Križanje željezničke pruge i pješačke staze izvan razine [3]

2.1.3. KRIŽANJE ŽELJEZNIČKE PRUGE I CESTE U ISTOJ RAZINI

Mjesto križanja željezničke pruge i ceste u istoj razini određuje se ovisno o razvrstavanju željezničke pruge i ceste, dopuštenoj infrastrukturnoj brzini na željezničkoj pruzi, topografskim i urbanističkim uvjetima te mjesnim prilikama na mjestu križanja. Slijedećim pravilima uvjetuje se križanje željezničke pruge i ceste u istoj razini:

- kolnik ceste na željezničko-cestovnom prijelazu mora biti u istoj razini s gornjim rubovima tračnica u kolosijeku na duljini od najmanje 3 m s obje strane željezničke pruge mjereno od osi kolosijeka odnosno od osi krajnjega kolosijeka kada cesta prelazi preko dva ili više kolosijeka,
- novosagrađeni željezničko-cestovni prijelaz mora biti izveden pod kutom od 90° u odnosu na željezničku prugu,
- s obje strane željezničke pruge, novosagrađena ili rekonstruirana cesta smije biti u nagibu do najviše 3% na duljini od najmanje 20 m.

Iznimno, kada to uvjetuju topografski i urbanistički uvjeti ili vodoravna geometrija ceste, željezničko-cestovni prijelaz smije biti izveden i pod kutom manjim od 90° u odnosu na željezničku prugu, do najmanje 60° .

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

- 2.000 metara na glavnoj (koridorskoj) željezničkoj pruzi za međunarodni promet,
- 1.000 metara na ostaloj željezničkoj pruzi za međunarodni promet i na željezničkoj pruzi za regionalni promet,
- 700 metara na željezničkoj pruzi za lokalni promet [2].

Kako bi sigurnost i protočnost željezničkog i cestovnog prometa bila što veća, poželjan je što manji broj željezničko-cestovnih prijelaza u razini. Jedan od načina smanjenja broja prijelaza je svođenjem više prijelaza na zajednički prijelaz. Također, zakonskim aktom je propisano svođenje željezničko-cestovnih prijelaza na najnužniji broj ukoliko ne zadovoljavaju prethodno navedene uvjete. Slijedeći uvjeti moraju biti zadovoljeni pri svođenju željezničko-cestovnih prijelaza:

- ako se željezničko-cestovni prijelaz ukida svođenjem na susjedni željezničko-cestovni prijelaz odnosno na križanje željezničke pruge i ceste izvan razine, prije ukidanja mora se izgraditi spojna cesta,
- spojna cesta ne smije imati nepovoljnija tehnička svojstva od ceste koja se svodi.

Pri svođenju dvaju ili više željezničko-cestovnih prijelaza na zajedničko mjesto križanja, mora se odabrati mjesto gdje cesta prelazi željezničku prugu izvan razine ili željezničko-cestovni prijelaz koji je osiguran uređajima za osiguravanje prijelaza.

Ako nijedno mjesto križanja na odgovarajućoj udaljenosti ne ispunjava prethodno navedene uvjete, križanje se mora svesti na željezničko-cestovni prijelaz na kojem postoji propisana preglednost s ceste na željezničku prugu [2].

Slika 3. prikazuje željezničko-cestovni prijelaz u razini.



Slika 3. Željezničko-cestovni prijelaz u razini

2.1.4. KRIŽANJE ŽELJEZNIČKE PRUGE I PJEŠAČKE STAZE U ISTOJ RAZINI

Mjesto križanja željezničke pruge i pješačke staze u istoj razini određuje se ovisno o razvrstavanju željezničke pruge, dopuštenoj infrastrukturnoj brzini na željezničkoj pruzi, topografskim i urbanističkim uvjetima te mjesnim prilikama na mjestu križanja. Slijedećim pravilima uvjetuje se križanje željezničke pruge i pješačke staze u istoj razini:

- hodnik pješačke staze na pješačkom prijelazu preko pruge mora biti u istoj razini s gornjim rubovima tračnica u kolosijeku.
- novosagrađeni pješački prijelaz preko pruge mora biti izveden pod kutom od 90° u odnosu na željezničku prugu (iznimno je dopušteno izvođenje pod kutom manjim od 90° , do najmanje 60°).

Ovisno o razvrstavanju željezničkih pruga, razmak između željezničko-cestovnoga prijelaza i pješačkoga prijelaza preko pruge odnosno između dvaju susjednih pješačkih prijelaza preko pruge ne smije biti manji od:

- 500 metara na glavnoj (koridorskoj) željezničkoj pruzi za međunarodni promet,
- 350 metara na ostaloj željezničkoj pruzi za međunarodni promet i na željezničkoj pruzi za regionalni promet,
- 200 metara na željezničkoj pruzi za lokalni promet.

Ukoliko se izvodi svođenje pješačkih prijelaza preko pruge, slijedeći uvjeti moraju biti zadovoljeni:

- ako se pješački prijelaz preko pruge ukida svođenjem na susjedni željezničko-cestovni prijelaz odnosno pješački prijelaz preko pruge ili na križanje željezničke pruge i ceste odnosno pješačke staze izvan razine, prije ukidanja mora se izgraditi spojna pješačka staza koja ne smije imati nepovoljnija tehnička svojstva od pješačke staze koja se svodi,
- pri svođenju pješačkoga prijelaza preko pruge odnosno dvaju ili više pješačkih prijelaza preko pruge na zajedničko mjesto križanja, mora se odabrati mjesto gdje cesta odnosno pješačka staza prelazi željezničku prugu izvan razine ili željezničko-cestovni prijelaz odnosno pješački prijelaz preko pruge koji je osiguran uređajima za osiguravanje prijelaza.
- ako nijedno mjesto križanja na odgovarajućoj udaljenosti ne ispunjava prethodno navedene uvjete, križanje se mora svesti na željezničko-cestovni prijelaz odnosno pješački prijelaz preko pruge na kojem postoji propisana preglednost s ceste odnosno pješačke staze na željezničku prugu [2].

Slika 4. prikazuje križanje željezničke pruge i pješačke staze u istoj razini.



Slika 4. Križanje željezničke pruge i pješačke staze u istoj razini

2.2. NAČIN OSIGURANJA PROMETA NA KRIŽANJU ŽELJEZNIČKE PRUGE S CESTOM I PJEŠAČKOM STAZOM

Osiguravanje prometa na novosagrađenim željezničko-cestovnim prijelazima vrši se najmanje:

- uređajem za zatvaranje željezničko-cestovnoga prijelaza na križanju željezničke pruge od značaja za regionalni i lokalni promet s državnom i županijskom cestom,
- uređajem za davanje znakova kojima se najavljuje približavanje vlaka ili željezničkoga vozila na križanju željezničke pruge od značaja za regionalni i lokalni promet s lokalnom i nerazvrstanom cestom.

Osiguravanje prometa na postojećim željezničko-cestovnim prijelazima vrši se najmanje:

- uređajem za zatvaranje željezničko-cestovnoga prijelaza na križanju glavne (koridorske) željezničke pruge od značaja za međunarodni promet sa svim cestama, na križanju spojne i priključne željezničke pruge od značaja za međunarodni promet s

državnom, županijskom i lokalnom cestom te na križanju željezničke pruge od značaja za regionalni i lokalni promet s državnom i županijskom cestom,

– uređajem za davanje znakova kojima se najavljuje približavanje vlaka ili željezničkoga vozila na križanju spojne i priključne željezničke pruge od značaja za međunarodni promet s nerazvrstanom cestom i na križanju željezničke pruge od značaja za regionalni i lokalni promet s lokalnom i nerazvrstanom cestom.

Promet na željezničko-cestovnim prijelazima osigurava se uređajem za zatvaranje željezničko-cestovnoga prijelaza i u sljedećim slučajevima:

– na postojećim željezničko-cestovnim prijelazima koji se nalaze na mjestima gdje je propisano da križanje željezničke pruge s cestom mora biti izvan razine, do izvedbe križanja izvan razine,

– na svim željezničko-cestovnim prijelazima na dvokolosiječnim, višekolosiječnim i usporednim željezničkim prugama,

– na svim željezničko-cestovnim prijelazima s prosječnim godišnjim dnevnim prometom više od 2.500 cestovnih vozila u 24 sata.

Na željezničko-cestovnim prijelazima koji se nalaze u području cestovnih križanja, uređaj za osiguravanje željezničko-cestovnoga prijelaza i uređaj za osiguravanje cestovnoga križanja moraju biti međusobno usklađeni, na način da prijelaz bude slobodan od cestovnih vozila pri nailasku vlaka.

Najveća dopuštena brzina vlakova odnosno željezničkih vozila na željezničko-cestovnim prijelazima na kojima se promet osigurava uređajem za osiguravanje prijelaza ne smije biti veća od 160 km/h.

Najveća dopuštena brzina vlakova odnosno željezničkih vozila na željezničko-cestovnim prijelazima na jednokolosiječnim željezničkim prugama na kojima se promet osigurava prometnim znacima i propisanom preglednošću s ceste na željezničku prugu ne smije biti veća od 100 km/h.

Najveća dopuštena brzina vlakova odnosno željezničkih vozila na željezničko-cestovnim prijelazima na dvokolosiječnim, višekolosiječnim i usporednim željezničkim

prugama na kojima se promet osigurava prometnim znacima i propisanom preglednošću s ceste na željezničku prugu ne smije biti veća od 50 km/h [4].

Promet na križanju željezničke pruge i pješačke staze u istoj razini osigurava se najmanje:

- uređajem za davanje znakova kojima se najavljuje približavanje vlaka ili željezničkog vozila i mimoilaznim zaštitnim ogradama na postojećim pješačkim prijelazima preko pruge na glavnim (koridorskim) željezničkim prugama od značaja za međunarodni promet i na pješačkim prijelazima preko pruge na željezničkim prugama na kojima je dopuštena infrastrukturna brzina veća od 100 km/h,

- mimoilaznim zaštitnim ogradama i propisanom preglednošću na pješačkim prijelazima preko pruge na željezničkim prugama na kojima je dopuštena infrastrukturna brzina 100 km/h ili manja.

Najveća dopuštena brzina vlakova odnosno željezničkih vozila na pješačkim prijelazima preko pruge na kojima se promet osigurava uređajem za osiguravanje prijelaza i mimoilaznim zaštitnim ogradama ne smije biti veća od 160 km/h.

Najveća dopuštena brzina vlakova odnosno željezničkih vozila na pješačkim prijelazima preko pruge na kojima se promet osigurava mimoilaznim zaštitnim ogradama i propisanom preglednošću s ceste na željezničku prugu ne smije biti veća od 100 km/h [4].

3. KLASIFIKACIJA ŽELJEZNIČKO-CESTOVNIH PRIJELAZA

Kao što je već spomenuto, željezničko-cestovni prijelaz je mjesto gdje se sijeku željeznička pruga i cestovna prometnica. Na svim željezničko-cestovnim prijelazima prednost imaju željeznička vozila nad cestovnim. Neki od razloga zbog koji željeznička vozila imaju prednost su: imaju veću masu od cestovnih vozila, dulji zaustavni put (čak i do 20 puta dulji zaustavni put) i kreću se prisilnom putanjom, što znači da u odnosu na cestovna vozila ne mogu izbjeći sudar na prijelazu. To znači da se pri nailasku željezničkog vozila zaustavlja cestovni promet.

Niti jedan željezničko-cestovni prijelaz u Hrvatskoj, od njih 1512, nije neosiguran. Svi prijelazi su osigurani tako da sudionicima u prometu pružaju sigurnost na određenoj razini [5].

Osiguranje cestovnog prometa može se svrstati u dvije skupine:

- aktivno (s uređajima za osiguranje cestovnih prijelaza) i
- pasivno (s cestovnom znacima) [2].

Ukupni broj i način osiguranja željezničko-cestovnih i pješačkih prijelaza preko željezničke pruge prikazan je Tablicom 1.

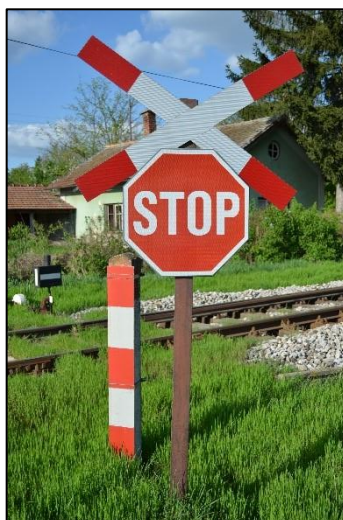
Tablica 1. Ukupni broj i način osiguranja željezničko-cestovnih i pješačkih prijelaza preko željezničke pruge [5]

ŽCP-i osigurani PZ+trokut preglednosti	PP-i osigurani MO+trokut preglednosti	PP-i osigurani MO+SV+ZV	ŽCP-i osigurani mehaničkim ili automatskim uređajem			
			mehanički branici sa ručnim postavljanjem	SV+ZV+POL	SV+ZV	UKUPNO ŽCP+PP
887	60	11	44	388	122	1512

3.1 PASIVNO OSIGURANJE ŽELJEZNIČKO-CESTOVNIH PRIJELAZA

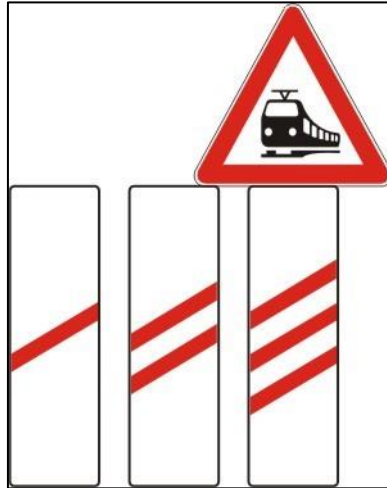
Pasivno osigurani željezničko-cestovni prijelazi, u odnosu na aktivne, vozačima cestovnih vozila daju samo informaciju da se tu nalazi željezničko-cestovni prijelaz. Vozači ne dobivaju informaciju o tome da li nailazi vlak, već se u to moraju sami uvjeriti. Svrha cestovnih znakova je da na željezničko-cestovnom prijelazu privuku pažnju i pokažu postojanje prijelaza sudionicima u cestovnom prometu.

Najčešće korišteni znak za označavanje željezničko-cestovnog prijelaza je Andrijin križ. Čim ga sudionici u cestovnom prometu uoče, na prijelazu prednost moraju dati željezničkim vozilima. Uz Andrijin križ se nalazi i znak STOP (Slika 5.), koji govori sudionicima u cestovnom prometu da se obavezno moraju zaustaviti na željezničko-cestovnom prijelazu i provjeriti da li nailazi vlak. Postoji jednostruki i dvostruki Andrijin križ; jednostruki se postavlja ako je prijelaz preko jednog kolosijeka, a dvostruki ukoliko je prijelaz preko dva ili više kolosijeka. Ukoliko je prijelaz preko dva ili više kolosijeka, mora se osigurati signalnim svjetlima. Nekolicina vozača se prije samog prijelaza uvjeri da vlaka nema te preko željezničko-cestovnog prijelaza prođe bez zaustavljanja, što se smatra ugrožavanjem sigurnosti prometa i taj postupak je kažnjiv. U nekim državama postoji ograničenje brzine na željezničko-cestovnim prijelazima ili je sudionik u prometu samo obavezan usporiti prilikom prijelaza, a također različite države imaju drugačije izvedbe Andrijinog križa [1].



Slika 5. Andrijin križ i STOP

Približavanje željezničko-cestovnom prijelazu koji nije osiguran branicima ili polubranicima označava se znakom (na slici 6.) “Približavanje prijelazu ceste preko željezničke pruge bez branika ili polubranika“.



Slika 6. Približavanje prijelazu ceste preko željezničke pruge bez branika ili polubranika [6]

Znak se postavlja tako da se znak u obliku pravokutnika s tri kose pruge i odgovarajućim znakom opasnosti postavlja na 240 m ispred mjesta križanja ceste i željezničke pruge u razini, znak s dvije kose pruge na 160 m, a znak s jednom kosom prugom na 80 m ispred mjesta križanja ceste i željezničke pruge [7].

Na slici 7. nalazi se pasivno osiguran željezničko-cestovni prijelaz.



Slika 7. Pasivno osiguran željezničko-cestovni prijelaz

U odlomcima iznad objašnjeno je kako se vozači cestovnih vozila upozoravaju tj. obavještavaju o nailasku na željezničko-cestovni prijelaz, no ostaje pitanje kako je strojovođa vlaka obaviješten o tome. Naime, uz prugu se postavlja "Opomenica željezničko-cestovnog prijelaza". Opomenica (Slika 8.) se ugrađuje na propisanoj udaljenosti od prijelaza. Strojovođa mora prije prijelaza sirenom vlaka najaviti sudionicima u cestovnom prometu nailazak vlaka [8].



Slika 8. Opomenica željezničko-cestovnih prijelaza

Kako bi sudionici u cestovnom prometu bili što sigurniji pri prelasku željezničke pruge, potrebno je omogućiti što bolju preglednost na željezničku prugu, tj. što bolju vidljivost prema pruzi i eventualnom nailazećem vlaku.

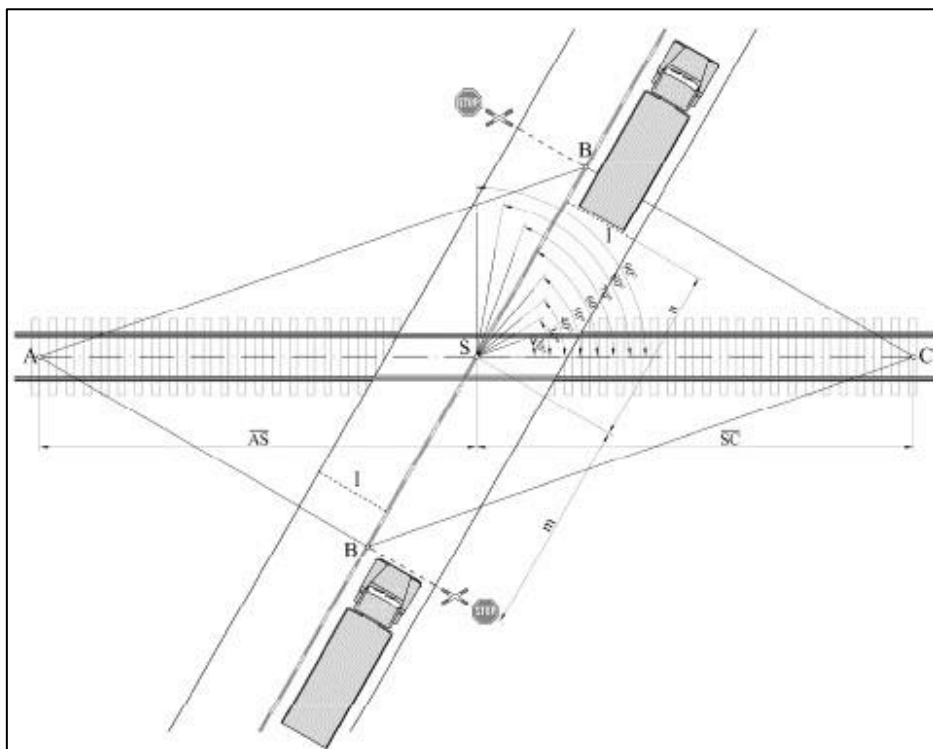
Propisana preglednost s ceste na željezničku prugu ostvarena je, kada sudionici u cestovnom prometu ispred željezničko-cestovnoga prijelaza s obje strane željezničke pruge imaju nesmetan vidik iz vozila na jednu i drugu stranu na udaljenost koja omogućuje pravovremeno uočavanje nadolazećega vlaka odnosno željezničkoga vozila, u cilju sigurnoga prelaska preko željezničke pruge. Propisana preglednost s ceste na željezničku prugu određuje se u odnosu na dopuštenu infrastrukturnu brzinu na dijelu željezničke pruge na kojem se nalazi željezničko-cestovni prijelaz [4].

3.1.1. ODREĐIVANJE PREGLEDNOSTI S CESTE NA ŽELJEZNIČKU PRUGU

Trokut preglednosti omeđen je točkama A, B i C na Slici 9. Točka B nalazi se ispred željezničko-cestovnoga prijelaza u osi kolnika ceste, u ravnini s prometnim znakom

»Andrijin križ« i prometnim znakom »Stop«, i za nju se određuje preglednost s ceste na željezničku prugu. Točke A i C nalaze se u osi željezničke pruge i na njima se iz točke B na cesti mora uočiti željezničko vozilo na željezničkoj pruzi. Točka S nalazi se u sjecištu osi kolnika ceste i osi željezničke pruge. Crta I je okomica na os ceste koju mora prijeći cestovno vozilo da bi bilo izvan slobodnoga profila željezničke pruge.

Najmanja udaljenost crte I od točke S u sjecištu osi kolnika ceste i osi krajnjega kolosijeka željezničke pruge, ovisno o kutu križanja željezničke pruge i ceste, prikazana je u Tablici 1. [4].



Slika 9. Trokut preglednosti [4]

Tablica 2. Ovisnost kuta križanja ceste sa prugom o udaljenosti crte I od točke S [4]

Kut križanja željezničke pruge i ceste (°)	Udaljenost crte I od točke S (m)
od 80 do 90	3,50
od 70 do 79	4,50
od 60 do 69	5,50
od 50 do 59	6,50
od 40 do 49	8,00
od 30 do 39	11,00
od 20 do 29	17,00

Propisana preglednost s ceste na željezničku prugu postoji, ako vozač cestovnoga vozila iz vozila ispred željezničko-cestovnoga prijelaza u ravnini s ugrađenim cestovnim prometnim znakom »Andrijin križ« i ugrađenim cestovnim prometnim znakom »Stop« ima nesmetan vidik na željezničku prugu najmanje na duljini koja se određuje prema sljedećem izrazu:

$$L_{ppc} = AS = SC = t_{pcv} \cdot \frac{v_{dinf}}{3,6} \text{ [m]},$$

gdje je:

L_{ppc} – duljina propisane preglednosti s ceste na željezničku prugu [m],

t_{pcv} – ukupno vrijeme potrebno da cestovno vozilo najveće dopuštene duljine krene od točke B (ispred cestovnih prometnih znakova »Andrijin križ« i »Stop«) i svojim zadnjim dijelom prijeđe granicu slobodnoga profila željezničke pruge s druge strane prijelaza (crta I okomita na os ceste) [s],

v_{dinf} – dopuštena infrastrukturna brzina na željezničkoj pruzi na području željezničko-cestovnoga prijelaza [km/h] [4].

Veličina t_{pcv} određuje se prema izrazu:

$$t_{pcv} = t_a + t_v \text{ [s]},$$

gdje je:

t_a – vrijeme potrebno da cestovno vozilo nakon pokretanja postigne brzinu $V_c = 5 \text{ km/h}$ uz pretpostavljeno jednoliko ubrzano kretanje [s],

t_v – vrijeme vožnje cestovnog vozila od postizanja brzine $V_c = 5$ km/h do prelaska crte I zadnjim dijelom [s].

Veličina t_a određuje se prema izrazu:

$$t_a = \frac{V_c}{3,6 \cdot a} \text{ [s]}$$

gdje je:

$v_c = 5$ km/h – brzina cestovnoga vozila na željezničko-cestovnom prijelazu,
 $a = 1$ m/s² – ubrzanje cestovnoga vozila (od trenutka pokretanja iz točke B do trenutka postizanja brzine od 5 km/h).

Veličina t_v iz (2) određuje se prema izrazu:

$$t_v = \frac{m+n+d-s}{V_c} \cdot 3,6 \text{ [s]}$$

gdje je:

m – udaljenost prometnoga znaka »Andrijin križ« i prometnoga znaka »Stop« od osi željezničke pruge mjerena po osi ceste [m],

n – udaljenost crte I od osi željezničke pruge mjerena po osi ceste [m],

d – najveća dopuštena duljina cestovnoga vozila [m],

s – put koji cestovno vozilo prijeđe od pokretanja iz točke B do postizanja brzine $V_c = 5$ km/h [m],

$V_c = 5$ km/h – brzina cestovnoga vozila na željezničko-cestovnom prijelazu.

Za najveću dopuštenu duljinu cestovnoga vozila uzima se 20 m. Ako je na cesti koja prelazi željezničku prugu duljina cestovnoga vozila ograničena, onda se u izraz uvrštava ograničena duljina cestovnoga vozila. Duljina preglednosti s ceste na željezničku prugu mjeri se po osi željezničke pruge od njenoga sjecišta s osi ceste na jednu i na drugu stranu [4].

Najveća dopuštena brzina na željezničkoj pruzi na području željezničko-cestovnoga prijelaza, ovisno o stvarnoj preglednosti s ceste na željezničku prugu, određuje se prema sljedećem izrazu:

$$V_{\text{zcpmax}} = \frac{L_{\text{spc}}}{t_{\text{pcv}}} \cdot 3,6 \quad [\text{km/h}]$$

gdje je:

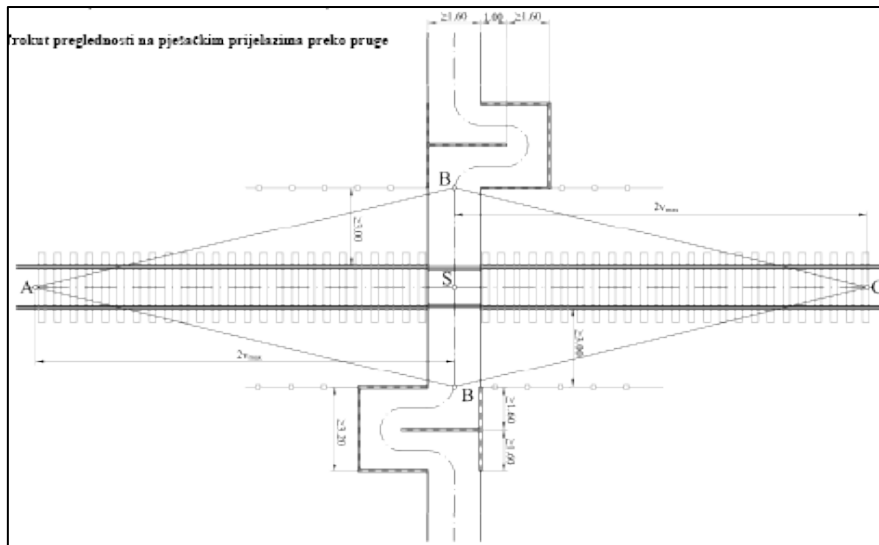
V_{zcpmax} – najveća dopuštena brzina na željezničkoj pruzi na području željezničko-cestovnoga prijelaza [km/h],

L_{spc} – duljina stvarne preglednosti s ceste na željezničku prugu [m],

t_{pcv} – ukupno vrijeme potrebno da cestovno vozilo najveće dopuštene duljine krene od točke B (ispred cestovnih prometnih znakova »Andrijin križ« i »Stop«) i svojim zadnjim dijelom prijeđe granicu slobodnoga profila željezničke pruge s druge strane prijelaza (crta I okomita na os ceste) [s] [4].

3.1.2. ODREĐIVANJE PREGLEDNOSTI S PJEŠAČKE STAZE NA ŽELJEZNIČKU PRUGU

Kao što je u poglavlju iznad već objašnjeno da sudionici cestovnog prometa moraju imati nesmetan pregled na željezničku prugu, isto tako vrijedi i za pješake. Propisana preglednost na željezničku prugu odnosno na industrijski kolosijek ostvarena je, kada pješaci ispred pješačkoga prijelaza preko pruge s obje strane željezničke pruge imaju nesmetan vidik na dostatnu udaljenost na jednu i drugu stranu radi pravovremenoga uočavanja nadolazećega vlaka odnosno željezničkoga vozila, u cilju sigurnoga prelaska preko željezničke pruge. Slika 10. prikazuje trokut preglednosti na pješačkim prijelazima preko željezničke pruge.



Slika 10. Trokut preglednosti na pješačkim prijelazima preko željezničke pruge [4]

Propisana preglednost s pješačke staze na željezničku prugu odnosno na industrijski kolosijek postoji, ako pješak na pješačkom prijelazu preko pruge tri metra ispred najbliže tračnice željezničkoga kolosijeka ima nesmetan vidik na željezničku prugu najmanje na duljini koja se određuje prema sljedećem izrazu:

$$L_{ppps} = 2 \cdot V_{dinf} \text{ [m]},$$

gdje je:

L_{ppps} – duljina propisane preglednosti s pješačke staze na željezničku prugu [m],

V_{dinf} – dopuštena infrastrukturna brzina na željezničkoj pruzi na području pješačkoga prijelaza preko pruge [km/h].

Duljina preglednosti s pješačke staze na željezničku prugu odnosno na industrijski kolosijek mjeri se po osi željezničke pruge odnosno industrijskoga kolosijeka od njenoga sjecišta s osi pješačke staze na jednu i na drugu stranu, u skladu s prikazom određivanja trokuta preglednosti za pješake [4].

Najveća dopuštena brzina na željezničkoj pruzi odnosno industrijskom kolosijeku na području pješačkoga prijelaza preko pruge, ovisno o stvarnoj preglednosti s pješačke staze na željezničku prugu odnosno industrijski kolosijek, određuje se prema sljedećem izrazu:

$$V_{ppmax} = \frac{L_{spps}}{2} \text{ [km/h]},$$

gdje je:

V_{ppmax} – najveća dopuštena brzina na željezničkoj pruzi na području pješackoga prijelaza preko pruge [km/h],

L_{spps} – duljina stvarne preglednosti s pješacke staze na željezničku prugu [m].

Željezničko-cestovni prijelazi i pješacki prijelazi preko pruge bez uređaja za osiguravanje prijelaza, na kojima nije moguće ostvariti propisanu preglednost s ceste odnosno pješacke staze na željezničku prugu za dopuštenu infrastrukturnu brzinu na željezničkoj pruzi, moraju se osigurati uređajima za osiguravanje prijelaza, ili ukinuti svođenjem na drugi prijelaz, ili ukinuti izvedbom križanja izvan razine.

Privremeno, na takvim prijelazima mora se uvesti ograničena brzina vlakova koja je jednaka ili manja od najveće dopuštene brzine na željezničkoj pruzi s obzirom na stvarnu preglednost s ceste odnosno pješacke staze na željezničku prugu [4].

3.2. AKTIVNO OSIGURANJE ŽELJEZNIČKO-CESTOVNIH PRIJELAZA

Pod aktivne cestovne prijelaze spadaju svi oni koji upozoravaju sudionike cestovnog prometa o nailasku vlaka. To su prijelazi koji su osigurani signalnim svjetlima, branicima, polubranicima i drugim zaprekama, odnosno električnim i mehaničkim uređajima.

3.2.1. OSIGURANJE SVJETLOSNIM I ZVUČNIM SIGNALIMA

Signalna svjetla imaju oblik dva naizmjenice trepćuća crvena svjetla montirana na signalni stup. Slijedeća oprema montirana je na signalni stup:

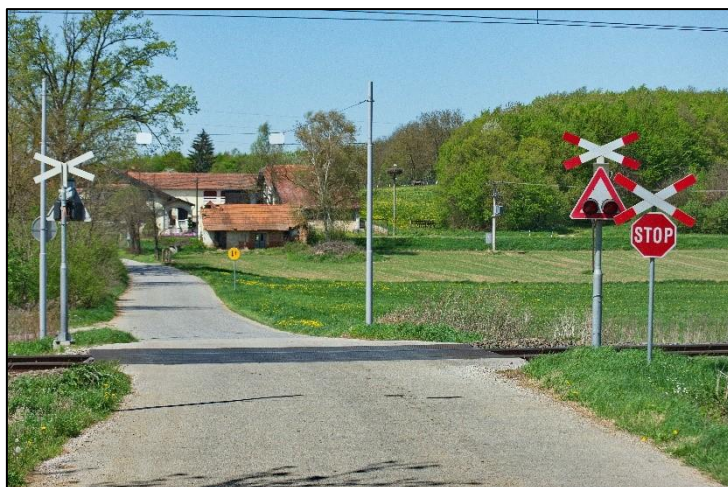
- signalne svjetiljke crvene boje
- signalna pozadina (trokut)
- uređaj za davanje zvučnih signala, zvono

- prometni znakovi, npr. Andrijin križ

Nailaskom vlaka na uključnu točku željezničko-cestovnog prijelaza uključuje se treptuća svjetlost i zvono. Dvije signalne svjetiljke trepću naizmjenice, 60 treptaja u sekundi. Broj treptaja, odnosno vrijeme svjetla i tame, razlikuje se od države do države [1].

Signalna svjetla nalaze se jedno pored drugog u vodoravnoj osi na ploči koja ima oblik jednostraničnog trokuta s vrhom okrenutim prema gore čije karakteristike (boja i dimenzije) odgovaraju karakteristikama znakova opasnosti. Slikom 11. prikazan je željezničko-cestovni prijelaz osiguran svjetlosnim i zvučnim signalima u Vojakovačkom Kloštru.

Koriste se dva tipa signalnih svjetala: sa električnim sijalicama (žarulje) i svjetlećim diodama (LED). Na nove i na željezničko-cestovne prijelaze pri modernizaciji ugrađuje se LED tehnologija zbog bolje pouzdanosti i trajnosti LED dioda.



Slika 11. Željezničko-cestovni prijelaz osiguran svjetlosnim i zvučnim signalima

3.2.2. OSIGURANJE BRANICIMA I POLUBRANICIMA

Branici i polubranici služe kako bi fizički blokirali cestovni promet prilikom nailaska vlaka na željezničko-cestovnom prijelazu. Razlika između branika i polubranika je što motke polubranika zatvaraju samo pola ceste, dok motke branika zatvaraju cijelu

cestu. Motke su presvučene retroreflektirajućim materijalom po cijeloj duljini i imaju trepćuću signalnu svjetiljku (branici na sredini, polubranici na kraju motke).

Prednost branika nad polubranicima je što zatvaraju cijelu cestu i potpuno je onemogućen promet cestovnim vozilima za vrijeme dok su branici spuštteni, naime nije moguća "vožnja slaloma" kao kod polubranika. To donosi visoki stupanj sigurnosti na željezničko-cestovnim prijelazima, no problem nastaje ako vozilo ostane zarobljeno između branika prilikom spuštavanja. Tom problemu doskočilo se izrađivanjem motki branika koje se mogu lomiti.

Slika 12. prikazuje željezničko-cestovni prijelaz osiguran polubranicima na ulasku/izlasku iz kolodvora Križevci, dok je na slici 13. prijelaz osiguran branicama.



Slika 12. Željezničko-cestovni prijelaz osiguran polubranicima



Slika 13. Željezničko-cestovni prijelaz osiguran branicima [9]

4. STANJE SIGURNOSTI NA ŽELJEZNIČKO-CESTOVNIM PRIJELAZIMA U REPUBLICI HRVATSKOJ

Sigurnost željezničkog i cestovnog (isto tako i ostalih grana) prometa najvažniji je čimbenik u odvijanju prometnog procesa. Najranjivija mjesta su željezničko-cestovni prijelazi zbog velikih posljedica koje nastanu nakon nesreće. Posljedice mogu biti: materijalna šteta na željezničkoj i cestovnoj infrastrukturi ili na tehničkim sredstvima koja su sudjelovala u nesreći, lakše ili teže ozlijeđe sudionika nesreće i smrtno stradale osobe. Sigurnost željezničkog sustava jedna je od osnovnih odrednica HŽ Infrastrukture. Raznim akcijama (Vlak je uvijek brži, ILCAD konferencija,...) i provođenjem poslovnih aktivnosti, HŽ Infrastruktura pokušava unaprijediti kvalitetu željezničke mreže i sigurnost željezničkog prometa.

Izvanredni događaj je neželjeni ili neočekivani događaj u željezničkom prometu ili slijed takvih događaja, koji je imao ili je mogao imati štetne posljedice za siguran tijek prometa. Izvanredni događaji su: ozbiljna nesreća, nesreća izbjegnuta nesreća i poremećaj [5].

Ozbiljna nesreća jest izvanredni događaj u željezničkome prometu u kojemu je poginula najmanje jedna osoba, i/ili je teško tjelesno ozlijeđeno pet ili više osoba, i/ili je materijalna šteta veća od dva milijuna eura. Broj ozbiljnih nesreća na željezničko-cestovnim prijelazima prikazan je Tablicom 3. [5].

Tablica 3. Broj ozbiljnih nesreća u razdoblju od 2012. do 2017. godine [5]

Ozbiljne nesreće		2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.
Na ŽCP- ima	Osiguranim SS uređajima	3	5	1	4	8	5
	Osiguranim prometnim znakovima	5	3	2	2	2	1
	Pješački prijelaz	0	0	1	0	0	0
Ukupno		8	8	4	6	2	6

U 2017. dogodilo se šest ozbiljnih nesreća na željezničko-cestovnim prijelazima, i to pet na ŽCP-ima osiguranima signalno-sigurnosnim uređajem (SS-uređajem) i jedna na ŽCP-u osiguranom prometnim znakovima. Brojke su zabrinjavajuće i puno govore o nesavjesnosti i kulturi vozača cestovnih vozila.

Nesreća jest izvanredni događaj u željezničkome prometu sa štetnim posljedicama kao što su teške tjelesne ozljede do četiriju osoba te materijalna šteta koja se može procijeniti na vrijednost do dva milijuna eura. Broj nesreća na ŽCP-ima prikazan je Tablicom 4.

Tablica 4. Broj nesreća u razdoblju od 2012. do 2017. godine [5]

Nesreće		2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.
Na ŽCP- ima	Osiguranim SS uređajima	17	11	11	9	8	9
	Osiguranim prometnim znakovima	20	18	22	14	17	22
	Pješački prijelaz	0	0	0	1	0	0
Ukupno nesreća:		37	29	33	24	25	31

U 2017. dogodila se 31 nesreća na željezničko-cestovnim prijelazima, i to devet na ŽCP-ima osiguranima signalno-sigurnosnim uređajem te 22 na ŽCP-ima osiguranima prometnim znakovima. U odnosu na petogodišnji prosjek broj nesreća na ŽCP-ima povećan je za pet posto.

U Tablici 5. prikazani su podaci o smrtno stradalim osobama na ŽCP-ima u razdoblju od 2012. do 2017. godine.

Tablica 5. Broj smrtno stradalih osoba u razdoblju od 2012. do 2017. godine [5]

Smrtno stradali		2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.
Na ŽCP- ima	Osiguranim SS uređajima	3	6	1	6	0	6
	Osiguranim prometnim znakovima	5	5	5	2	2	1
	Pješački prijelaz	0	0	1	0	0	0
Ukupno smrtno stradalih:		8	11	7	8	2	7

Zabrinjavajuća je činjenica da se veliki broj nesreća događa na prijelazima koji su osigurani signalno-sigurnosnim uređajima koji su u trenutku nesreća ispravno radili. Također veliki problem predstavljaju i pješaci u urbanim područjima koji zbog nestrpljenja namjerno krše propise i provlače se ispod spuštenih branika, ne mareći za svoju sigurnost [9].

Važno je napomenuti još jedan čimbenik kojim se ugrožava sigurnost korisnika željezničkog i cestovnog prometa, a to je lom polubranika. Kada se uređaj za zatvaranje prometnice aktivirao, vozači cestovnih vozila ponašaju se bahato i pokušavaju proći ispod ili između polubranika, i u velikom dijelu strgaju polubranike. Nakon loma polubranika, dolazi do kvara ŽCP-a i prometovanje vlakova i cestovnih vozila više nije sigurno. Shodno tome, propusna moć pruge pada zbog obaveznog zaustavljanja svakog vlaka ispred ŽCP-a. Tablica 6. prikazuje broj lomova polubranika tj. branika u razdoblju od 2012. do 2017. godine.

Tablica 6. Broj lomova polubranika/branika u razdoblju od 2012. do 2017. godine [5]

Lomovi polubranika/branika	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.
Broj lomova	522	518	470	501	447	524

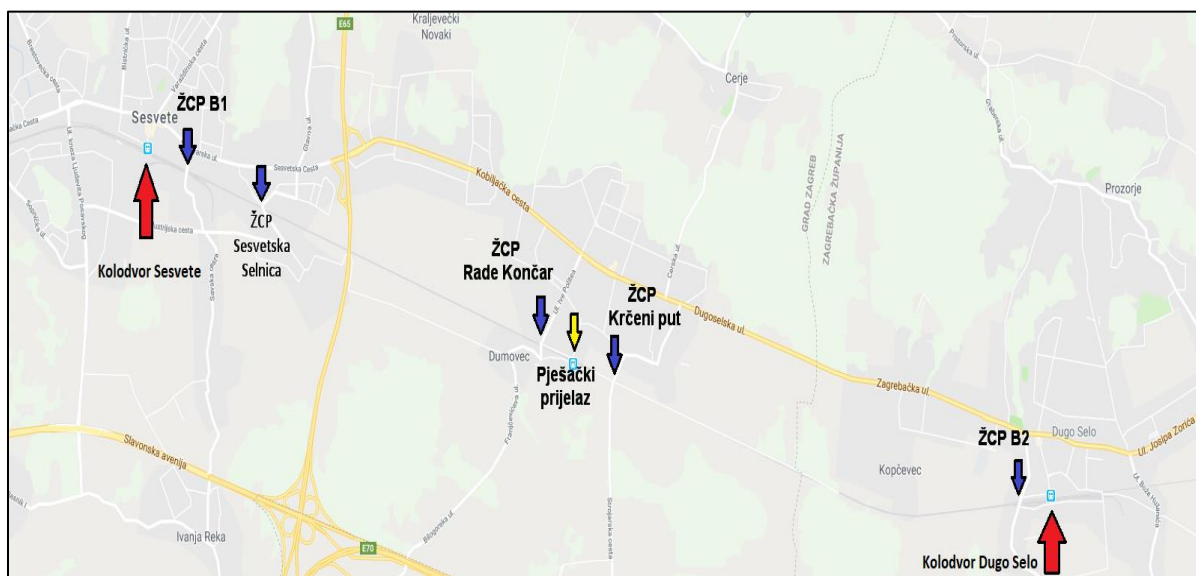
Budući da su polubranici/branici na ŽCP-ima u većini slučajeva polomljeni neposredno prije prolaska vlaka radi kojeg su bili spuštene, svaki lom polubranika/branika mogao je dovesti do nesreće. Materijalna šteta počinjena HŽ Infrastrukturi uslijed lomova

polubranika u 2017. procijenjena je na 0,7 milijuna kuna. Prosječno se dnevno ošteti 1,43 polubranika [5].

5. ANALIZA RJEŠENJA ŽELJEZNIČKO-CESTOVNIH PRIJELAZA IZMEĐU SESVETA I DUGOG SELA

Dionica Sesvete-Dugo Selo nalazi se na međunarodnoj dvokolosiječnoj pruzi M102 Zagreb Glavni kolodvor-Dugo Selo. Pruga je ujedno i dio Vc. i X. paneuropskog prometnog koridora. Duljina dionice Sesvete-Dugo Selo iznosi 10,1 kilometara, a najveća dopuštena brzina je 140 km/h, uz ograničenje brzine od 100 km/h kod stajališta Sesevski Kraljevec.

Na analiziranoj dionici nalazi se šest prijelaza preko pruge, od toga: pet željezničko-cestovnih prijelaza i jedan pješački prijelaz. Svih pet željezničko-cestovnih prijelaza osigurano je aktivnim načinom osiguranja, dok je pješački prijelaz osiguran mimoilaznim ogradama. Slika 14. prikazuje geografski položaj prijelaza.



Slika 14. Geografski položaj prijelaza [10]

5.1. ŽELJEZNIČKO-CESTOVNI PRIJELAZ „B1“

Željezničko-cestovni prijelaz „B1“ nalazi se u 435+465 kilometru. Radi se o kolodvorskom prijelazu preko kojeg prelazi Jelkovečka ulica u Sesvetama. Na prijelazu, cestovna prometnica prelazi preko četiri kolosijeka. Prijelaz je osiguran svjetlosno-zvučnim signalima i njime se upravlja iz prometnog ureda u Sesvetama. Ulazni signal od strane Dugog Sela i izlazni signali prema Dugom Selu u ovisnosti su sa prijelazom. Ukoliko je prijelaz u kvaru, postavni uređaj (Integra) prometniku brani postavljanje puta vožnje. Specifičnost ovog prijelaza je što se nalazi između kolodvorske zgrade i izlaznih signala u smjeru Dugog Sela. Izlazni signali trećeg i četvrtog kolosijeka nalaze se iza prijelaza u smjeru Dugog Sela. Ukoliko vlak ima ulazak u kolodvor na spomenute kolosijeke i planirano zadržavanje, obavezno se mora zaustaviti ispred prijelaza, tj. ne smije ići do signala jer bi blokirao cestovni promet. Pri postavljanju tog puta vožnje, iako strojovođe znaju da vlak moraju zaustaviti prije prijelaza, prijelaz se obavezno mora spustiti zbog osiguranja puta pretrčavanja.

Podloga na željezničko-cestovnom prijelazu izrađena je od dotrajalih drvenih pragova. Prilaz željezničko-cestovnom prijelazu je asfaltiran. Preglednost na željezničko-cestovni prijelaz je dobra jer je kut križanja cestovne prometnice i željezničke pruge vrlo pogodan. Kada se kreću Jelkovečkom ulicom u pravcu sjevera, vozačima cestovnih vozila borovi s desne strane mogu zaklanjati prugu i smanjiti preglednost. Slike 15., 16., 17. i 18. prikazuju željezničko-cestovni prijelaz „B1“.



Slika 15. Pogled na ŽCP „B1“ u smjeru juga



Slika 16. Prikaz podloge na ŽCP-u „B1“



Slika 17. Pogled na ŽCP „B1“ u smjeru sjevera

Slika 18. prikazuje položaj izlaznih signala u odnosu na željezničko-cestovni prijelaz.



Slika 18. Položaj izlaznih signala u smjeru Dugog Sela/pogled na borove koji zaklanjaju preglednost

5.2. ŽELJEZNIČKO-CESTOVNI PRIJELAZ „SESVETSKA SELNICA“

Željezničko-cestovni prijelaz „Sesvetska Selnica“ nalazi se u 436+332 kilometru. Na prijelazu se križaju željeznička pruga M102 i Selnička ulica u Sesvetama. Osiguran je svjetlosno-zvučnim signalima te polubranicama koji se aktiviraju prelaskom vlaka preko uključih točaka. Prijelaz se isključuje automatski nakon prolaska vlaka.

Na željezničko-cestovnom prijelazu podloga je izvedena modularno sintetičkim pločama proizvođača „Strail“. Takva vrsta podloge je vrlo zastupljena u Hrvatskoj. Prilaz željezničko-cestovnom prijelazu je asfaltiran, a ispred samog prijelaza s južne strane nalazi se pješački prijelaz (zebra). Preglednost može ometati tipska kućica postavljena neposredno kraj prijelaza u kojoj je smješten kontrolno-upravljački dio prijelaza. Križanje cestovne prometnice i željezničke pruge nije izvedeno pod pravim kutom što također smanjuje preglednost. Slikama 19., 20. i 21. prikazan je željezničko-cestovni prijelaz „Sesvetska Selnica“.



Slika 19. Željezničko-cestovni prijelaz „Sesvetska Selnica“ – pogled prema jugu



Slika 20. Željezničko-cestovni prijelaz „Sesvetska Selnica“ – pogled prema sjeveru

Slika 21. prikazuje modularno sintetičku podlogu „Strail“ na ŽCP-u „Sesvetska Selnica“.



Slika 21. Modularno sintetička podloga „Strail“, pogled u smjeru Sesveta

5.3. ŽELJEZNIČKO-CESTOVNI PRIJELAZ „RADE KONČAR“

Željezničko-cestovni prijelaz „Rade Končar“ nalazi se u 439+466 kilometru. Na prijelazu se križaju željeznička pruga M102 i ulica Ive Politea u Sesvetskom Kraljevcu. Osiguran je svjetlosno-zvučnim signalima te polubranicama. Prijelazom rukuje prometnik vlakova u Sesvetskom Kraljevcu. Prometnici vlakova u kolodvorima Sesvete i Dugo Selo najavljuju vlak prometniku vlakova u Sesvetskom Kraljevcu koji je na temelju najave dužan aktivirati prijelaze „Rade Končar“ i „Krčeni put“. Po prolasku vlaka preko prijelaza, prometnik ga je dužan podići.

Na željezničko-cestovnom prijelazu podloga je izvedena modularno sintetičkim pločama proizvođača „Strail“. Takva vrsta podloge svojim dobrim svojstvima omogućava lak i siguran prelazak preko prijelaza. Prilaz željezničko-cestovnom prijelazu je asfaltiran. Preglednost na željezničko-cestovnom prijelazu je dobra jer je

kut križanja cestovne prometnice i željezničke pruge vrlo pogodan. Slike 22., 23. i 24. prikazuju stanje na željezničko-cestovnom prijelazu „Rade Končar“.



Slika 22. Pogled na ŽCP „Rade Končar“ u smjeru juga



Slika 23. Pogled na ŽCP „Rade Končar“ u smjeru sjevera



Slika 24. Podloga na ŽCP-u „Rade Končar“, pogled u smjeru Seseveta

5.4. PJEŠAČKI PRIJELAZ NA STAJALIŠTU SESVETSKI KRALJEVEC

Pješački prijelaz na stajalištu Sesevetski Kraljevec nalazi se u kilometru 439+820. Prijelaz služi za prelazak između bočnih perona na stajalištu i za brži prelazak na drugu stranu Željezničke ulice u Sesevetskom Kraljevcu. Prijelaz je pasivno osiguran mimoilaznim ogradama s obje strane, a kako bi se spriječio neovlašteni prelazak preko dvokolosiječne pruge, između kolosijeka je postavljena zaštitna ograda. Na prijelazu je postavljena modularno sintetička podloga proizvođača „Strail“. Prilaz pješačkom prijelazu izveden je sa betonskim kockama. Zbog toga što je prijelaz osiguran samo mimoilaznim ogradama, brzina preko prijelaza je ograničena na 100 km/h. Slike 25. i 26. prikazuju pješački prijelaz.



Slika 25. Pješački prijelaz na stajalištu Sesevski Krajevec



Slika 26. Podloga na pješačkom prijelazu i zaštitna ograda

5.5. ŽELJEZNIČKO-CESTOVNI PRIJELAZ „KRČENI PUT“

Željezničko-cestovni prijelaz „Krčeni put“ nalazi se u 440+291 kilometru. Na prijelazu se križaju željeznička pruga M102 i Strojarska cesta u Sesevskom Kraljevcu. Osiguran je svjetlosno-zvučnim signalima te polubranicama. Kao što je već spomenuto u odlomku 5.3., prijelaz funkcionira na isti način kao i ŽCP „Rade Končar“.

Prilaz željezničko-cestovnom prijelazu je asfaltiran i u dobrom je stanju. Podloga je izvedena od modularno sintetičkih ploča proizvođača „Strail“. S južne strane prijelaza preglednost je smanjena zbog objekata unutar poduzeća „Unija Nova“, a sa sjeverne strane preglednost smanjuje vegetacija uz prugu. Slike 27. i 28. prikazuju stanje na željezničko-cestovnom prijelazu „Krčeni put“.



Slika 27. Pogled na ŽCP „Krčeni put“ u smjeru juga



Slika 28. Pogled na ŽCP „Krčeni put“ u smjeru sjevera

5.6. ŽELJEZNIČKO-CESTOVNI PRIJELAZ „B2“

Kolodvorski željezničko-cestovni prijelaz „B2“ nalazi se na području kolodvora Dugo Selo u kilometarskom položaju 444+802. Na prijelazu se križaju međunarodna pruga M102 i ulica Josipa Predavca u Dugom Selu. Na prijelazu, cestovna prometnica prelazi preko čak sedam kolosijeka. Prijelaz je osiguran svjetlosno-zvučnim signalima i polubranicama te se njime upravlja iz prometnog ureda u Sesvetama. Ulazni signal od strane Sesveta i izlazni signali prema Sesvetama u ovisnosti su sa prijelazom. Ukoliko je prijelaz u kvaru, postavni uređaj (Integra) prometniku brani postavljanje puta vožnje. Ako se vlaku postavi ulaz iz smjera Koprivnice ili Novske u kolodvor na peti, šesti i sedmi kolosijek, a ima planirano zadržavanje u kolodvoru, prijelaz mora biti spušten zbog puta pretrčavanja. Važno je napomenuti kako je dopuštena brzina 50 km/h kroz kolodvor u pravac, a 20 km/h u skretanje. Zbog tih okolnosti, događa se da prijelaz „B2“ zna biti spušten čak više od 10 minuta, što dodatno stvara gužvu i unosi nervozu kod vozača cestovnih vozila.

Podloga na željezničko-cestovnom prijelazu „B2“ nije jednaka na svim kolosijecima. Na prvom kolosijeku, podloga je izrađena od drvenih pragova, dok je na ostalih šest

kolosijeka asfaltni kolnik. Prijelaz nije izveden pod pravim kutem, što u kombinaciji sa drvećem koje se nalazi paralelno uz prugu smanjuje preglednost vozačima cestovnih vozila. Slike 29., 30., 31., 32., 33. i 34. prikazuju željezničko-cestovni prijelaz „B2“.



Slika 29. Pogled na ŽCP „B2“ u smjeru juga



Slika 30. Pogled na ŽCP „B2“ u smjeru sjevera



Slika 31. Vrste podloga na ŽCP-u „B2”



Slika 32. Pogled sa ŽCP-a „B2” prema kolodvorskoj zgradi



Slika 33. Pogled sa ŽCP-a „B2“ u smjeru Seseveta



Slika 34. Stanje podloge na ŽCP-u „B2“

6. PRIJEDLOG MOGUĆIH POBOLJŠANJA ANALIZIRANIH ŽELJEZNIČKO-CESTOVNIH PRIJELAZA

Tijekom terenskog obilaska željezničko-cestovnih prijelaza na dionici pruge M102 između Sesveta i Dugog Sela primijećeni su određeni nedostaci te će u nastavku biti prikazane moguće mjere poboljšanja analiziranih prijelaza.

6.1. ŽELJEZNIČKO-CESTOVNI PRIJELAZ „B1“

Kolodvorski prijelaz „B1“ ima nekoliko uočenih nedostataka. Navedeni željezničko-cestovni prijelaz osiguran je samo svjetlosnom signalizacijom, što znači da bi se ugradnjom polubranika podigla razina sigurnosti na prijelazu. Isto tako, održavanjem vegetacije koja raste uz pružni pojas osigurao bi se nesmetani trokut preglednosti na prugu. Postojeća podloga od drvenih pragova dotrajala je i bilo bi poželjno zamijeniti ju modularno-sintetičkim pločama, npr. Strail. Poželjno bi bilo rekonstruirati kolodvor u prometnom smislu (premještanje signala, skretnica,...) kako bi se omogućila vožnja vlakova bez aktiviranja prijelaza u slučaju osiguranja puta pretrčavanja.

6.2. ŽELJEZNIČKO-CESTOVNI PRIJELAZ „SESVETSKA SELNICA“

Navedeni željezničko-cestovni prijelaz je u dobrom stanju, jedino je poželjno bolje održavanje vegetacije koja raste u pružni pojas i eventualno pomicanje tipske kućice kako bi se osigurao nesmetani trokut preglednosti.

6.3. ŽELJEZNIČKO-CESTOVNI PRIJELAZ „RADE KONČAR“

Način aktiviranja željezničko-cestovnog prijelaza „Rade Končar“ potrebno je izmijeniti. Trenutni način aktiviranja ovisi o prometnicima vlakova u Sesvetama, Sesevskom Kraljevcu i Dugom Selu, tj. o ljudskom faktoru koji je najranjiviji u cijelom sustavu.

6.4. PJEŠAČKI PRIJELAZ NA STAJALIŠTU SESVETSKI KRALJEVEC

Na stajalištu Sesevski Kraljevec potrebno je izgraditi pothodnik ili nathodnik. Izgradnjom navedenih objekata mogao bi se ukinuti pješački prijelaz, što bi dovelo do povećanja sigurnosti pješaka i ukidanja ograničenja brzine na tom dijelu pruge.

6.5. ŽELJEZNIČKO-CESTOVNI PRIJELAZ „KRČENI PUT“

Kao i kod željezničko-cestovnog prijelaza „Rade Končar“, preporuča se promjena načina aktiviranja prijelaza „Krčeni put“.

6.6. ŽELJEZNIČKO-CESTOVNI PRIJELAZ „B2“

Ovaj željezničko-cestovni prijelaz problematičan je iz više razloga: prelazak preko sedam kolosijeka, nedovoljno dobra podloga, predugo vrijeme čekanja na prijelazu, smanjena preglednost, itd. Svi ovi nedostaci biti će pohranjeni u ropotarnicu povijesti jer se radi trenutno radi nadvožnjak u sklopu projekta „Rekonstrukcija postojećeg i izgradnja drugog kolosijeka željezničke pruge na dionici Dugo Selo – Križevci“ koji će zamijeniti željezničko-cestovni prijelaz „B2“.

7. ZAKLJUČAK

Željezničko-cestovni prijelazi vrlo su ozbiljna i rizična mjesta. Na njima je potrebna maksimalna doza sigurnosti kako ne bi došlo do neželjenih događaja kao što su podlijetanje vozila pod vlak ili pregaženje osobe. Naime, mentalitet ljudi nije puno promijenio po pitanju ponašanja na željezničko-cestovnim prijelazima, još uvijek se događa previše nesreća na prijelazima, iako su svi prijelazi osigurani propisanim načinima osiguranja. U Hrvatskoj još uvijek prevladava broj pasivno osiguranih željezničko-cestovnih prijelaza, no u budućnosti to bi se trebalo promijeniti. Osim modernizacije i unaprjeđenja pasivno osiguranih željezničko-cestovnih prijelaza u aktivne, moguće je i denivelirati željezničko-cestovne prijelaze te bi tada bila postignuta gotovo stopostotna sigurnost. Deniveliranje je najbolje rješenje za povećanje sigurnosti oba modaliteta prijevoza, no iziskuje značajna novčana sredstva.

U radu je analizirano pet željezničko-cestovnih prijelaza i jedan pješački prijelaz preko pruge na dionici Sesvete-Dugo Selo koja se nalazi na međunarodnoj pruzi M102 Zagreb Glavni kolodvor-Dugo Selo. Željezničko-cestovni prijelazi osigurani su aktivnim osiguranjem, dok je pješački prijelaz preko pruge osiguran mimoilaznim ogradama. Najviše pozornosti na promatranim prijelazima treba obratiti na održavanje potrebne preglednosti i na održavanje podloga na prijelazima.

8. LITERATURA

- [1] Starčević, M.: *Model procjene rizika na željezničko-cestovnim prijelazima*; doktorska disertacija, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2015.
- [2] Pravilnik o uvjetima za utvrđivanje križanja željezničke pruge i drugih prometnica (NN 111/15).
- [3] <http://www.produktbastal.hr/wp-content/gallery/galerija-pjesacki-nathodnik/pjesacki-nathodnik-7.jpg> (22.06.2019.)
- [4] Pravilnik o načinu osiguravanja prometa na željezničko-cestovnim prijelazima i pješačkim prijelazima preko pruge
- [5] HŽ Infrastruktura, Sustav upravljanja sigurnošću, godišnje izvješće o sigurnosti 2017. godine
- [6] http://autoskolaformula.hr/znakoviopasnosti/autoznakovi/a50_priblizavanje_prijelazu_cestes_preko_zzeljeznik_pruge_bez_branika_ili_po#A (22.06.2019.)
- [7] <http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/dodatni/314285.htm> (23.06.2019.)
- [8] Pravilnik o signalima, signalnim znakovima i signalnim oznakama u željezničkom prometu (NN 94/2015)
- [9] Barić, D.; Pilko, H.; Starčević, M.: *Introducing experiment in pedestrian behavior and risk perception study at urban level crossing*; International Journal of Injury Control and Safety Promotion; 2017. <https://doi.org/10.1080/17457300.2017.1341934>
- [10] <https://www.google.hr/maps> (23.06.2019.)

POPIS SLIKA

Slika 1. Križanje željezničke pruge i ceste izvan razine	4
Slika 2. Križanje željezničke pruge i pješačke staze izvan razine [3].....	5
Slika 3. Željezničko-cestovni prijelaz u razini	7
Slika 4. Križanje željezničke pruge i pješačke staze u istoj razini.....	9
Slika 5. Andrijin križ i STOP	13
Slika 6. Približavanje prijelazu ceste preko željezničke pruge bez branika ili polubranika [6]	14
Slika 7. Pasivno osiguran željezničko-cestovni prijelaz.....	14
Slika 8. Opomenica željezničko-cestovnih prijelaza.....	15
Slika 9. Trokut preglednosti [4]	16
Slika 10. Trokut preglednosti na pješačkim prijelazima preko željezničke pruge [4].....	20
Slika 11. Željezničko-cestovni prijelaz osiguran svjetlosnim i zvučnim signalima	22
Slika 12. Željezničko-cestovni prijelaz osiguran polubranicima	23
Slika 13. Željezničko-cestovni prijelaz osiguran branicima [9].....	24
Slika 14. Geografski položaj prijelaza [10]	29
Slika 15. Pogled na ŽCP „B1“ u smjeru juga.....	30
Slika 16. Prikaz podloge na ŽCP-u „B1“	31
Slika 17. Pogled na ŽCP „B1“ u smjeru sjevera	31
Slika 18. Položaj izlaznih signala u smjeru Dugog Sela/pogled na borove koji zaklanjaju preglednost	32
Slika 19. Željezničko-cestovni prijelaz „Sesvetska Selnica“ – pogled prema jugu	33
Slika 20. Željezničko-cestovni prijelaz „Sesvetska Selnica“ – pogled prema sjeveru	33
Slika 21. Modularno sintetička podloga „Strail“, pogled u smjeru Sesveta	34
Slika 22. Pogled na ŽCP „Rade Končar“ u smjeru juga	35
Slika 23. Pogled na ŽCP „Rade Končar“ u smjeru sjevera.....	35
Slika 24. Podloga na ŽCP-u „Rade Končar“, pogled u smjeru Sesveta.....	36
Slika 25. Pješački prijelaz na stajalištu Sesvetski Kraljevec	37
Slika 26. Podloga na pješačkom prijelazu i zaštitna ograda.....	37
Slika 27. Pogled na ŽCP „Krčeni put“ u smjeru juga	38
Slika 28. Pogled na ŽCP „Krčeni put“ u smjeru sjevera	39
Slika 29. Pogled na ŽCP „B2“ u smjeru juga.....	40
Slika 30. Pogled na ŽCP „B2“ u smjeru sjevera	40
Slika 31. Vrste podloga na ŽCP-u „B2“	41
Slika 32. Pogled sa ŽCP-a „B2“ prema kolodvorskoj zgradi.....	41
Slika 33. Pogled sa ŽCP-a „B2“ u smjeru Sesveta.....	42
Slika 34. Stanje podloge na ŽCP-u „B2“	42

POPIS TABLICA

Tablica 1. Ukupni broj i način osiguranja željezničko-cestovnih i pješačkih prijelaza preko željezničke pruge.....	12
Tablica 2. Ovisnost kuta križanja ceste sa prugom o udaljenosti crte I od točke S.....	17
Tablica 3. Broj ozbiljnih nesreća u razdoblju od 2012. do 2017. godine.....	25
Tablica 4. Broj nesreća u razdoblju od 2012. do 2017. godine.....	26
Tablica 5. Broj smrtno stradalih osoba u razdoblju od 2012. do 2017. godine.....	27
Tablica 5. Broj lomova polubranika/branika u razdoblju od 2012. do 2017. godine.....	27