

Rasvijetljenost pješačkih prijelaza i svjetlosna signalizacija s tehničkog i ekonomskog aspekta

Kenjeric, Marko

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:200:588147>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-08**

Repository / Repozitorij:

[Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I
INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA**

Sveučilišni preddiplomski studij

**Rasvijetljenost pješačkih prijelaza i svjetlosna signalizacija
s tehničkog i ekonomskog aspekta**

Završni rad

Marko Kenjeric

Osijek, 2021.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1 ZADATAK ZAVRŠNOG RADA	1
2. VAŽNOST PJEŠAČKIH PRIJELAZA	2
2.1. PJEŠAČKI I BICIKLISTIČKI PRIJELAZ	2
2.2. OPASNOSTI U CESTOVNOM PROMETA	3
2.3. STATISTIČKI PODACI VEZANI ZA PROMETNE NESREĆE KOJE UKLJUČUJU PJEŠAKE	4
3. TEHNIČKI ZAHTJEVI ZA PJEŠAČKE PRIJELAZE	8
3.1. POSEBNI ZAHTJEVI ZA PJEŠAČKE PRIJELAZ	9
3.2. ODABIR SVJETILJKI	10
4. MODERNA RJEŠENJA IMPLEMENTACIJE PJEŠAČKIH PRIJELAZA	10
4.1. PJEŠAČKI PRIJELAZ APL KLASIK	11
4.2. PAMETAN PJEŠAČKI PRIJELAZ APL SMART	13
4.3. APL SOLAR	15
4.4. BERCMAN PAMETNI PJEŠAČKI PRIJELAZ	17
4.5. STARLING PJEŠAČKI PRIJELAZ	19
4.6. PROCIJENA TROŠKOVA IZVEDBE RASVJETE I SIGNALIZACIJE ZA APL SOLAR	21
5. ZAKLJUČAK	24
LITERATURA	25
SAŽETAK	27
ABSTRACT	28
ŽIVOTOPIS	29

1. UVOD

U današnje vrijeme, kao jedan od rezultata globalizacije, obujam cestovnog prometa povećava se iz dana u dan. Povećanjem količine cestovnog prometa te prometa općenito, povećava se i broj unesrećenih osoba u prometu. Najugroženija skupina su pješaci. Sama rasvijetljenost pješačkih prijelaza mora biti izvedena u skladu s propisanim normama, koje povećavaju sigurnost svih sudionika u prometu. Nakon provedenog istraživanja, analizirana su i opisana tehnička rješenja rasvijetljenosti i signalizacije pješačkih prijelaza koja zadovoljavaju zahtjeve struke. U prvom dijelu rada prikazani su statistički podaci o broju nesreća i stradavanja na pješačkim prijelazima koji ukazuju na potrebu povećavanja sigurnosti pješaka. U drugom dijelu rada promatraju se tehnički zahtjevi koji se temelje na propisanim zakonima te ih je potrebno poštivati pri implementaciji. Trećim dijelom rada prikazana su „moderna“ rješenja pješačkih prijelaza te njihov osvrt na različite mogućnosti signalizacije koja mogu rezultirati znatnim financijskim uštedama, očuvanju ekologije te povećanju sigurnosti sudionika u prometu. Također su iskazani procijenjeni troškovi i ekonomska analiza izvedbe rasvjete i signalizacije pješačkih prijelaza.

1.1 ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Sve intenzivniji promet te složenija prometna infrastruktura utječu na potrebu za novim rješenjima koji se odnose na sigurnost u prometu. Zadatak ovog rada je istražiti, analizirati i opisati tehnička rješenja rasvijetljenosti i signalizacije pješačkih prijelaza. Osim toga, zadatak je ukazati na moguće financijske uštede koje se postižu implementacijom „mobilnih“ rješenja. Za jedno takvo rješenje potrebno je opisati tehničku izvedbu i izraditi troškovnik ugradnje.

2. VAŽNOST PJEŠAČKIH PRIJELAZA

Pješački prijelazi posebno su signalizirane zone koje pješaci nakon što napuste nogostup i stupe na kolnik koriste za prijelaz s jedne strane ulice na drugu. Kako bi se omogućila što veća sigurnost pješaka i ostalih sudionika u prometu, postoje različita rješenja koja omogućavaju siguran prijelaz pješaka preko prometnice. Primjerice pješačkim prijelazom (prednost prelaska pješaka u odnosu na vozila), semaforom, školskim patrolama i prometnom policijom koja u vremenskim intervalima naizmjenice propušta pješake i vozila na pješačkim prijelazima.

Na mjestima gdje je velika koncentracija prometa, dio se kolnika namijenjenog za prijelaz pješaka obilježava pomoću „zebre“. Obilježen pješački prijelaz upozorava vozače na moguću nailazak pješaka. Osim same izvedbe „zebre“, uz pješačke se prijelaze još implementiraju i razne signalizacije kao što je svjetlosna signalizacija, koja podiže razinu pažnje kod vozača [1]. Svjetlosna signalizacija kod pješačkih prijelaza koristi se u dijelovima gdje je promet iznimno gust te se pokazuje kao ispravno rješenje za pješake koji poštuju zakon. Zakon o sigurnosti prometa na cestama također nalaže kako pješaci ne smiju prelaziti cestu na mjestu gdje pješački prijelaz nije obilježen ako nisu udaljeni barem 50 metara od najbližeg pješačkog prijelaza u naselju ili 100 metara ako se nalaze izvan naselja [2]. Prometna policija, kao i školska patrola, organizirana je skupina koja se brine za sigurnost najmlađih pješaka ili kod izvanrednih situacija, gdje dolazi do zakazivanja svjetlosne signalizacije ili u svrhu ubrzanja prometa.

Najčešći primjer reguliranja prometa kod pješačkih prijelaza je svjetlosna signalizacija. Svjetlosna signalizacija, kao dokazano najsigurniji način regulacije prometa, može se pronaći u ruralnim sredinama pa čak i u milijunskim gradovima. Budući da se tehnologija konstantno unaprjeđuje, sustavi sa svjetlosnom signalizacijom postaju sve sigurniji.

2.1. PJEŠAČKI I BICIKLISTIČKI PRIJELAZ

Površina ceste namijenjena biciklistima na pješačko-biciklističkom prijelazu izvodi se crvenom bojom kroz raskrižje te prije i poslije raskrižja u duljini od 5 metara. Kada je na cesti označen biciklističko-pješački prijelaz, on mora biti naznačen dodatnim prometnim znakovima. Primjer biciklističko-pješačkog prijelaza vidljiv je na slici 2.1.



Slika 2.1. *Primjer biciklističko-pješačkog prijelaza uz pravokutnu i paralelogram izvedbu.*

Izvor: [3]

2.2. OPASNOSTI U CESTOVNOM PROMETA

Veliki problem kod prijelaza prometnice od strane pješaka te pri vožnji motornih vozila od strane vozača predstavlja uporaba mobilnih telefona za vrijeme prelaska preko kolnika. Istraživanja ukazuju na to da se pješaci, koji koriste pametne telefone za vrijeme prelaska pješačkih prijelaza, kreću sporije te najčešće ne opažaju propisno postavljenu signalizaciju koja bi ih pravovremeno upozorila na opasnost, a sukladno tomu, dodatno ugrožavaju sebe i ostale sudionike u prometu. Osim uporabe mobilnih telefona, postoje brojne distrakcije koje mogu izazvati nesreću, a one mogu biti kognitivnog, zvučnog, vizualnog i fizičkog karaktera [4].

Kod kognitivnih distrakcija najveći problem također predstavljaju mobilni telefoni. Većina nesreća odvija se zbog toga što vozači, za vrijeme korištenja mobilnih telefona, ne primjećuju prometne znakove. Time je pažnja koju pridaju prometu smanjena, stoga vozači nisu u mogućnosti ocijeniti kretanja drugih vozača što rezultira prometnom nesrećom. Fizičke distrakcije nastaju prilikom korištenja raznih medija kao što je radio ili korištenjem već prethodno spomenutih mobilnih telefona zbog kojih dolazi do neupotrebe obje ruke prilikom vožnje. Vizualne distrakcije su distrakcije koje vozaču skreću pogled s prometnice te na taj način vozač dodatno ugrožava sebe i ostale sudionike u prometu. Takve distrakcije najčešće predstavljaju pametni telefon, različiti oglasi te sami prolaznici koji privlače pažnju vozača. Zvučne distrakcije uključuju različite zvukove koji se odvijaju u prometu isto kao i glasno slušanje glazbe u automobilu. Sljedeći veliki problem kod pješačkih prijelaza predstavljaju

nepropisni prelasci preko kolnika. Takvi prelasci uključuju prelaske kolnika dok je upaljeno crveno svjetlo na semaforu ili prelazak kolnika gdje pješački prijelaz nije obilježen [5].

Uključujući gore navedene podatke može se zaključiti da jedan od glavnih problema današnjice predstavlja uporaba mobilnog telefona u cestovnom prometu, isto kao i nedostatak signalizacije [6]. Koliko je bitno riješiti problem, pokazuje nam podatak koji govori da ako koristimo mobilni uređaj u trajanju od 1 sata za vrijeme vožnje, promatrano kroz cijeli mjesec, povećava se mogućnost sudjelovanja u prometnoj nesreći od 400 do 900 posto [7]. Također, uporaba mobilnog telefona u svrhu razgovora za vrijeme vožnje jednako je ugrožavajuća kao i količina alkohola od 0.08 grama po kilogramu [8] [9]. Zakoni Republike Hrvatske sve više pridodaju pažnju korištenju mobilnih uređaja pri vožnji te reguliranju istih, stoga je 2019. godine evidentirano 43 240 prekršaja korištenja mobilnih uređaja tijekom vožnje, što je u odnosu na prijašnju 2018. godinu kada ih je bilo 40 971, porast od ukupno 5,5 posto, što čini upravo taj prekršaj jednim od najčešće zabilježenih prekršaja [10]. Problem distrakcije vozača rješava se pomoću dodatne svjetlosne signalizacije koja skreće pažnju vozača na nailazeći pješački prijelaz. Iako su zakoni sve stroži, ovisnost o mobilnim telefonima problem je kojemu se još uvijek ne nazire rješenje.

2.3. STATISTIČKI PODACI VEZANI ZA PROMETNE NESREĆE KOJE UKLJUČUJU PJEŠAKE

Promet je ključna sastavnica današnjeg života te u njemu sudjelujemo svakodnevno kao pješak, vozač ili biciklist. Promet, u svrhu razvoja civilizacije, ima izuzetno važnu ulogu u današnjem načinu života [10]. Prometna nesreća je nesreća koja se odvija na kolniku, a u njoj je sudjelovalo najmanje jedno vozilo u pokretu i u kojemu je najmanje jedna osoba ozlijeđena ili poginula ili u roku od 30 dana preminula od posljedica te prometne nesreće ili je izazvana materijalna šteta. Posljedice nesreća mogu se podijeliti u dvije grupe: materijalnu štetu i nesreće sa stradalim osobama [10] [11]. Primjer prometne nesreće u blizini pješačkog prijelaza vidljiv je na slici 2.2.



Slika 2.2. *Primjer Prometne nesreće.*

Izvor: [11]

Osobe koje sudjeluju u prometu obavezni su voditi brigu o sigurnosti prometa drugih sudionika. Sigurnost prometa obuhvaća brojne čimbenike kao što su: postavljanje trokuta na propisanoj udaljenosti ako je došlo do kvara automobila, tehnička ispravnost i ekološka prihvatljivost vozila, poštivanje pravila prednosti prolaska, itd. [2]. Republika Hrvatska u prosjeku na sto tisuća stanovnika u 2019. godini ima stopu od 7,6 što je daleko iznad prosjeka u EU koji iznosi 5,5. U svrhu postizanja veće sigurnosti u prometu, Vlada Republike Hrvatske je 14. travnja 2011. godine donijela peti Nacionalni program sigurnosti cestovnog prometa Republike Hrvatske 2011. – 2020. U svrhu smanjenja broja poginulih Republika Hrvatska uvodi mjere koje pridonose promjeni ponašanja sudionika u prometu, boljoj cestovnoj infrastrukturi, sigurnijim vozilima, učinkovitoj medicinskoj skrbi nakon prometnih nesreća, ostalim poljima djelovanja [10] [12].

Tablica 2.1. Kretanje stvarnog i očekivanog broja poginulih u prometu od 2017. do 2020. godine.

Godina.	Broj poginulih		Razlika očekivanog i stvarnog broja poginulih
	stvarni	Očekivano prema Nacionalnom programu	
2017.	331	277	+54
2018.	317	256	+61
2019.	297	234	+63
2020.	237	213	+24

Izvor: izradio autor pomoću podataka iz [10] i [13]

Jedan od najbitnijih podataka koji se odnosi na sigurnost cestovnog prometa broj je poginulih na sto tisuća stanovnika. Najrazvijenije zemlje Europe, koje ulažu iznimno puno kapitala u sigurnost na cestama, u prosjeku imaju 4 poginule osobe na sto tisuća stanovnika [10]. Iz tablice 2.1. vidljivo je da broj poginulih u prometu kao i stopa poginulih na sto tisuća stanovnika s godinama opada. Iz tablice 2.1. vidimo kako je 2020. godine broj poginulih bio veći za 24 poginule osobe nego što je očekivano. Također, vidljivo je da je taj broj za 39 osoba manji u odnosu na prethodnu 2019. godinu. Isto tako, iako je broj poginulih 2019. godine manji nego 2017. i 2018. godine, razlika broja poginulih između stvarnog i očekivanog je manji 2017. i 2018. godine od onoga iz 2019. godine. Slijedno tome, vidljivo je da je 2017. godine stopa poginulih u prometu u odnosu na sto tisuća stanovnika iznosila je 7,8 osoba, dok je 2018. godine iznosila 7,7 osoba na sto tisuća stanovnika [14] [15]. U skladu s danim podacima vidljivo je da Republika Hrvatska sve više ulaže u sigurnost. Osim broja poginulih na sto tisuća stanovnika, važna su i dva podatka koja su usko vezana uz sigurnost prometa, a to su broj poginulih na sto tisuća vozila te broj poginulih na sto tisuća vozača.

Tablica 2.2. Vrste prometnih nesreća u 2019. godini.

Vrsta prometnih nesreća	Prometne nesreće					
	Ukupno	%	S poginulima	%	S ozlijeđenim	%
Nalet na bicikl	418	1,3	11	3,9	327	3,5
Nalet na pješaka	1.326	4,2	58	20,8	1212	12,9
Nalet na motocikl ili moped	145	0,5	1	0,4	114	1,2
Suma svih neseća tijekom godine	31.367	100,00	279	100,00	9.419	100,00

Izvor: izradio autor pomoću podataka iz [10]

Najugroženiji sudionici prometa su biciklisti, mopedisti, pješaci i motociklisti [10]. Iz tablice 2.2. vidljivo je da je 2019. godine smrtno stradalo 58 pješaka, što znači da od ukupnih 297 poginulih u prometu 2019. godine, čak njih 20,8 posto čine pješaci. Motociklisti od ukupnog broja čine 0,4 posto, dok biciklisti čine 3,9 posto, što pješaka čini ugroženijima od motociklista za 20,4 posto, a od biciklista za 16,9 posto.

Tablica 2.3. Prometne nesreće

Značajke ceste	2017.	2018.	2019.
Pješački prijelaz	197	195	218
Nogostup	101	111	154
Pješačka zona	20	23	32
Ukupno	34.368	33.440	31.367

Izvor: izradio autor pomoću podataka iz [10]

Iz tablice 2.3. vidljivo je da je broj nesreća na pješačkom prijelazu u 2019. godini iznosio 218, dok je 2018. godine bio 10,5 posto manji, odnosno, iznosio je 195. U 2017. godini broj nesreća na pješačkom prijelazu bio je 9,6 posto manji u odnosu na 2019. godinu te je iznosio 197. Broj unesrećenih na nogostupu za 2019. godinu iznosi 154, odnosno, 27,9 posto manje nesreća nego što je bilo 2018. godine kada je taj broj iznosio 111, te prethodne 2017. godine kad je bio 34,44 posto manji nego 2019. godine, dok je broj unesrećenih na pješačkim zonama u 2019. godini. Tako je 2018. godine broj unesrećenih bio 28,1 posto manji nego onaj od 2019. godine iznosio, te je 23 prometne nesreće, dok je prethodne 2017. godine iznosio 37,5 posto odnosno ukupno je bilo 20 prometnih nesreća.

3. TEHNIČKI ZAHTJEVI ZA PJEŠAČKE PRIJELAZE

Pješački je prijelaz dio kolnika namijenjen za prijelaz pješaka. Pješački prijelaz mora biti minimalno širok 3 metra, osim u iznimnim slučajevima gdje je dopuštena širina 2 metra. Ako se pješački prijelaz nalazi u blizini škole na kolniku mora stajati natpis „ŠKOLA“, a najčešće se uz taj natpis nalazi još i znak „X“ [16]. Kod odabira pravilne rasvjete za pješačke prijelaze, izuzetno je bitno obratiti pozornost na srednju rasvijetljenost te na jednolikost rasvijetljenosti.

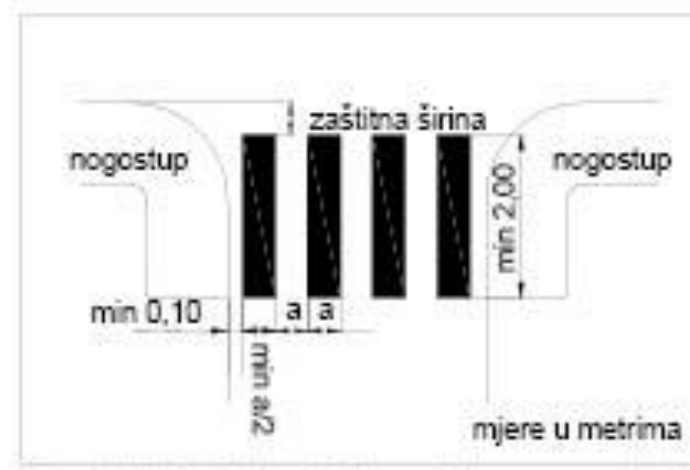
Rasvijetljenost je količina mjerljive svjetlosti u nekoj točki. Mjerna jedinica rasvijetljenosti iskazana je u luxima [17]. Rasvijetljenost plohe sastoji se od dvije komponente: vodoravne i okomite rasvijetljenosti. Srednja rasvijetljenost omjer je minimalne i maksimalne rasvijetljenosti. Jednolikost rasvijetljenosti omjer je minimalne rasvijetljenosti i srednje rasvijetljenosti [18]. Osnovni zahtjev za pješačke prijelaze podijeljen je u dvije zone, a govori nam o ukupnoj količini vertikalne rasvijetljenosti. S obzirom na dvije zone, razlikujemo prvu zonu E3 i E4 za koje je zahtjev isti te iznosi 60 luxa prema vertikalnoj rasvijetljenosti i drugu zonu E2 kod koje faktor vertikalne rasvijetljenosti iznosi 40 luxa, što je vidljivo u tablici 2.1. koja je nastala iz dostupnog izvora [19]. Iznimno je bitno uz pješački prijelaz imati i znak koji obilježava da je to mjesto pješačkog prijelaza, osim iznimke gdje se promet regulira pomoću svjetlosne signalizacije. Osim znakova koji se nalaze na samom prijelazu, koriste se i znakovi koji nam govore da nailazimo na pješački prijelaz [16]. Pješački prijelazi izvode se kao pravokutnik ili kao paralelogram čija je dulja stranica paralelna s osi ceste na kojoj je pješački prijelaz označen. Primjer pravokutne izvedbe vidljiv je na slici 2.2. iz izvora [16].

Ministarstvo prometa donosi promjene normi ovisno o analitičkim podacima prikupljenim tijekom godine, stoga se može dogoditi da postoje norme koje su na snazi već nekoliko desetljeća, ali i norme koje se mijenjaju skoro svake godine. Takve propisane norme objavljuju se u Narodnim novinama. Kod samog odabira tehničkog rješenja, koja se odnose na pješačke prijelaze, potrebno je uzeti u obzir okolinu u kojoj bi se pješački prijelaz nalazio, pri čemu različite okoline zahtijevaju različita rješenja.

Tablica 3.1. *Maksimalne razine vertikalne rasvjetljenosti pješačkih prijelaza.*

Zona	Maksimalne vrijednosti
	Evert _(lx)
E3, E4	60
E2	40

Izvor: [16]



Slika 3.1. *Primjer pravokutne izvedbe pješačkog prijelaza.*

Izvor: [16]

3.1. POSEBNI ZAHTJEVI ZA PJEŠAČKE PRIJELAZ

Posebna okruženja prometnica zahtijevaju posebna rješenja te se kod posebnih uvjeta koriste zvučne trake, vibracijske trake, optička bijela traka te uzdignute plohe.

Zvučne trake upozoravaju osobe uz pomoć tihog zvuka, odnosno vibracije koje proizvode prelaskom automobila preko njih. Vibracijske trake proizvode jače zvučne efekte i vibracije prilikom prelaska preko njih. Optička bijela traka upozorava vozače na potrebu smanjenja brzine. Uzdignute plohe, odnosno građevinski izvedene površine, služe za prisilno smanjenje brzine te se izvode pojedinačno ili u nizu [16].

Posebna okruženja uključuju posebna mjesta gdje je potrebno obratiti dodatnu pažnju vozača na nailazak na pješački prijelaz. Takva se okruženja izvode kada nailazimo na pješački prijelaz tijekom izlaska iz zavoja ili kod pješačkih prijelaza koji se nalaze u blizini škole.

3.2. ODABIR SVJETILJKI

Rasvjeta pješačkih prijelaza smatra se zaštitnom rasvjetom u skladu s propisom pomoću kojih se uređuje sigurnost na cestama. Ta se rasvjeta ostvaruje pomoću posebnih svjetiljki namijenjenih isključivo za osvijetljenje pješačkih prijelaza.

Svjetiljke koje se koriste u osvijetljavanju pješačkih prijelaza moraju imati usmjerni snop svjetlosti koji je fokusiran samo na pješački prijelaz [19]. Svjetiljke moraju proizvoditi određenu količinu svjetlosti propisanu Pravilnikom o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama. Osvijetljenost pješačkog prijelaza mora biti točno određena vremenom koje je potrebno da bi pješak prešao s jedne strane na drugu. Primjer svjetiljki prikazan je slikom 2.3.



Slika 3.2. *Primjer svjetiljke*

Izvor: [20]

Na slici (lijevo) prikazana je svjetiljka koja se koristi kod pješačkih prijelaza s centralnom konzolom, dok je na slici (desno) prikazana svjetiljka koja se koristi s lijeve i s desne strane prometnice. Detalji se mogu pronaći u poglavlju 3.

4. MODERNA RJEŠENJA IMPLEMENTACIJE PJEŠAČKIH PRIJELAZA

Tijekom vremena, razvila su se različita rješenja za signalizaciju pješačkih prijelaza koja uključuju suvremenu signalizaciju i dodatnu sigurnost za pješake. Signalizacija na pješačkim prijelazima mora biti ugrađena u skladu s propisanim normama. Moderna signalizacija razvija se na način da se poveća sigurnost sudionika prometa. Rješenja se razlikuju od kontinenta do kontinenta te ovisno o samoj infrastrukturi prometnica. S vremenom, primijećene su razne promjene u obilježavanju i signalizaciji pješačkih prijelaza. U samim počecima bili su implementirani samo pješački prijelazi bez dodatne svjetlosne signalizacije, dok se kasnije sve više pridavala pažnja osvijetljavanju pješačkih prijelaza. Također, napretkom tehnologije više se pažnje daje uštedi električne energije u obliku LED rasvjete te zaštiti okoliša na način da se vodi

račun o svjetlosnom onečišćenju. Svjetlosno onečišćenje svako je rasipanje umjetne svjetlosti izvan područja koje je potrebno osvijetliti. To je promjena razine prirodne svjetlosti u noćnim uvjetima uzrokovana unošenjem svjetlosti proizvedene ljudskim djelovanjem [21]. Slijedom navedenog u ovom će se poglavlju navesti neka od mogućih rješenja današnjice.

4.1. PJEŠAČKI PRIJELAZ APL KLASIK

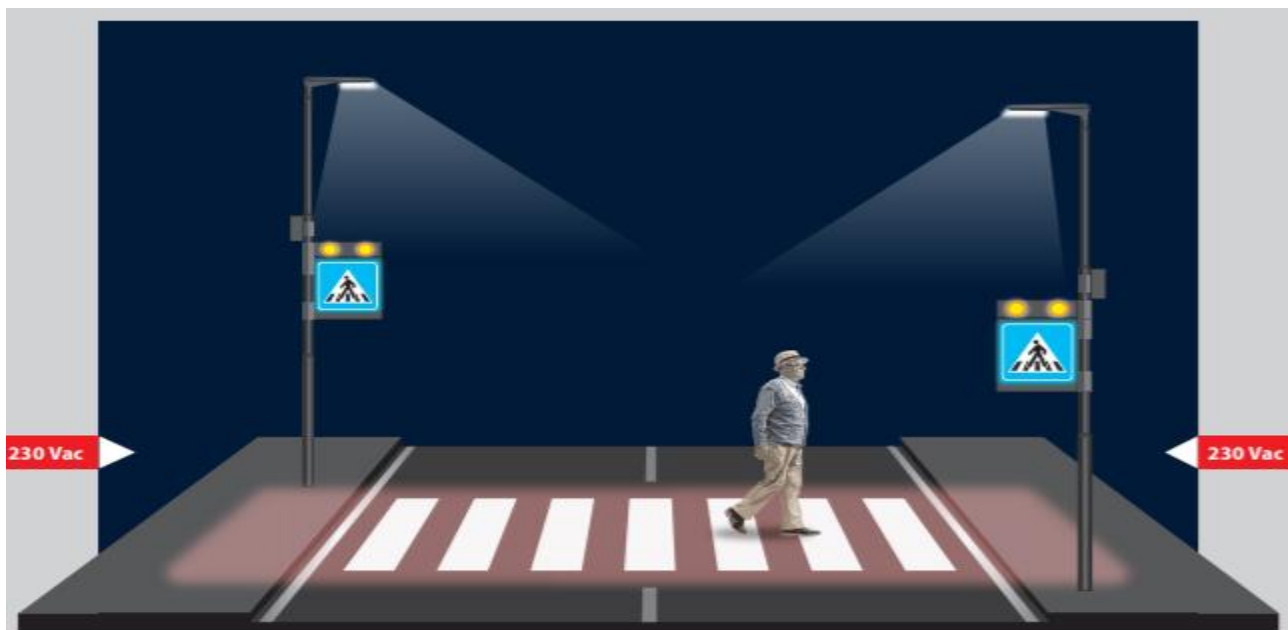
Pješački prijelaz APL klasik proizvod je hrvatske firme DETAS d.o.o. APL klasik sustav je signalizacije i osvijetljenja pješačkih prijelaza čiji je cilj postići najveću razinu sigurnosti pješaka uz uporabu najmodernije tehnologije. Osvijetljenje pješačkih prijelaza postiže se pomoću svjetiljki Talos N i Talos G koje su vidljive na slici 4.1. iz izvora [20]. Te svjetiljke imaju točno usmjeren snop svjetlosti pomoću optičke leće koja precizno osvjetljava pješački prijelaz, pri čemu se stvara pozitivan kontrast između osobe i okoline te se pomoću toga osigurava visoka razina vertikalne rasvjetljenosti, u skladu sa normama. Pomoću LED bljeskalice i znakova s pozadinskim osvijetljenjem pomaže se vozačima da lakše uoče pješački prijelaz.



Slika 4.1. *Primjer Svjetiljke Talos.*

Izvor: [20]

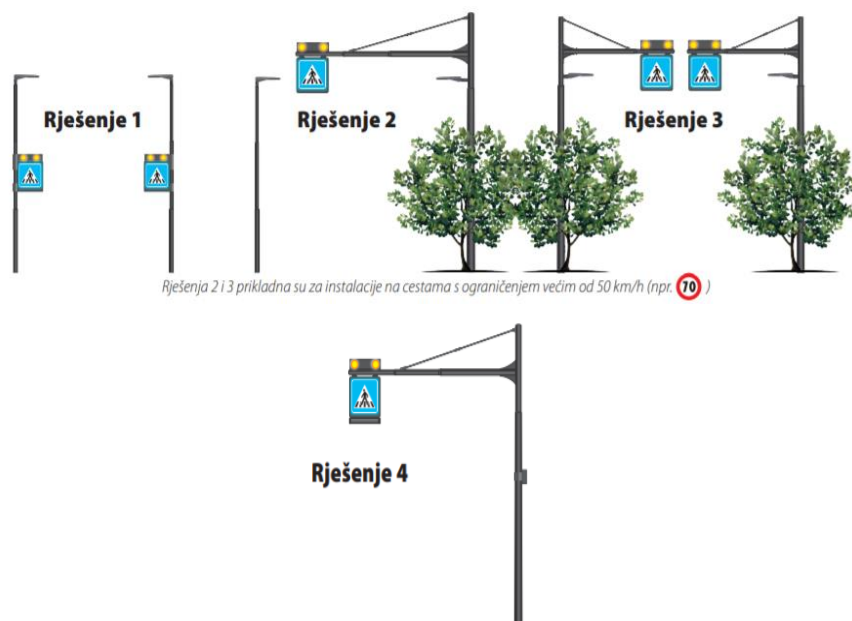
APL klasik koristi mali napon od 12 i 24 volta istosmjerno, a da bi se sustav napojio, dovoljno je da na jednoj strani ima izvod od 230 volta izmjenično. Ovo čini sustav iznimno isplativim i jednostavnim za korištenjem s obzirom da sustav koristi mali napon postupak instalacije te prijelaz ceste kabelima čini sigurnijim i lakšim [22]. Prikaz sustava vidljiv je na slici 4.2.



Slika 4.2. *Primjer Svjetiljke Talos.*

Izvor: [20]

APL klasik ima nekoliko mogućih rješenja ovisno o terenu izvođenja radova, a cilj mu je primarno osvijetliti pješački prijelaz. Moguća rješenja i njihova ovisnost o terenu vidjiva su na slici 4.3.



Slika 4.3. *Primjer Rješenja za pješačke prijelaze.*

Izvor: [20]

Rješenja 1,2 i 3 koriste se pri izvođenju novih radova, dok je rješenje 4 prilagođeno primjeni na već postojećim instalacijama. Problem nastaje kod rješenja 4 jer on daje samo horizontalno osvjetljenje, te nažalost, ne zadovoljava vertikalnu količinu svjetlosti propisanu Pravilnikom o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama. Rješenje 1 koristi se na prometnicama gdje je dozvoljena brzina od 50 kilometara na sat, dok se rješenja 2 i 3 mogu koristiti i na prometnicama gdje je dozvoljena brzina veća od 50 kilometara na sat. Rješenja: 1, 2 i 3 koriste svjetiljke oznake Talos sa slike 3.1. dok rješenje 4 koristi svjetiljku Trilogy sa slike 4.4.

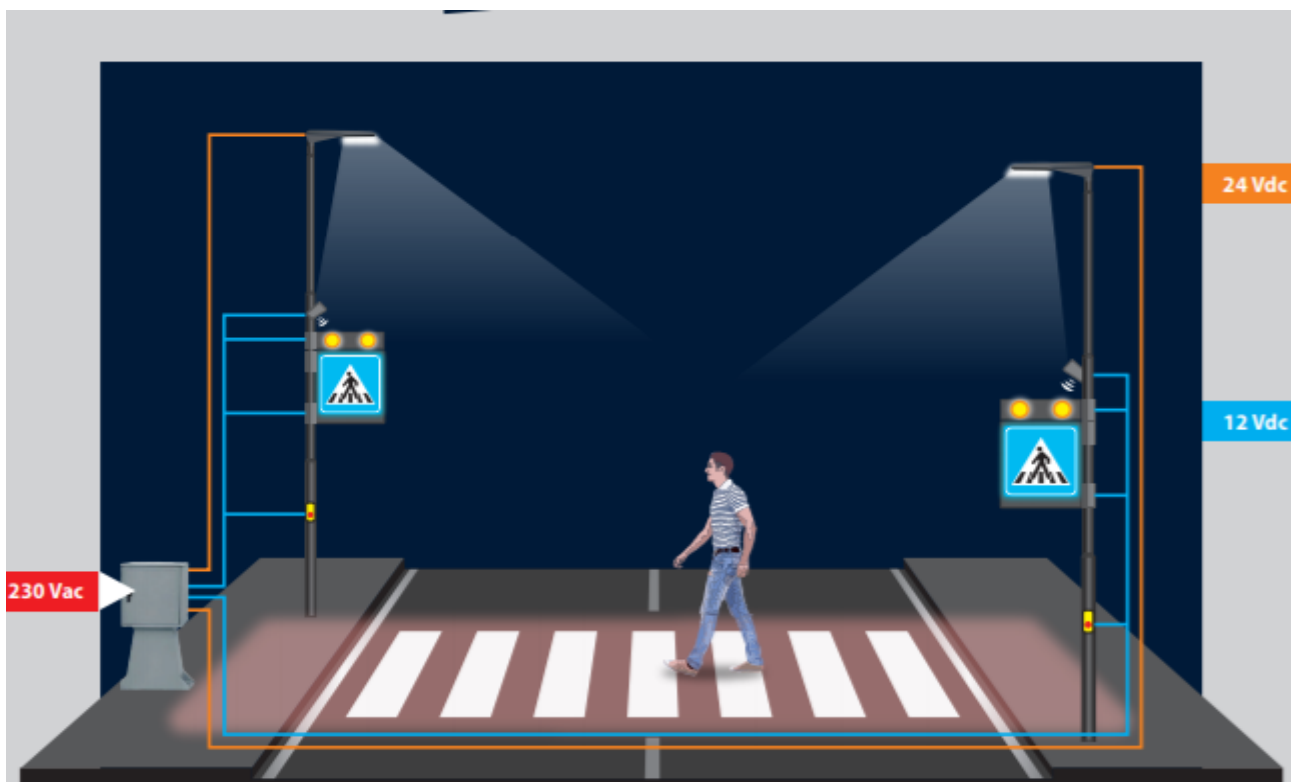


Slika 4.4. *Primjer Svjetiljke za rješenje 4.*

Izvor: [20]

4.2. PAMETAN PJEŠAČKI PRIJELAZ APL SMART

APL smart nasljednik je APL klasika. APL smart predstavlja najnovija rješenja sustava signalizacije i osvjetljenja pješačkih prijelaza. Njegov je cilj pješački prijelaz učiniti interaktivnijim i sigurnijim. APL smart vidljiv je na slici 4.5.



Slika 4.5. *Primjer Pametnog pješačkog prijelaza*

Izvor: [20]

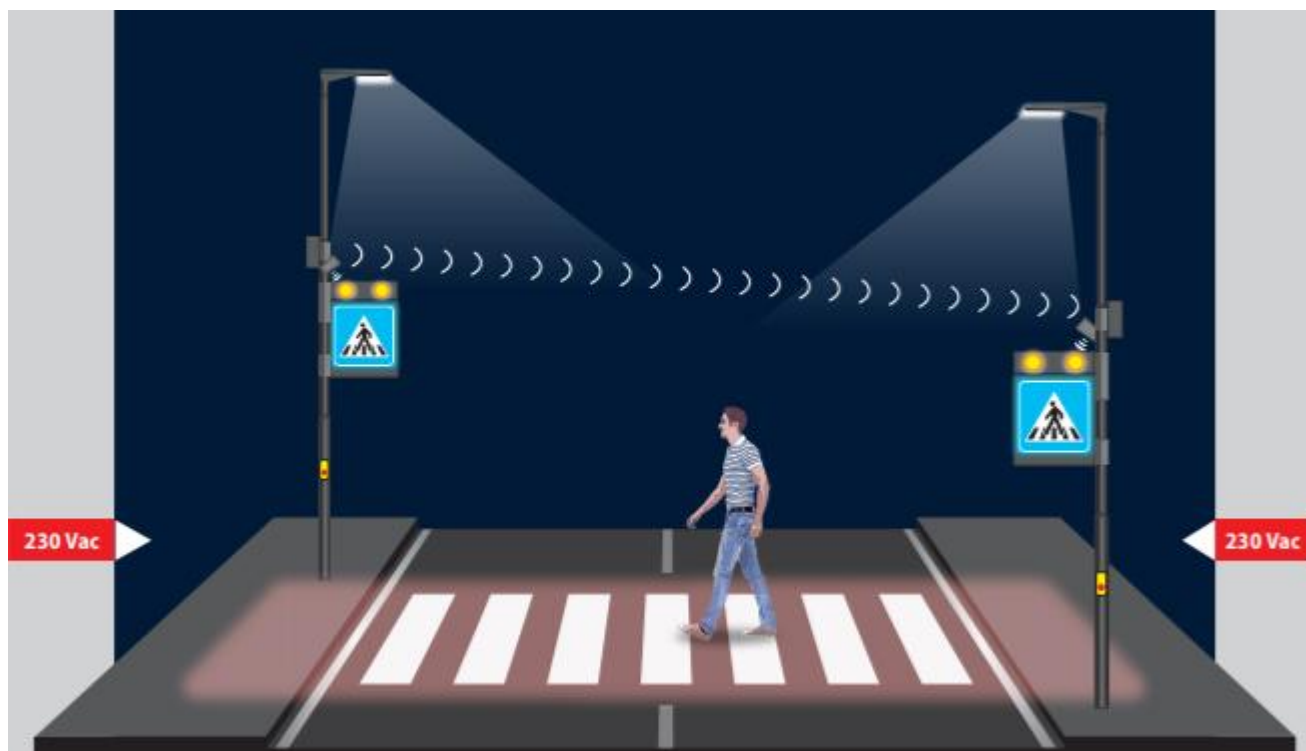
APL smart sustav pali se na principu pritiska tipke ili samim prolaskom pored senzora. LED bljeskalice certificirane su i izrađene u skladu s Pravilnikom o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama te rade neprekidno. Osvijetljenje pješačkog prijelaza radi na način da je pješački prijelaz konstantno osvjetljen sa 40 posto ukupne svjetlosti, a nailaskom pješaka intenzitet se mijenja na 100 posto, što je vidljivo na slici 4.6. Sustav APL smart u svakom trenutku svoga rada jamči zakonom propisanu signalizaciju te horizontalno i vertikalno osvjetljenje [23].



Slika 4.6. *Primjer Pametnog pješačkog prijelaza*

Izvor: [20]

APL osim smart sustava ima još i smart wireless sustav koji je vidljiv na slici 4.7. Takav sustav ne zahtijeva polaganje napojnih kabela uz ili preko kolnika. Smart wireless sustav dostupan je samo u paketu sa svjetiljkom Talos G. Sustav APL smart kao i njegov prethodnik APL klasik dolazi u 4 rješenja.



Slika 4.7. *Primjer Smart wireless*

Izvor: [20]

4.3. APL SOLAR

APL solar fotonaponski je sustav koji se koristi za osvjetljavanje pješačkih prijelaza. Pogodan je za korištenje na mjestima gdje nema instalirane niskonaponske mreže te osigurava svu potrebnu signalizaciju i osvjetljenje. Iako je APL solar manje snage od ostalih verzija koje se napajaju iz izmjenične mreže, sustav obećava dovoljno vodoravno i okomito osvjetljenje u skladu s propisanim standardima. Isto tako obećava i dobru signalizaciju sa certificiranim LED bljeskalicama. Sustav APL solar koristi svjetiljku oznake Talos N. Sustav se sastoji od fotonaponskog kompleta i svjetiljke. Fotonaponski komplet s fotonaponskim modulom u sebi

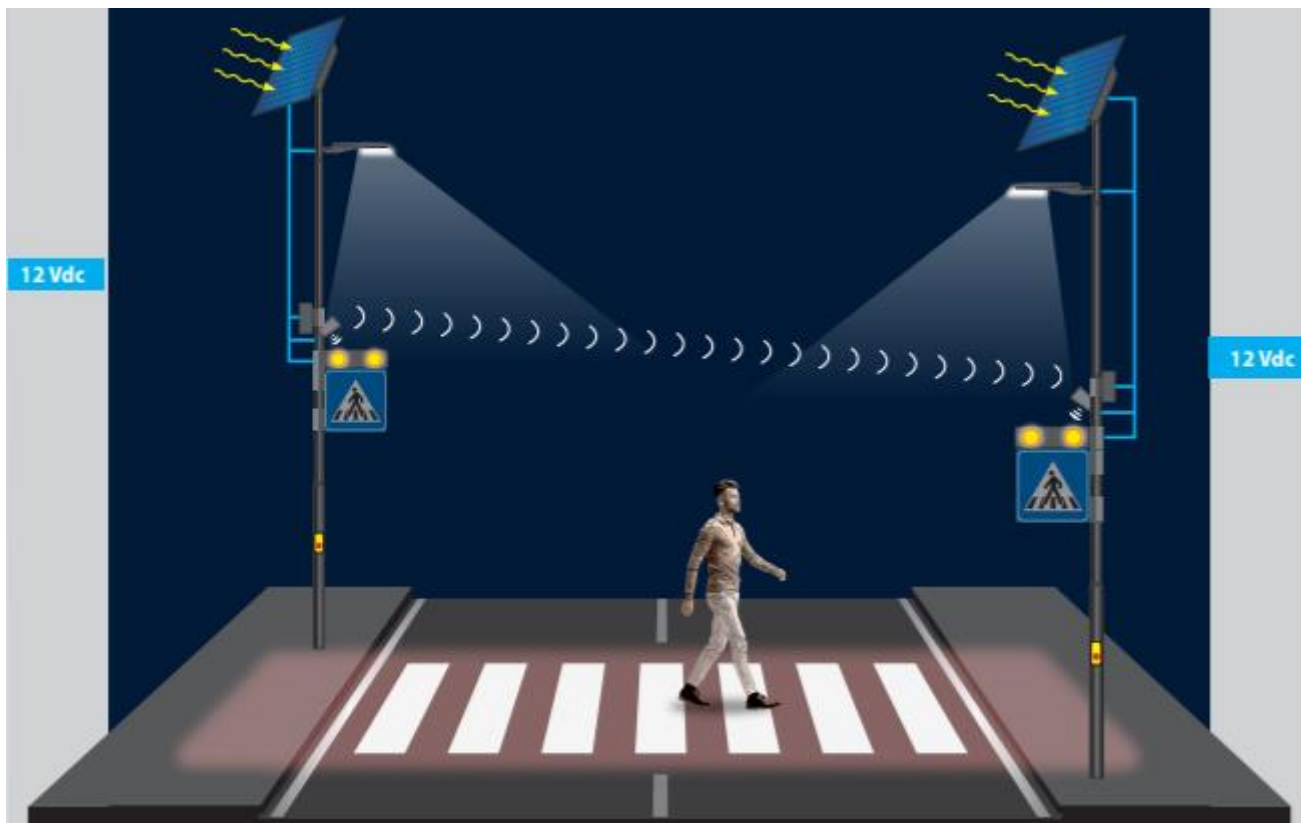
sadrži bateriju i regulator punjenja, čime se izbjegava uporaba vanjskog razvodnog ormarića. Sustav postiže najvišu snagu od 140 vata [24] . Primjer APL solar sustava vidljiv je na slici 4.8.



Slika 4.8. *Primjer APL Solar*

Izvor: [20]

APL solar active izvedba je APL solar serije čija se rasvjetna tijela uključuju automatski noću i ostaju uključena kako bi se osigurala maksimalna sigurnost kod sudionika u prometu. LED bljeskalice uključuju se naknadno pritiskom na tipku ili pomoću senzora. Bljeskalice se pale s obje strane pomoću bežičnog prijenosnog signala. APL solar active također koristi svjetiljke oznake Talos N. Primjer sustava APL solar active vidljiv je na slici 4.9.



Slika 4.9. *Primjer APL Solar active*

Izvor: [20]

4.4. BERCMAN PAMETNI PJEŠAČKI PRIJELAZ

Berman pametni pješački prijelaz koristi višenamjenski C-ITS (Cooperative Intelligent Transportation Systems) koji je namijenjen za poboljšavanje prometa na pješačkim prijelazima. Takav sustav koristi se kod pješačkih prijelaza koji nisu regulirani semaforima. Uređaj je proizveden tako da zadovoljava sve uvjete koje zahtijevaju C-ITS aplikacije uz cestu. Berman pametni pješački prijelaz provodi broj radnji pomoću kojih nadzire stanje prometa na prometnim trakama i nogostopu te provodi određene funkcije sigurnosti i obavještanja. Sustav se temelji na korištenju umjetne inteligencije i inovativnih tehnologija te se pomoću tih alata bazira na sprječavanju prometnih nesreća na gradskim ulicama [25]. Primjer takvog sustava vidljiv je na slici 4.10.



Slika 4.10. *Primjer Berman pametnog pješačkog prijelaza*

Izvor: [25]

Berman pametni pješački prijelaz, osim gore navedenih funkcija, moguće je još opremiti s raznim brojem senzora i uređaja te se lako ugrađuje na već postojeće instalacije. S obzirom na široki spektar senzora koje je moguće ugraditi u sustav, pomoću njega moguće je pratiti široki spektar informacija kao što su: brojač sudionika u prometu, klasifikacija vozila, mjerenje brzine vozila, brojač pješaka, videosnimke, temperatura zrak i mjernje zagađenja zraka kontrolom ugljikovog dioksida. Sustav je iznimno pristupačan te je moguće pristupiti informacijama o kvaru nastalom na pješačkom prijelazu i statistici od gore navedenih senzora pomoću interneta. Sustav omogućava visoki nivo sigurnosti s obzirom na gore navedene senzore i kamere te upozorava na moguće kretnje pješaka i sudionika u prometu koristeći iste. Sustav upozorava pješake koristeći zvučne signale, ali i vozače koristeći trepteća LED svjetla. S obzirom na visoku razinu tehnologije korištene u sustavu, omogućeno je pametno komuniciranje s automobilima koji zadovoljavaju kriterije korištene tehnologije. Komunicira na način da vozačima na kontrolnoj ploči šalje poruku koja ih upozorava na moguće kretnje na pješačkom prijelazu. Primjer ovakve poruke moguće je vidjeti na slici 4.11. [25]



Slika 4.11. *Primjer rada Bercman pametnog pješačkog prijelaza*

Izvor: [25]

4.5. STARLING PJEŠAČKI PRIJELAZ

Starling pješački prijelaz proizvod je tvrtke Umbrellium. Starling pješački prijelaz interaktivni je pješački prijelaz koji odgovara na pokrete pješaka, biciklista i vozača, a cilj mu je povećati sigurnost te učiniti sudionike u prometu svjesnijima njihovom okruženju. Starling sustav dolazi u tri moguća rješenja, a to su umjetna inteligencija, detektor i kontrolna jedinica. Sustav umjetne inteligencije je sustav pomoću kojeg se provodi analiza sudionika u prometu. Cilj mu je prikupiti informacije o kretanju svih sudionika prometa. Starling detektor pametni je detektor koji zapaža pješake koji stupaju na kolnik. Također, uzima u obzir i ostalu prometnu signalizaciju koja se nalazi u njegovom okruženju. Starling sustav s kontrolnom jedinicom osnovni je produkt koji radi analizu kretanja pješaka i pomoću te informacije određuje zakonom propisane sigurnosne mjere. Princip rada sustava je takav da u prvoj fazi prepoznaje pješake i vozače u stvarnom vremenu, nakon toga kalkulira kako izvesti radnje, slijedno tome šalje signale krajnjim uređajima nakon kalkulacija te u sljedećem koraku odgovara na radnje pješaka. Ako osobe imaju novije automobile s odgovarajućom tehnologijom, na kontrolnoj ploči će dobiti poruku koja će im poručiti da je potrebno usporiti zbog toga što je pješački prijelaz u uporabi. U zadnjem koraku

donosi dodatna upozorenja koja je moguće izvršiti ovisno o ugrađenom sustavu [26]. Primjer ovakvog sustava vidljiv je na slici 4.12.



Slika 4.12. *Primjer Starling pješačkog prijelaza*

Izvor: [26]

Starling i dalje radi na razvoju svojega proizvoda te kao što vidimo na slici 4.13. cilj im je napraviti potpuno interaktivni pješački prijelaz. Takav bi prijelaz osvijetlio dio kolnika namijenjen za prijelaz pješaka u trenutku kada bi pješak naišao na njega. Isto tako, upalila bi se dodatna signalizacija na cesti koja bi upozorila vozača da se ispred njega nalazi pješački prijelaz koji je u tom trenutku u uporabi.



Slika 4.13. *Primjer cilja Starling pješačkog prijelaza*

Izvor: [26]

4.6. PROCIJENA TROŠKOVA IZVEDBE RASVJETE I SIGNALIZACIJE ZA APL SOLAR

Realizacija izvedbe nekog od rješenja ovisi o okolini u kojoj se to rješenje ugrađuje. Sama izvedba ne ovisi samo o troškovima ugradnje i održavanja, no ipak je izuzetno važno imati uvid u financijsku isplativost projekta. Okolina mjesta izvođenja radova ukazuje nam na već pripremljenim preduvjetima za ugradnju sustava. Neki od podataka koji predstavljaju okolinu su brzina kretanja u mjestu gdje se izvode radovi, priključak niskonaponske mreže s oba kraja prometnice te ima li posađenih drveća u blizini izvođenja radova. Odnosno, mora se obratiti pažnja na sve što može imati utjecaj na raspršivanje svjetlosti.

Tablica 4.1. Procijenjeni troškovi izvedbe za dvostrano postavljanje rasvjete i signalizacije pješačkog prijelaza

Red. Broj	Naziv robe-usluge	Jedinične mjere	Količina	Cijena(HRK)	Ukupno(HRK)
1.	Stup rasvjete	kom	2	4.800,00	9.600,00
2.	Svjetiljka na stupu	kom	2	4.200,00	8.400,00
3.	Prometni znak, 60x60	kom	2	5.600,00	11.200,00
4.	Bljeskalice, 60x16	kom	2	2.900,00	5.800,00
5.	Tipkalo	kom	2	900,00	1.800,00
6.	Senzor	kom	2	1.500,00	3.000,00
7.	Upravljački ormar	kom	2	5.500,00	5.500,00
8.	Temelj stupa	kom	2	2.600,00	5.200,00
9.	Instalacija	kom	1	25.000,00	25.000,00
				UKUPNO	75.500,00
				PDV	18.875,00
				SVEUKUPNO	94.375,00

Izvor: izradio autor

Iz tablice 4.1. vidimo procijenjene troškove za izgradnju dvostranog osvjetljavanja pješačkih prijelaza. Sustav osvjetljuje oba dijela prometnice, a sastoji se od svjetiljke, bljeskalice, senzora, upravljačkog ormara, tipkala, prometnog znaka i stupa. Opremu potrebnu za instalaciju ovakvog sustava moguće je vidjeti na slici 4.14. Ovakav sustav zahtijeva dodatno pokriće troškova struje.



Slika 4.14. Primjer opreme potrebne za dvostrani osvjetljeni pješački prijelaz

Izvor: [20]

Tablica 4.2. Procijenjeni troškovi za izradu autonomnog solarnog sustava za dvostranu rasvjetu.

Red. Broj	Naziv robe-usluge	Jedinične mjere	Količina	Cijena(HRK)	Ukupno(HRK)
1.	Stup rasvjete	kom	2	4.800,00	9.600,00
2.	Svjetiljka na stupu	kom	2	4.200,00	8.400,00
3.	Prometni znak, 60x60	kom	2	5.600,00	11.200,00
4.	Bljeskalice, 60x16	kom	2	2.900,00	5.800,00
5.	Tipkalo	kom	2	900,00	1.800,00
6.	Upravljački modul	kom	1	6.500,00	6.500,00
7.	Temelj stupa	kom	2	2.600,00	5.200,00
8.	Autonomni fotonaponski sustav	kom	2	7.500,00	15.000,00
				UKUPNO	63.500,00
				PDV	15.875,00
				SVEUKUPNO	79.375,00

Izvor: izradio autor

Iz tablice 4.2. vidimo procijenjene troškove za izgradnju autonomnog fotonaponskog sustava namijenjenog za pješački prijelaz. Sustav osvjetljava oba dijela prometnice, a sastoji se od svjetiljke, bljeskalice, fotonaponskog sustava, upravljačkog modula, tipkala, prometnog znaka i stupa. Opremu potrebnu za instalaciju ovakvog sustava moguće je vidjeti na slici 4.15. Ovakav je sustav također povoljan zbog toga što nema dodatnih troškova kod uporabe, odnosno trošak struje pokriva se sam pomoću fotonaponskog sustava.



Slika 4.15. Primjer opreme potrebne za autonomni pješačkog prijelaza

Izvor: [20]

5. ZAKLJUČAK

Najčešći problem kod pješačkih prijelaza predstavlja nedostatak signalizacija. Kako bi se taj problem regulirao, postoje točno određene norme koje se moraju zadovoljiti. Pješački prijelazi s vremenom postaju sve sigurniji, a direktno tome pridonosi razvoj novih tehnologija. Slijedno proširenju spektra uporabljivijih tehnologija povećava se sigurnost pješaka, ali isto tako i sigurnost vozača. Sljedeći korak u razvoju pješačkih prijelaza su interaktivni pješački prijelazi te moderne tehnologije koje također pridonose i autonomnoj vožnji. Pri završetku razvoja 5G tehnologije te krajnjeg razvoja autonomne vožnje automobila, cestovni će promet postići maksimalnu razinu sigurnosti. Odnosno, vozač će sam dobivati obavijesti o kretanju pješaka na pješačkim prijelazima i ostalim radnjama koje će se odvijati na prometnicama te će moći pustiti automobil da reagira potpuno sam ili će moći uzeti stvar u svoje ruke. Na osnovi prikupljenih podataka mogu se uvidjeti troškovi potrebni za izgradnju sustava za osvijetljavanje pješačkih prijelaza. Gore navedena rješenja teže osiguravanju ekološke održivosti te povećanju sigurnosti prometa. Prema tržišnim cijenama može se uvidjeti da su cijene izgradnje dvostranog sustava za osvijetljavanje pješačkog prijelaza veće nego one kod autonomnog fotonaponskog sustava. Isto tako, kod dvostrane osvijetljenosti pješačkog prijelaza postoje dodatni troškovi koji uključuju cijenu potrošnje struje. Autonomni fotonaponski sustav, također osvijetljava obje strane kolnika, a ne zahtijeva dodatne troškove potrošnje struje, priključenja na elektroenergetsku mrežu te dodatne troškove instalacije. Jedini problem kod autonomnog fotonaponskog sustava predstavlja baterija koju je potrebno promijeniti nakon točno određenog broja ciklusa punjenja i pražnjenja. Slijedno napretku tehnologije dolazi do proizvodnje boljih i jeftinijih baterija. Korištenjem energije obnovljivih izvora dobivamo jeftiniji način izvedbe osvijetljavanja pješačkih prijelaza, a ova situacija vrijedi kao dugoročna investicija te se zbog svojih podobnosti sve češće primjenjuje u novo izgrađenim prometnicama. U skladu s daljnjim razvitkom tehnologije, potrebno je pomno popratiti razvoj baterija te solarnih tehnologija koje se koriste za autonomne sustave kako bi takav sustav postao još isplativiji, a uz već navedenu tehnologiju potrebno je pratiti i razvoj autonomne vožnje čiji je cilj povećati sigurnosti prometa te koncept interaktivnih cesta.

LITERATURA

- [1] Janjatović, J., Pilepić, D., Pevalek, V., Utjecaj pješačkih prijelaza na poboljšanje mobilnosti pješačkog prometa u gradovima, Zbornik Veleučilišta u Rijeci, Vol. 3 (2015), br. 1, str. 205-220
- [2] Zakon o sigurnosti prometa na cestama (broj NN 67/2008) dostupan na: [Zakon o sigurnosti prometa na cestama](#) (09.06.2021.)
- [3] Obilježnje pješačke i biciklističke staze, https://sbplus.hr/slavonski_brod/politika/komunalni_poslovi/obiljezene_pjesacke_i_biciklisticke_staze.aspx#.YON-eehKhPY (17.06.2021)
- [4] Julie Hatfield, Susanne Murphy, The effects of mobile phone use on pedestrian crossing behaviour, Accident Analysis and Prevention 39 (2007) 197–205
- [5] Mark J. King*, David Soole, Ameneh Ghafourian, Illegal pedestrian crossing at signalised intersections: Incidence and relative risk, Accident Analysis and Prevention 41 (2009) 485–490
- [6] Samuel G. Charlton, Driving while conversing: Cell phones that distract and passengers who react, Accident Analysis and Prevention 41 (2009) 160–173
- [7] Suzanne P McEvoy, Mark R Stevenson, Anne T McCartt, Mark Woodward, Claire Haworth, Peter Palamara and Rina Cercarelli, Role of mobile phones in motor vehicle crashes resulting in hospital attendance: a case-crossover study. (2005), 428–430
- [8] Bungum, T.J., Day, C. & Henry, L.J. The association of distraction and caution displayed by pedestrians at a lighted crosswalk. J Community Health 30, (2005), 269–279
- [9] Donald A. Redelmeier and Robert J. Tibshirani, Car phones and car crashes: some popular misconceptions, (2001), 164 (11) ,1581-1582
- [10] Bilten o sigurnosti cestovnog prometa u 2019., dostupno na: <https://mup.gov.hr/pristup-informacijama-16/statistika-228/statistika-mup-a-i-bilteni-o-sigurnosti-cestovnog-prometa/283233> (06.06.2021.)
- [11]. U naletu vozila na pješačkom prijelazu poginula je žena , <https://www.24sata.hr/news/u-naletu-vozila-na-pjesackom-prijelazu-poginula-je-zena-73-552148> (17.06.2021)
- [12] Medved Josip, Orlović Ante, Sigurnost cestovnog prometa – prikupljanje i analiza podataka u svrhu predikcije i prevencije prometnih nesreća prometa / online časopis (16.06.2021)
- [13] Josip Mataija: U 2020. osam posto manje prometa, a 20 posto manje poginulih, u 2021. očekujemo manje od 200 smrtno stradalih na cestama, <https://autoportal.hr/izdvojeno/josip-mataija-u-2020-osam-posto-manje-prometa-a-20-posto-manje-poginulih-u-2021-ocekujemo-manje-od-200-smrtno-stradalih-na-cestama/>, (17.06.2021)
- [14] Bilten o sigurnosti cestovnog prometa u 2017., dostupno na: <https://mup.gov.hr/pristup-informacijama-16/statistika-228/statistika-mup-a-i-bilteni-o-sigurnosti-cestovnog-prometa/283233> (08.06.2021.)
- [15] Bilten o sigurnosti cestovnog prometa u 2018., dostupno na: <https://mup.gov.hr/pristup-informacijama-16/statistika-228/statistika-mup-a-i-bilteni-o-sigurnosti-cestovnog-prometa/283233> (08.06.2021.)
- [16] Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (broj NN 92/2019) dostupan na: [Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama](#) (07.06.2021.)
- [17] Stojkov, M., Šljivac, D., Topić, D., Trupinić, K., Alinjak, T., Arsoski, S., Klaić, Z., Kozak, D., Energetski učinkovita rasvjeta, Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Elektrotehnički fakultet Osijek, Strojarški fakultet u Slavonskom Brodu, Osijek 2015.
- [18] Skansi, R. Parametri svjetla u kontekstu javne rasvjete, Elikom d.o.o., Zagreb, 2003

- [19] Pravilnik o zonama rasvijetljenosti, dopuštenim vrijednostima rasvjetljavanja i načinima upravljanja rasvjetnim sustavima (NN 128/2020) dostupan na: [Pravilnik o zonama rasvijetljenosti, dopuštenim vrijednostima rasvjetljavanja i načinima upravljanja rasvjetnim sustavima](#) (07.06.2021)
- [20] [KATALOG.pdf \(pjesackiprijelazi.com\)](#) (01.06.2021.)
- [21] Zakon o zaštiti od svjetlosnog onečišćenja (broj NN 128/2020) dostupan na: [Zakon o zaštiti od svjetlosnog onečišćenja](#) (29.06.2021)
- [22] APL klasik dostupan na: <https://pjesackiprijelazi.com/klasik/> (10.06.2021.)
- [23] APL smart dostupan na: <https://pjesackiprijelazi.com/smart/> (10.06.2021.)
- [24] APL solar dostupan na: <https://pjesackiprijelazi.com/solarni-sustav-rasvjete/> (10.06.2021.)
- [25] Bercmansmart pedestrian crosswalk dostupan na <https://www.bercman.com/products/smart-pedestrian-crosswalk/> (10.06.2021.)
- [26] Starling crossing dostupan na: <https://umbrellium.co.uk/projects/starling-crossing/> (11.06.2021)

SAŽETAK

Povećana mobilnost uvjetuje kontinuirano traganje za tehnološki naprednijim i ekonomski isplativijim rješenjima vezanim za sigurnost sudionika u prometu. Najugroženiju skupinu predstavljaju pješaci. Statistički podaci o broju nesreća i stradavanja na pješačkim prijelazima ukazuju na potrebu povećavanja sigurnosti pješaka.

Ovim radom će biti prikazana određena rješenja vezana za signalizaciju i rasvjetu pješačkih prijelaza s tehnološkog i ekonomskog aspekta koja zadovoljavaju sve propisane norme, a pridonose sigurnosti kako pješačkog prometa tako i prometa vozila.

Radom će biti ukazano na nova rješenja koja osigurava signalizaciju i rasvjetu pješačkih prijelaza koji ga čine interaktivnim i sigurnijim te su prikazani zahtjevi za iste, uključujući i ekonomsku isplativost i troškove. Rad prikazuje ekonomsku analizu implementacije tehnologije u svrhu povećanja sigurnosti i razine mobilnosti pješačkog prometa.

Ključne riječi: isplativost, pametna signalizacijska rasvjeta, pješački prijelaz, rasvijetljenost, sigurnost

ABSTRACT

Increased mobility requires the continuous search for more technologically superior and economically more cost effective solutions related to the safety of traffic participants. Pedestrians are the most vulnerable group in traffic. Statistics and data about the number of accidents and casualties at pedestrian crossings indicate the need to increase pedestrian safety.

This paper presents some solutions related to signalization and lighting of pedestrian crossings that are technologically superior and economically more cost effective, that meet all the standards and contribute to pedestrian and road safety.

The paper points to a new technological solutions that provides signaling and lighting of pedestrian crossings and makes them more interactive and much safer, also shown there are all of the requirements including cost effectiveness and costs. This paper also provides economic analysis of the implementation of technology in order to increase pedestrian traffic safety and the level of pedestrian mobility.

Keywords: smart signal lighting, illuminance, pedestrian crossing, safety, cost-effectiveness

ŽIVOTOPIS

Marko Kenjeric rođen je 23. Studenog 1998. u Virovitici. Nakon završetka osnovne škole 2013. upisuje Srednju Školu u Slatini, smjer Opća Gimnazija. Nakon završetka srednje škole 2017. godine, polaže državnu maturu te upisuje preddiplomski studij elektrotehnike na Fakultetu elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija. Na drugoj godini studija odabire izborni blok elektroenergetika.

Potpis autora