

## Brzina kretanja pješaka na obilježenim pješačkim prelazima

Budimir Bajbić<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Opštinska uprava Teslić, Karađorđeva 18, 74 270 Teslić

### PODACI O RADU

DOI: 10.31075/PIS. 68.02.08  
Stručni rad  
Primljen: 01/05/2022  
Prihvaćen: 25/06/2022  
Korespondent autor:  
budimir.bajbic@opstinaateslic.com

#### Ključne reči:

Pješački prelaz  
Širina prelaza  
Brzina pješaka

### REZIME

Na kretanje pješaka utiče niz faktora, među najznačajnijim su vrijeme i brzina prelaska preko pješačkih prelaza. U direktnoj su zavisnosti od širine obilježenog pješačkog prelaza, a analizirani su na dva obilježena prelaza u Tesliću, istih karakteristika, pored srednje i pored osnovne škole. Ciljne grupe istraživanja činile su različite starosne dobi učenika podjeljene po polovima i dvije starosne klase. Da bi dobili što tačnije podatke o brzinama pješaka, što je i cilj istraživanja, sem metode naučnog posmatranja koristila se i tehnika video snimanja. Rezultat ovih metoda čine tabele u kojima su klasifikovane brzine i vrijeme prelaska na osnovu kojih su predstavljeni grafikoni brzine, vremena prelaska i Nivo usluge datih pješačkih prelaza. Rezultatom se došlo do zaključka da bi povećavanjem širine pješačkog prelaza na obe lokacije brzine prelaska pješaka opale, imajući na umu da veća širina pješačkog prelaza omogućava duže vrijeme prelaska.

## 1. UVOD

Na osnovna kretanja pješaka u koja spade i prelaženje preko kolovoza utiče veliki broj objektivnih i subjektivnih faktora prisutnih u saobraćaju. Za pješake, koji su najugroženija grupa učesnika u saobraćaju, najkritičnije tačke u putnoj mreži su pješački prelazi, gdje se pješački tokovi ukrštaju sa tokovima vozila na istom nivou. Na tim mjestima sa jedne strane potrebno je omogućiti siguran prelazak pješaka preko kolovoza a sa druge neometan prolazak vozila. Pješaci su najmanje zaštićeni učesnici u saobraćaju koji zbog svojih prirodnih proporcija ujedno predstavljaju i najsporije učesnike u saobraćaju.

Zakon o osnovama bezbjednosti saobraćaja na putevima u Bosni i Hercegovini definiše obilježeni pješački prelaz kao dio površine kolovoza namijenjen za prelaženje pješaka, a pravilnikom propisuje da je prelaz obilježen oznakama na kolovozu i odgovarajućim saobraćajnim znakom III-6 [1].

Regulisanje pješačkih prelaza može se vršiti na više načina. Način regulisanja kretanja pješaka preko pješačkih prelaza jeste kroz postavljane saobraćajnih znakova kojima se prvenstvo prolaza daje pješacima, ukoliko je ispred samog pješačkog prelaza postavljen znak za obilježavanje istog. Na velikim raskrscima, gdje su protok pješaka i vozila visokog inteziteta, a postoji opravdanost za postavljanjem semafora, kretanje pješaka se reguliše davanjem odgovarajućih svjetlosnih signala.

Vrijeme potrebno za prelazak pješačkog prelaza predstavlja odnos koji se može iskazati kao funkcija dužine pješačkog prelaza i brzine hoda pješaka. Obzirom da na posmatranim pješačkim prelazima često dolazi do povećavanja zahtjeva za kretanjem sa obe strane prelaza, samim tim vrijeme prelaska je u porastu, s obzirom da je brzina prelaska u padu zbog međusobnih interakcija pješaka koji prelaze sa suprotnih strana. U ovim slučajevima širina pješačkog prelaza postaje jako bitna u dimenzionalnom smislu.

U radu je izvršena analiza brzine prelaska pješaka u zavisnosti od širine dva obilježena pješačka prelaza u Tesliću istih dimenzionalnih karakteristika sa različitom starosnom strukturom pješaka pošto se radilo o pješačkim prelazima ispred srednje i osnovne škole. Da bi se dobili što tačniji ulazni podaci o brzinama pješaka sem metode naučnog posmatranja koristila se još i tehnika video snimanja. Na osnovu ovih tehnika došlo se do modela brzine hoda pješaka a na osnovu nje došlo se do prognoze da li treba ulaziti u izmjene širine pješačkih prelaza.

Drugi dio navodi osnovne dimenzije vezane za brzinu kretanja pješaka i širinu pješačkog prelaza koji pješaci prelaze, dok su u trećem dijelu rada data relevantna istraživanja iz okruženja i svijeta na temu brzine kretanja pješaka na različitim pješačkim površinama.

U metodologiji, data je hipoteza koja će se ispitivati. Peti dio rada opisuje primjenjene naučne metode i tehnike, te predstavlja metodologiju po kojoj se istraživanje sprovело. Sledeća dva poglavlja sadrže dobijene rezultate uz diskusiju dobijenih rezultata, na osnovu koje je predstavljen sam model brzine kretanja pješaka na obilježenim pješačkim prelazima. U zaključku rada data su zaključna razmatranja, pored kojih su navedeni i neki dalji budući koraci u vezi sa sprovedenim istraživanjem.

## 2. Normativi za izgradnju pješačkih prelaza

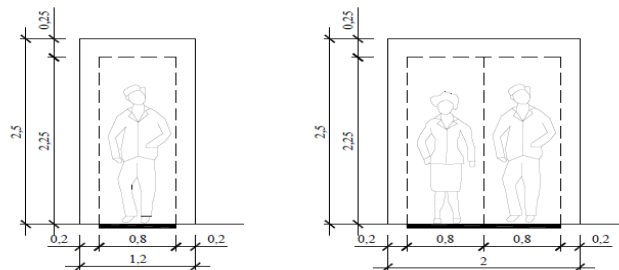
Da bi se mogla vršiti bilo kakva planerska, projektantska i operativna analiza potrebno je objasniti pojam propusnosti. Propusnost pješačkog prelaza je sposobnost prolaska određenog broja pješaka u jedinici vremena na određenom presjeku. Propusnost služi kao parametar kojim se vrši određivanje širine prelaza, a uzima se u obzir samo kada se pojavljuje veliki broj pješaka, što je u ovom radu slučaj samo za pješački prelaz pored srednje škole. Propusnost jednosmjernog pješačkog toka iznosi od 39 do 82 pješaka/m/min, a za gradove se primjenjuje protok od 66 pješaka/m/min. Kada je riječ o brzini kretanja neomateno pješaka, ona suštinski zavisi od njegove starosti, psihofizičkih sposobnosti i mjesta na kome se nalazi u trenutku kada stupa na kolovoz. Postoje brojna istraživanja koja pokazuju da su brzine kretanja neomatanih pješaka veće nego brzine pješaka koji su na određeni način ometeni, bilo da sa sobom nose prtljag, bilo da se kreću istovremeno sa drugim pješacima [2]. Ova teorija je na neki način i logična kada se radi o pomenutim načinima kretanja.

Osnovni nacrtni profil kod pješaka može se definisati na osnovu širine ramena 0,60m i širine tijela pješaka 0,40m. Međutim, svaki pješak ima potrebu za svoj manevarski prostor za bezbjedno i neometano kretanje. Taj prostor se bitno razlikuje u zavisnosti da li se pješak kreće ili stoji. Možemo ga dobiti na osnovu razmaka između pješaka, koji je predstavljen u *Tabeli 1*.

**Tabela 1** Razmak između pješaka, [3]

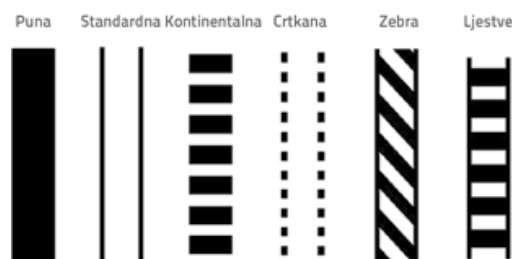
	paralelno u odnosu na širinu ramena	Vertikalno u odnosu na širinu ramena
pješak koji stoji	0,80m	0,60m
pješak koji hoda	0,80m	1,00m

Slobodni i saobraćajni profil pješaka koji se upotrebljava pri dimenzionisanju pješačkih prelaza predstavljen je na *Slici 1*.



**Slika 1** Slobodni i saobraćajni profil pješaka, [4]

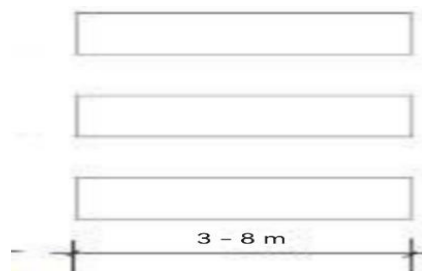
Pri označavanju ili izvođenju pješačkog prelaza treba paziti da prelaz bude lako dostupan svim korisnicima *Slika 2*.



**Slika 2** Uobičajene oznake pješačkih prijelaza, [5]

Na semaforizovanim kao i na nesemaforisovanim pješačkim prelazima, mogu se primijeniti brojne mjere kako bi se smanjila opasnost kojoj su izloženi pješaci. Obzirom na činjenicu da pješaci čine grupu učesnika u saobraćaju koji obično imaju prednost u odnosu na motorna vozila, najčešće se kao mjera bezbjednosti na intenzivno korištenim pješačkim prelazima primjenjuje smanjenje dopuštene brzine kretanja motornih vozila. Ukoliko se radi o prihvatljivoj dopuštenoj brzini ide se u pravcu pojačavanja protoka pješaka izmjenom širine pješačkog prelaza.

Pored dužine pješačkog prelaza koja na pomenutim prelazima iznosi 11m, i neće se razmatrati u daljem toku rada, postoji još jedan važan faktor koji utiče na brzinu kretanja pješaka a to je širina pješačkog prelaza. Širina pješačkog prelaza trebalo bi da je u skladu sa zahtjevima pješaka, međutim vrlo često zbog nedovoljnog prostora u samoj raskrsnici, pješački prelazi budu označeni u manjim širinama nego što je to potrebno. Najmanja širina pješačkog prelaza može da bude 3,0m a najveća 8,0m, *Slika 3*.



**Slika 3** Najmanja širina pješačkog prelaza [6]

Пјешачки прелаз морају се поставити и када није испуњен услов величине пјешачког тока. У таквим ситуацијама примјењује се само критеријум ширине коловоза, па ће ширина пјешачког прелаз бити [6]:

- за коловоз са 2 траке 3,0m,
- за коловоз са 3 и 4 траке 4,0m,
- за коловоз са 5 трака 5,0m и више;

На дјеловима улица гдје је из неког разлога предвиђена брзина возила већа од 50km/h, увијек се обилежава пјешачки прелаз ширине 5,0m. На улицама је уобичајено, осим уколико се не мора поступити по критеријумима величине пјешачких токова, да се пројектују пјешачки прелаз ширине 4,0m. Обзиром на маневарску површину коју захтјевају пјешаци, брзина пјешака је у зависности од ширине самог пјешачког прелаз.

### 3.RELEVANTNA ISTRAŽIVANJA

Бројни приручници, као што је приручник MUTCD 2009 о јединственим уређајима за контролу саобраћаја у Сједињеним Америчким Државима, препоручују одговарајуће ширине пјешачких прелаз, а све у веzi са пјешачким захтјевима. Тако рецимо минимална ширина пјешачких прелаз у SAD-у износи 1,8m [7]. На улицама код нас је уобичајено, осим уколико се не мора поступити по критеријумима величине пјешачких токова, да се пројектују пјешачки прелаз ширине 4,0m, [6]. Разлози за различите вриједности оправдавају се кроз различите потребе пјешака.

У поглављу HCM 2000 који се односи на пјешаке, наводи се формула на основу које може да се процени укупно вријеме потребно за прелазак пјешака преко пјешачког прелаз. У датој формули, вријеме проведено на пјешачком прелазу не зависи од захтјева пјешака, двосмјерног ефекта нити ширине пјешачког прелаз. Међутим, поглавље које се односи на пјешачки и бициклистички концепт, представља основне дијаграме кретања пјешака и бициклиста на различитим површинама намјенијеним за њихово кретање, гдје се поминје, да се у случају двосмјерног кретања пјешака, јавља смањење капацитета. Дакле, двосмјерно кретање пјешака утиче на смањење основних параметара пјешачког тока, међу којима је и брзина хода пјешака, из разлога интеракције пјешака који се крећу из супротних смјерова [8].

Yang и Sun су кроз своје истраживање добили резултате који указују да ширина и дужина пјешачког прелаз утичу на брзину кретања и попустљивост пјешака када су у питању сигнални знаци на semaforisanim обилеженим пјешачким прелазима [9]. Zhao и dr. су примјеном технике видео снимања на терену, анализирали путање којима се пјешаци крећу, уз анализу просјечне брзине кретања пјешака [10]. Према Iryo-Asano и Alhajyaseen пјешачки маневри зависе од мноштва фактора, међу којима је брзина хода пјешака и геометрија саме raskrsnice на којој се обилежени пјешачки прелаз [11].

Осим тога, Kadali и Vedagiri су у својим истраживањима утврдили да на понашање пјешака при преласку коловоза битно утичу обим саобраћаја и сама геометрија коловоза [12]. Onelcin и dr. су истраживали брзине кретања пјешака и времenske губитке на различитим semaforisanim обилеженим пјешачким прелазима, гдје су утврдили значајан утицај различитих фактора као што су старосна и полна структура, величина групе, ометеност пјешака itd., [13]. Према Goh и dr. брзина кретања пјешака, на semaforisanim обилеженим пјешачким прелазима, није иста када су у питању мушкарци и жене, нити када су у питању дневни и ноћни услови кретања пјешака. Веће брзине кретања су имали пјешаци мушког пола, у свим старосним групам, гдје је у просјеку брзина кретања мушкарца износила 1,46m/s, и жена 1,35m/s [2]. Неколико истраживања, међу којима је и истраживање Shahin 2006, су проучавала понашање пјешака на обилеженим пјешачким прелазима са циљем развијања микро-симулацијских модела на основу којих су откривене основне карактеристике али и конфликти у кретању пјешака [14]. Zafri, Rony и Adri су истраживали у Daki гдје су прикупљени подаци везани за 560 пјешака на три raskrsnice. Резултатима се утврдило да је пројектована брзина пјешачког прелаз 1,15m/s. Резултатима је такође утврђено да је брзина преласка пјешака била повезана са типом контроле raskrsnice, полом, узростом, типом и локацијом прелаз, величином групе прелаз и понашањем у складу са smijerom контроле. Резултати показују да пјешаци нису htjeli да чекају дужи од 20–30s да пређу коловоз. Вријеме чекања пјешака variralo је у зависности од врсте контроле raskrsnice, пола, старости, минималног jaza, локације чекања и протока возила [15]. Garunović и dr. истраживали су утицај брзине кретања возила са аспекта безбједности саобраћаја како би дошли до адекватне мјере за neometano кретање пјешака на обилеженим пјешачким прелазима. У свом раду дошли су до података да издизање висине пјешачког прелаз у односу на коловоз позитивно утиче на смањење брзине кретања возила, а самим тим на смањење времена чекања на прелазак код пјешака. Међутим, daljim истраживањем утврђено је да смањење брзине возила и времена чекања на прелазу нема никакав утицај на повећавање брзине преласка обилеженог пјешачког прелаз тј., брзина преласка остала је nepromjenjena [4].

Наведена је ширина пјешачких прелаз у SAD и Србији, методе прикупљања брзина, брзине преласка код пјешака и бициклиста и формуле за израчунавање пројектоване брзине. Posljednjim пасусом се говорило о техникама снимања, геометрији пјешака и пјешачких прелаз као и начину на који се дошло до прикупљања података на основу одређеног број пјешака на више прелаз. Атори радова обухваћених литерарним pregledom својим истраживањем су закључили да вријеме чекања на прелазак преко пјешачких прелаз и форма пјешачког прелаз имају утицај на брзине преласка пјешака.

## 4. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

### 4.1. Predmet i cilj istraživanja

Predmet istraživanja odnosi se na prelazak pješaka na dva obilježena pješačka prelaza istih dimenzionalnih karakteristika a različitih starosnih struktura pješaka, odnosno brzine kretanja pješaka na istim.

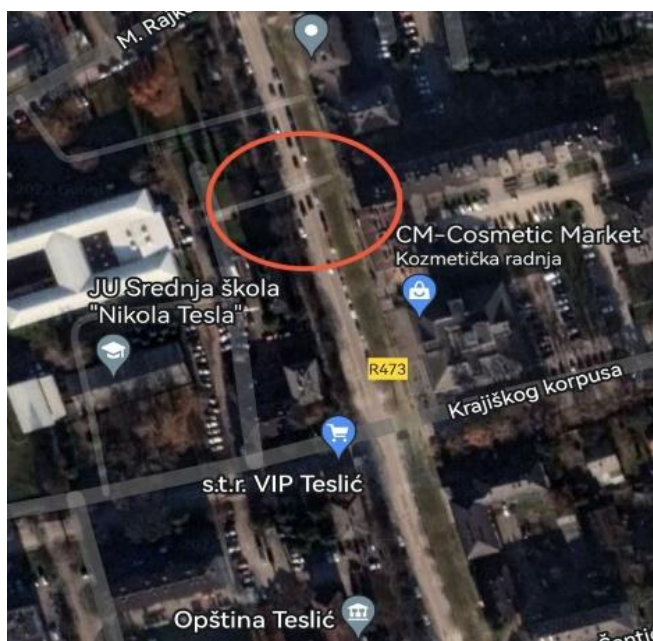
Sprovedenim istraživanjem snimljena su kretanja oko 300 pješaka na svakom pješačkom prelazu sa različitom klasifikacijom pješaka što je za cilj imalo da se utvrde brzine kretanja pješaka u zavisnosti od širine obilježenog pješačkog prelaza.

Cilj istraživanja je ocjena karakteristika kretanja pješaka na obilježenim pješačkim prelazima.

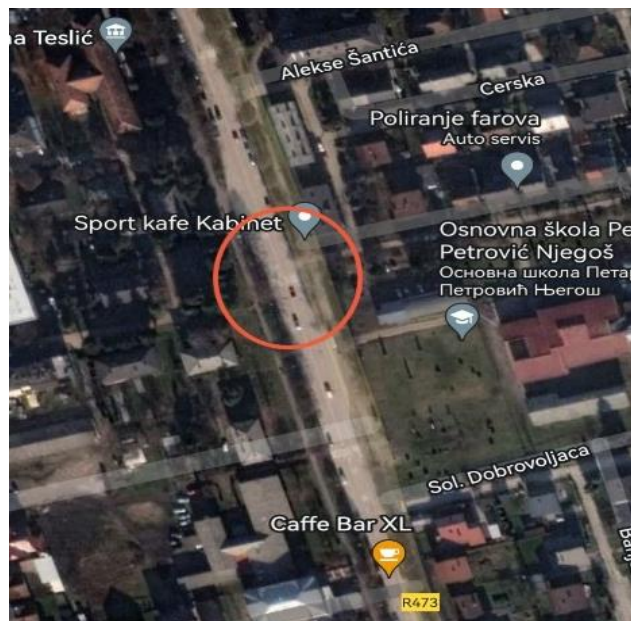
Hipoteza istraživanja: Povećavanje širine pješačkog prelaza kao rezultat će imati duže vrijeme prelaska pješaka što dovodi do manje brzine prelaska.

### 4.2. Vrijeme i mjesto istraživanja

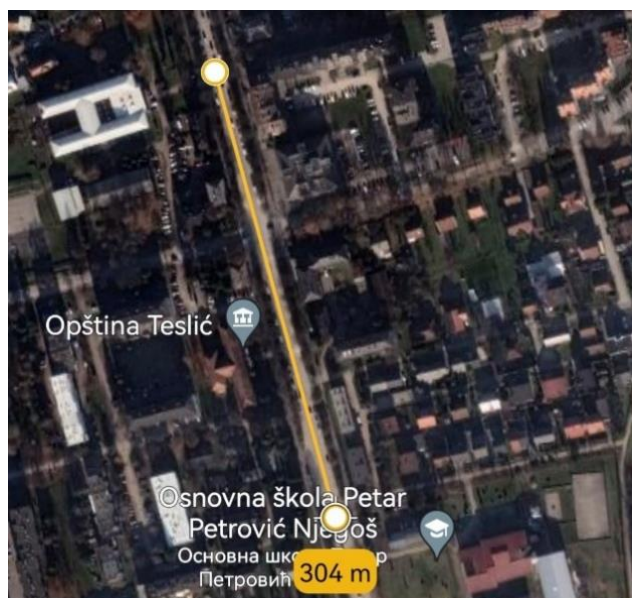
Vrijeme sprovedenog istraživanja je dva mjeseca i odnosi se na period od 1. aprila do 30. maja 2022. godine. Istraživanje se vršilo radnim danima, u vrijeme pojačane frekvencije saobraćaja u Tesliću. Snimanje je vršeno u prijepodnevnim periodima od 09.00 do 12.00 časova. Dati period istraživanja izabran je na osnovu podataka o intezitetu saobraćaja u tim periodima, tada imamo najveći broj pješaka. Mjesto istraživanja predstavljaju dva obilježena pješačka prelaza istih dimenzionalnih karakteristika od kojih se jedan nalazi ispred srednjoškolskog centra a drugi ispred osnovne škole, u Karađorđevoj ulici, *Slike 5., 6. i 7.*



**Slika 5** Lokacija 1, Karađorđeva ulica, kod srednje škole, Google Earth



**Slika 6** Lokacija 2, Karađorđeva ulica, kod osnovne škole, Google Earth



**Slika 7** Udaljenost između lokacije 1 i lokacije 2, Google Earth

Udaljenost između posmatranih prelaza je oko 304 metra. Ova udaljenost ima veliki uticaj na izbor kretanja pješaka, pogotovu na pješački prelaz kod osnovne škole, koji se većinski koristi za prelazak u vrijeme školske nastave.

### 4.3. Metod istraživanja

Za potrebe ovog rada primjenjivale su se različite metode naučnog istraživanja koje su bile dostupne u korištenoj literaturi. Neke od korištenih metoda su:

- metoda teorijske analize,
- metoda statističke analize,
- proučavanja relevantne literature,
- metoda subjektivne procjene i
- metoda mjerenja.

U procesu istraživanja za prikupljanje relevantnih podataka korištene su sljedeće tehnike:

- opažanje,
- brojanje i
- video snimanje na terenu.

U istraživanju je primjenjena metoda naučnog posmatranja, gdje su primjenom tehnike snimanja, snimane brzine kretanja pješaka na obilježenim pješačkim prelazima. Video kamerom snimljena su kretanja pješaka u oba smjera na prethodno navedenim lokacijama obilježenih pješačkih prelaza. Video kamera je postavljena na vidnom mjestu u neposrednim blizinama raskrsnica i konkretnog prelaza, na način da se postavljanjem kamere ne bi uticalo na promjenu kretanja pješaka prilikom prelaska kolovoza. Osim primjene metode naučnog posmatranja, primjenjen je i metod mjerenja. Mjerena je širina pješačkih prelaza, kako bi se mogle izračunati brzine kretanja pješaka preko pješačkih prelaza. Dobijeni su sledeći podaci o širinama pješačkih prelaza:

- Karađorđeva ulica pored srednje škole 4,0m,
- Karađorđeva ulica pored osnovne škole 4,0m.

Podaci dobijeni putem empirijskog istraživanja unešeni su u MS Excel 2016, gdje se uz pomoć istog vršila analiza i sinteza dobijenih podataka.

#### 4.4. Ograničenja u istraživanju

Istraživanje brzine kretanja pješaka na obilježenim pješačkim prelazima podrazumijeva i određena ograničenja. Prilikom snimanja, visoka frekvencija i veliki broj vozila koja se parkiraju duž obilježenog parkirališta na ulici u smjeru kretanja povremeno su ograničavali vidljivost pješaka na snimku.

Obzirom na navedeno ograničenje, obrađeni su podaci o kretanjima svih kategorija i starosne strukture prikazani u tabelama 2 i 3 koji u toku snimanja nisu bili zaklonjeni od strane motornih vozila i one grupe koje su se zbog male frekvencije nailaska mogle obraditi na licu mjesta. Zbog ograničenja istraživanja, a imajući u vidu definisan cilj istraživanja, izostalo je istraživanje ponašanja posmatranih grupa pješaka u različitim vremenskim uslovima (dan, noć), saobraćajnim uslovima (različiti intenzitet i struktura saobraćaja), te različitog uređenja obilježenog pješačkog prelaza.

## 5. REZULTAT ISTRAŽIVANJA

### 5.1. Polna struktura pješaka

Na lokaciji 1, Karađorđeva ulica, kod srednje škole, sa širinom obilježenog pješačkog prelaza 4,0m evidentirano je oko 300 pješaka. Podaci su prikazani u *Tabeli 2*.

**Tabela 2** Klasiranje pješaka na lokaciji 1

Ukupno	Ukupno po polu		%		Ukupno do 18 godina	Ukupno preko 18 godina	% do 18 godina	% Preko 18 godina
	Muški	Ženski	Muški	Ženski				
300	145	155	48,33	51,66	254	46	84,6	15,33

Na lokaciji 2, Karađorđeva ulica, kod osnovne škole, sa širinom obilježenog pješačkog prelaza 4,0 m evidentirano je oko 300 pješaka. Podaci su prikazani u *Tabeli 3*.

**Tabela 3** Klasiranje pješaka na lokaciji 2

Ukupno	Ukupno po polu		%		Ukupno do 18 godina	Ukupno preko 18 godina	% do 18 godina	% Preko 18 godina
	Muški	Ženski	Muški	Ženski				
300	125	175	41,66	58,33	256	44	85,3	14,66

Poređenjem tabela 2 i 3 može se zaključiti da su za istraživanje korištene iste klasifikacije pješaka. Klasiranje pješaka kod osnovne škole za pretpostavku ima da će izrazito mlađi učenici imati manje brzine u odnosu na starije uzraste koji bi trebalo da imaju približnije brzine prelaska pješacima sa lokacije 1.

### 5.2. Vrijeme prelaska obilježenog pješačkog prelaza

Na lokaciji 1, Karađorđeva ulica kod srednje škole sa širinom obilježenog pješačkog prelaza 4,0m od evidentiranih oko 300 pješaka najveći broj njih, čak 49, kada su u pitanju učenici i učenice, je pješačkih prelaz prešao za 8,9s.

Najduže vrijeme prelaska i to samo za jednog pješaka iznosilo je 9,1s. Najkraće vrijeme prelaska preko obilježenog pješačkog prelaza imalo je 4 pješaka, a ono iznosi 7s. Svi navedeni podaci predstavljeni su u *Tabeli 4*.

**Tabela 4** Vrijeme prelaska pješaka na lokaciji 1

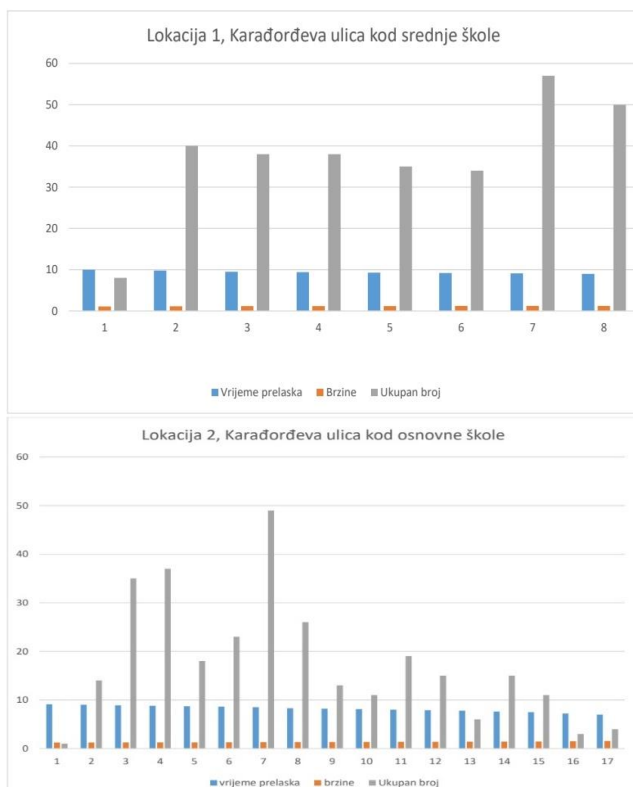
Vrijeme prelaska	Brzine	Ukupan broj
9,1	1,21	1
9	1,22	14
8,9	1,24	35
8,8	1,25	37
8,7	1,26	18
8,6	1,27	23
8,5	1,29	49
8,3	1,32	26
8,2	1,34	13
8,1	1,35	11
8	1,37	19
7,9	1,39	15
7,8	1,41	6
7,6	1,44	15
7,5	1,46	11
7,2	1,52	3
7	1,57	4

Na lokaciji 2, Karađorđeva ulica kod osnovne škole sa širinom obilježenog pješačkog prelaza 4,0m od evidentiranih oko 300 pješaka najveći broj njih, čak 51, kada su u pitanju učenici i učenice, je pješačkih prelaz prešao za 9,1s. Najduže vrijeme prelaska i to za 8 pješaka iznosilo je 10s. Najkraće vrijeme prelaska preko obilježenog pješačkog prelaza imalo je 50 pješaka, a ono iznosi 9s. Svi navedeni podaci predstavljani su u *Tabeli 5*.

**Tabela 5** Vrijeme prelaska pješaka na lokaciji 2

Vrijeme prelaska	Brzine	Ukupan broj
10	1,1	8
9,8	1,12	40
9,5	1,15	38
9,4	1,17	38
9,3	1,18	35
9,2	1,19	34
9,1	1,21	57
9	1,22	50

Na lokaciji 1 računanjem brzine na osnovu 85-og percentila ustanovljeno je da 85% pješaka ima brzine prelaska manje ili jednake 1,46m/s. Računanjem brzine na osnovu 85-og percentila na lokaciji 2 ustanovljeno je da 85% pješaka ima brzine prelaska manje ili jednake 1,21m/s. Dobijeni podaci iz tabela 4 i 5 prikazani su grafikonom. Prikazan je ukupan broj pješaka koji je svojim prelaskom postigao navedena vremena i brzine prelaska *Slika 5*.



**Slika 5** Grafikon ukupnog broja pješaka koji je svojim prelaskom postigao navedena vremena i brzine prelaska na lokacijama 1 i 2

Na grafikonu lokacije 1 i lokacije 2, primjeti se ravnomjerna raspodjela vremena i brzine prelaska pješaka preko obilježenog pješačkog prelaza u odnosu na promjenjivost vrijednosti broja pješaka koji je u toku posmatranog perioda postigao navedene brzine. Na osnovu dobijenih grafikona može se konstatovati da projektovana širina pješačkog prelaza omogućava pješacima neometano kretanje i postizanje prihvatljivih brzina prilikom prelaska.

### 5.3. Brzina kretanja pješaka preko obilježenog pješačkog prelaza

#### 5.3.1. Brzine kretanja pješaka na Lokaciji 1

Kada se govori o pješacima mlađim od 18 godina, na lokaciji 1, Karađorđeva ulica kod srednje škole sa širinom obilježenog pješačkog prelaza 4,0m ukupna prosječna brzina kretanja nvedene grupe pješaka iznosila je 1,30m/s. Najmanja brzina kretanja navedene grupe pješaka na datoj lokaciji iznosi 1,22m/s, dok je najveća brzina kretanja navedene grupe pješaka 1,57m/s. Navedeni podaci predstavljani su u *Tabeli 6*.

**Tabela 6** Brzine kretanja pješaka na lokaciji 1

Aritmetička sredina	Standardna devijacija	Koeficijent varijacije	Minimalna brzina	Maksimalna brzina
1,30 m/s	0,45 m/s	0,35m/s	1,22 m/s	1,57m/s

Kod pješaka starijih od 18 godina, na lokaciji 1, Karađorđeva ulica kod srednje škole sa širinom obilježenog pješačkog prelaza 4,0m ukupna prosječna brzina kretanja nvedene grupe pješaka iznosila je 1,26m/s. Najmanja brzina kretanja navedene grupe pješaka na datoj lokaciji iznosi 1,21m/s, dok je najveća brzina kretanja navedene grupe pješaka 1,32m/s. Navedeni podaci predstavljani su u *Tabeli 7*.

**Tabela 7** Brzine kretanja pješaka na lokaciji 1

Aritmetička sredina	Standardna devijacija	Koeficijent varijacije	Minimalna brzina	Maksimalna brzina
1,26 m/s	0,55 m/s	0,42m/s	1,21 m/s	1,32m/s

Na istoj lokaciji, ukupna prosječna brzina kretanja pješaka iznosila je 1,32m/s.

**Tabela 8** Brzine kretanja pješaka na lokaciji 1

Aritmetička sredina	Standardna devijacija	Koeficijent varijacije	Minimalna brzina	Maksimalna brzina
1,32 m/s	0,90 m/s	0,68m/s	1,21 m/s	1,57m/s

Najmanja brzina kretanja pješaka na datoj lokaciji iznosi 1,21m/s, dok je najveća brzina kretanja pješaka 1,57m/s. Navedeni podaci predstavljani su u *Tabeli 8*.

### 5.3.2. Brzine kretanja pješaka na Lokaciji 2

Kod pješaka na lokaciji 2, Karađorđeva ulica kod osnovne škole sa širinom obilježenog pješackog prelaza 4,0m prosječna brzina kretanja mlađih pješaka od 18 godina iznosila je 1,19m/s. Najmanja brzina kretanja navedene grupe pješaka na datoj lokaciji iznosi 1,10m/s, dok je najveća brzina kretanja navedene grupe pješaka 1,22m/s. Navedeni podaci predstavljeni su u *Tabeli 9*.

**Tabela 9** Brzine kretanja pješaka na lokaciji 1

Aritmetička sredina	Standardna devijacija	Koeficijent varijacije	Minimalna brzina	Maksimalna brzina
1,19 m/s	0,23 m/s	0,19m/s	1,10 m/s	1,22m/s

Kada se posmatraju stariji od 18 godina, prosječna brzina kretanja navedene grupe pješaka iznosila je 1,21m/s. Najmanja brzina kretanja navedene grupe pješaka na datoj lokaciji iznosi 1,10m/s, dok je najveća brzina kretanja navedene grupe pješaka 1,22m/s. Navedeni podaci predstavljeni su u *Tabeli 10*.

**Tabela 10** Brzine kretanja pješaka na lokaciji 1

Aritmetička sredina	Standardna devijacija	Koeficijent varijacije	Minimalna brzina	Maksimalna brzina
1,21 m/s	0,25 m/s	0,19m/s	1,10 m/s	1,22m/s

Na lokaciji 2, ukupna prosječna brzina kretanja pješaka iznosila je 1,19m/s.

**Tabela 11** Brzine kretanja pješaka na lokaciji 2

Aritmetička sredina	Standardna devijacija	Koeficijent varijacije	Minimalna brzina	Maksimalna brzina
1,19 m/s	0,30 m/s	0,25m/s	1,10 m/s	1,22m/s

Najmanja brzina kretanja pješaka na datoj lokaciji iznosi 1,10m/s, dok je najveća brzina kretanja pješaka 1,22m/s. Navedeni podaci predstavljeni su u *Tabeli 11*.

### 5.3.2. Nivo usluge –LOS-

Na osnovu dobijenih brzina po 85-om percentilu, određuje se Nivo usluge-**LOS** na posmatranim pješackim prelazima. Kriterijumi za definisanje različitih Nivoa Usluge nisu dovoljno precizni, tako za određivanje graničnih tačaka možemo reći da je u određenoj mjeri subjektivno. Nivo Usluge se definiše preko unakrsnih tokova pješaka ili što je slučaj u ovom radu preko brzine pješaka, *Tabela 12*.

**Tabela 12** Nivo usluge na osnovu brzine kretanja pješaka [8]

Nivo Usluge pješacke saobraćajnice	Brzina kretanja pješaka (met/sek)
<b>A</b>	> 1,33
<b>B</b>	1,27 - 1,33
<b>C</b>	1,22 - 1,27
<b>D</b>	1,13 - 1,22
<b>E</b>	0,75 - 1,13
<b>F</b>	< 0,75

Nivo usluge – **LOS**, prema brzinama kretanja 85% pješaka koje se ostvaruju na lokaciji 1 i lokaciji 2:

- Na lokaciji 1 ostvaren je nivo usluge **A**,
- Na lokaciji 2 ostvaren je nivo usluge **D**,

## 6. DISKUSIJA

Na osnovu dobijenih rezultata o brzinama kretanja pješaka na dvije različite lokacije pješackih prelaza, sa istim dimenzionalnim karakteristikama obilježenog pješackog prelaza, može se konstatovati da se prosječna brzina svih posmatranih grupa, gdje se istraživanje vršilo na 600 pješaka, kreće:

Na lokaciji 1 u rasponu od 1,21m/s do 1,57m/s, sa utvrđenih 17 različitih brzina koje su postignute za vrijeme prelaska.

Na lokaciji 2 u rasponu od 1,10m/s do 1,22m/s, sa utvrđenih 8 različitih brzina koje su postignute za vrijeme prelaska.

Na grafikonu lokacije 1 i lokacije 2, primjetimo ravnomjernu raspodjelu vremena i brzine prelaska pješaka preko obilježenog pješackog prelaza u odnosu na promjenjivnu vrijednost broja pješaka koji je u toku posmatranog perioda postigao navedene brzine. Na osnovu dobijenih grafikona može se konstatovati da projektovana širina pješackog prelaza omogućava pješacima neometano kretanje i postizanje prihvatljivih brzina prilikom prelaska.

U rezultatima se može primjetiti da se pješaci različitih starosnih i polnih struktura na lokaciji 2 (1,19 m/s) kreću nešto sporije u odnosu na pješake sa lokacije 1 (1,32 m/s). Na lokaciji 1 računanjem brzine na osnovu 85-og percentila ustanovljeno je da 85% pješaka ima brzine prelaska manje ili jednake 1,46m/s. Računanjem brzine na osnovu 85-og percentila na lokaciji 2 ustanovljeno je da 85% pješaka ima brzine prelaska manje ili jednake 1,21m/s. Brzine kretanja na lokaciji 1 su za 20,66% veće nego što su na lokaciji 2. Pješaci mlađi od 18 godina na lokaciji 1 kreću se prosječnom brzinom 1,30m/s, dok se na lokaciji 2 kreću 1,19m/s što je 9,24% manje. Pješaci stariji od 18 godina na lokaciji 1 kreću se prosječnom brzinom 1,26m/s, dok se na lokaciji 2 kreću 1,21m/s što je 4,13% manje. Razlog ovih razlika u brzinama ogleda se u fizičkim predispozicijama imajući u vidu da su na lokaciji 2 prelazili osnovci a na lokaciji 1 srednjoškolci. Ovim rezultatom iako se ne radi o semaforisanoj raskrsnici djelimično se slaže teorija Onelcin i dr. 2017 koji su istraživali brzine kretanja pješaka i vremenske gubitke na različitim semaforisanim obilježenim pješackim prelazima, gdje su utvrdili značajan uticaj različitih faktora kao što su starosna i polna struktura, veličina grupe, ometenost pješaka itd [13].

Na lokacijama 1 i 2 predstavljene su tri aritmetičke sredine a to su najmanja brzina, prosječna brzina i najveća brzina. Glavni razlog toga je potreba da se na osnovu razlike u godinama posmatranih klasa pješaka prikaže što tačnija razlika u brzinama između posmatranih prelaza.

Dobijene prosječne brzine kretanja su niže u odnosu na brzine koje su u svom istraživanju dobili Goh i dr., [2]. Kao razlog toga može se uzeti da je veća dužina pješačkih prelaza iz ovoga rada u odnosu na uporedni, iako se ona nije uzimala kao kriterijum istraživanja. Razlog tome može biti još i starosna struktura evidentiranih pješaka, gdje se moglo uočiti određen broj starijih pješaka na lokaciji 2 i manji broj njih na lokaciji 1 koji su se kretali nešto nižim brzinama kretanja.

Montufar, Arango, Porter zaključili su da mladi pješaci hodaju brže od starijih pješaka, sa čime se na osnovu zaključka dobijenog prikazanim brzinama u ovom radu možemo složiti [16].

## 7.ZAKLJUČAK

U ovom radu izvršena je analiza brzina kretanja pješaka na dva obilježena pješačka prelaza u gradu Tesliću, istih dimenzionalnih karakteristika sa različitim starosnim grupama pješaka podjeljenih po polovima. Za istraživanje su uzeta kretanja po 300 pješaka na dva obilježena pješačka prelaza sa istim dimenzionalnim karakteristikama. Na osnovu broja posmatranih pješaka može se obezbjediti dovoljno različitih starosnih struktura, različitih fizičkih predispozicija i različitih vremena prelazaka koji će stvoriti dovoljno različitih ili istih brzina za istraživanje.

Osnovni pokazatelj istraživanja u ovom radu je taj da je brzina prelaska mladih pješaka veća u odnosu na starije pješake prilikom prelaska preko pješačkog prelaza. Pol nije bio značajan faktor prilikom izračunavanja brzina dok su fizičke predispozicije između pješaka osnovaca i pješaka srednjoškolaca bile značajan faktor koji je uticao na brzine kretanja pješaka.

Kada se govori o pješacima mlađim od 18 godina, na lokaciji 1, brzina kretanja nvedene grupe pješaka iznosila je 1,30m/s. Najmanja brzina kretanja navedene grupe pješaka na datoj lokaciji iznosi 1,22m/s, dok je najveća brzina kretanja navedene grupe pješaka 1,57m/s. Kod pješaka starijih od 18 godina, na lokaciji 1, ukupna prosječna brzina kretanja nvedene grupe pješaka iznosila je 1,26m/s. Najmanja brzina kretanja navedene grupe pješaka na datoj lokaciji iznosi 1,21m/s, dok je najveća brzina kretanja navedene grupe pješaka 1,32m/s. Na istoj lokaciji, ukupna prosječna brzina kretanja pješaka iznosila je 1,32m/s. Najmanja brzina kretanja pješaka na datoj lokaciji iznosi 1,21m/s, dok je najveća brzina kretanja pješaka 1,57m/s.

Kod pješaka mlađih od 18 godina, na lokaciji 2, prosječna brzina kretanja iznosila je 1,19m/s. Najmanja brzina kretanja navedene grupe pješaka na datoj lokaciji iznosi 1,10m/s, dok je najveća brzina kretanja navedene grupe pješaka 1,22m/s. Kada posmatramo starije pješake od 18 godina, prosječna brzina kretanja nvedene grupe iznosila je 1,21m/s. Najmanja brzina kretanja navedene grupe pješaka na datoj lokaciji iznosi 1,10m/s, dok je najveća brzina kretanja navedene grupe pješaka 1,22m/s. Na lokaciji 2, ukupna prosječna brzina kretanja pješaka iznosila je 1,19m/s. Najmanja brzina kretanja pješaka na datoj lokaciji iznosi 1,10m/s, dok je najveća brzina kretanja pješaka 1,22m/s. Prosječna brzina svih učesnika istraživanja na prvoj lokaciji iznosi 1,32m/s, a na drugoj lokaciji iznosi 1,19 m/s.

Zaključeno je da 85% pješaka na lokaciji 1 ima brzine prelaska za 20,66% veće nego na lokaciji 2. Pješaci mlađi od 18 godina na lokaciji 1 kreću se za 9,24% brže u odnosu na lokaciju 2. Pješaci stariji od 18 godina na lokaciji 1 kreću se za 4,13% brže u odnosu na lokaciju 2.

S obzirom na date brzine, na prvoj lokaciji nivo usluge je zadovoljavajući dok je na drugoj lokaciji zabilježen prilično nizak nivo usluge. Iz tog razloga, neophodno je preduzeti odgovarajuće mjere, u skladu sa mogućnostima, da se nivo usluge na drugoj lokaciji poboljša.

Na osnovu dobijenih podataka, zaključilo se da bi sa povećanjem širine pješačkog prelaza na obe lokacije, pogotovu na drugoj lokaciji, brzina kretanja pješaka opala, imajući na umu da veća širina pješačkog prelaza pješacima omogućava duže vrijeme prelaska stvarajući više konfliktnih tačaka u dvosmjernom kretanju pješaka.

Buduća istraživanja vezana za ovaj rad mogu podrazumijevati snimanje kretanja pješaka na više obilježenih pješačkih prelaza sa različitim širinama, kako bi se mogli predstaviti detaljniji podaci o brzinama, te na osnovu toga dobiti realan model brzine kretanja pješaka.



## Speed of pedestrian movement at marked pedestrian crossings

**Budimir Bajbić, B.Sc.**

**Abstract:** The movement of pedestrians is influenced by a number of factors, the most important of which are the time and speed of crossing pedestrian crossings. These factors directly depend on the width of a marked pedestrian crossing and they were analyzed at two marked crossings in Teslić with the same characteristics, next to a high school and next to a primary school. The target groups of the research consist of students of different ages, divided by gender, by two grade classes. In order to obtain the most accurate data on pedestrian speeds, which is the goal of the research, in addition to the method of scientific observation, the video recording technique was also used. The result of these methods are tables in which speeds and crossing times are classified, on the basis of which graphs of speed, crossing times and the level of service of given pedestrian crossings are presented. As a result, it was concluded that by increasing the width of the pedestrian crossing at both locations, the speed of pedestrian crossing would decrease, bearing in mind that a larger width of the pedestrian crossing allows for a longer crossing time.

**Keywords:** Pedestrian crossing, Crossing width, Pedestrian speed

### Literatura

- [1] Službeni glasnik BiH, broj 06/06 (2006). Pravilnik o saobraćajnim znakovima i signalizaciji na cestama, načinu obilježavanja radova i prepreka na cesti i znakovima koje učesnicima u saobraćaju daje ovlaštena osoba.
- [2] Goh, B. H., Subramaniam, K., Wai, Y. T., Mohamed, A., & Ali, A. (2012). Pedestrian crossing speed: the case of Malaysia. *International Journal for Traffic and Transport Engineering*, 2(4), 323-332.
- [3] JP Putevi Bosne i Hercegovine (2005). Smjernice za projektovanje, građenje, nadzori i održavanje na putevima, JP Putevi Bosne i Hercegovine.
- [4] Garunović, N., Bogdanović, V., Mitrović Simić, J., Kalamanda, G., Ivanović, B., Građevinar (8/2020). Utjecaj gradnje uzdignutih pješačkih prijelaza na uvjete prometovanja gradskim prometnicama.
- [5] Nenadić, D., Božanović, J., Čorić, M. (2019). Model brzine kretanja pješaka na semaforizovanim obilježenim pješačkim prelazima, Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Saobraćajni fakultet Doboje.
- [6] Vukanović, S. (2010). Regulisanje saobraćajnih tokova, Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Saobraćajni fakultet Doboje.
- [7] The Manual on Uniform Traffic Control Devices MUTCD, (2009). Federal Highway Administrator as the National Standard in accordance with Title 23 U.S. Code, Sections 109(d), 114(a), 217, 315, and 402(a), 23 CFR 655, and 49 CFR 1.48(b)(8), 1.48(b)(33), and 1.48(c)(2).
- [8] Highway Capacity Manual (2000). Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C.
- [9] Lishan, Y., Zifan, Y., (2014). Study on the Weaving Behavior of High Density Bidirectional Pedestrian Flow.
- [10] Zhao Y. Qu Z. Jiang S. Hu H. Hu J. (2013). Pedestrian crossing speed characteristic based on video detection. *Journal of Jilin University (Engineering and Technology Edition)*, 43(02):298-303.
- [11] Iryo-Asano, M., and Alhajyaseen, W. (2014) "Analysis of Pedestrian Clearance Time at Signalized Crosswalks in Japan", *Procedia Computer Science*, Elsevier, Vol. 32, pp. 301-308.
- [12] Kadali, B. R., & Vedagiri, P. (2013). Modelling pedestrian road crossing behaviour under mixed traffic condition. *European transport*, 55(3), 1-17.
- [13] Pelin, O. et al (2017). The crossing and safety margin of pedestrians at signalized intersections, Turkey.
- [14] Shahin, M. M. (2006). Pedestrian behaviour with mixed traffic in developing countries. *Traffic engineering and control*, 47(8), 303-309.
- [15] Zafri, N., Rony, A., Adri, N. (2019), Analysis of Pedestrian Crossing Speed and Waiting Time at Intersections in Dhaka, Department of Urban and Regional Planning, Bangladesh University of Engineering and Technology (BUET), Dhaka-1000, Bangladesh.
- [16] Montufar, J., Arango, J., Porter, M. (2007). Pedestrians normal walking speed when crossing a street.