



## ZAHTJEVI ZA PROJEKTIRANJE BIKIKLISTI KE INFRASTRUKTURE

**prof. dr. sc. Marko Ren elj**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo, prometno inženirstvo in arhitekturo

**Dino Stani**, mag.gra .

Gra evinski fakultet

Sveu ilište u Rijeci

**Sažetak:** Pove avanje udjela korištenja bicikla kao jednog od vida prometa ovisi o infrastrukturi koja omogu uje pravilno i sigurno vo enje biciklista u urbanim sredinama. Biciklisti ka infrastruktura u urbanim sredinama poput biciklisti ke trake koje su vizualno ozna ene drugom bojom, zašti ene biciklisti ke staze fizi kom preprekom ili mješovito samo su neki od na ina vo enja biciklista u urbanim sredinama.

U lanku su prikazani tipovi biciklisti ke infrastrukture, zahtjevi za projektiranje biciklisti ke infrastrukture, projektno-tehni ki elementi biciklisti ke infrastrukture i detalji izgradnje biciklisti ke infrastrukture.

**Ključne riječi:** biciklisti ke površine, prometna sigurnost, biciklisti

## DESIGN REQUIREMENTS FOR THE BICYCLE INFRASTRUCTURE

**Abstract:** Increasing the share of bicycle use, as one of the modes of transport, depends on the infrastructure that provides proper and safe conduct of cyclists in urban areas. Cycling surfaces in urban areas, such as bicycle lanes visually marked in a different color, bicycle paths protected with physical barrier, or a combination of different color and physical barrier, are some of the ways of conducting cyclists in urban areas.

In the article different types of bicycle infrastructure are shown, design requirements for the bicycle infrastructure are presented. Moreover, some technical elements of bicycle infrastructure are discussed. At the end some details of bicycle infrastructure are shown.

**Key words:** bicycle infrastructure, bicycle safety, cyclists



## 1. UVOD

Biciklizam je pojam koji označava korištenje bicikla, ali i bilo kojeg drugog prijevoznog sredstva pokretanog isključivo ljudskom snagom. Bicikl kao prijevozno sredstvo pruža korisnicima veliki izbor u odabiru željene, optimalne i najkraće rute. Zbog svojih karakteristika i fleksibilnosti bicikl je kao prijevozno sredstvo veoma efikasan naročito u situacijama gdje se pojavljuju veliki prometni zastoji. Iz tog razloga biciklisti ki promet u mnogim gradovima Europe predstavlja jedan od osnovnih vidova prijevoza i jednu od polaznih točaka održivog razvoja prometna (Anđelković, 2015).

Udio biciklista u ukupnom prometu u gradovima u kojima prevlada biciklizam kao vid prometa veći je od 30 %. Ovaj potencijal je moguće uspješno iskoristiti tek kada je vožnja bicikla fizički moguća, sigurna i privlačna. Tome se protivi sve veća gustoća i brzina motornog prometa, te cestovna infrastruktura koja je godinama građena isključivo za motorni promet.

Problem sigurnosti pješaka dosad je rješavan odvajanjem pješaka od ostatka prometa i uređivanjem pješakih prijelaza. Biciklisti su u ovom procesu uglavnom zapostavljeni. Da bi se omogućilo korištenje bicikla u svakodnevnom prometu potrebno je izvesti kvalitetnu infrastrukturu i na siguran način izvesti vožnju biciklista (Mobile 2020).

## 2. ZAHTJEVI ZA KVALITETNU BIKIKLISTI KU INFRASTRUKTURU

Dobra biciklistička infrastruktura i dnevno korištenje bicikla usko su povezani. Oblikovanje biciklističke infrastrukture treba biti prilagođeno, kako bi poboljšalo sigurnost i kvalitetu prometa (Mobile 2020).

Standardi za kvalitetnu infrastrukturu razvijeni su u Nizozemskoj, koje su do sada meunarodno priznate kao važeće smjernice u planskom razvoju biciklizma. Nije moguće u svakoj situaciji ispuniti sve osnovne uvijete, ali potrebno je težiti, da se osnovni uvjeti ispune - a mogu služiti kao i mjerilo prema kojemu se ocjenjuje kvaliteta i nedostaci postojeće infrastrukture (Presto, 2011):

- **Sigurnost** je najvažniji preduvjet, o kojem treba voditi najviše računa. Biciklisti u pravilu ne predstavljaju opasnost u prometu, ali su sami izloženi opasnosti i osjećaju se nesigurno, ako se kreću u istom površinom kao i motorna vozila. Opasnost postoji zbog velikih razlika u masi i brzini. Sigurnost se može povećati u pravilu na tri načina. Smanjivanjem gustoće prometa i ograničenjem brzine na 30 km/h omogućuju i miješanje biciklista s motornim vozilima. Jedan od načina je odvajanjem biciklista prostorno od gustog i brzog motornog prometa čime se smanjuje mogućnost od opasnih sudara;
- **Izravnost** predstavlja kretanje biciklista najizravnijim mogućim putem do odredišta. Obilazaka treba biti što manje, a ukupno trajanje putovanja za bicikliste treba biti što kraće. Tako biciklizam postaje konkurentan drugim prijevoznim sredstvima na kraćim relacijama;
- **Povezanost** se odnosi na to do koje se mjere biciklisti mogu kretati od bilo kojeg polazišta do bilo kojeg odredišta bez prekida. To u osnovi znači da se biciklistima uvelike odgovarati mreža koja pokriva čitavo jedno područje ili čitav grad. Konfliktna i opasne situacije kao i prepreke odnosno infrastruktura koja se prekida su imbenici koje se ljude odvratiti od putovanja biciklom. Svaki dom, radno mjesto i sva važna odredišta trebaju biti dostupna biciklom i povezana u jedinstvenu mrežu;
- **Privlačnost** predstavlja dobru uklopljenost biciklističke infrastrukture u prijatan okoliš. To je stvar predodžbe i dojma, koji mogu snažno privući ili odbiti bicikliste. Budući da je dojam nešto što se razlikuje od osobe do osobe, teško je odrediti univerzalna pravila;



- Udobnost znači stvaranje ugodnog, nesmetanog i opuštenog iskustva vožnje. Tjelesni i mentalni napor treba svesti na najmanju moguću mjeru. Za nesmetanu je vožnju važno da bude što manje dodatnog napora i neobičnih manevara. Nekvalitetna ili loše održavana podloga uzrokuje neugodna poskakivanja i prepreke, što vožnju bicikla čini puno zahtjevnijom i samim time odbojnijom.

### 3. VRSTE BICIKLISTIČKIH POVRŠINA

Za pravilni odabir vrste biciklističke površine potrebno je razlikovati sljedeće pojmove:

- Biciklistička cesta / put ("cesta za bicikliste") je za propisanu prometnu signalizaciju označena samostalna (javna) cesta, namijenjena primarno/isključivo prometu biciklista;
- Biciklistička staza je prometnica namijenjena za promet bicikla, izgrađena odvojeno od kolnika i označena odgovarajućom signalizacijom;
- Biciklistička traka je dio kolnika namijenjena za promet bicikla, označena odgovarajućom prometnom signalizacijom;
- Biciklističko-pješakova staza je prometna površina, po kojoj se zajedno odvija biciklistički i pješakovi promet.
- Cesta za mješoviti promet je prometna površina po kojoj se zajednički odvija biciklistički i motorni promet.

#### 3.1 Biciklistička cesta

"Cesta za bicikliste" (Slika 1) je za propisanu prometnu signalizaciju označena samostalna (javna) cesta, namijenjena primarno/isključivo prometu biciklista.

U principu locirana je u "prijaznom okruženju", samostalno, odmaknuta od ceste za motorni promet. Uz ispunjavanje određenih uvjeta može se koristiti i za ograničeni lokalni/dostupni promet (npr. vlasnici zemljišta, traktori...) i za izvođenje javne infrastrukture.

Optimalna širina biciklističke ceste iznosi 3,5 m, a minimalna širina 2,5 m.



Slika 1. Primjer biciklističke ceste

#### 3.2 Biciklistička staza

Biciklistička staza (Slika 3) fizički je odvojena od prometa stoga predstavlja kvalitetno rješenje za bicikliste unutar urbanih sredina (gradova, naselja). Potrebna je na prometnim i brzim cestama, te na opterećenijim biciklističkim tokovima.

Biciklističke staze zbog svog fizičkog odvajanja od motornih vozila privlače i manje iskusne bicikliste, ali zahtjeva dosta prostora. Ionako se najčešće postavljaju uzduž ceste,

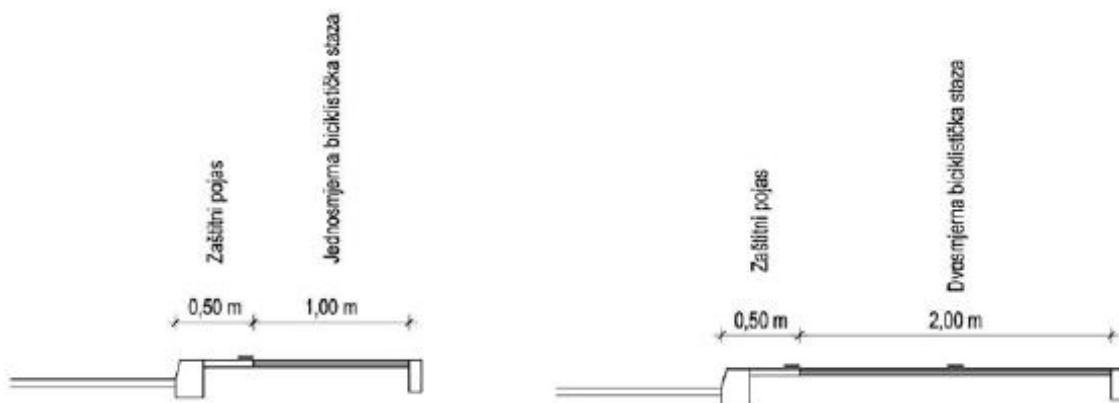


biciklistička staza ne mora nužno sjediti tokove motornog prometa (Presto 2011). Izvodi se, u odnosu na kolnik, kao jednosmjerna, s jedne ili obje strane kolnika, ili kao dvosmjerna (Slika 3). Jednosmjerna biciklistička staza izvodi se minimalne širine 1,0 m (optimalno 1,5 m do 2,0 m), dok se dvosmjerna izvodi minimalne širine 2,0 m (optimalno 2,5 m). Biciklistička staza odvaja se zaštitnim pojasom od kolnika ceste ili pješačke staze (NN, 28/2016). U naseljenim mjestima biciklistička staza su preporučljive na bržim cestama (brzina kretanja motornih vozila 50 km/h i više). Poželjne su i pri manjim brzinama (do 50 km/h), ako je promet gust.

Staze u naselju se od kolnika odvajaju visinski najmanje 12 cm, od ruba kolnika moraju biti udaljene minimalno 0,5 m (ako je uz biciklističku stazu na kolniku predviđeno uzdužno parkiranje minimalna širina zaštitnog pojasa iznosi 0,75 m) (NN, 28/2016). Biciklistička staza može biti odvojena od kolnika raznim vrstama i širinama pregrade (što su biciklističke dalje od kolnika, osjetljivije su sigurnijim).



Slika 2. Primjer biciklističke staze



Slika 3. Minimalne dimenzije jednosmjerne biciklističke staze (slika lijevo) i minimalne dimenzije dvosmjerne biciklističke staze (slika desno) (NN, 28/2016)

### 3.3 Biciklistička traka

Biciklistička traka (Slika 4) je dio kolnika namijenjena isključivo za promet biciklista, vidno ih odvajaju od ostatka prometa te je u pravilu namijenjena jednosmjernom prometu biciklista (izvodi se uz desni rub kolnika) (NN, 28/2016). Za razliku od biciklističke staze, biciklistička traka fizički ne odvaja i ne štiti bicikliste od ostatka prometa.

Biciklističke trake koriste se na cestama na kojima su gustoća i brzina motornog prometa razmjerno niske - ali je brzina i dalje prevelika da bi se biciklistički slobodno miješali s





motornim prometom. Također, biciklistička traka može poslužiti i kao mjera za smirivanje prometa - odnosno vozači moraju "primijetiti" bicikliste. Biciklističke trake se koriste i na gradskim cestama, gdje nema dovoljno prostora za odvojene biciklističke staze.

Jednosmjerna biciklistička traka izvodi se minimalne širine 1,0 m (optimalno 1,5 m) uz osiguranje minimalne širine zaštitnog pojasa prema površinama za druge vrste prometa.



Slika 4. Primjer biciklističke trake

### 3.4 Biciklistička ko-pješaka staza

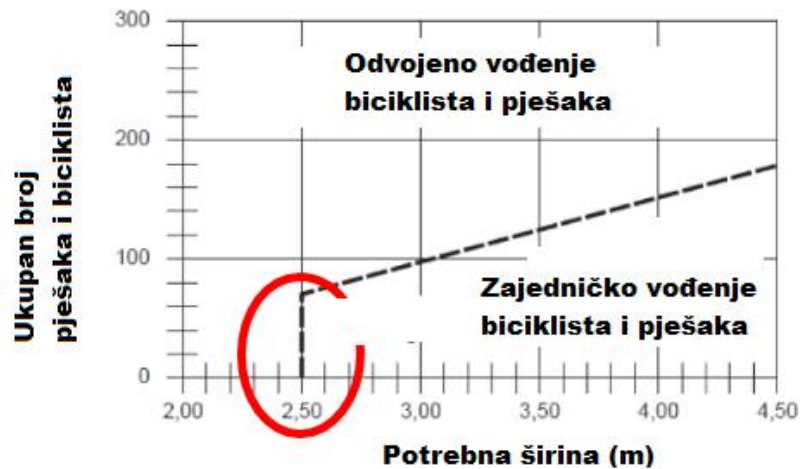
Biciklistička ko-pješaka staza je prometna površina namijenjena za kretanje biciklista i pješaka, izgrađena odvojeno od kolnika i označena odgovarajućom prometnom signalizacijom (Slika 5) (NN, 28/2016). Biciklisti i pješaci u pravilu ne smetaju jedni drugima, kreću se istom brzinom, a biciklisti vožnju uglavnom prilagođavaju pješacima. Prednost ovakvog rješenja za bicikliste su kraći put i lakši pristup odredištima (Presto, 2011).

Ponekad (u slučaju ograničenog prostora) nije moguće odvajanje pješaka od biciklista od prometa - barem ne, ako se želi udovoljiti standardnim dimenzijama biciklističke staze/trake. Kod tih slučajeva, zajednički korištena površina ponekad je najbolje rješenje, a njezina potrebna širina definira se uz kriterij broja pješaka i biciklista u vršnom satu (uz pomoć dijagrama na slici 6). Preporučena širina zajedničke staze je 3,0 m (i više), a nikako manje od 2,5 m.

Opasnost sudara pješaka i biciklista je manja/nezatna u usporedbi s mogućim sudarima prilikom miješanja biciklista ili pješaka s motornim vozilima. Biciklistička ko-pješaka staza ne preporučuje se ako je gustoća pješaka od prometa veća od 200 pješaka na sat. Pri većim gustinama pješaka od prometa preporučuje se odijeliti preporučeni prostor za bicikliste od prostora za pješake (Presto, 2011).



Slika 5. Primjer biciklističke ko-pješake staze



Slika 6. Dijagram za odabir potrebne širine biciklisti ko-pješa ke staze (ERA, 2010)

## 4. PROJEKTIRANJE BICIKLISTI KE INFRASTRUKTURE

### 4.1 Odabir vrste biciklisti ke infrastrukture

Za pravilni odabir vo enja biciklista/biciklisti ke infrastrukture potrebno je uzimati u obzir:

- brzina motornog prometa. Naj eš e se koristi podatak o izmjerenoj (skrta mjerena brzine) brzini  $V_{85}$  [km/h];
- gusto a motornog prometa;
- gusto a biciklisti kog prometa;
- raspoloživi prostor;
- kategorija prometnice;
- gusto a pješa kog prometa.

Prvenstveno se za definiranje vrste biciklisti ke infrastrukture koristi dijagram (slika 7), a može se (dodatno) koristiti i tablica (slika 8).

### 4.2 Zahtjevi oblikovanja

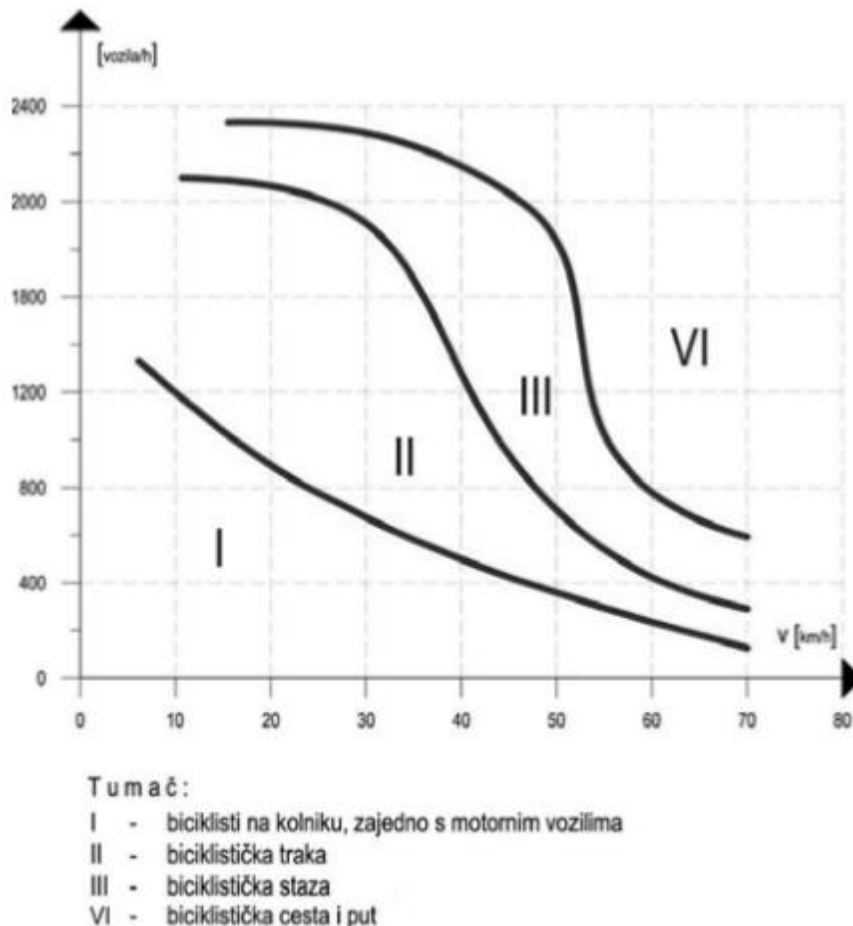
Fizi ko oblikovanje tako er je važno za sigurnost biciklista, zbog ega treba voditi ra una o prostoru potrebnom za vožnju bicikla. To uklju uje dimenzije voza a i bicikla odnosno prostor za sigurnu vožnju. Osnovni zahtjevi oblikovanja biciklisti ke infrastrukture (Presto, 2011):

- **Stabilnost:** bicikli su nestabilna vozila. Za održavanje ravnoteže je potrebna brzina od najmanje 12 km/h. Pri manjim brzinama bicikl se po inje "ljuljati" zbog ega je potrebno osigurati manevarski prostor. To se doga a i pri kretanju s mjesta, usporavanju u uskim zavojima i pri vožnji uzbrdo;
- **Krivudanje:** biciklisti u vožnji neprestano moraju održavati ravnotežu. Zbog toga se uvijek pomalo kre u lijevo-desno, ak i pri brznoj vožnji. Takvo kretanje nazivamo "krivudanjem". Osim o brzini, krivudanje ovisi i o starosti, iskustvu i fizi koj sposobnosti biciklista, te nepravilnostima podloge i bo nim vjetrovima. Pri normalnoj brzini vožnje i u normalnim uvjetima, biciklist krivuda otprilike dodatnih 0,20 m. U okolnostima, gdje je biciklist prisiljen voziti sporije od 12 km/h, potrebno je više slobodnog prostora;
- **Strah od prepreka:** biciklisti e htjeti ostati na odre enoj udaljenosti od prepreke poput rubnjaka, zidova, prometnih znakova, objekata i sli no. Da bi se osigurala odre ena



udaljenost od prepreka potrebno je odrediti širinu zaštitnog pojasa. Širina zaštitnog pojasa uz biciklističku traku u odnosu na stalne prepreke (stupovi za rasvjetu, prometni znakovi, objekti) iznosi minimalno 0,25 m (slika 9);

- Širina prometnog i slobodnog profila: slobodni profil biciklističke prometnice i prometni poprečni profil uvećan za širinu zaštitnog pojasa sa svake strane, te iznosi za jednog biciklistu minimalno 1,5 metara, a za dva bicikla minimalno 2,5 metara (slike 10 i 11) (NN, 28/2016).



Slika 7. Dijagram za odabir potrebne vrste biciklističke infrastrukture (NN, 28/2016)

### 4.3 Projektno-tehnički elementi biciklističke infrastrukture

Kod projektiranja biciklističke infrastrukture potrebno je imati u vidu, da je "pristup k projektiranju" - manje više - sličan postupcima projektiranja ceste. Uz to želimo naglasiti, da je potrebno voditi računa i o minimalnim projektno-tehničkim elementima, koje je potrebno uzimati u obzir kod projektiranja biciklističke infrastrukture. Optimalna brzina, za koju se dimenzioniraju projektno-tehnički elementi biciklističke infrastrukture iznosi 20 km/h. Drugi primjer, minimalni radijus horizontalnog zavoja za biciklističku infrastrukturu iznosi 6 m (10 m u slučaju biciklističke ceste), minimalni poprečni nagib iznosi 2,5 %. Ostale vrijednosti pojedinih projektno-tehničkih elemenata razvidni su iz tablica u nastavku (tablice 1, 2 i 3).

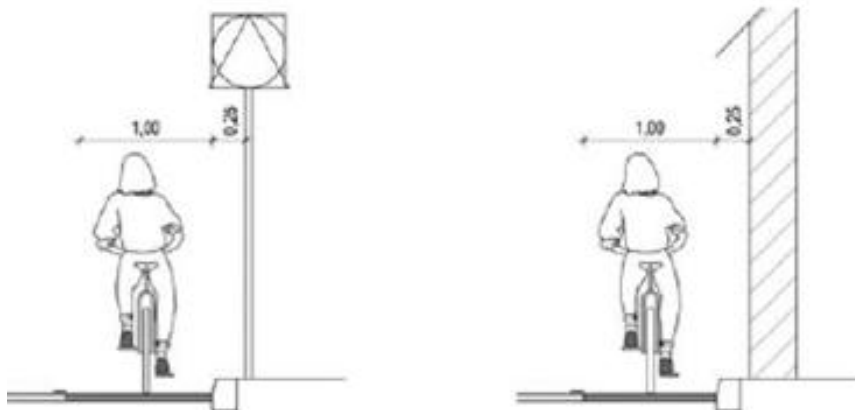


#### 4.4 Detalji

Kod izvođenja biciklističke infrastrukture veoma je bitno, da su pravilno riješeni detalji izvođenja infrastrukture. Pogotovo se to odnosi na rubnike i izvođenje biciklističkih staza na mjestima prilaza/priključaka. Neki od detalja prikazani su u nastavku (slike 12, 13 i 14).

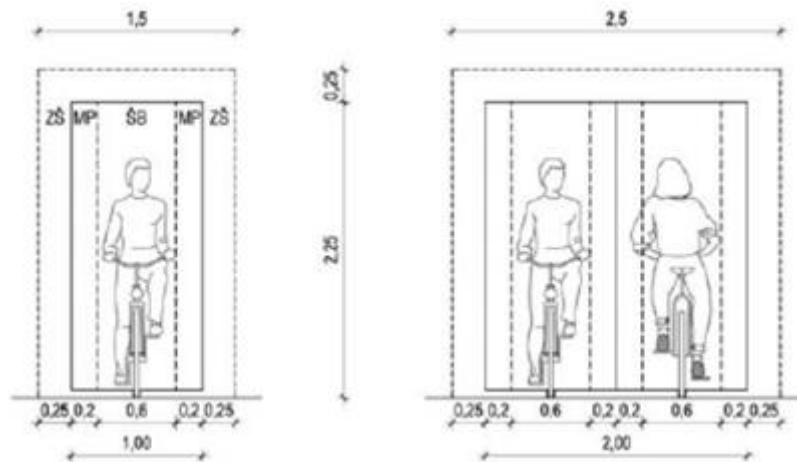
		Brzina (km/h)	Gustoća (automobile dnevno)	Osnovna mreža	Glavna biciklistička ruta
					>2500 biciklista/dan
		-	0	Samostalna staza	
Kategorija ceste	Lokalna cesta	Brzina hoda, ili 30 km/h	1 - 2500	Mješoviti promet (sa ili bez preporučene biciklističke trake)	Biciklistička cesta ili biciklistička traka (s prednošću prolaska)
			2000 - 5000		
			> 4000	Biciklistička staza ili biciklistička traka	
Kategorija ceste	Glavna/brza cesta	50 km/h	2x1 traka	-	Biciklistička staza (uz kolnik ili odvojena)
			2x2 trake		
		70 km/h			

Slika 8. Odabir biciklističke infrastrukture ovisno o gustoći i brzini motornih vozila (Presto, 2011)

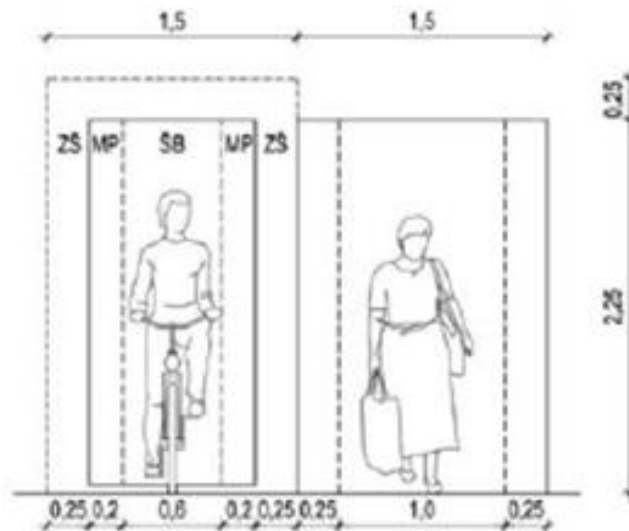


Slika 9: Primjer širina zaštitnog pojasa biciklističke trake uz stalne zapreke (NN, 28/2016)





Slika 10: Slobodni i prometni profil za promet jednog i dva biciklista (NN, 28/2016)



Slika 11: Slobodni i prometni profil za promet jednog biciklista i pješaka (NN, 28/2016)

Tablica 1. Minimalni radijus horizontalnog zavoja u odnosu na brzinu biciklista (DRSC, 2012)

Brzina biciklista [km/h]	12	16	20
$R_{min}$ [m]	5	8	10

Tablica 2. Maksimalna duljina uspona u zavisnosti od nagiba uspona (DRSC, 2012)

Uspon [%]	Maksimalna duljina uspona [m]
10	20
6	65
5	120
4	250
3	> 250

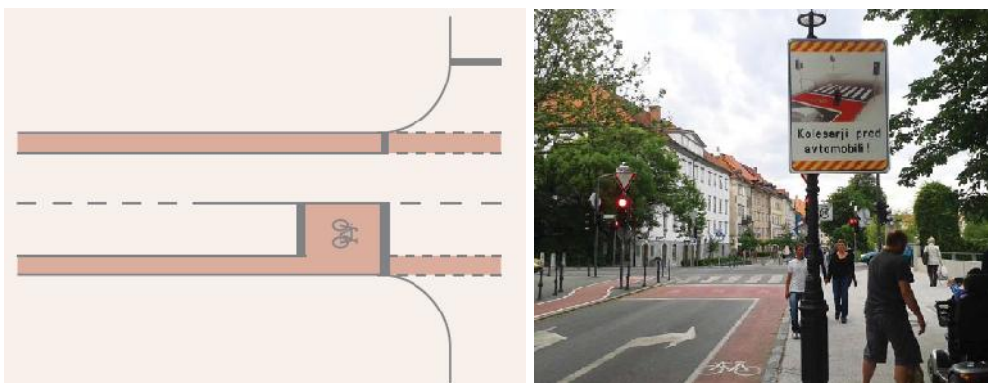


Tablica 3. Minimalni radijus konveksnog i konkavnog vertikalnog zaokruženja (DRSC, 2012)

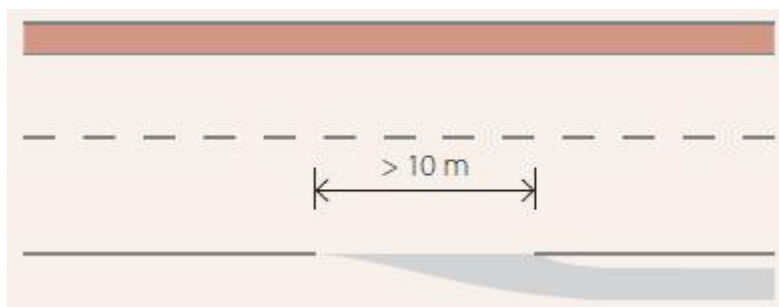
Brzina biciklista [km/h]	$r_{\text{min.konv}}$ [m]	$r_{\text{min.konk}}$ [m]
20	40	25
30	80	50
40	150	100
50	300	200

Tablica 4. Zaustavna preglednost (DRSC, 2012)

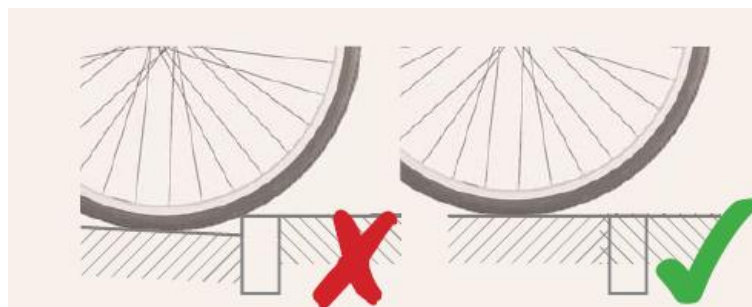
Brzina biciklista [km/h]	Zaustavna preglednost [m]
20	20 - 30
30	30 - 40



Slika 12: Vo enje biciklista na biciklisti ki traci ispred raskrižja - t. z. "Bike Box" (DRSC, 2012)



Slika 13: Prijelaz/po etak biciklisti ke staze (DRSC, 2012)



Slika 14: Visina rubnjaka kod biciklisti ke infrastrukture mora biti u visini kolnika (DRSC, 2012)



## 5. ZAKLJU AK

U radu je prikazana povezanost biciklisti ke infrastrukture i sigurnost biciklista - i pri tom imati u vidu zahtjeve za adekvatno projektiranje biciklisti ke infrastrukture.

Biciklizam je pojam koji označava korištenje bicikla, ali i bilo kojeg drugog prijevoznog sredstva pokretanog isključivo ljudskom snagom. Da bi se omogućilo korištenje bicikla u svakodnevnom prometu potrebno je izvesti kvalitetnu infrastrukturu i na siguran način izvesti voenje biciklista. Voenje biciklista u urbanim sredinama mogu e je na dva na ina pristupom razdvajanja ili pristupom miješanja.

"Pristup razdvajanja" (prema ovom gledištu) biciklisti ku infrastrukturu smatra odvojenom i "zasebnom" prometnom mrežom. Ona se sastoji od odvojene, jedinstvene infrastrukture, s vlastitim tehničkim normama oblikovanja. Polazi se od pretpostavke da je promet bicikala nespojiv s motornim prometom, te da ih treba razdvojiti na dvije odvojene mreže radi sigurnosti i različitih potreba ove dvije vrste korisnika.

"Pristup miješanja" (prema ovom gledištu) smatra se, da prometnice treba vratiti biciklistima i pješacima smirivanjem prometa i omogućavanjem zajedničkog korištenja prostora koji je dotad bio namijenjen pretežno motornom prometu. Ovdje je polazna pretpostavka, da se motorni promet mora prilagoditi sporijim sudionicima u prometnu.

Miješanje je mogu e samo na mjestima gdje je to sigurno i gdje god se može uiniti sigurnim. O potrebama biciklista kao i sadržaju u urbanim sredinama ovisi njihovo voenje i potrebnoj infrastrukturi za pravilno i sigurno voenje.

Statistike i iskustva su pokazala me usobnu vezu između kvaliteta voenja biciklista i infrastrukture i povećavanja udjela biciklista. Zbog toga postoje velike razlike u stopi biciklista u različitim europskim zemljama i gradovima. Standardi za kvalitetnu infrastrukturu razvijeni su u Nizozemskoj, koje su do sada me unarodno priznate kao važe e smjernice u planskom razvoju biciklizma. Fizičko oblikovanje tako er je važno za sigurnost biciklista, zbog ega treba voditi računa o prostoru potrebnom za vožnju bicikla. To uključuje dimenzije vozača i bicikla odnosno prostor za sigurnu vožnju.

## LITERATURA

1. Anđelković, Z., Jokanović, I.: Biciklisti ki saobraćaj u urbanim sredinama, Journal of faculty of civil engineering, 2015, 28.
2. Priručnik o planiranju biciklisti kog prometa u urbanim sredinama, Mobile 2020.
3. Presto vodi za strategiju razvoja biciklizma: Infrastruktura, 2011.
4. Pravilnik o biciklisti koj infrastrukturi, Narodne novine službeni list Republike Hrvatske, 2016, br. 28.
5. DRSC: Navodila za projektiranje kolesarskih površina, 2012, Ljubljana, [http://www.di.gov.si/fileadmin/di.gov.si/pageuploads/Stran\\_navodila\\_in\\_vzorci/kolesarji\\_prelom\\_web\\_06-2012.pdf](http://www.di.gov.si/fileadmin/di.gov.si/pageuploads/Stran_navodila_in_vzorci/kolesarji_prelom_web_06-2012.pdf).
6. Guidelines for Cycling Facilities (Empfehlungen für Radverkehrsanlagen, ERA 2010), German Road and Transport Research Association (FGSV).