

Analiza brzine kretanja pješaka na signalisanim raskrscima

Zorana Kičić^a, Marija Abazović^a, Antonio Papić^a

^a Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Saobraćajni fakultet Doboj

PODACI O RADU

DOI: 10.31075/PIS.69.01.07,
Stručni ra
Primljen: 18.01.2023
Prihvaćen: 09.02.2023
Koresponding autor:

Ključne reči:

Brzina pješaka
Pješački prelaz
Dužina prelaza

REZIME

Vrijeme potrebno za prelazak pješačkog prelaza je u osnovnoj funkciji, odnosno zavisnosti od dužine pješačkog prelaza i brzine hoda pješaka. Na osnovu toga, vršena je analiza i sinteza dobijenih brzina kretanja djece i starijih prilikom prelaska kolovoza na dva signalisana pješačka prelaza u Doboju. Do brzina kretanja pješaka došli smo koristeći metode naučnog posmatranja i metod mjerenja. Rezultati su prikazani u tabelama i dijagramima. Na osnovu dobijenih podataka, utvrđeno je da brzine kretanja pješaka s povećanjem dužine pješačkog prelaza opadaju.

1. Uvod

Hodanje je osnovni i zajednički režim saobraćaja u svim društvima širom svijeta. Praktično svako putovanje počinje i završava se šetnjom. Pješaci su najčešći, najsporiji i najmanje zaštićeni učesnici u saobraćaju, zbog čega njihovo kretanje na kolovozu zahtjeva posebnu zaštitu. Naročitu zaštitu pješaci zahtijevaju u urbanim sredinama gdje se prilikom prelaska preko kolovoza, prepliću s drugim učesnicima koji se kreću iz suprotnog smjera i time smanjuju svoju brzinu kretanja, čime se duže zadržavaju na kolovozu i izlažu većem riziku.

Prema Zakonu o osnovama bezbjednosti saobraćaja na putevima u Bosni i Hercegovini, obilježeni pješački prelaz je dio površine kolovoza namijenjen za prelazanje pješaka preko kolovoza, obilježen oznakama na kolovozu i odgovarajućim saobraćajnim znakom [1]. Pješački prelazi mogu da budu regulisani na više načina. Prvi način regulisanja kretanja pješaka preko pješačkih prelaza jeste kroz postavljanje saobraćajnih znakova kojima se prvenstvo prolaza daje pješacima, ukoliko je ispred samog pješačkog prelaza postavljen znak za obilježavanje istog. Međutim, na velikim raskrscima, gdje je protok pješaka i vozila takvog inteziteta da postoji opravdanost za postavljanjem semafora, kretanje pješaka se reguliše davanjem odgovarajućih svjetlosnih znakova, stop ili slobodan prolaz.

Vrijeme potrebno za prelazak pješačkog prelaza je u osnovnoj funkciji odnosno zavisnosti od dužine pješačkog prelaza i brzine hoda pješaka. Međutim, kada se zahtjevi pješaka povećaju s obje strane pješačkog prelaza, prelazak preko pješačkog prelaza vremenski raste, s obzirom da brzina hoda pješaka opada usljed interakcije između suprotnih pješačkih tokova. Upravo tada postaje značajna još jedna dimenzija obilježenog pješačkog prelaza njegova širina. Propusnost pješačkog prelaza jeste sposobnost prolaska određenog broja pješaka u jedinici vremena na određenom presjeku. Propusnost kao parametar za određivanje širine prelaza uzima se u obzir samo kada se pojavljuje veliki broj pješaka. Propusnost jednosmernog 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 neomateneog pješaka, ona suštinski zavisi od njegove starosti, psihofizičkih sposobnosti i mjesta na kome se nalazi u trenutku kada stupa na kolovoz. Brojna su istraživanja (Goh, B., Subramaniam K., i Mohamed A., 2012) koja su pokazala 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 s drugim pješacima.

U ranjivu grupu učesnika u saobraćaju prema načinu prevoza spadaju pješaci, biciklisti i motociklisti (na osnovu svoje fizičke nezaštićenosti), dok u ranjivu grupu učesnika u saobraćaju prema starosti spadaju djeca, omladina i stari (na osnovu svojih psihofizičkih sposobnosti).

Djeca spadaju u grupu najugroženije kategorije učesnika u saobraćaju. Djeca stradaju najčešće kao pješaci, vozači bicikla ili kao putnici u vozilu. Po godinama starosti najugroženije kategorije djece su djeca uzrasta od 7 do 14 godina. U ukupnom broju nastradale djece, prema istraživanju djeca pješaci učestvuju sa oko 63%, djeca putnici sa oko 29% i djeca vozači sa oko 8% [2]. Zbog dramatičnog porasta broja motornih vozila i učestalosti njihovog korišćenja širom svijeta - kao i opšte zanemarivanje pješačkih potreba u dizajniranju i planiranju korišćenja- zemljišta kolovoza - pješaci su sve više podložni povredama u drumskom saobraćaju, a posebno su ugrožena djeca. Ranjivost pješaka je dodatno pojačana u okruženjima gdje se saobraćajni propisi neadekvatno primjenjuju. Opšte pravilo glasi da pješak mora da se kreće i stoji samo u oblastima predviđenim za pješake. Ukoliko nema pločnika ili trotoara, pješaci moraju hodati lijevom stranom puta kako bi mogli da vide vozila koja im idu u susret. Ukoliko su u grupi, pješaci moraju da hodaju jedan iza drugog. Djeca u pratnji roditelja uvijek moraju hodati bezbjednom stranom puta izbjegavajući ivice puta u blizini drumskog saobraćaja. Na mjestima gdje saobraćaj regulišu semafori, pješaci moraju da se pridržavaju tih pravila. Djeca su najčešće izložena samostalnom kretanju na putu od kuće do škole i obrnuto. Nezgodan period za djecu u saobraćaju su prvi, drugi, treći i četvrti razredi škole. Djeca iz urbanog područja su u vrtićima upućivana i imali su dodira sa bezbjednošću u saobraćaju, dok djeca iz seoskog područja, koja nisu išla u vrtić, učena su samo od strane roditelja. Djeca u saobraćaju se mogu posmatrati kroz starosnu dob, od čega zavisi njihova samostalnost i shvatanje bezbjednosti u saobraćaju, i to: 1. Djeca ispod 5 godina, 2. Djeca od 6-9 godina, 3. Djeca od 10-14 godina. Veći broj djece pješice dolazi do škole, na dužem putu više puta prelazi preko kolovoza ili se njime kreće [2].

Stariji ljudi su manje pokretni od ostatka populacije i postoje dokazi o tome da mnogi od njih imaju probleme prilikom pješaćenja ili vožnje bicikala. Shodno tome, za njih je od velikog značaja bezbjednost tokom tih aktivnosti kako bi se održala njihova pokretljivost. Bezbjednost starih lica u saobraćaju se nalazi u grupi najaktuelnijih tema bezbjednosti saobraćaja posljednjih godina. Širom Evrope je sve veći broj nacija koje stare, a učešće starijih lica u populaciji stanovništva je sve izraženije. Problem bezbjednosti starijih lica u saobraćaju je prisutan u velikom broju evropskih zemlja. Aktivnosti usmjerene ka starijim licima prepoznate su u gotovo svim strategijama bezbjednosti saobraćaja zemalja Evropske unije [5].

U prvom dijelu rada (1. Uvod) ukratko su opisani pješaci, gdje je izvršena klasifikacije na djecu i starije i pješački prelazi. Naredni dio (2. Literarni pregled) predstavlja nekolicinu istraživanja, što u okruženju, što u svijetu koji su se bavili temom brzine kretanja pješaka na različitim pješačkim površinama, među kojima su i

semaforisani pješački prelazi. Treći dio rada (3. Metodologija istraživanja pješaka u zonama signalisanih pješačkih prelaza) opisuje sve primjenjene naučne metode i tehnike, te predstavlja metodologiju po kojoj je istraživanje sprovedeno. Sljedeća dva poglavlja (4. Rezultati istraživanja, 5. Diskusija) sadrže dobijene rezultate uz diskusiju dobijenih rezultata. Na samom kraju rada data su zaključna razmatranja.

2. Literarni pregled

Značajni faktori koji utiču na poštovanje saobraćajne signalizacije od strane pješaka identifikovani su sprovođenjem Pirsonovog testa koeficijenta korelacije, ANOVA testa i Studentovog t testa. Ovo istraživanje analizira ponašanje pješaka na prelazu (uključujući brzinu prelaska, usklađenost sa signalom i interakciju pješaka i vozila u uslovima mješovitog saobraćaja) i da identifikuje faktore koji utiču na to na osnovu statističkih testova. Ukupno 775 uzoraka pješaka je primjećeno sa tri signalizovane raskrsnice u Mumbaju, Indija, radi analize ponašanja prilikom prelaska. Proučeni su faktori koji utiču na brzinu pješačkog prelaza i utvrđene su projektovane brzine prelaza za stare i odrasle pješake od 0,95 m/s i 1,12 m/s, respektivno [6].

Ovo istraživanje prikazuje razliku između normalne i prelazne brzine hoda pješaka na signalisanim raskrsnicama, te kako bi se utvrdio uticaj sezonskih uslova na brzinu hoda uzimajući u obzir uzrast i pol. Za potrebe ovog rada, normalna brzina hoda je brzina kojom pješaci hodaju bez potrebe da prelaze raskrsnicu, a brzina prelaska je brzina kojom pješaci hodaju kada prelaze signalizovanu raskrsnicu. Istraživanje je pokazalo da je u svim slučajevima normalna brzina hodanja manja od brzine prelaska. Istraživanje je otkrilo da bi korištenjem projektovane vrijednosti od 1,2 m/s, kako je preporučeno u aktuelnom Priručniku za uniformne uređaje za kontrolu saobraćaja, skoro dvije trećine starijih pješaka bile isključene iz procesa projektovanja na osnovu njihove normalne brzine hoda i oko 40% bi bilo isključeno na osnovu njihove brzine prelaska [7].

(Zafri, N., Rony, A. i Adri, N. 2019) vršili su istraživanje u Daki gdje su prikupljeni podaci vezani za prelaze od 560 pješaka na tri raskrsnice. Iz rezultata je utvrđeno da je projektovana brzina pješačkog prelaza 1,15 m/s. Rezultati takođe pokazuju da je brzina prelaska pješaka bila povezana sa tipom kontrole raskrsnice, polom, uzrastom, tipom prelaza, veličinom grupe prelaza, ponašanjem u skladu sa smjerom kontrole i lokacijom prelaza. Nalazi pokazuju da u slučaju čekanja pješaci nisu htjeli da čekaju duže od 20–30s da pređu kolovoz. Vrijeme čekanja pješaka variralo je u zavisnosti od vrste kontrole raskrsnice, pola, starosti, minimalnog jaza, lokacije čekanja i protoka vozila [8].

Istraživanje je vršeno u tri grada u dvije zemlje (Ena, Italija, Osijek i Rijeka, Hrvatska) sa različitim urbanim i saobraćajnim karakteristikama. Analizirano je ukupno 900 mjerenja, po 300 u svakom od gradova na 18 pješačkih prelaza koji se nalaze u urbanom okruženju u blizini osnovnih škola. Faktori koji su se pokazali da imaju značajan uticaj na kretanje djece u dva od tri posmatrana grada su pol, nadzor odraslih, trčanje i korištenje mobilnog telefona [9].

Prema (Chang, C., Woo, T. i Wang, S. 2011) rezultati pokazuju da je srednja brzina odraslih muškaraca značajno veća od brzine odraslih žena u većini slučajeva. Srednja brzina hoda pojedinačnih ukrštača veća je od srednjih brzina grupe od dvije osobe ili grupe od tri ili više ljudi. Ljudi hodaju brže u hladnim danima, ali sporije u kišnim danima. Ljudi imaju tendenciju da povećaju brzinu hodanja kada prelaze širu ulicu ili raskrnicu bez uređaja za kontrolu pješaka [10].

Prema (Coffin i Morrall 1996), lični atributi, kao što je starost, su dobri pokazatelji brzine hoda. Medijan tretmana, lokacija prelaza, veličina grupe pješaka i svrha putovanja takođe utiču na brzinu kojom pješaci hodaju po segmentima gradskih ulica. Prema (Bovman i Vecellio 1994), prosječna brzina hoda je veća za puteve sa dvosmjernim trakama za skretanje lijevo nego za nepodeljene kolovoze, a pješaci imaju tendenciju da hodaju brže na lokacijama u sredini bloka nego na signalizovanim raskrnicama. (Knoblauch et al. 1996) sproveli su seriju terenskih studija kako bi kvantifikovali brzinu hodanja i vrijeme pokretanja pješaka različitih starosnih grupa u različitim uslovima. Prikupljeni su podaci o pješacima koji su izgledali stariji od 65 godina i kontrolnoj grupi pješaka mlađih od 65 godina. Dobijena vrijednost od 1,51 m/s za mlađe pješake (manje od 65 godina) i 1,25 m/s za starije pješake (65 i više godina). Dobijena je brzina hodanja od 15. percentila od 1,25 m/s za mlađe pješake i 0,97 m/s za starije pješake [11].

Prema (Goh et al. 2012), brzina kretanja pješaka, na semaforisanim obilježenim pješačkim prelazima, nije ista kada je su u pitanju muškarci i žene, niti kada su u pitanju dnevni i noćni uslovi kretanja pješaka. Veće brzine kretanja su imali pješaci muškog pola, u svim starosnim grupama, gdje je u prosjeku brzina kretanja muškaraca iznosila 1,46 m/s, i žena 1,35 m/s [4].

(Gates, T., Noyce, D., i Bill, A 2006) preporučili su brzine hodanja za mjerenje intervala kretanja za pješake koristeći podatke prikupljene za 1947 mjerenja na pješačkom prelazu izmjerenih na 11 raskrnicu u Medisonu i Milvokiju, Viskonsin. Podaci su analizirani da bi se utvrdio uticaj starosti i invaliditeta, stanja kontrole saobraćaja na raskrnicu, veličine grupe i pola na brzinu hodanja. Prosječna brzina hoda pješaka je 1,22 m/s za sve pješake, a 1,16 m/s za pješake starije od 65 godina. Dok je 15. percentil vrijednost brzine hoda 1,15 m/s za sve pješake, 1,27 m/s za pješake do 30 godina, 1,22 m/s za pješake između 30 i 64 godine i 0,92 m/s za pješake 65 godina ili stariji [12].

Ovaj rad uzima brzinu hodanja pješaka kao objekat istraživanja na signalizovanim raskrnicama. Uviđajem na licu mjesta i skringom četiri signalizovane raskrnicе su izabrane kao tačke za prikupljanje podataka. Kombinovanjem posmatranja na terenu sa metodama video snimanja dobijaju se originalni podaci. Brzine pješaka se računaju. Proučavaju se brzine hodanja pješaka u odnosu na njihov pol i godine. Brzine pješaka imaju sličnu normalnu distribuciju i prosječna brzina se dobija 1,30m/s. Prosječne brzine za muškarce i žene su 1,33 m/s i 1,29 m/s, respektivno. Prosječne brzine djece, adolescenata, odraslih srednjih godina, starijih pješaka su po redu 1,30m/s, 1,41m/s, 1,26m/s i 1,23m/s [11].

Svrha ove studije bila je da se ispita brzina pješačkih prelaza na signaliziranim raskrnicama u Kataru. Brzine prelaska su određene tokom intervala „šetnja“, „treperi, ne hodaj“ (FDV) i „stabilno ne hodaj“ (SDV) na više raskrnicа. Rezultati su pokazali da je 68,1% pješaka prešlo prelaz tokom intervala hoda sa ukupnom prosječnom brzinom od 1,32 m/. Istraženo je nekoliko varijabli koje mogu uticati na brzinu prelaska pješaka, uključujući pol, godine, vrstu odjeće, nošenje torbi, korišćenje mobilnog telefona, prelazak u grupi, čekanje prije prelaska i prelazak sa ili protiv toka drugih pješaka [13].

Izdanje Priručnika o uniformnim uređajima za kontrolu saobraćaja (MUTCD 2009). Preporučuje brzinu hodanja pješaka od 3,5 stope u sekundi (1.0668 m/s) za korišćenje u mjerenju vremena pješaka. Jurisdikcije širom države Utah i dalje održavaju brzinu pješačkog hoda 4,0 stope u sekundi (1.2192 m/s) za normalne raskrnicе sa smjernicama za inženjersku procjenu područja gdje treba uzeti u obzir nižu brzinu hoda pješaka [14].

Pregledom i analizom 42 pješačka prelaza na 11 raskrnicа u Harbinu dolazi se do zaključka da je u cjelini prosječna brzina pješačkog prelaza 1,47 m/s, za 85% pješaka brzina prelaza je 1,74 m/s, a 15% brzina je 1,19 m/s. Analiziraju se uticaji dobi i pola pješaka, dužine pješačkog prelaza, broja pješaka na prelazu i zelenog vremena na brzinu pješačkog prelaza. Zatim se ističe da se pri projektovanju signalisane raskrnicе treba koristiti 15% brzine koja iznosi 1,19 m/s, a koja zadovoljava zahtjeve više od 85% pješaka. U području u koje često zalaze starije osobe, projektna brzina treba biti 15% brzine starijih osoba, odnosno 1,07 m/s [15].

U ovom radu pokušano je da se istraži varijacija, ispituju faktori koji utiču i da se formuliše model brzine prelaska pješačkog prelaza na signalisanim pješačkim prelazima. Podaci su prikupljeni pomoću video grafičke tehnike na 16 signalisanih pješačkih prelaza u gradu Chandigarh. Nalazi otkrivaju da brzina 1,11-1,31 m/s premašuje projektovanu brzinu ukrštanja od 0,95 m/s.

Takođe je veća od brzine prelaza od 1,2 m/s, koja se obično propisuje i usvaja u razvijenim zemljama. Statistička analiza pokazuje da nema značajne razlike u procentualnim brzinama ukrštanja između muškaraca i žena. Kako god, varijacije postoje među različitim starosnim grupama, veličinama grupa i obrascima ukrštanja [16].

(Huang i Ma 2010) ispitali su distribuciju brzine pješaka na signalisanom pješačkom prelazu i uticaj CPS-a na brzinu prelaska pješačkog prelaza u Šangaju. Brzine hodanja pješaka tokom različitih prikaza intervala signala analizirane su na dvije raskrsnice sličnih karakteristika na istom putu, jedna sa CPS i druga bez CPS. Rezultati su otkrili da se čini da brzina hoda prati normalnu distribuciju bez obzira na muškarce, žene, starije ili mlađe. Prosječna brzina mladih ljudi je dramatično veća od one starijih ljudi, a prosječna brzina muškaraca je nešto veća od brzine žena. U poređenju sa normalnim PGF (zeleno trepćuće svjetlo), CPS menja distribuciju brzine hoda pješaka i ovaj efekat je dramatičniji u posljednjem vremenskom rasponu intervala promjene signala [17].

3. Metodologija istraživanja pješaka u zonama signalisanih pješačkih prelaza

U ovom istraživanju da bi došli do rezultata koristićemo metode opažanja, brojanja, mjerenja. Istraživanje je podrazumijevalo primjenu metode naučnog posmatranja, gdje su primjenom tehnike mjerenja vremena pomoću štoperica došli do vremena potrebnog pješacima da pređu pješački prelaz na semaforizovanim raskrsnicama. Osim primjene metode naučnog posmatranja, primjenjen je i metod mjerenja. Mjerena je dužina pješačkih prelaza, kako bi se mogle izračunati brzine kretanja pješaka preko pješačkih prelaza. Svi dobijeni podaci koji su dobijeni putem empirijskog istraživanja unešeni su u program Microsoft Office Excel 2010, gdje je uz pomoć istog izvršena statistička analiza.

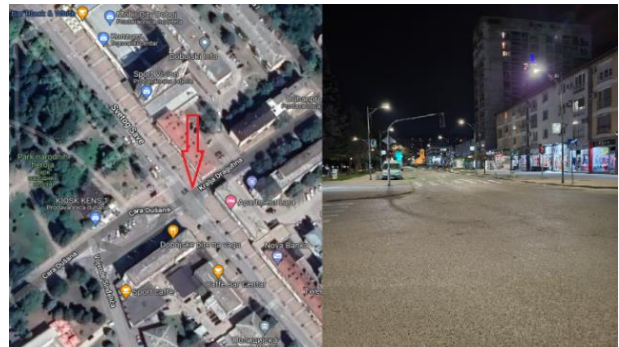
Računate su aritmetičke sredine pomoću formule $\bar{x} = \sum xi/n$. Standardna devijaciju izračunata je pomoću $\sigma = \sqrt{((\sum(xi - \bar{x}))^2)/n)}$, koeficijent varijacije $V = \sigma/\bar{x}$

3.1. Predmet, cilj, mjesto i vrijeme istraživanja

Predmet istraživanja jeste analiza brzine prelaska djece i starijih pješaka na signalisanim pješačkim prelazima. U odnosu na broj pješaka i dužinu pješačkog prelaza može se zaključiti kojim brzinama se kreću pješaci u odnosu na starosnu dob i pol. Istraživanje će se raditi u gradu Doboju na dvije signalisane raskrsnice. Cilj istraživanja je da se izvrši analiza i sinteza dobijenih brzina kretanja djece i starijih prilikom prelaska kolovoza na signalisanim pješačkim prelazima na unaprijed definisanim lokacijama.

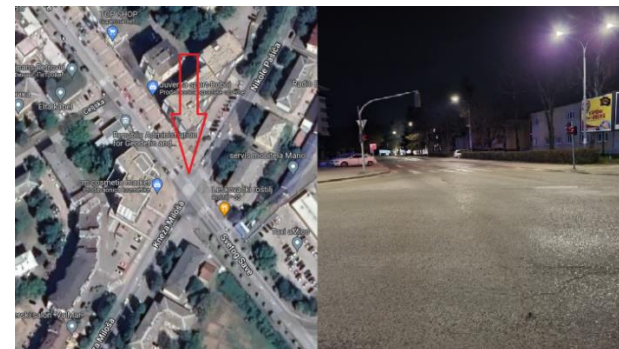
Vrijeme istraživanja jeste mjesec februar 2023. godine. Istraživanje je vršeno radnim danima, tj. od ponedjeljka do četvrtka, 06.02.-09.02.2023. Mjerenje je vršeno u dva vremenska intervala, ujutru od 07:00-09:30h i poslijepodne od 13:00-15:45h. Dati period istraživanja izabran jer je na osnovu podataka o intezitetu saobraćaja u tim periodima najveći broj pješaka.

Mjesto istraživanja su dva signalisana pješačka prelaza koji se nalaze u gradu Doboju. Prvi pješački prelaz (lokacija 1) je četvorokraka raskrsnica na kojoj se ukrštaju sljedeće gradske ulice: Ulica Svetog Save, Ulica Cara Dušana, Ulica Kralja Dragutina. Drugi pješački prelaz (lokacija 2) je četvorokraka raskrsnica na kojoj se ukrštaju: Ulica Svetog Save, Ulica Kneza Miloša i Ulica Nikole Pašića.



Slika 1. Lokacija 1, Ulica Svetog Save, Ulica Cara Dušana i Ulica Kralja Dragutina, Google Earth.

Izvor: (Autori)



Slika 2. Lokacija 2, Ulica Svetog Save, Ulica Kneza Miloša, Ulica Nikole Pašića, Google Earth

Izvor: (Autori)

Ograničenja u istraživanju pješačkih tokova

Jedno od najvažnijih ograničenja ovog istraživanja jeste to što se istraživanje vršilo u jutarnjem vršnom času kada se očekivao najveći broj učesnika istraživanja. Takođe jedno od ograničenja je naša subjektivna procjena starosne strukture učesnika na pješačkim prelazima, jer ne možemo sa adekvatnom pouzdanošću da utvrdimo tačne godine pješaka. Infrastruktura saobraćajnice na posmatranim lokacijama je u funkcionalnom stanju. Na kolovozu postoje tri saobraćajne trake sa usklađenom svjetlosnom signalizacijom. Zahvaljujući dobroj infrastrukturi i funkcionalnoj svjetlosnoj signalizaciji, saobraćaj se odvija neometano.

Инфраструктура саобраћајнице на посматраним локацијима је у функционалном стању. На коловозу постоје три саобраћајне траке са усклађеном свјетлосном сигнализацијом. Захваљујући доброј инфраструктури и функционалној свјетлој сигнализацији, саобраћај се одвија неометано.

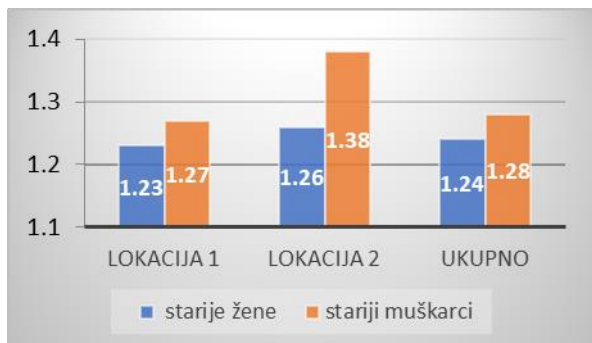
4. Резултати истраживања

На локацији 1. Улица Светог Save, Улица Cara Душана, Улица Kralja Dragutina и локацији 2. Улица Светог Save, Улица Kneza Miloša и Улица Nikole Pašića са дужином обилеженог пјешачког прелаза 8,7 и 9.5 [m], аритметишка средина добијена просјечним брзинама кретања пјешака износила је 1,24 m/s и 1,28 m/s, за жене и мушкарце, респективно. Када је у питању просјечна стандардна девијација за жене и мушкарце она износи 0,20. Кофицијент варијације за жене износи 0,169, а за мушкарце 0,156. Сви наведени подаци представљени су у табели 1.

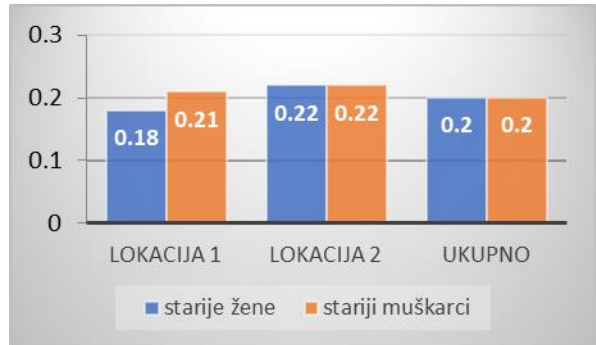
Најмања брзина кретања пјешака која није ушла у процес обраде података је 0,53 m/s и то за мушкарце, а највећа која, такође није ушла у обраду је 1,99 m/s, исто за мушкарце. На локацији 1. је евидентирано 299 пјешака од којих је 84 жене и 66 мушкарца, а на локацији 2. је евидентирано 262 пјешака од којих је 78 жена а 70 мушкарца.

Табела 1. Емпириским истраживањем добијене статистичке вриједности за брзине кретања пјешака.

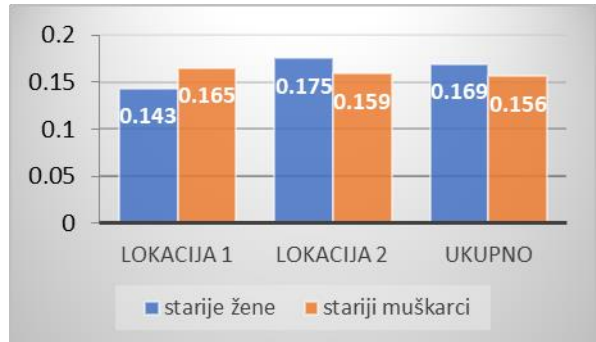
	Старије жене			Старији мушкарци		
	Локација 1 V (m/s)	Локација 2 V (m/s)	Укупно V (m/s)	Локација 1 V (m/s)	Локација 2 V (m/s)	Укупно V (m/s)
Аритметишка средина	1,23	1,26	1,24	1,27	1,38	1,28
Стандардна девијација	0,18	0,22	0,20	0,21	0,22	0,20
Кофицијент варијације	0,143	0,175	0,169	0,165	0,159	0,156



Слика 3. Аритметишка средина брзине кретања жена и мушкарца



Слика 4. Стандардна девијација брзине кретања жена и мушкарца



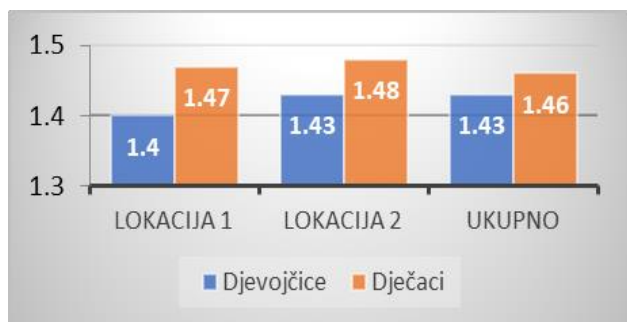
Слика 5. Кофицијент варијације брзина кретања жена и мушкарца

На локацији 1. Улица Светог Save, Улица Cara Душана, Улица Kralja Dragutina и локацији 2. Улица Светог Save, Улица Kneza Miloša и Улица Nikole Pašića са дужином обилеженог пјешачког прелаза 8,7 и 9.5 [m]. Аритметишка средина добијена просјечним брзинама кретања пјешака износила је 1,43 m/s и 1,46 m/s, за дјевојчице и дјечаке, респективно. Када је у питању просјечна стандардна девијација за дјевојчице и дјечаке она износи 0,17 и 0,15. Кофицијент варијације за дјевојчице износи 0,119, за дјечаке 0,102. Сви наведени подаци представљени су у табели 2.

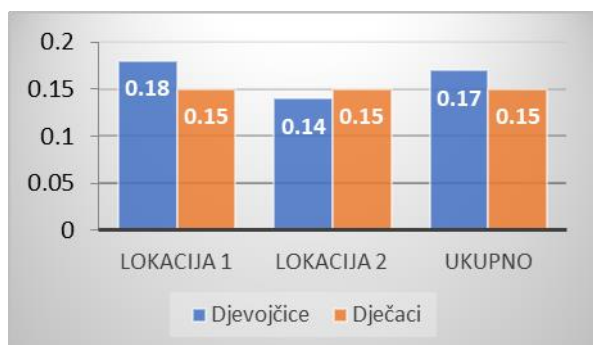
Највећа брзина кретања пјешака која није ушла у процес обраде података је 2,17 m/s и то за дјечаке. На локацији 1. је евидентирано 299 пјешака од којих је 95 дјевојчица и 54 дјечака, а на локацији 2. је евидентирано 262 пјешака од којих је 61 дјевојчица, а 53 дјечака.

Табела 2. Брзине кретања пјешака

	Дјевојчице			Дјечаки		
	Локација 1 V (m/s)	Локација 2 V (m/s)	Укупно V (m/s)	Локација 1 V (m/s)	Локација 2 V (m/s)	Укупно V (m/s)
Аритметишка средина	1,4	1,43	1,43	1,47	1,48	1,46
Стандардна девијација	0,18	0,14	0,17	0,15	0,15	0,15
Кофицијент варијације	0,129	0,098	0,119	0,102	0,101	0,102

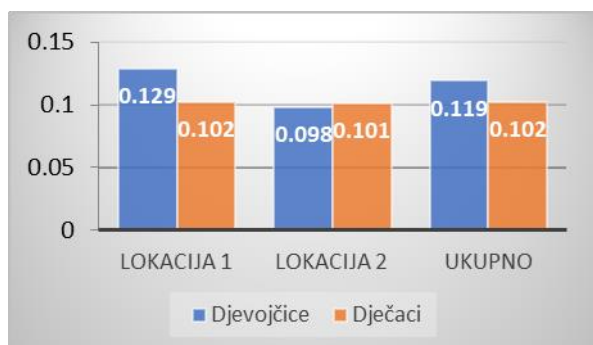


Slika 6. Aritmetička sredina brzine kretanja djevojčica i dječaka

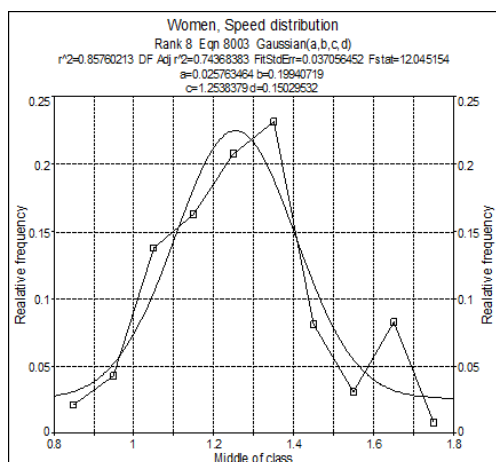


Slika 7. Standardna devijacija brzine kretanja djevojčica i dječaka

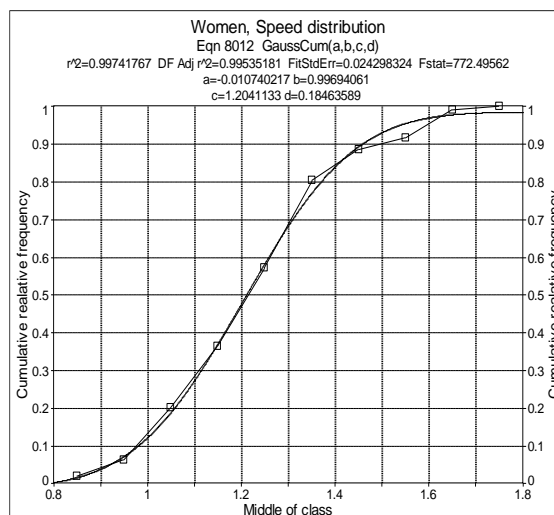
Na sljedećim dijagramima smo predstavili relativnu i kumulativnu frekvenciju za žene.



Slika 8. Koeficijent varijacije brzina kretanja djevojčica i dječaka



Slika 9. Relativna frekvencija za žene



Slika 10. Kumulativna frekvencija za žene

5. Diskusija

Brzina pješačkog prelaza na signalisanoj raskrsnici važan je planerskoj, projektantskoj i operativnoj analizi. Kao što su (Coffin i Morrall 1996) zaključili da lični atributi, kao što je starost, su dobri pokazatelji brzine hoda, može se reći da je takav slučaj i kod nas [11]. Na osnovu dobijenih rezultata o brzinama kretanja pješaka na dvije različite lokacije sa različitim dužinama obilježenih pješačkih prelaza, možemo primjetiti da se pješaci na lokaciji 2 gdje je manja dužina pješačkog prelaza kreću većom prosječnom brzinom koja iznosi 1,40 m/s u odnosu na lokaciju 1 gdje je veća dužina pješačkog prelaza, a prosječna brzina 1.33 m/s, što je i za očekivati jer je potrebno više vremena da se pređe veća udaljenost.

Prosječne brzine kretanja koje su dobijene su na obje lokacije su niže u odnosu na brzine koje su u svom istraživanju dobili (Goh et al. 2012) [4]. Razlog tome može biti starosna struktura evidentiranih pješaka, gdje se moglo uočiti znatno veći broj mlađih pješaka, koji su se kretali nešto većim brzinama kretanja. Može se zaključiti da je to zbog blizine srednje škole i autobuske stanice. Brzina hoda pješaka na obe lokacije pokazuje da se i starije žene i muškarci sporije kreću u odnosu na djevojčice i dječake.

Složiti ćemo se sa (Montufar, Arango i Nakagawa 2007) koji su utvrdili da mlađi pješaci hodaju brže od starijih pješaka [7]. U Doboju se mlađi pješaci kreću prosječnom brzinom od 1,45 m/s. U poređenju sa kretanjem pješaka u Harbinu može se reći da se pješaci u Doboju kreću sporije i njihova brzina kretanja je 1,35 m/s dok je u Harbinu 1,47 m/s [15]. Prosječna brzina mladih ljudi je dramatično veća od one starijih ljudi, a prosječna brzina muškaraca je nešto veća od brzine žena.

6. Zaključna razmatranja

U ovom radu vršeno je analiziranje brzina na pješačkim prelazima 561 pješaka na dvije signalisane raskrsnice sa različitim dužinama pješačkih prelaza, u gradu Doboju. Cilj istraživanja je da se izvrši analiza i sinteza dobijenih brzina kretanja djece i starijih prilikom prelaska kolovoza na signalisanim pješačkim prelazima na unaprijed definisanim lokacijama. Značajni faktori koji utiču na varijacije brzine pješačkog prelaza, usklađenost ponašanja i interakcije pješaka i vozila su identifikovane i prikazane u tabelama i dijagramima. Glavni rezultati ovog rada su da je brzina pješačkog prelaza mlađih pješaka veća u odnosu na starije pješake. Starost pješaka imala je veliki uticaj na varijacije brzine prelaska. Pol i veličina grupe pješaka su bili značajni faktori koji utiču na ponašanje pješaka u skladu sa pravilima.

Prosječna brzina svih učesnika istraživanja na prvoj lokaciji iznosi 1,33 m/s, a na drugoj lokaciji iznosi 1,40 m/s. Postojala je značajna razlika između prosječne brzine pješaka koji hodaju sami i pješaka koji hodaju u grupama. Ovaj rezultat je takođe pokazao da prisustvo pratilaca prilikom prelaska smanjuje brzinu prelaska pješaka. Na osnovu dobijenih podataka, utvrđeno je da brzine kretanja pješaka s povećanjem dužine pješačkog prelaza opadaju.

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

Analysis of pedestrian movement speed at signalized intersections

Zorana Kičić^a, M.Sc.
Marija Abazović^a, M.Sc.
Antonio Papić^a, M.Sc.

^a University of East Sarajevo, Faculty of Transport and Traffic Engineering in Doboj

The time required to cross the pedestrian crossing is in the basic function, i.e. depending on the length of the pedestrian crossing and the walking speed of the pedestrian. Based on this, an analysis and synthesis of the speed of movement of children and the elderly when crossing the road at two signalized pedestrian crossings in Doboj was carried out. We came to the conclusion of speed of pedestrian movement using scientific observation and measurement methods. The results are presented in tables and diagrams. Based on the obtained data, it was determined that pedestrian movement speeds decrease with the increase in the length of the pedestrian crossing.

Keywords: Pedestrian speed, Pedestrian crossing, The length of the crossing

References

- [1] Zakon o osnovama bezbjednosti saobraćaja na putevima Bosne i Hercegovine, Sarajevo (2017). "Službeni glasnik Bosne i Hercegovine", br. 6/2006, 75/2006 - ispr, 44/2007, 84/2009, 48/2010, 48/2010 - dr. zakon, 18/2013, 8/2017, 89/2017 i 9/2018
- [2] Bližnjaković, S., Đurić, T. i Sladoje, M. (2018). Bezbjednost djece-pješaka u saobraćaju, *Nauka i tehnologija* 12, 128-131.
- [3] Šimunović, Lj., Čosić, M. (2015). Nemotorizirani promet, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 204.
- [4] Goh, B., Subramaniam K., i Mohamed A., (2012), Pedestrian crossing speed: the case of Malaysia. *International Journal for Traffic and Transport Engineering*, 2(4), 323-332.
- [5] Krstić, B. (2016), Bezbednost starih kao ranjivih učesnika u saobraćaju, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad
- [6] Marisamynathan and Perumal V., (2014). Study on Pedestrian Crossing Behavior at Signalized Intersections, *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 1, 103-110.
- [7] Montufar J., Arango J. i Nakagawa S. (2007). Pedestrians' Normal Walking Speed and Speed When Crossing a Street, *Journal of the Transportation Research Board*, 202, 90-97.
- [8] Zafri, N., Rony, A. i Adri, N. (2019). Analysis of Pedestrian Crossing Speed and Waiting Time at Intersections in Dhaka, *MDPI* 4 (3), 39.
- [9] Tibljaš, A., Otković, I., Campisi, I. i Šurdonja, S. (2021), Comparative Analyses of Parameters Influencing Children Pedestrian Behavior in Conflict Zones of Urban Intersections, *MDPI* 7(1), 5.
- [10] Chang, C., Woo, T. i Wang, S. (2011), Analysis of Pedestrian Walking Speeds at Crosswalks in Taiwan, *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 8, 211.
- [11] Forde, A., Janice D. (2021), Pedestrian walking speed at un-signalized midblock crosswalk and its impact on urban street segment performance, *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 8, 57-69.
- [12] Gates, T., Noyce, D., i Bill, A (2006), Recommended walking speeds for timing of pedestrians clearance intervals based on characteristics of the pedestrian population, *Journal of the Transportation Research Board* 1982(1):38-47
- [13] Shaaban, K. (2018), Analysis of Pedestrian Crossing Speeds at Signalized Intersections in Qatar, *Arabian Journal for Science and Engineering*, 44, 4467-4476.
- [14] Berrett, J.J. (2019), Pedestrian Walking Speeds at Signalized Intersections in Utah, Brigham Young University, 2572-4479.
- [15] Shumin, F. i Wu, Y.X. (2004), Crossing speed analysis for pedestrian at signalized intersection, *Journal of the Harbin Institute of Technology*, 36(1):76-78.
- [16] Bansal, A. i Goyal, T. (2019), Modelling the Pedestrian Speed at Signalised Intersection Crosswalks for Heterogeneous Traffic Conditions, *Promet-Traffic&Transportation*, 31, 681-92.
- [17] Huang, C., i Ma, W., (2010), A Statistical Analysis of Pedestrian Speed on Signalized Intersection Crosswalk, *International Conference of Chinese Transportation Professionals (ICCTP)*, 10, 151-153.