

Pravilnik o uslovima koje sa aspekta bezbednosti saobraćaja moraju da ispunjavaju putni objekti i drugi elementi javnog puta

Pravilnik je objavljen u „Službenom glasniku RS“, broj 50/2011 od 08.07.2011. godine

NAPOMENA: Ovaj pravilnik se primenjuje od 16. jula 2011. god.

Član 1.

Ovim pravilnikom propisuju se bliži uslovi koje javni putevi izvan naselja i njihovi elementi (u daljem tekstu: javni putevi), kao i putni objekti moraju da ispunjavaju sa aspekta bezbednosti saobraćaja.

Član 2.

Uslovi iz člana 1. ovog pravilnika odnose se na:

- funkcionalnu klasifikaciju vangradskih puteva (Prilog 1);
- trase vangradskih puteva (Prilog 2);
- površinske raskrsnice vangradskih puteva (Prilog 3);
- denivelisane raskrsnice vangradskih puteva (Prilog 4).

Prilozi 1 - 4. iz stava 1. ovog člana odštampani su uz ovaj pravilnik i čine njegov sastavni deo.

Član 3.

Danom stupanja na snagu ovog pravilnika prestaje da važi Pravilnik o osnovnim uslovima koje javni putevi izvan naselja i njihovi elementi moraju da ispunjavaju sa gledišta bezbednosti saobraćaja („Službeni list SFRJ”, br. 35/81 i 45/81).

Član 4.

Ovaj pravilnik stupa na snagu osmog dana od dana objavljivanja u „Službenom glasniku Republike Srbije“.

Broj 110-00-000097/2010-01

U Beogradu, 22. juna 2011. godine

Ministar,

Milutin Mrkonjić, s.r.

PRILOG 1

1. FUNKCIONALNA KLASIFIKACIJA VANGRADSKIH PUTEVA

Funkcionalna klasifikacija je osnovna klasifikacija puteva koja podrazumeva povezivanje i opsluživanje glavnih koncentracija izvora i ciljeva kretanja ljudi i robe u prostoru, pa se direktno povezuje s prostornim razvojem. Na osnovu funkcionalne klasifikacije definisu se planerske karakteristike puteva kao programski uslovi za projektovanje i, istovremeno, formira polazno uporište za kategorizaciju putne mreže.

2. OSNOVNE POSTAVKE UREĐENJA PUTNE MREŽE

Putna mreža je jedan od osnovnih sistema povezivanja i opsluživanja svih sadržaja u prostoru, bilo direktno, bilo posredno povezivanjem sadržaja s terminalima drugih saobraćajnih sistema (vodni, vazdušni, železnički). Stoga prostorni raspored sadržaja formira glavne tačke prostorne koncentracije ciljeva i izvora kretanja putnika i robe, odnosno saobraćajna težišta koja se, сразмерно intenzitetu sadržaja, mogu posebno kategorisati za potrebe funkcionalne klasifikacije putne mreže.

2.1. Prostorni razvoj i koncentracija izvora i ciljeva

Vangradска putna mrežа подрžава просторни развој државе обезбеђењем приступаћности деловаnjene територије, као и повезивањем државе са окружењем. Истовремено, путна мрежа је једно од средстава којим се повећањем приступаћности и услова повезивања може додатно усмеравати просторни развој државе и деловаnjene територије.

Centri razvoja, у првом redu urbani i drugi centri u mreži naselja главни су узроци просторне концентрације извора и циљева кретања луди и транспорта robe. Centri razvoja су и подручја изван насеља, као што су туристичка подручја и центри, производне и друге целине, као и специфични терминални други системи саобраћаја (водни, ваздушни, желеzнички); те центри имају сопствене карактеристике временске и просторне концентрације извора и циљева кретања луди и транспорта robe.

Po svojim prostornim, инвестиционим и другим захтевима и негативним утицајима на окружење и животну средину, drumski саобраћај и путна мрежа moraju se usklađivati s потребама uravnoteženog održivog развоја и очувања животне средине.

2.2. Saobraćajna funkcija putne mreže

Putna mreža je deo celovite infrastrukturne osnove države, pa se posebno mora voditi računa o odnosu prema drugim sistemima, pre svega u pogledu raspodele tokova ljudi i robe saglasno strategiji razvoja celovite saobraćajne osnove države.

Visoka prostorna razgranatost putne mreže i vremenska fleksibilnost ponude saobraćajnih usluga putničkih i teretnih sredstava prevoza omogućava da putna mreža bude osnovni sistem napojno-distributivnih kretanja od saobraćajnih terminala drugih sistema ili ka njima (vodni, vazdušni, železnica). Posledično, putna mreža je i ključni element objedinjavanja različitih vidova saobraćaja u celovitu infrastrukturnu osnovu ukupnog razvoja države.

Pošto putnu mrežu koriste kolektivni (javni međugradski, prigradski i gradski prevoz) i individualni vidovi prevoza (putnički automobili, teretna vozila, biciklisti, pešaci) potrebno je celovito razmatranje svih vidova uz maksimalno usklađivanje konfliktnih zahteva.

2.3. Hierarchy of traffic hubs

Putna mreža prostorno i funkcionalno mora biti saglasna stepenu prostorne i vremenske koncentracije izvornih i ciljnih tokova prevoza ljudi i transporta robe. Funkcija poteza putne mreže direktno je uslovljena kategorijama saobraćajnih težišta (centara razvoja) koje povezuje u skladu s njihovim značajem i intenzitetima funkcije u prostoru. Kategorizacija centara razvoja zasnovana je na kriterijumima Prostornog plana Republike Srbije, s tim što je neophodno definisati dodatne kriterijume, pre svega po karakteristikama prostorne i vremenske koncentracije saobraćajnih tokova, koji utiču na kategorizaciju saobraćajnih težišta.

2.3.1. Urbana naselja kao saobraćajna težišta

Naselja kao saobraćajna težišta kategoriju se na osnovu broja stanovnika u neposrednom gravitacionom području i graničnih uslova svakodnevnih kretanja. Polazna karakteristika naselja kao saobraćajnih težišta je izražena prostorna koncentracija izvora i ciljeva kretanja u centralnom području naselja i relativno ravnomeran intenzitet kretanja tokom godine.

- državna (makroregionalna) saobraćajna težišta su urbana naselja sa više od 100.000 stanovnika u kontinualno izgrađenom području s vremenskim radijusom svakodnevne gravitacije iz šireg područja 45-60 minuta. Pored svih funkcija nižih nivoa centara oni su administrativni, kulturni, obrazovni, privredni, snabdevački, zdravstveni i drugi centri više regiona i/ili države s brojnim funkcijama međunarodnog značaja.
- regionalna saobraćajna težišta su urbana naselja sa 50.000-100.000 stanovnika u gravitacionom području i vremenskim radijusom svakodnevne gravitacije 30-45 minuta. Pored svih funkcija nižih nivoa centara oni su administrativni, kulturni, obrazovni, privredni, snabdevački, zdravstveni i drugi centri regiona ili više opština.
- područna saobraćajna težišta su urbanizovana naselja sa 10.000-50.000 stanovnika koja svojim sadržajima pokrivaju uvećane svakodnevne potrebe stanovništva, kao i ograničen broj i obim povremenih potreba s vremenskim radijusom svakodnevne gravitacije 15-30 minuta. Ta težišta su, po pravilu, manji centri proizvodnje, zanatstva i delatnosti usluga sa ograničenim nivoom administrativnih, kulturnih, obrazovnih, zdravstvenih i drugih funkcija.
- lokalna saobraćajna težišta su naselja sa 500-10.000 stanovnika koja svojim sadržajima pokrivaju svakodnevne i ograničene povremene potrebe stanovništva s vremenskim radijusom svakodnevne gravitacije manjim od 15 minuta.

2.3.2. Ostali centri razvoja kao saobraćajna težišta

Ostali centri razvoja izvan naselja (npr. područja za odmor i rekreaciju, izdvojeni proizvodni kompleksi, saobraćajni terminali itd.) nemaju isti nivo raznovrsnosti funkcije kao urbana naselja. Oni, po pravilu, imaju drugačije karakteristike prostorne i vremenske koncentracije izvora i ciljeva kretanja ljudi i robe (sezonske karakteristike). Takođe, karakteristično je da takvi centri razvoja, po pravilu, imaju drugačije karakteristike strukture tokova po vidovima transporta.

Po dominantnom kriterijumu uticaja na funkciju poteza ili deonice putne mreže, ostali centri razvoja mogu se približno izjednačiti sa saobraćajnim težištima određenim prema kriterijumu za naselja.

2.3.2.1. Turistička područja i centri

Na osnovu intenziteta potražnje, kao i prostorne i vremenske koncentracije izvora i ciljeva kretanja ljudi i transporta robe, razlikuju se sledeće kategorije turističkih područja i centara kao saobraćajnih težišta:

- oblasti za turizam, odmor, rekreaciju i sport koje obuhvataju veliki prostor sa raznovrsnom ponudom usluga i najviše višednevnih boravaka korisnika, odnosno turistička područja i centri državnog i/ili međuregionalnog značaja. Po uticaju na funkciju putne mreže približno su jednaki sa regionalnim saobraćajnim težištem definisanim za naselja.
- oblasti za turizam, odmor, rekreaciju i sport koje obuhvataju manje površine sa relativno jednorodnom ponudom usluga na kojima korisnici uglavnom kratko borave, odnosno turistička područja i centri regionalnog (međuregionalnog) dometa. Po uticaju na funkciju putne mreže približno su jednaki sa područnim saobraćajnim težištem definisanim za naselja.
- oblasti i centri s najviše kratkotrajnih ili jednodnevnih boravaka i relativno jednorodnom ponudom usluga s najviše kratkih ili jednodnevnih boravaka korisnika, odnosno područja i centri područnog (regionalnog) dometa. Po uticaju na funkciju putne mreže približno su jednaki sa lokalnim saobraćajnim težištem definisanim za naselja.

2.3.2.2. Terminali drugih vidova saobraćaja

Polazeći od intenziteta tokova kao i prostorne i vremenske koncentracije izvora i ciljeva kretanja ljudi i transporta robe razlikuju se sledeće kategorije terminala (izvan naselja) kao saobraćajnih težišta:

- terminali koji zauzimaju veliki prostor sa državnim (međudržavnim) nivoom funkcije (međunarodni aerodromi, pristaništa i luke na plovnim putevima I reda, železničke stanice daljinskog saobraćaja i sl.). Po uticaju na funkciju putne mreže približno su jednaki sa regionalnim saobraćajnim težištem definisanim za naselja.
- terminali međuregionalnog (regionalnog) dometa (npr. domaći aerodromi, pristaništa i luke na vodnim putevima II reda, železničke stanice za međuregionalni/regionalni saobraćaj i sl.). Po uticaju na funkciju putne mreže približno su jednaki sa područnim saobraćajnim težištem definisanim za naselja.
- vezne tačke sa sistemima regionalnog (subregionalnog) dometa (npr. pristaništa i luke na vodnim putevima III reda, prigradska železnička stanica i sl.). Po uticaju na funkciju putne mreže približno su jednaki sa lokalnim saobraćajnim težištem definisanim za naselja.

2.3.2.3. Prekogranične veze

Kategorizacija saobraćajnih težišta i posledično nivoi funkcije njihovog povezivanja u prekograničnim vezama podleže istim kriterijumima kao što je prethodno definisano, s tim što se po pravilu, poštuje kategorizacija saobraćajnih težišta, odnosno centara razvoja definisana u susednim državama.

2.3.3. Nivoi funkcije povezivanja saobraćajnih težišta

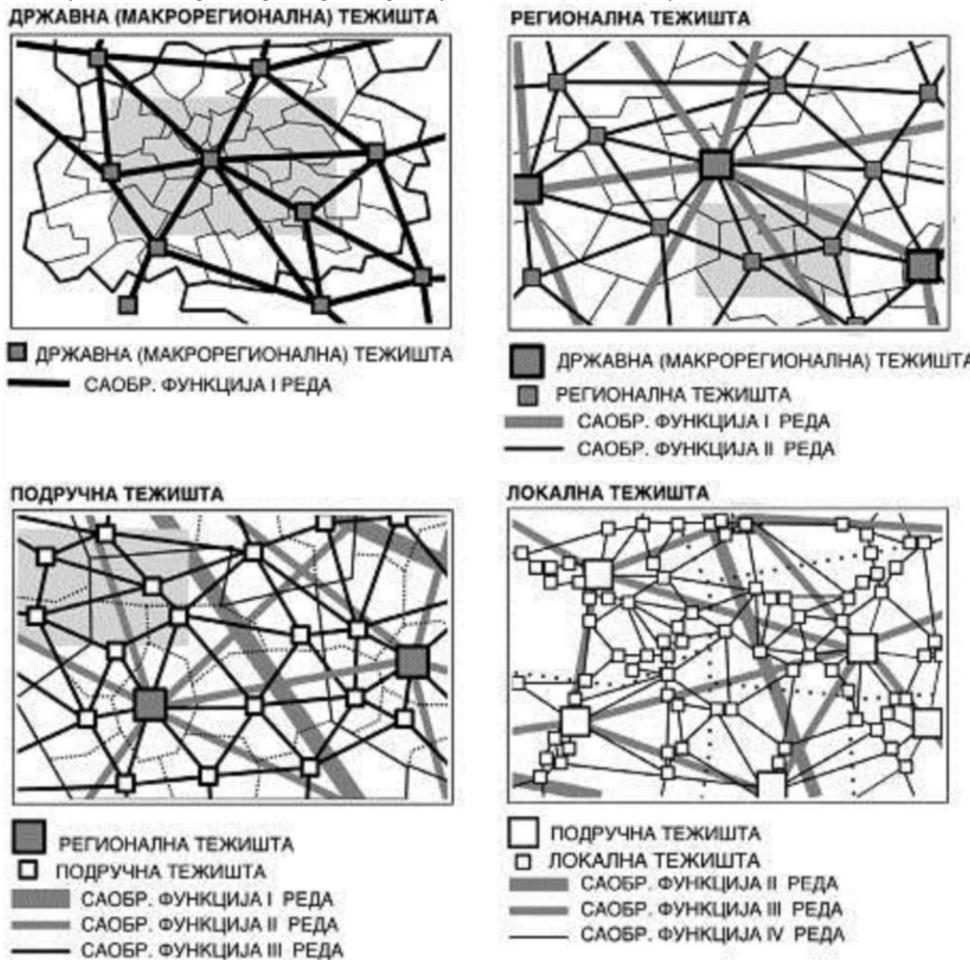
Nivo funkcije poteza (deonice) putne mreže u skladu je s kategorijom saobraćajnog težišta koje opslužuje; razlikuju se četiri reda saobraćajne funkcije (slika 2-01 ovog priloga):

Saobraćajna funkcija I reda: međusobno povezivanje državnih (makroregionalnih) saobraćajnih težišta, prekogranično povezivanje s težištima istog značaja u drugim državama

Saobraćajna funkcija II reda: povezivanje regionalnih težišta s državnim (makroregionalnim) saobraćajnim težištima, međusobno povezivanje regionalnih težišta, povezivanje regionalnih (u posebnim slučajevima područnih) težišta sa vezama I reda funkcije, povezivanje turističkih područja i centra državnog (meduregionalnog) značaja sa vezama I reda funkcije, povezivanje saobraćajnih terminala državnog (međudržavnog) značaja sa vezama I reda funkcije.

Saobraćajna funkcija III reda: povezivanje područnih saobraćajnih težišta sa regionalnim i, u posebnim slučajevima, državnim (makroregionanim) težištima, međusobno povezivanje područnih težišta, povezivanje regionalnih (u posebnim slučajevima područnih) težišta sa vezama II (I) reda funkcije, povezivanje turističkih centara regionalnog (meduregionalnog) značaja sa vezama II (I) reda funkcije, povezivanje saobraćajnih terminala regionalnog (međuregionalnog) značaja sa vezama II (I) reda funkcije.

Saobraćajna funkcija IV reda: povezivanje lokalnih težišta s područnim težištima i, u posebnim slučajevima, regionalnim težištima, međusobno povezivanje lokalnih težišta, povezivanje lokalnih težišta sa vezama III (II) reda funkcije, povezivanje turističkih centara područnog (regionalnog) značaja sa vezama III (II) reda funkcije, povezivanje saobraćajnih terminala regionalnog/subregionalnog značaja sa vezama III (II) reda funkcije.



Slika 2-01: Saobraćajna težišta i nivoi saobraćajne funkcije.

3. FUNKCIJE PUTEVA

U ovom poglavlju se na osnovu opštih stavova o zadacima putne mreže u ostvarivanju ciljeva prostornog razvoja definisu osnovne i posebne funkcije poteza (deonica) puteva kao elemenata putne mreže.

3.1. Osnovne funkcije puta

Osnovne funkcije puta su saobraćajne funkcije međusobnog povezivanja saobraćajnih težišta i saobraćajnog opsluživanja prostora u neposrednoj okolini puta. Osnovne funkcije puta su:

- opsluživanje - podrazumeva obezbeđenje pristupa do/od pojedinačne lokacije i/ili prostorne celine (područja), vođenje saobraćajnih tokova do/od područnog težišta ili do/od deonice višeg funkcionalnog nivoa putne mreže;
- sabiranje - je funkcija prikupljanja pojedinačnih saobraćajnih tokova da bi se objedinili, vode do/od područnog i/ili regionalnog saobraćajnog težišta ili do/od deonice višeg funkcionalnog nivoa putne mreže;
- povezivanje pojedinih područnih i/ili regionalnih saobraćajnih težišta podrazumeva funkciju saobraćajnog objedinjavanja urbanih naselja i/ili drugih vrsta saobraćajnih težišta, kao i njihovo priključivanje na poteze (deonice) najvišeg funkcionalnog nivoa putne mreže;

- daljinsko povezivanje regionalnih i/ili državnih (makroregionalnih) saobraćajnih težišta predstavlja najvišu funkciju puta koja povezuje veća odstojanja međuregionalnog, državnog i međudržavnog dometa.

3.2. Posebne funkcije puta

Posebne funkcije puta obuhvataju prateće usluge korisnicima puta (gorivo, servisi, odmor, potrebe, usluge i sl.) kao i druge aktivnosti koje se odvijaju na putnom zemljisu (npr. pristup do stajališta i čekanje na javni prevoz). Ta grupa funkcija se po vrsti, intenzitetu i broju definije kao bitan planersko-projektantski uslov (tačka 5.2. ovog priloga) u skladu s funkcionalnom vrstom putnog pravca i/ili deonice. Posebne funkcije ne smeju ni na koji način umanjiti kvalitet osnovnih (tj. saobraćajnih) funkcija smanjenjem brzine saobraćajnog toka i/ili nivoa usluge, smanjenje nivoa bezbednosti saobraćaja, ometanjem osnovnog saobraćajnog toka i sl.

Neposredno okruženje puta, po Zakonu o javnim putevima, obuhvata zaštitni pojaz i pojaz kontrolisane izgradnje, čija širina zavisi od kategorije puta. Niže funkcionalne vrste puteva, kao i deonice puteva kroz naseljena mesta u putnom prostoru i neposrednom okruženju imaju i niz posebnih funkcija (npr. zaustavljanje i parkiranje vozila, poprečno i podužno kretanje biciklista i/ili pešaka, boravak pešaka u profilu puta i/ili širem prostoru, kretanje i boravak dece, šetnja, korišćenje usluga objekata u zoni puta itd.). Ta grupa posebnih funkcija po pravilu, posledica je saobraćajne funkcije opsluživanja ivičnih sadržaja, pa se javljaju konfliktni zahtevi obezbeđenja uslova za prolazne tokove vangradskog puta i potreba funkcionisanja ivičnih sadržaja.

3.3. Preklapanje funkcija

Između funkcija povezivanja, opsluživanja i boravka postoje izraženi suprotni zahtevi; uravnoteženo rešenje tih zahteva suštinski je sadržaj funkcionalne klasifikacije kao osnove za planersko uredjenje putne mreže i projektno oblikovanje putnog prostora.

Putevi izvan izgrađenih područja po pravilu ostvaruju funkciju povezivanja s kontrolisanim vrstama i intenzitetima opsluživanja i boravka. U zoni izgrađenih područja kroz koje prolazi vangradski put preklapanje funkcija je pravilo tako da se u takvim situacijama prvenstveno teži razdvajaju funkcije povezivanja od funkcije opsluživanja i boravka (segregacija).

Ukoliko razdvajanje funkcija (segregacija) nije moguće, ili iz posebnih razloga nije poželjno, mora se naći kompromisno rešenje koje neće nesrazmerno ugroziti nijednu od navedenih funkcija. Prihvatljivo kompromisno rešenje moguće je postići samo na potezima čija je funkcija povezivanja manjeg značaja, odnosno za funkcionalno niže kategorije vangradskih puteva.

4. FUNKCIONALNA KLASIFIKACIJA PUTEVA

Funkcionalna klasifikacija puteva je osnovna klasifikacija zasnovana na glavnim zadacima putnog poteza (deonice) u putnoj mreži i celovite saobraćajne osnove prostornog razvoja teritorije države.

4.1. Kriterijumi funkcionalne klasifikacije

Osnovni kriterijumi funkcionalne klasifikacije puteva su:

- prostorni nivo funkcije kao pokazatelj nivoa funkcije povezivanja saobraćajnih težišta (tačka 2.3.3.3. ovog priloga). Razlikuju se četiri prostorna nivoa funkcije: lokacija, područje, region, dva/više regiona, država, dve/više država.
- dominantna saobraćajna funkcija u smislu člana 3.1. ovog priloga, odnosno relativni stepen važnosti zadataka opsluživanja sa držaja, sabiranja tokova, povezivanje saobraćajnih težišta i daljinsko povezivanje saobraćajnih težišta.

Posebne funkcije puteva (tačka 3.2. ovog priloga) i preklapanje funkcija (tačka 3.3. ovog priloga) posledica su funkcionalne klasifikacije, odnosno planerske karakteristike određene funkcionalne vrste ili tipa puta. Stoga se ti elementi funkcije detaljnije razmatraju u poglaviju 6. ovog priloga „Opšti programski uslovi za projektovanje puteva“.

4.2. Klase puteva prema funkcionalnoj klasifikaciji

Objedinjavanjem kriterijuma iz tačke 4.1. ovog priloga i ranije definisanih nivoa saobraćajne funkcije (tačka 2.3.3. ovog priloga) definišu se klase puteva, odnosno funkcionalne vrste i tipovi puteva, kao što je prikazano na slici 4-01 ovog priloga.

Razlikuju se četiri vrste puteva prema osnovnim funkcijama:

- pristupni putevi (PP)
- sabirni putevi (SP)
- vezni putevi (VP)
- daljinski putevi (DP).

Zavisno od prostornog nivoa na kome se odvija funkcija puta, četiri navedene vrste puteva formiraju osam funkcionalnih tipova:

- pristupni putevi lokalni (PP-l)
- pristupni putevi područni (PP-p)
- sabirni putevi područni (SP-p)
- sabirni putevi regionalni (SP-r)
- vezni putevi regionalni (VP-r)
- vezni putevi međuregionalni (VP-m)
- daljinski putevi međuregionalni (DP-m) - daljinski putevi državni, međudržavni (DP-d).



Slika 4-01: Vrste i tipovi puteva prema funkcionalnoj klasifikaciji.

4.3. Glavne i sporedne funkcije puteva

Svaki potez (deonica) puta ima višestruke funkcionalne zadatke, pa je neophodno definisati glavnu i sporednu funkciju puta polazeći od osnovnog stava da sporedna funkcija puta može biti prihvatljiva samo ako ne umanjuje nivo kvaliteta usluge za glavnu saobraćajnu funkciju. Glavna i sporedna funkcija puta prema funkcionalnim vrstama i tipovima prikazana je na slici 4-02 ovog priloga.

ВРСТА ПУТА	ТИП ^(а) ПУТА	ФУНКЦИЈА			
		ОПСЛУЖИВАЊЕ	САБИРАЊЕ ТОКОВА	ПОВЕЗИВАЊЕ	ДАЉИНСКО ПОВЕЗИВАЊЕ
ПРИСТУПНИ ПУТ (ПП)	ПП-л	●	○		
	ПП-п	●	○	○	
САБИРНИ ПУТ (СП)	СП-п	○	●	○	
	СП-р	○	●	○	○
ВЕЗНИ ПУТ (ВП)	ВП-р	○	○	●	○
	ВП-м		○	●	○
ДАЉИНСКИ ПУТ (ДП)	ДП-м		○	○	●
	ДП-д			○	●

(а) - ознаке:
 л - локални
 п - подручни
 р - регионални
 м - међурегионални
 д - државни (међудржавни)

ГЛАВНА ФУНКЦИЈА
 СПОРЕДНА ФУНКЦИЈА
 САМО ИЗУЗЕТНО

Slika 4-02: Glavna i sporedna funkcija puta po funkcionalnim vrstama i tipovima.

4.4. Funkcionalna klasifikacija i putna mreža

Pored funkcionalne klasifikacije koja je osnova za proces planiranja i projektovanja puteva, putne mreže se i posebno klasificuju po specifičnim kriterijumima i, u određenom stepenu, to je u skladu s funkcionalnom klasifikacijom.

4.4.1. Funkcionalna klasifikacija

Osnovu za funkcionalnu klasifikaciju vangradskih puteva čini prostorni razvoj, odnosno razvoj saobraćajnih težišta definisan u prostoru i vremenu, pa se određivanje funkcionalnog ranga putnih poteza (deonica) sprovodi prostornim planiranjem, odnosno izradom generalnog plana razvoja putne mreže kao sastavnog dela odgovarajućeg prostornog plana. Funkcionalna klasifikacija putne mreže stoga nije konačna već, u skladu s promenama u prostornom i saobraćajnom razvoju, proverava se i modifikuje u skladu sa određenjima, odnosno realizacijom razvoja.

Odgovarajući nivo prostornog plana, odnosno generalnog plana razvoja putne mreže kao njegovog dela kojim se definišu funkcionalni nivoi poteza (deonice) prikazan je na slici 4-03 ovog priloga. Istim dokumentom definišu se čvorne tačke, odnosno broj i generalni položaj raskrsnica za povezivanje koje imaju isti ili za jedan stepen niži funkcionalni rang saglasno tački 4.4.3. ovog priloga.



Slika 4-03: Prostorni planovi kojima se definišu funkcionalne vrste i tipovi puta.

Prostornim planom države definišu se najviše kategorije puteva, odnosno putevi sa funkcijom daljinskog povezivanja (DP-d, DP-m), kao i najvažniji putevi međuregionalnog povezivanja (VP-m). Funkcionalnom klasifikacijom definišu se i čvorne tačke, odnosno raskrsnice za povezivanje s putnom mrežom regionalnog dometa.

Regionalni prostorni plan preuzima funkcionalne vrste i tipove puteva koji su usvojeni u prostornom planu države uključujući i čvorne tačke povezivanja. U regionalnom prostornom planu vrši se funkcionalna klasifikacija preostalih međuregionalnih puteva (VP-m) i puteva sa regionalnim dometom funkcije (VP-r, SP-r), što obuhvata i raskrsnice s putnim potezima (deonicama) područnog (ili opštinskog) značaja.

Prostorni plan područja (ili opštine) preuzima funkcionalne vrste i tipove puteva koji su usvojeni u regionalnom prostornom planu, uključujući i čvorne tačke povezivanja. U prostornom planu područja (ili opštine) vrši se funkcionalna klasifikacija eventualno preostalih sabirnih regionalnih puteva (SP-r) i puteva koji opslužuju područje (SP-p, PP-p), a mogu da se uključe i najvažniji pristupni putevi lokalnog značaja (PP-l).

4.4.2. Posebne klasifikacije puteva

Pored osnovne, funkcionalne klasifikacije puteva, u skladu s posebnim zahtevima i potrebama vrše se i specifične klasifikacije puteva, i to na osnovu pojedinačnih dominantnih kriterijuma. Najveći broj tih klasifikacija povezan je sa osnovnom funkcionalnom klasifikacijom.

4.4.2.1. Administrativna klasifikacija puteva

Kategorije puteva po administrativnoj klasifikaciji (državni putevi I reda, državni putevi II reda i opštinski putevi) deo su projektnog zadatka i neposredno se primenjuju kao programski uslov za proces projektovanja puteva. Generalna veza administrativne i funkcionalne klasifikacije puteva prikazana je na slici 4-04 ovog priloga.



Slika 4-04: Generalna veza kategorija puteva prema administrativnoj i funkcionalnoj klasifikaciji.

Državni putevi I reda su ključni potezi (deonice) međudržavnog i državnog značaja i ovoj kategoriji po pravilu pripadaju daljinski putevi (DP-d, DP-m), kao i najvažniji vezni putevi međuregionalnog dometa (VP-m).

Državni putevi II reda su ključni potezi (deonice) putne mreže regiona. Toj kategoriji pripadaju manje važni međuregionalni (VP-m), regionalni vezni putevi (VP-r) i najvažniji regionalni sabirni putevi (SP-r).

Opštinski putevi služe za opštinski (međuopštinski) saobraćaj ograničenog dometa i toj kategoriji po pravilu pripadaju manje važni regionalni sabirni putevi (SP-r), sabirni putevi na području (SP-p) i svi kategorisani pristupni putevi (PP-p, PP-l).

4.4.2.2. Klasifikacija prema vrsti saobraćaja

Zavisno od vrste saobraćaja, odnosno tipova vozila kojima je dozvoljeno kretanje javnim putem razlikuju se dve klase puteva:

Putevi za saobraćaj motornih vozila - namenjeni su za saobraćaj vozila koja su Zakonom definisana kao motorna vozila. Razlikuju se dve podgrupe.

Prva podgrupa su autoputevi kao najviša klasa puteva na kojima se saobraćaj odvija po fizički razdvojenim jednosmernim kolovozima s najmanje po dve vozne trake u jednom smeru uz potpuno obezbeđenje kontinuiteta osnovnih tokova bez presecanja u istom nivou. Takve karakteristike su, po pravilu, obavezne za najviši tip funkcionalne klasifikacije (tj. daljinske puteve državnog i međunarodnog značaja DP-d) dok ih zavisno od programskih uslova mogu imati i funkcionalni tipovi DP-m, VP-m i VP-r.

Druga podgrupa su putevi rezervisani za saobraćaj motornih vozila i pripadaju višoj kategoriji puteva na kojima se odvija saobraćaj motornih vozila na jedinstvenom ili razdvojenom kolovozu i imaju najmanje ukupno dve vozne trake za dvosmerni saobraćaj. Osnovni tokovi se presecaju u istom (različitom) nivou, a ako su fizički razdvojeni kolovazi, po pravilu se presecanja osnovnih tokova denivelisu. Takva vrsta puteva su funkcionalni tipovi DP-m, VP-m, a mogu se primenjivati kod VP-r i SP-r, pre svega zavisno od saobraćajnog opterećenja.

Putevi za mešoviti saobraćaj koriste se za kretanje svih vrsta vozila i korisnika u saobraćaju. Saobraćaj je dvosmeran i odvija se na jedinstvenom kolovozu sa ukupno dve vozne trake. Osnovu za projektovanje čine karakteristike preovlađujuće vrste saobraćaja uz puno poštovanje zahteva drugih vidova, a pre svega pešaka i biciklista. Svi tokovi se presecaju u jednom nivou. Ta vrsta puteva karakteristična je za pristupne i sabirne puteve nižeg značaja (PP-l, PP-p, SP-p), a zavisno od saobraćajnog opterećenja, moguća je primena i kod funkcionalnih tipova SP-r i VP-r.

Klasifikacija po ovom kriterijumu po pravilu se usklađuje sa funkcionalnom klasifikacijom i jedan je od osnovnih rezultata saobraćajne studije kao jedne od osnova generalnog plana putne mreže.

4.4.2.3. Klasifikacija prema uslovima terena

Vangradski putevi klasikuju se i prema topografskim karakteristikama terena u neposrednom okruženju. Za preliminarno određivanje karaktera terena koriste se pokazatelji prikazani u tabeli 4-01 ovog priloga.

Tabela 4-01: Pokazatelji za preliminarno definisanje karaktera terena.

	Ravnicaški	Brdovit	Planinski \geq
Rel. visinska razlika na 1.000 m odstojanja nagib padina	≤ 50 m $\leq 1 : 10$	50 - 150 m 1 : 10 - 1 : 2	150 m ≥ 1 : 2

Konačno utvrđivanje karaktera terena duž trase i podela na karakteristične deonice rezultat je izrade generalnog projekta puta.

4.4.2.4. Klasifikacija prema karakteru saobraćajnih tokova

Na javnim vangradskim putevima postoji relativno nezavisno od funkcionalne klasifikacije, različiti karakteri dominirajućih saobraćajnih tokova, pre svega po učestalosti svoje pojave. Razlikuju se tri vrste puteva po karakteru saobraćajnih tokova, kao što je prikazano u tabeli 4-02 ovog priloga.

Tabela 4-02: Karakter saobraćajnog toka na vangradskim putevima.

Karakter saobr. toka	Učestalost kretanja	Karakterističan dan
Gradsko-prigradski	svakodnevna	radni dan
Međugradski	povremena	radni dan, vikend
Međugradski-turistički	sezonska	vikend, sezona

Dominantni karakter saobraćajnog toka je programski pokazatelj određuje se na osnovu rezultata saobraćajnih studija i istraživanja u okviru izrade planske dokumentacije.

4.4.3. Hjerarhijsko uređenje putne mreže

Hjerarhijsko uređenje putne mreže u prostornom smislu prati hjerarhiju saobraćajnih težišta i, istovremeno, prostornu koncentraciju saobraćajne potražnje. S druge strane, glavni zadaci poteza (deonice) puta prema funkcionalnoj klasifikaciji (tačka 4.3. ovog priloga) ne mogu se ispuniti na potrebnom nivou kvaliteta usluge ako se ne obezbedi prihvativljiv nivo preklapanja funkcija (sporedne funkcije), odnosno ako se ne uklone funkcije koje su u sukobu s glavnom funkcijom poteza (deonice).

Osnovni element kojim se obezbeđuje potreban nivo kvaliteta usluge poteza (deonice) jeste uspostavljanje celovite i jasne hjerarhije poteza (deonica) u putnoj mreži kroz kontrolisane uslove međusobnog povezivanja. Kao što je prikazano na slici 4-05 ovog priloga, svaki funkcionalni tip puta uspostavlja vezu sa istim, za jedan nivo nižim ili višim funkcionalnim tipom. Odstupanje od tog pravila je moguće kao prelazno rešenje (etapa razvoja putne mreže) ili, kada se zbog prostornih i/ili terenskih ograničenja ne može na odgovarajući način hjerarhijski uraditi mreža.

ВРСТА	ПРИСТУПНИ ПУТ		САБИРНИ ПУТ		ВЕЗНИ ПУТ		ДАЉИНСКИ ПУТ	
ТИП	ПП-л	ПП-п	СП-п	СП-р	ВП-р	ВП-м	ДП-м	ДП-д
ПП-л	●	●	○	○				
ПП-п	●	●	●	●	○			
СП-п	○	●	●	●	○	○		
СП-р	○	○	●	●	●	○	○	
ВП-р		○	○	●	●	●	○	
ВП-м			○	○	●	●	●	○
ДП-м				○	○	●	●	●
ДП-д					○	○	●	●

● ДА ○ МОГУЋЕ ○ САМО ИЗУЗЕТНО

Slika 4-05: Opšti uslovi povezivanja funkcionalnih tipova puteva u hijerarhijski uređenu putnu mrežu.

4.4.4. Osnovne planerske karakteristike puteva

Osnovne planerske karakteristike funkcionalnih klasa prikazane su na slici 4-06 ovog priloga, zajedno s generalnim odnosom glavnih i sporednih funkcija puta (tačka 4.3. ovog priloga), kao i relativnim učešćem osnovnih funkcija puta (tačka 3.2. ovog priloga).

Najduža putovanja po pravilu se odvijaju na najvišim kategorijama daljinskog povezivanja i postepeno opadaju do najnižih vrednosti na pristupnim putevima, naravno ako da je putna mreža uređena u skladu s prethodno iznetim pravilima povezivanja. Saglasno prethodnom zakonomerno najveći protok je na višim funkcionalnim klasama puteva i u njima se zahtevaju najviše moguće brzine kretanja vozila. Kontrola pristupa putnom potезу (deonici) višeg funkcionalnog tipa je preduslov za ostvarenje zahtevanog kvaliteta protoka i održanja potrebnih brzina, pa se priključenje ostvaruje na ograničenom broju raskrsnica uz propisani ritam i vrstu pratećih sadržaja isključivo za potrebe korisnika puta. Na putevima nižeg funkcionalnog tipa (npr. na pristupnim putevima) moguće je čak i pojedinačno priključivanje ivičnih sadržaja, odnosno kontrola pristupa je minimalna.

врста пута	тип пута	функција	дужина путовања	проток	брзина	контрола приступа	густина рaskrsnica	дужина у мрежи
ПРИСТУПНИ	ПП-л	посебне функције опслуживање садржаја					max	max
	ПП-п							
САБИРНИ	СП-п	сабирање токова						
	СП-р							
ВЕЗНИ	ВП-р	повезивање						
	ВП-м							
ДАЛЬИНСКИ	ДП-м	даљинско повезивање		max	max	max	max	
	ДП-д							

Slika 4-06: Osnovne planerske karakteristike funkcionalnih tipova vangradskih puteva.

Broj i ritam raskrsnica je preduslov hijerarhijskog uređenja putne mreže (tačka 4.4.3. ovog priloga), suštinski element kontrole pristupa kao i sredstvo obezbeđenja zahtevanog kvaliteta protoka i potrebnih brzina kretanja vozila. Stoga se najviša gatina raskrsnica može dozvoliti na pristupnim putevima sa stalnim pooštavanjem uslova saglasno porastu funkcionalnog značaja poteza (deonice). U celovitoj putnoj mreži najveću dužinu po pravilu imaju putevi najnižeg funkcionalnog tipa.

Osnovne planerske karakteristike funkcionalnih tipova puteva čine osnovu za definisanje odnosa puta i naselja, odnosno stava o pratećim sadržajima kao elementima posebnih funkcija putnog pravca (deonice).

5. ODНОС ПРЕМА НASEЉИМА И ПРАТЕЋИ СADRŽAJI ПУТА

Individualni vidovi putnog saobraćaja (putnički automobili, teretna vozila) jedini nude uslugu od vrata do vrata, pa je racionalan odnos međugradskih (vangradskih) puteva i naselja od presudnog značaja za ukupnu saobraćajnu funkciju vangradске putne mreže i funkcionsiranje naselja u skladu sa zahtevanim nivoom kvaliteta. S druge strane, prateći sadržaji puta koji imaju samo posrednu saobraćajnu funkciju, takođe zahtevaju da se usklade s funkcionalnom klasifikacijom puta kroz broj i relativna odstojanja određenih vrsta pratećih sadržaja.

5.1. Vangradski putevi na području naselja

Pojmovi javnog puta van naselja i u naselju određeni su Zakonom o javnim putevima („Službeni glasnik RS”, broj 101/05 i 123/07), uz razgraničenje prava i obaveza upravljača javnog puta i lokalne samouprave.

Vangradski put na području naselja po pravilu ima dva osnovna zadatka:

- obezbediti kontinuitet prolaznih saobraćajnih tokova uz zaštitu ivičnih sadržaja od negativnih uticaja putnog saobraćaja;
- omogućiti brzo i efikasno vođenje saobraćajnih tokova koji imaju izvor ili cilj u naselju racionalnim povezivanjem s putnom mrežom naselja.

5.1.1. Vrste deonica vangradskih puteva na području naselja

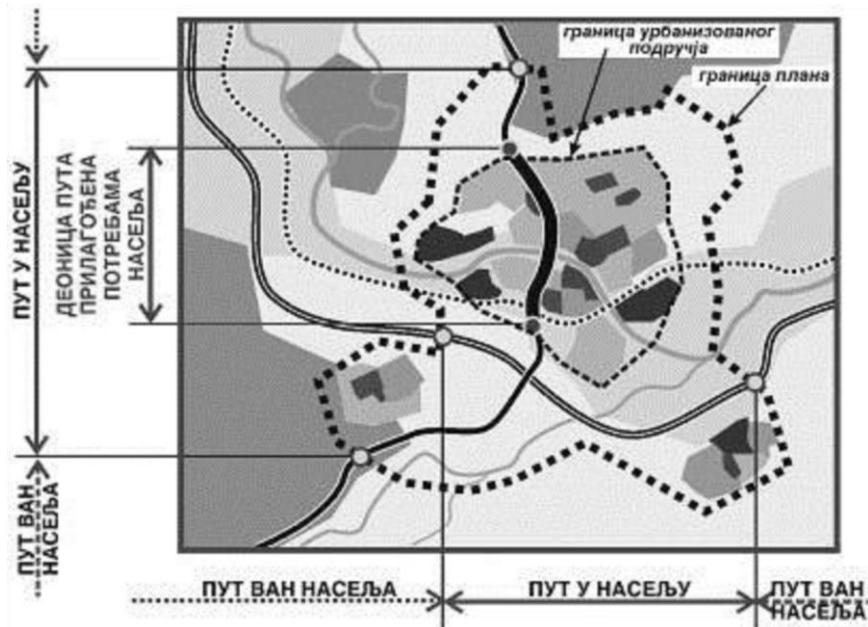
Granica naselja određena je granicom odgovarajućeg planskog dokumenta. Deonica vangradskog puta u području naselja određena je stacionažama preseka deonice puta i granice odgovarajućeg plana (slika 5-01 ovog priloga). Razlikuju se dve vrste deonica vangradskih puteva: deonica kroz područje naselja i deonica prilagođena potrebama naselja.

5.1.1.1. Deonica vangradskog puta kroz područje naselja

Deonica vangradskog puta kroz područje naselja ima dominantnu funkciju vođenja prolaznih (međunaseljskih) tokova i, preko raskrsnica, povezivanje putne mreže naselja (izvorni/ciljni saobraćaj) s vangradskim putem (slika 5-01 ovog priloga). Takve deonice imaju dominantnu međunaseljsku funkciju, pa su u nadležnosti upravljača definisanog prema administrativnoj klasifikaciji puteva (tačka 4.4.2.1. ovog priloga). Planiraju se i projektuju po pravilima za vangradске puteve, s tim što se njihov položaj u prostoru i broj raskrsnica uskladjuje s nadležnim za razvoj predmetnog naselja.

Ta vrsta deonica se po pravilu vodi van sadržaja naselja i istovremeno obezbeđuje da se budući razvoj naselja ne oslanja direktno na tu deonicu niti da se umanjuje kvalitet usluge korisnicima vangradskog puta. U planskom dokumentu početak i kraj takve deonice određuje se stacionažom preseka s granicama plana; eventualna promena početka i/ili kraja deonice mora se podneti na saglasnost upravljaču predmetne deonice.

Ta vrsta deonica vangradskog puta na području naselja karakteristična je za više funkcionalne vrste (vezni putevi VP, daljinski putevi DP); odstupanja od ovog pravila moguća su samo na područjima sa većim naseljima (tačka 5.1.2. ovog priloga).



Slika 5-01: Vrste deonica vangradskog puta na području naselja.

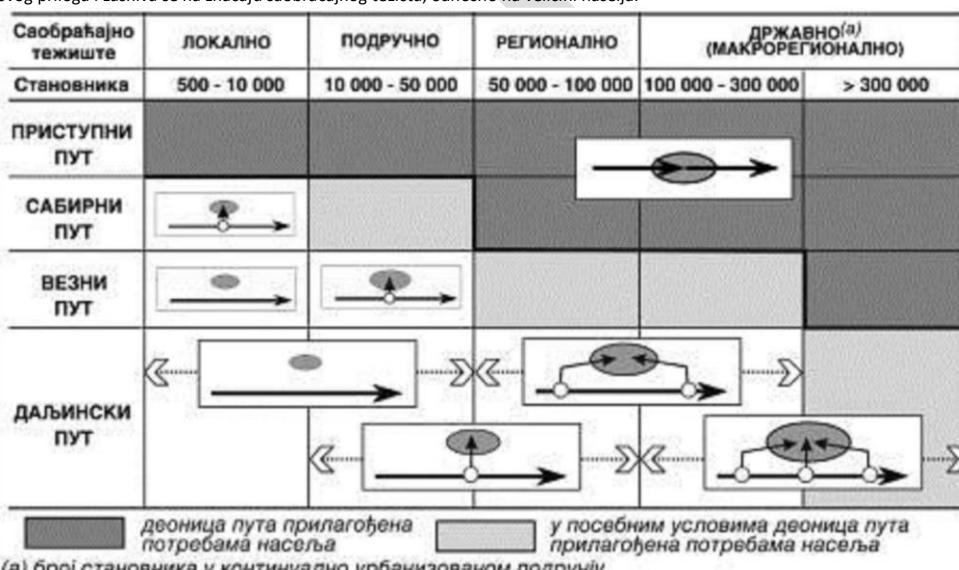
5.1.1.2. Deonica vangradskog puta prilagođena potrebama naselja

Početak i kraj deonice vangradskog puta koja je prilagođena potrebama naselja (npr. širi kolovoz, linije i stanice javnog gradskog prevoza, biciklisti, pešaci, parkiranje, svetlosna signalizacija i sl.) određeni su stacionažama preseka s planiranim granicama kontinualno urbanizovanog područja, odnosno građevinskog rejona (slika 5-01 ovog priloga). Takve deonice su dominantno u funkciji naselja i u nadležnosti su upravljača gradskom putnom mrežom koji je dužan da sve zahvate usaglasi s upravljačem vangradskom putnom mrežom saglasno administrativnoj klasifikaciji puteva (tačka 4.4.2.1. ovog priloga). Sve promene granica i/ili funkcija deonice prilagođene potrebama naselja koje mogu uticati na prolazne tokove određenog puta podležu saglasnosti upravljača određenim vangradskim putem.

Takve deonice planiraju se i projektuju po pravilima za gradsku putnu mrežu. Karakteristične su za vangradске puteve koji se uvođe u naselje, odnosno pored zadatka da obezbede prolazne i izvorno/ciljne tokove, one imaju značajnu funkciju u kretanjima i aktivnostima u naselju. Karakteristične su za niže funkcionalne vrste (sabirni putevi SP, pristupni putevi PP), a u većim naseljima takve deonice se mogu javiti i kod veznih (VP), ali i daljinskih puteva (DP) s relativno malim intenzitetom prolaznih tokova i dominantnim izvornim/ciljnim saobraćajem.

5.1.2. Povezivanje naselja i vangradskog puta

Generalni pristup odnosu saobraćajnih težišta i vangradskog puta ukazuje na dve mogućnosti: vođenje vangradskog puta kroz područje naselja, ili prolazak vangradskog puta kroz kontinualno izgrađeno područje (građevinski rejoni) naselja. U prvom slučaju se obezbeđuje posebna veza (ili veze) s putnom mrežom naselja, a u drugom slučaju deonica vangradskog puta u naselju se prilagođava potrebama naselja i postaje deo primarne gradske putne mreže. Isti princip važi i za posebna saobraćajna težišta (tačka 2.3.2. ovog priloga) u skladu s njihovim relativnim značajem u celom sistemu saobraćajnih težišta. Generalni pristup odnosu naselja i vangradskog puta prikazan je na slici 5-02 ovog priloga i zasniva se na značaju saobraćajnog težišta, odnosno na veličini naselja.



Slika 5-02: Generalni odnos vangradskog puta i naselja - saobraćajnih težišta.

Daljinski putevi (DP-m, DP-d) po pravilu ne prolaze kontinualno izgrađeno područje zbog intenzivnih tokova daljinskog saobraćaja (pre svega teretna vozila) i zato što negativno utiču na okolinu. Ako se takva potreba nametne usled veličine naselja i/ili oštrih prostornih i/ili topografskih ograničenja, prilagođavanje takvih deonica potrebama naselja prenenovo podrazumeva uvođenje dodatnih voznih traka za vozila javnog gradskog prevoza uz punu zaštitu pešačkih i/ili biciklističkih kretanja u poduznom i poprečnom smislu.

Uloga deonice vangradskog puta prilagođene potrebama naselja u putnoj mreži naselja ili funkcionalni tip deonice primarne gradske putne mreže kojom se naselje povezuje s vangradskim putem definiše se saglasno funkcionalnim klasifikacijama vangradske i primarne gradske putne mreže (slika 5-03 ovog priloga). Osnovne planerske karakteristike gradskih i vangradskih puteva obuhvataju identične kriterijume (dužina putovanja, protok, brzina, kontrola pristupa, gustina raskrsnica, dužina u mreži) primenjene na različitom prostornom i funkcionalnom nivou tako da se poštovanjem principa ilustrovanog na slici 5-03 ovog priloga u polazu obezbeđuje funkcionalno relativno usaglašena veza vangradske i gradske putne mreže.



Slika 5-03: Opšti princip povezivanja vangradske i gradske putne mreže saglasno odgovarajućim funkcionalnim klasifikacijama.

5.2. Prateći sadržaji vangradskih puteva

Osnovni ciljevi gradnje i eksploatacije puteva su brzo, pouzdano, bezbedno i udobno kretanje putnika i tereta. Ispunjene tih ciljeva ne zavisi samo od karakteristike trasa i raskrsnica kao osnovnih elemenata puta već i od ostalih funkcija (npr. održavanje puta, upravljanje saobraćajem, hitne intervencije, snabdevanje gorivom, usluge korisnicima itd.), odnosno pratećih sadržaja vangradskog puta.

Osnovna podela podrazumeva sadržaje kojima se obezbeđuje funkcija puta (funkcionalni sadržaji) i sadržaje za zadovoljenje potreba korisnika puta (sadržaji za potrebe korisnika). Funkcionalni sadržaji direktno utiču na ukupne eksploracione uslove, a sadržaji za potrebe korisnika, osim toga što posredno doprinose bezbednosti i udobnosti vožnje, predstavljaju izvor dodatnog prihoda za upravljača puta i mogu biti razvojni podsticaj za gravitaciono područje puta.

5.2.1. Funkcionalni prateći sadržaji

Funkcionalni prateći sadržaji obuhvataju sve službe i objekte čija je osnovna namena održavanje i manje opravke putnih objekata i elemenata, kao i prateće servisne opreme. Ta grupa pratećih sadržaja uključuje i službe i/ili objekte potrebne za kontrolu i upravljanje saobraćajem na putu. Funkcionalni sadržaji direktno utiču na sve bitne uslove eksploracije putnog pravca (npr. brzine vozila, protočnost, bezbednost i sigurnost saobraćaja, udobnost vožnje itd.).

Funkcionalni prateći sadržaji obuhvataju sledeće osnovne grupe:

- baze za održavanje puteva su kompleksi objekata u kojima se smeštaju sve službe i oprema za zimsko i letnje održavanje puta;
- upravljanje i kontrola saobraćaja obuhvata službe za nadgledanje odvijanja saobraćaja, upravljanje saobraćajem i neposredne intervencije u slučaju poremećaja saobraćaja;
- naplata putarine je specifična za puteve s komercijalnom eksploracijom i obuhvata službe i objekte namenjene prikupljanju, obradi i kontroli naplate;
- autobuska stajališta su posebni prateći objekti vangradskog puta samo na deonicama gde je organizovan javni linijski prevoz autobusima u prigradska područja, a obuhvata izdvojen koloz i prostor za čekanje;
- proširenja (niše) za zaustavljanje vozila izvan protočnih voznih traka na važnijim putnim deonicama gde nema zaustavne trake (tj. važniji dvotračni putevi i višetračni putevi osim autoputeva) imaju ulogu diskontinualne zaustavne trake i koriste se samo u slučaju iznenadne potrebe (npr. kvar na vozilu).

Baze za održavanje i centri kontrole i upravljanja organizuju se tako da pokriju celovitu putnu mrežu. Postoje dva osnovna koncepta:

- mrežni koncept održavanja, kontrole i upravljanja primenjuje se za mrežu puteva do prostornog nivoa regiona (PP-I, PP-p, SP-p, SP-r, VP-r), što zahteva povoljnu lokaciju baze i centra u težištu područja direktno oslonjenu na put regionalnog dometa;

- linijski koncept održavanja, kontrole i upravljanja primenjuje se za daljinske puteve (DP) i važnije vezne puteve (VP-m); za autoputeve i puteve za brzi motorni saobraćaj linijski koncept je obavezan, a sve funkcije se objedinjuju na istoj lokaciji nezavisno od podele obaveza i organizacionog ustrojstva. Pritom su vodeći kriterijumi izbora lokacije zahtevi održavanja jer se radi o manje fleksibilnoj i objektivno tehnički i organizaciono složenijoj službi.

Naplata putarine, autobuska stajališta i proširenja (niše) za zaustavljanje vozila su objekti specifični samo za pojedine potekte i/ili funkcionalne tipove puteva. Veza između funkcionalnih tipova puteva i odgovarajućeg funkcionalnog pratećeg sadržaja prikazana je na slici 5-04 ovog priloga.

ВРСТА ПУТА	ПРИСТУПНИ (ПП)	САБИРНИ (СП)	ВЕЗНИ (ВП)	ДАЉИНСКИ (ДП)
ТИП ПУТА	ПП-л ПП-п	СП-п СП-р	ВП-р ВП-м	ДП-м ДП-д
БАЗЕ ЗА ОДРЖАВАЊЕ		← садржаји се формирају за део путне мреже (мрежни концепт)		
УПРАВЉАЊЕ И КОНТРОЛА САОБРАЋАЈА		← садржаји се формирају за део путне мреже (мрежни концепт)		
НАПЛАТА ПУТАРИНЕ	○	○	○	○
АУТОБУСКА СТАЈАЛИШТА	○	●	●	○
ПРОШIREЊА ЗА ЗАУСТАВ. (a)	○	○	○	○

ЛЕГЕНДА: ДА МОГУЋЕ НЕ

(a) - обавезна примена код путева са више од укупно две возне траке без зауставних трака

Slika 5-04: Funkcionalni prateći sadržaji puta zavisno od tipa puta.

5.2.2. Prateći sadržaji za potrebe korisnika

Prateći sadržaji za potrebe korisnika puta obuhvataju sve funkcije i objekte koji treba da obezbede bezbednije i komforntnije putovanje. Uticaj tih sadržaja na pokazatelje eksploatacije puta je posredan u pogledu bezbednosti, sigurnosti i udobnosti u toku vožnje (npr. odmor vozača), ali istovremeno ti sadržaji otvaraju mogućnost ostvarenja direktnih prihoda i mogu poslužiti kao podsticaj razvoja neposrednog okruženja.

5.2.2.1. Funkcionalni tip puta i usluge korisnicima

Prateći sadržaji za potrebe korisnika puta se organizuju za najviše funkcionalne tipove (DP-d, DP-m, VP-m, eventualno VP-r) u putnoj mreži, dok se za funkcionalne tipove nižeg nivoa (PP-I, PP-p, SP-p, SP-r eventualno VP-r) podrazumeva da korisnicima puta stoje na raspolaganju sadržaji koji su formirani za potrebe lokalnog stanovništva u gradskim i/ili seoskim naseljima u širem području puta.

ВРСТА ПУТА	ПРИСТУПНИ (ПП)	САБИРНИ (СП)	ВЕЗНИ (ВП)	ДАЉИНСКИ (ДП)
ТИП ПУТА	ПП-л ПП-п	СП-п СП-р	ВП-р ВП-м	ДП-м ДП-д
ПАРКИРАЛИШТА	○	○	●	●
ОДМОРИШТА	○	○	○	●
ПУМПЕ ЗА ГОРИВО	○	○	●	●
СЕРВИСИ	○	○	○	●
МОТЕЛИ	○	○	○	●

ЛЕГЕНДА: ДА МОГУЋЕ НЕ

ритам садржаја се максимално контролише

Slika 5-05: Funkcionalni tipovi puta i potrebne usluge korisnicima puta.

Na najvažnijim putnim pravcima kojima se odvija intenzivan saobraćaj na većim odstojanjima (DP-d, DP-m, VP-m, eventualno VP-r) korišćenje sadržaja u gradskim i/ili seoskim naseljima u širem području puta zahtevalo bi napuštanje putnog pravca, promenu režima vožnje, dodatno vreme i sl. pa su prateći sadržaji direktno na putnom potezu (deonici), što je i u skladu sa potražnjom i ponudom usluga. Pri tom se mora uspostaviti ravnoteža potražnje i ponude usluga da se prateći sadržaji ne bi nekontrolisano

uvećali, što može ugroziti osnovnu funkciju putnog pravca. Taj aspekt je od posebo važan kada se radi o najvažnijim autoputnim prvcima, kao i o putevima u dominantno turističkom području budući da je ostvaren prihod značajan u ukupnim dobitima ostvarenim eksploracijom putnog pravca.

5.2.2.2 Klasifikacija pratećih sadržaja za potrebe korisnika puta

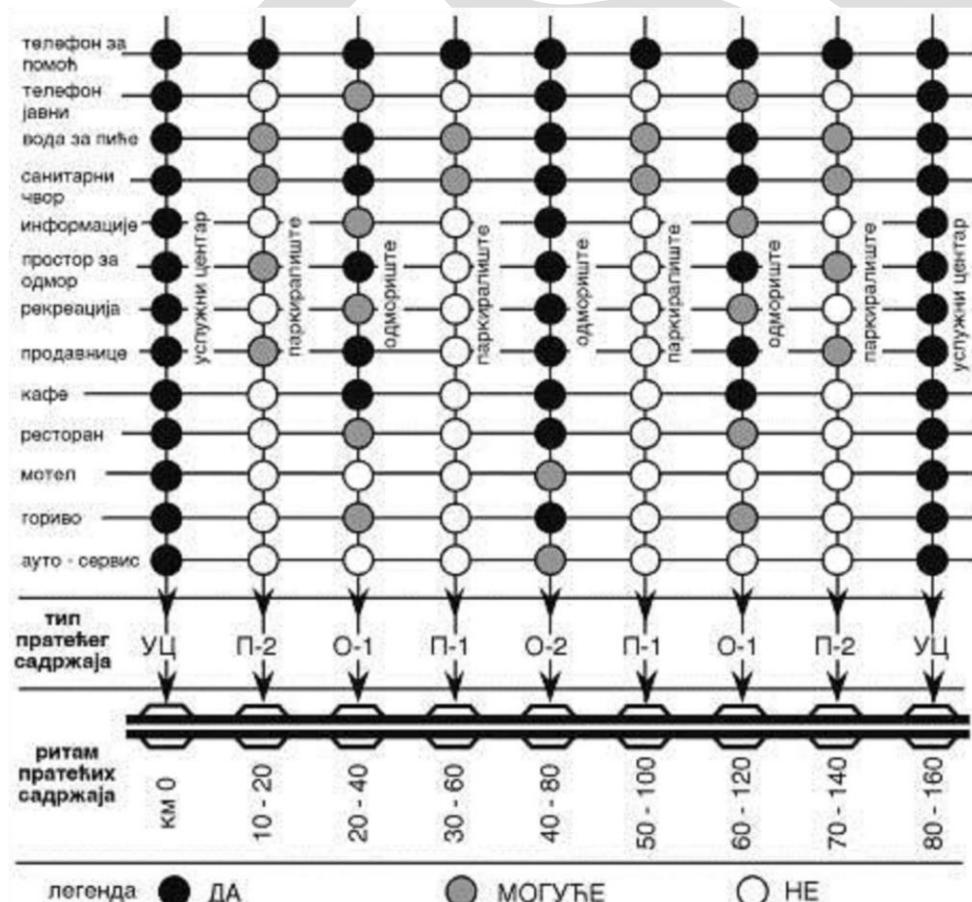
Na osnovu funkcionalnih karakteristika pratećih sadržaja za potrebe korisnika puta moguće je definisati sledeće funkcionalne vrste i tipove:

- 1) Parkirališta koja služe za kraće zadržavanje i predah (15-30 min.) bilo po potrebi, bilo po želji. Parking za putničke automobile razvojen je od parkinga za teretna vozila i autobuse koji se parkiraju na istoj površini. Parkirališta se opremaju internim telefonom, sanitarnim prostorijama, vodom za piće, panoima s turističkim informacijama i manjim uređenim površinama za odmor. Taj tip pratećeg sadržaja moguće je dodatno opremiti manjim prodavnicama (npr. pokretne prodavnice sezonskog voća) i/ili kafeima koji rade tokom najopterećenijih meseci, i to u časovima kada je najintenzivniji saobraćaj. Nadzor i održavanje svih parkirališta je povremen i sprovodi ga služba za održavanje puta s tim što je moguće da površine van kolovoza budu ugovorno obaveza zakupca prodavnice i/ili kafea. Prema kapacitetima i stepenu opremljenosti razlikuju se dva funkcionalna tipa parkirališta: P-1 i P-2.
- 2) Odmorišta podrazumevaju duže zadržavanje korisnika (30-90 min.) i imaju razdvojene površine za parkiranje putničkih vozila, autobusa, teretnih vozila i, ako postoji potreba, turističkih vozila. Ona sadrže sve programe parkirališta kao i dodatno javni telefon, osvetlenje, restorane, prodavnice, kafe itd. Na odmorištu mogu biti i pumpe za gorivo i auto-servisi za manje usluge i opravke. Slobodne površine su predviđene za odmor i kraću rekreaciju korisnika puta. Nadzor i održavanje kolovoznih površina je zadatak službe za održavanje putnog pravca, dok se sve ostale površine mogu ugovorno regulisati sa zakupcima sadržaja. Prema kapacitetima, stepenu opremljenosti i nivou prostornog razdvajanja razlikuju se dva funkcionalna tipa odmorišta: O-1 i O-2.
- 3) Uslužni centri su celoviti multifunkcionalni prateći sadržaji koji prvenstveno služe za duže zadržavanje korisnika puta. Oni se, pored prethodno navedenih elemenata opremaju motelima, camping prostorom za rekreativna vozila, pumpama za gorivo, servisima i radionicama itd. Oni su mali i specifično urbanizovani kompleksi potpuno komunalno opremljeni. Interne saobraćajnice i površine za parkiranje se razdvajaju po vrstama vozila (putnički automobili, teretna vozila, autobusi), kao i po svrsi zadržavanja (npr. izdvojeno parkiralište za motel). Uslužni centri imaju veliki broj zaposlenih i lokalne korisnike iz šireg područja puta. Pristup uslužnim centrima se obezbeđuje direktno sa putnog poteza (deonice) za korisnike puta, dok se za lokalne korisnike obezbeđuje pristup vozilima sa lokalne mreže. Parkirking se formira na posebnim površinama oslonjenim samo na lokalnu mrežu i pešačko kretanje do/od površina uslužnog centra. Takav koncept je obavezan za uslužne centre na autoputevima i putevima sa više od dve vozne trake da se ne bi mešalo daljinsko i lokalno kretanje. Uslužni centri rade 24 časa dnevno tokom cele godine. Nadzor i održavanje svih površina uslužnog centra su stalni uz moguću preraspodelu zadataka kao u slučaju odmorišta.

Parkirališta i odmorišta se mogu u određenoj meri standardizovati, dok su uslužni centri uvek specifični kompleksi pod značajnim uticajem karakteristika gravitacionog područja i lokacije. Za uslužne centare postavljaju se uslovi za obavezne i prihvatljive sadržaje, kao i uslovi povezivanja s putnim pravcem na koji su oslonjeni uz racionalnu procenu koliko sadržaji treba da se programiraju i oblikuju prema zahtevima drugih korisnika, odnosno korisnika iz šireg područja. Osnovni princip podrazumeva da uslužni centri prvenstveno služe korisnicima puta, pa su potrebe ostalih korisnika prihvatljive samo u onoj meri u kojoj ne ugrožavaju neophodan kvalitet usluge i nivo sigurnosti za korisnike putnog pravca.

5.2.2.3. Vrste usluga i ritam pratećih sadržaja za potrebe korisnika puta

Vrste usluga korisnicima puta prema funkcionalnoj klasifikaciji pratećih sadržaja, kao i potrebna međuodstojanja (ritam) prikazani su na slici 5-06 ovog priloga.



Slika 5-06: Vrste usluga, funkcionalna klasifikacija i rastojanja između pratećih sadržaja za potrebe korisnika puta.

Kraće zadržavanje vozila, telefon za pomoć, sanitarni čvor, voda za piće i sl. elementarne su usluge korisnicima puta i postavljaju se na svakih 10-20 kilometara putnog poteza višeg funkcionalnog tipa (DP-d, DP-m, VP-m). Ostale usluge imaju sledeća međuodstojanja (ritam):

- objekat za informacije 40-80 km
- kraći odmor 20-40 km
- rekreacija 40-80 km
- prodavnice, kafe 20-40 km
- restorani 40-80 km
- moteli 80-160 km
- pumpe za gorivo 40-80 km
- auto servisi 80-160 km

Odstupanja od navedenog ritma, odnosno manja međuodstojanja pratećih sadržaja negativno utiču na protočnost, brzinu vožnje i bezbednost saobraćaja, dok istovremeno umanjuju nivo prihoda pojedinačnih sadržaja odmorišta i/ili uslužnih centara što može ugroziti njihovu ekonomsku opravdanost i racionalnost njihovog postojanja.

6. OPŠTI PROGRAMSKI USLOVI ZA PROJEKTOVANJE PUTEVA

Opšti programski uslovi za projektovanje puteva utvrđuju su na osnovu funkcionalne klasifikacije puteva i opštih stavova definisanih u prethodnim poglavljima. Tehnička uputstva za projektovanje puteva (PP-T, PP-PR, PP-DR) u punoj meri se oslanjaju na definisane opšte programske uslove. Zadaci iz izradu projektne i planske dokumentacije vangradskih puteva formiraju se na navedenim uslovima i sastavni su deo projektnog zadatka.

Programski uslovi odnose se na vangradske puteve uključujući i deonice vangradskih puteva na području naselja koje nisu prilagođene potrebama naselja (tačka 5.1.1.1. ovog priloga). Za deonice vangradskih puteva prilagođene potrebama naselja (tačka 5.1.1.2. ovog priloga) primenjuju se opšti programski uslovi definisani za gradsku putnu mrežu.

6.1. Funkcija puta i programski uslovi

Doslednim poštovanjem utvrđenih planerskih uslova obezbeđuje se zahtevani nivo i kvalitet funkcije puta i istovremeno se usklađuju negativni uticaji saobraćaja sa sadržajima i aktivnostima u širem području puta.

6.1.1. Odnos puta i okruženja

Za ispunjenje funkcionalnih zadataka na zahtevanom nivou svaka funkcionalna vrsta i/ili tip puta mora ispunjavati osnovne programske uslove prikazane na slici 6-01 ovog priloga.

Polazni programski uslov je odnos prema naseljima (tj. saobraćajnim težištima), kao što je definisano u tački 5.1.2. ovog priloga. Putevi koji ulaze u gradska područja moraju imati obezbeđen kontinuitet u deonicama gradske putne mreže odgovarajućeg funkcionalnog ranga. Stepen značajnosti saobraćajnog težišta aktivnosti određuje i najvišu funkcionalnu vrstu i/ili tip puta koji se može direktno ulti u područje. Daljinski putevi (DN) se zadržavaju po obodu urbanizovanog područja, uključujući i najznačajnija (državna) saobraćajna težišta zbog obezbeđenja nesmetane funkcije daljinskog povezivanja, kao i zbog krajnje negativnih posledica za prostor i životnu sredinu.

	ПРИСТУПНИ ПУТ	САБИРНИ ПУТ		ВЕЗНИ ПУТ		ДАЉИНСКИ ПУТ			
		ПП-л	ПП-п	СП-п	СП-р	ВП-р	ВП-м	ДП-м	ДП-д
САОБРАЋАЈНО ТЕЖИШТЕ	ЛОКАЛНО	улац/пролаз у/кроз подручје тежишта		да / не	не улаци/пролази у/кроз подручје тежишта				
	ПОДРУЧНО	улац/пролаз у/кроз подручје тежишта		да / не	не улаци/пролази у/кroz подручје тежишта				
	РЕГИОНАЛНО	улац/пролаз у/кroz подручје тежишта		да / не	не улаци/пролази у/кroz подр. тежишта				
	ДРЖАВНО	улац/пролаз у/кroz подручје тежишта		да / не	не				
ИВИЧНА ГРАДЊА САДРЖАЈА	дозвољена	дозвољена у изузетним случајевима		забрањена					
КОНТРОЛА ПРИСТУПА	нема	делимична		потпуна					
ДИРЕКТАН КОЛСКИ ПРИСТУП	дозвољен	дозвољен у изузетним случајевима		забрањен					
СНАДЕВАЊЕ САДРЖАЈА У ЗОНИ ПУТА	дозвољено са коловоза	регулисано са проширења или индиректно		индијектно преко локалне путне мреже или саобраћајница прат. садржаја					
АКТИВНОСТ БОРАВКА У ЗОНИ ПУТА	функције прихватљиве	прихватљиве у изузетним случајевима		ограничене по врсти и локацији (пратећи садржаји за кориснике)					
МЕРЕ ЗАШТИТЕ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ	по правилу нису потребне	по потреби		обавезне					

Slika 6-01: Opšti programski uslovi odnosa puta i okruženja.

Ivična izgradnja duž putnog pravca (slika 6-01 ovog priloga) ne može se dozvoliti bez dosledne i rigorozne kontrole posledica; zaštitni pojas i pojas kontrolisane izgradnje, kao je što je definisano Zakonom o javnim putevima, osnovno su uporište za sprovodenje kontrole ivične izgradnje. Ivična izgradnja teži da direktnim priključivanjem vozila i generisanjem posebnih vrsta saobraćaja (npr. pešaci, biciklisti i sl.) ugrozi saobraćajnu funkciju puta, a intenzivan saobraćaj na putnoj deonici bitno umanjuje vrednost i kvalitet lokacije (npr. uticaj saobraćajne buke). Stoga se ivična izgradnja može dozvoliti samo uz puteve najniže kategorija uz osmišljeno regulisanje njenog intenziteta, vrste i prostornog položaja da put ne bi nekontrolisano prerastao u ulicu. Uz puteve viših kategorija ivična izgradnja se zabranjuje, dok se pojedinačne lokacije razvijaju samo radi pružanja usluga korisnicima puta uz punu kontrolu njihove učestalosti i mikrolokacije (tačka 5.2.2. ovog priloga).

Kontrola pristupa obuhvata koordiniran niz različitih mera, kao što su: zabrana kretanja za određene vrste vozila (npr. poljoprivredna vozila, javni prevoz, biciklisti, pešaci i sl.), odstojanja i vrste raskrsnica i/lili pratećih sadržaja, mogućnosti direktnog priključivanja lokacija i sl. Na putevima najvišeg funkcionalnog ranga ona mora biti potpuna da bi se obezbedili zahtevani nivo usluge, brzine kretanja i sigurnost.

Priklučivanje pojedinačnih lokacija, odnosno direktni koljni pristup (slika 6-01, ovog priloga) bitan je element kontrole pristupa posebno ako se ima u vidu da svaki priključak teži da funkcioniše kao površinska raskrsnica (skretanje levo) niske brzine manevra i sl. Uz pristupne puteve (PP) koji imaju osnovnu funkciju opsluživanja lokacija može se dozvoliti relativno slobodno priključivanje. Na svim ostalim kategorijama puteva javlja stalno se pooštavaju uslovi direktnog priključivanja, a veze se ostvaruju samo preko mreže lokalnih i sabirnih puteva, odnosno uz puno poštovanje hijerarhijskog uređenja putne mreže (tačka 4.4.4. ovog priloga).

Princip snabdevanja sadržaja u zoni puta (slika 6-01, ovog priloga) saglasan je funkcionalnom rangu puta; na veznim i daljinskim putevima (VP, DP) snabdevanje se obezbeđuje indirektno lokalnom putnom mrežom ili sa saobraćajnih površina pratećih sadržaja.

Boravak u široj zoni puta (tačka 3.2. ovog priloga) dozvoljen je na pristupnim (PP) i pod određenim uslovima, sabirnim putevima (SP) pošto je moguće na tim nivoima uskladiti konfliktnе zahteve kretanja motornih vozila i boravka u prostoru. Na putevima najviše kategorije (VP, DP) te aktivnosti se ograničavaju po vrsti i lokaciji, odnosno organizuju se u okviru pratećim sadržajima za potrebe korisnika puta u skladu s tačkom 5.2.2. ovog priloga.

Negativni uticaji saobraćaja na životnu sredinu približno su srazmerni intenzitetu saobraćajnih tokova, pa su mere zaštite životne sredine programska obaveza za puteve najviše kategorije (slika 6-01 ovog priloga).

6.1.2. Vrste korisnika puta

Korisnici putne mreže imaju različite statičke i dinamičke karakteristike, što je suštinski problem u pogledu protočnosti, sigurnosti, komfora i sl. Stoga se kao bitan programski uslov postavlja regulisanje zajedničkog korišćenja kolovoza i putnog prostora u skladu s funkcijom putnog poteza ili deonice.

6.1.2.1. Motorna vozila

U pogledu saobraćaja motornih vozila i regulativnih mera postoje bitne razlike po određenim funkcionalnim nivoima putnih deonica. Putnički automobili (slika 6-02 ovog priloga) mogu koristiti sve funkcionalne nivoe putne mreže. Turistički ili međugradski autobusi, za razliku od autobusa javnog linijskog prigradskog prevoza koji zahtevaju organizaciju stajališta (tačka 6.1.2.2. ovog priloga), mogu da koriste sve deonice putne mreže, s tim što je moguće zabraniti ili ograničiti njihovo kretanje pristupnim putevima. Sličan princip primenjuje se i za teretna vozila i autovozove imajući u vidu njihove staticke dimenzije, dinamičke karakteristike, nosivost itd., kao i negativne uticaje na putno okruženje. Traktori i poljoprivredna vozila moraju se ukloniti s puteva najviše kategorije (VP, DP) i orientisati na pristupne puteve (PP), nekategorisano ili specifičnu mrežu poljoprivrednih puteva.

	ПРИСТУПНИ ПУТ	САБИРНИ ПУТ	ВЕЗНИ ПУТ	ДАЛЬИНСКИ ПУТ
	ПП-л ПП-п	СП-п СП-р	ВП-р ВП-м	ДП-м ДП-д
ПУТНИЧКИ АУТОМОБИЛИ, МОТОРЦИКЛИ	дозвољено			
ТУРИСТИЧКИ ^(а) (МЕЂУГРАДСКИ) АУТОБУСИ	регулисано	дозвољено		
ТЕРЕТНА ВОЗИЛА	регулисано	дозвољено		
АУТОВОЗОВИ, ВУЧНИ ВОЗОВИ	регулисано		дозвољено	
ТРАКТОРИ И, ПОЉОПРИВ. ВОЗИЛА	дозвољено	регулисано		забрањено

(а) - аутобуси јавног приградског превоза обрађени са осталим корисницима пута

Slika 6-02: Opšti programski uslovi - prisustvo motornih vozila.

6.1.2.2. Javni linijski prevoz, biciklisti i pešaci

Javni linijski prevoz (prigradski autobus) ograničava se na sabirne puteve (SP) (slika 6-03 ovog priloga), a u posebnim uslovima moguće je voditi linije autobusa i na deonicama veznih puteva (VP). Najviše kategorije putne mreže (DP) ne dozvoljavaju uspostavljanje linija javnog linijskog prevoza pošto je njihovo funkcionisanje u potpunoj suprotnosti sa zahtevanim brzinama i bezbednosti. Takođe, treba izbegavati vođenje linija javnog prevoza na pristupnim putevima (PP-l) pošto pojавa autobusa ne bi bila u skladu sa okruženjem i aktivnostima.

	ПРИСТУПНИ ПУТ	САБИРНИ ПУТ	ВЕЗНИ ПУТ	ДАЛЬИНСКИ ПУТ	
ЈАВНИ ПРЕВОЗ	да/не	дозвољено	дозвољено у посебним условима	забрањено	
	СТАЈАЛИШТА	могуће на коловозу	автобуска стајалишта ван проточног коловоза	нема	
	ПРИСТУП ПЕШАКА ДО СТАЈАЛИШТА	слободан у нивоу	регулисани прелази у нивоу	регулисани прелази у нивоу (два нивоа)	нема
	ПОДУЖНО КРЕТАЊЕ	слободно	слободно ^(а) пожељно регулисање	регулисано (забрањено)	забрањено
	ЗАШТИТА ПОДУЖНИХ ТОКОВА	нема	заједно са(a) пешацима или издвојена стаза	издвојена стаза за бициклисте	независно вођење стаза за бициклиста
	ПОПРЕЧНО КРЕТАЊЕ	слободно	пешачки и/или бициклистички прелази	регулисано, бициклистички прелази	независно
БИЦИКЛИСТИ	ВОЂЕЊЕ ПОПРЕЧНИХ ТОКОВА	у нивоу	у нивоу ^(а) или два нивоа	два нивоа	
	ПОДУЖНО КРЕТАЊЕ	могуће на ^(б) коловозу	регулисано, по потреби ^(б) једнострано или обострано	забрањено	
	ЗАШТИТА ПОДУЖНИХ ТОКОВА	нема ^(б) (ивичњак)	ивични разделни зелени појас без/са ивичњаком	независно вођење стаза за пешаке	
	ПОПРЕЧНО КРЕТАЊЕ	слободно	по потреби регулисано, пеш. прелази	регулисано, пешачки прелази	независно
	ВОЂЕЊЕ ПОПРЕЧНИХ ТОКОВА	у нивоу	у нивоу ^(б) или два нивоа	два нивоа	

(а) - зависно од интензитета токова бициклиста и брзине кретања моторних возила

(б) - зависно од интензитета токова пешака и брзине кретања моторних возила

Slika 6-03: Opšti programski uslovi - javni linijski prevoz, biciklisti i pešaci.

Stajališta linijskog autobusa po moraju biti na posebnim proširenjima izvan protočnog kolovoza, odnosno kao funkcionalni prateći sadržaji u smislu tačke 5.2.1. ovog priloga, uz obavezno uređenje prostora stajališta (peroni, nastrešnice i sl.). Pristup putnika do stajališta, zavisno od intenziteta tokova pešaka i brzine kretanja motornih vozila treba regulisati pešačkim prelazima pa autobuska stanice treba da budu locirane neposredno u zoni regulisane površinske raskrsnice. Pešački prelaz do stajališta u dva nivoa treba primenjivati na veznim putevima (VP), ali i na sabirnim putevima (SP) ako su povoljni nivelacioni uslovi.

Kretanja biciklista (uključujući mopede i bicikle s pomoćnim motorom) i pešaka (uključujući i kretanja do/od stajališta autobusa) su podužni i poprečni tokovi u odnosu na putnu deonicu i zaštićeni su od saobraćaja motornih vozila. Na pristupnim putevima (PP) može se dozvoliti odvijanje biciklista i pešaka na istoj kolovoznoj površini na kojoj se kreću motorna vozila budući da se radi o malim intenzitetima i brzinama kretanja svih vidova saobraćaja. Na putevima ostalih funkcionalnih vrsta i tipova zahtevi zaštite biciklističkih i pešačkih tokova od konflikta i uticaja protočnog motornog saobraćaja se pooštavaju (slika 6-03 ovog priloga), a daljinskim putevima (DP) biciklističke i/ili pešačke staze se vode nezavisno izvan putnog zemljишta.

6.1.3. Programski uslovi kretanja motornih vozila

Programski uslovi kretanja motornih vozila obuhvataju glavne parametre kojima se utvrđuje nivo ostvarenja funkcionalnih zadataka, kao i osnovne mere regulative od uticaja na funkciju puta (slika 6-04 ovog priloga).

Zavisno od funkcionalnog ranga puta, programski se uslovjava kontinuitet saobraćajnog toka (slika 6-04 ovog priloga), odnosno sprečava prekid saobraćajnog toka usled potrebe da se preseče i/ili uključi u saobraćajni tok. Na putevima najviše kategorije treba težiti ostvarenju kontinuiteta toka, što se postiže pre svega presecanjem u dva ili više nivoa i fizičkim razdvajanjem smerova u skladu sa saobraćajnim opterećenjem.

Nivo usluge je pokazatelj ukupnog kvaliteta odvijanja saobraćaja na putu pri merodavnom saobraćajnom opterećenju za dimenzionisanje elemenata puta. Nivo usluge se utvrđuje u skladu sa važećom metodologijom.

Osnovna brzina (Vo) je polazni programski parametar, to je jedan od pokazatelia nivoa usluge određenog putnog pravca pri merodavnom saobraćajnom opterećenju (Qmer). Budući da je osnovna brzina približno jednaka srednjoj brzini saobraćajnog toka, definisanjem osnovne brzine istovremeno se definiše i dozvoljeno saobraćajno opterećenje Qd, pri kome je Vo realno ostvarljiva.

Zahtevana osnovna brzina zavisi od funkcionalnog ranga i karaktera terena, kao što je prikazano na slici 6-04 ovog priloga.

Na dvotračnim putevima za dvosmerni saobraćaj uslovljene vrednosti osnovnih brzina mogu se postići samo ako je na putu u zadovoljavajućoj meri ostvarena preticajna pregleđnost. Taj uslov iskazuje se procentualnom dužinom deonica na kojima treba omogućiti preticanja i takođe zavisi od funkcionalnog ranga puta i karaktera terena.

	ПРИСТУПНИ ПУТ		САБИРНИ ПУТ		ВЕЗНИ ПУТ		ДАЛЬИНСКИ ПУТ				
	ПП-л	ПП-п	СП-п	СП-р	ВП-р	ВП-м	ДП-м	ДП-д			
УСЛОВИ САОБРАЋАЈНОГ ТОКА ВОЗИЛА	нема значаја		дисконтинуални (прекинут) ток		пожељан (а) континуални (непрекинут) ток						
МЕРОДАВНИ НИВО УСЛУГЕ	није применљиво		E (D)		D (E)		D (C)				
ОСНОВНА ^(б) БРЗИНА V_o	равн.60 брдовит 40 планински 30		равн.80 брдовит 60 планински 40		равн.90 брдовит 70 планински 50		равн.100 брдовит 80 планински 60				
ПРЕТИЦАЊЕ ^(в) % ДУЖИНЕ	равн.40 брдовит 20 планински 10		равн.60 брдовит 40 планински 20		равн.70 брдовит 50 планински 30		равн.80 брдовит 60 планински 40				
РАСКРСНИЦЕ	НАЈМАЊА ^(г) ОДСТОЈАЊА	400 м. (200 м.)		1000 м. (500 м.)		3000 м. (1500 м.)		5000 м. (3000 м.)			
	ОСНОВНИ ТИП РАСКРСНИЦЕ	површинске неканализане		површинске мин.канализане		површинске ^(д) потпуно канализане или денивелисане					
ЗАУСТАВЉАЊЕ (ПО ЖЕЉИ)	дозвољено на коловозу у складу са општим правилима вожње		регулисано или ван коловоза		забрањено, обавезно коришћење пратећих садржаја						
ЗАУСТАВЉАЊЕ (ОПРАВДАНИ РАЗЛОГ) ^(е)	дозвољено на коловозу у складу са општим правилима вожње			дозвољено изван проточног коловоза							
ПАРКИРАЊЕ ВОЗИЛА	регулисано на коловозу		регулисано на коловозу или ван коловоза		искључиво ван коловоза на посебним површинама пратећих садржаја						

(а) - зависно од саобраћајног оптерећења

(б) - у км/час зависно од карактера терена

(в) - само за двотрачне путеве, % дужине са оствареном претицајном прегледношћу

(г) - вредности у заградама само у изузетним условима

(д) - за аутопутеве и путеве за брзи моторни саобраћај обавезна примена денивелисаних раскрсница

(е) - оправдани разлог за заустављање подразумева квар возила, изненадне потребе, вишу силу и сл.

Slika 6-04: Opšti programski uslovi-uslovi kretanja motornih vozila.

Raskrsnice su čvorna mesta putne mreže od presudnog uticaja na ukupan kvalitet odvijanja saobraćaja. Pošto one ograničavaju ukupnu propusnu moć deonice i pošto su područja konflikata s drugim motornim vozilima, biciklistima, pešacima i sl., uslovjavaju se najmanja odstojanja između njih kao što je prikazano na slici 6-04 ovog priloga. Osnovni tip raskrsnice po funkcionalnim vrstama utvrđen je u skladu sa zahtevima brzine osnovnog toka i bezbednosti saobraćaja (slika 6-04 ovog priloga).

Zaustavljanje vozila na putevima izaziva bitno smanjenje propusne moći i ugrožava nivo bezbednosti saobraćaja, pa se razdvajaju zaustavljanja po želji i zaustavljanja po iznenadnoj potrebi. Zaustavljanje po želji je dozvoljeno na pristupnim putevima (PP), i to u skladu sa opštim propisima o bezbednosti saobraćaja, dok se na sabirnim i veznim putevima (SP, VP-r) regulativnim ili građevinskim merama ograničavaju prostori izvan kolovoze površine, na kojima je dozvoljeno zaustavljanje vozila. Na daljinskim putevima (VPm, DP) zaustavljanje po želji je zabranjeno osim na posebnim odmorиштимa i/ili na parkiralištima van kolovožnih površina za potrebe korisnika putnog pravca. Zaustavljanje u slučaju opravdanog razloga na putevima nivoa VP-m i DP dozvoljeno je na posebnim kontinualnim trakama za zaustavljanje ili pojedinačnim proširenjima za zaustavljanje vozila (tačka 5.2.1. ovog priloga).

Parkiranje motornih vozila nije dozvoljeno na vangradskim putevima pa je, osim na pristupnim putevima (PP), dozvoljeno izvan protočnog kolovoza. Na putevima najviše kategorije (VP, DP) parkiranje vozila dozvoljeno je isključivo na posebnim površinama pratećih sadržaja za potrebe korisnika puta (tačka 5.2.2. ovog priloga).

6.2. Osnovni saobraćajni parametri

Neophodni programski uslovi obuhvataju i niz saobraćajnih parametara, koji su direktno ili indirektno povezani s funkcionalnom vrstom i/ili tipom puta.

6.2.1. Planski period

Saobraćajno opterećenje neophodno za proces projektovanja puteva odnosi se na vremenski presek u budućnosti, pa je definisan planski period zavisno od funkcionalnog tipa puta i vrste i obima građevinskih intervencija (tabela 6-01 ovog priloga).

Tabela 6-01: Planski period za prognozu saobraćajnog opterećenja (godina).

Funkcionalni tip puta	Novogradnja	Rekonstrukcija	Rehabilitacija	
-----------------------	-------------	----------------	----------------	--

	konačno	etapa		
DP-d, DP-m, VP-m	20 (30)	10 (15)	15 (20)	10 (15)
VP-r, SP-r	15 (20)	8 (10)	10 (15)	8 (10)
SP-p, PP-p, PP-l	10 (15)	-	8 (10)	5 (8)

Navedene vrednosti u zagradama primenjuju se na novogradnje sa znatnim inženjerskim konstrukcijama (mostovi, tuneli i sl.), a na rekonstrukcije ako su obimnije građevinske intervencije u situacionom i/ili nivacionom planu. Planski period rehabilitacije puta zavisi od obima ulaganja (duži planski period za veća ulaganja).

6.2.2. Veličina i karakter saobraćaja

Veličina, karakter i struktura saobraćaja su polazni programski parametri za projektovanje novih, rekonstrukciju ili rehabilitaciju postojećih javnih puteva. Taj programski podatak je rezultat stalnog praćenja saobraćajnih tokova na postojećoj putnoj mreži i postupka prognoza koje su deo studije putne mreže i/ili posebnih istraživanja za potrebe izrade planske i projektne dokumentacije.

Za puteve nižeg funkcionalnog tipa (PP-l, PP-p, SP-p) saobraćajno opterećenje nije presudan programski pokazatelj, pa se veličina i struktura saobraćaja može dovoljno tačno proceniti na osnovu podataka postojećeg stanja i raspoložive planske dokumentacije.

Za potrebe projektovanja puteva, pored ukupne veličine saobraćajnog opterećenja, neophodno je poznavanje strukture saobraćajnih tokova i drugih karakteristika, kao što su varijacije saobraćajnog opterećenja.

6.2.2.1. Prosečan godišnji dnevni saobraćaj (PGDS)

Prosečan godišnji dnevni saobraćaj (PGDS) za postojeće stanje dobija se na osnovu kontinualnog brojanja tokom svih časova 365 dana godišnje i predstavlja srednju vrednost dnevnog opterećenja u oba smera, tj.:

$$PGDS = \text{ukupno vozila godišnje} / 365 \text{ (vozila/dan)}$$

Ukoliko se ne vrše kontinualna brojanja na putevima ili na putevima manje važnosti (VP-r, SP-r, SP-p, PP-p, PP-l), dovoljno tačan podatak o saobraćajnom opterećenju može se dobiti brojanjem tokom najmanje sedam uzastopnih dana u jednom od meseci sa prosečnim saobraćajnim opterećenjem (aprila, maja, oktobra, novembra), u jednom od meseci sa saobraćajnim opterećenjem iznad proseka (jula, avgusta) i jednom od meseci sa saobraćajnim opterećenjem ispod proseka (decembra, januara).

Prognozirane vrednosti PGDS za određeni putni pravac rezultat su saobraćajnih istraživanja u studiji mreže (ili pojedinačnih specifičnih istraživanja) i predstavljaju programski parametar za izradu generalnog projekta puta. Prognoza vrednosti PGDS vrši se u skladu s definisanim planskim periodom u smislu tačke 6.2.1. ovog priloga.

6.2.2.2. Varijacije saobraćajnog opterećenja tokom godine

Promene saobraćajnog opterećenja tokom godine odražavaju dominantni karakter saobraćajnih tokova (tačka 4.4.2.4. ovog priloga). Na vangradskim putevima razlikuju se tri karakteristične krive promene veličine saobraćaja tokom godine, kao što je prikazano na slici 6-05 ovog priloga. Dominantni karakter saobraćajnih tokova na putevima gde se ne vrše kontinualna brojanja može se oceniti odnosom srednjih dnevnih opterećenja u jednom od meseci kada su ona vršna (juli, avgust) i prosečna (aprila, maja, oktobra, novembra):

$$bs = Q_{\text{vršno}} / Q_{\text{pros. gde je:}}$$

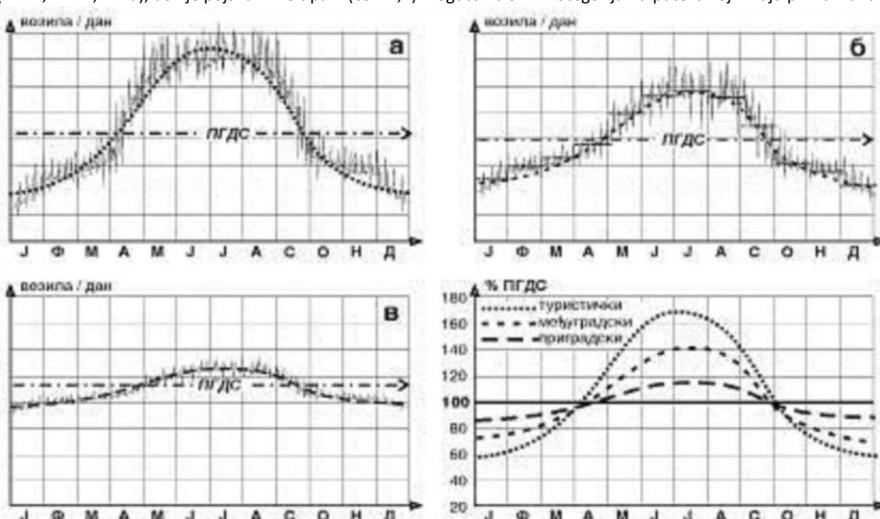
bs - približni koeficijent godišnje neravnomernosti

Q vršno - srednje dnevno opterećenje (voz/dan) u vršnom mesecu

Q pros. - srednje dnevno opterećenje (voz/dan) u prosečnom mesecu

Granice koeficijenta godišnje neravnomernosti (bs) saglasne su tački 4.4.2.4. ovog priloga, i to: pri $bs \leq 1,2$ radi se o prigradskogradskim tokovima, pri $bs > 1,2$ radi se o međugradskim tokovima, dok se pri $bs \geq 1,4$ dominantni karakter saobraćajnih tokova ocenjuje kao međugradski-turistički.

Kriva tipa A (slika 6-05 ovog priloga), odnosno $bs \leq 1,2$ tipična je za puteve regionalnog značaja (SP-r, VP-r), kriva tipa B ($bs = 1,2 - 1,4$) za najvažnije poteze daljinskih puteva (VP-m, DP-m, DP-d), dok je pojava krive tipa V ($bs \geq 1,4$) moguća na svim kategorijama puteva koji imaju primarnu funkciju povezivanja turističkih područja zemlje.



Slika 6-05: Opšti tok promene veličine saobraćaja tokom godine.

Na kraju godišnjeg planskog perioda neophodno je definisati pokazatelje varijacije saobraćajnog opterećenja, što je rezultat saobraćajnih analiza u studiji mreže (ili u pojedinačnom istraživanju); pokazatelji varijacija saobraćajnog opterećenja definišu se kao programski parametar za izradu odgovarajućeg projekta puta.

6.2.2.3. Neravnomernost opterećenja po smerovima

Na putevima saobraćajno opterećenje može biti različito po smerovima, što pre svega zavisi od karaktera dominirajućih saobraćajnih tokova. Na putevima s dominantnim prigradsko-gradskim saobraćajem koeficijent neravnomernosti smerova $ks = 0,55-0,60$, s međugradskim saobraćajem $ks = 0,60-0,65$ a s dominantnim međugradskim-turističkim saobraćajem $ks = 0,65-0,70$. Taj faktor se primjenjuje na nivou merodavnih časovnih protoka, a određuje se na osnovu rezultata istraživanja u studiji mreže (ili u pojedinačnom istraživanju). Faktor neravnomernosti po smerovima je programski parametar za izradu odgovarajućeg projekta puta.

6.2.3. Merodavni pokazatelji saobraćajnog opterećenja

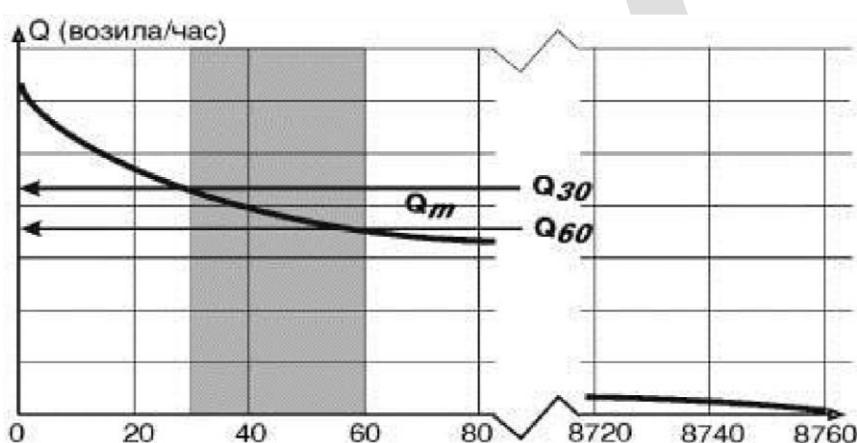
Za dimenzionisanje putnih elemenata i za vrednovanje varijantnih rešenja definišu se pokazatelji, koji se primenjuju u izradi projektne i planske dokumentacije. Ti pokazatelji su programski parametri i rezultat su saobraćajnih istraživanja u studiji putne mreže.

6.2.3.1. Merodavni časovni protok

Za potrebe dimenzioniranja poprečnog profila puta, kao i odgovarajućih analiza u sklopu generalnog i/ili idejnog projekta primjenjuje se merodavni časovni protok (Q_m), koji predstavlja prognoziranu vrednost saobraćajnog opterećenja na kraju planskog perioda (tačka 6.2.1. ovog priloga). Za puteve sa ukupno dve vozne trake merodavni časovni protok se izražava u broju vozila/čas/oba smera, dok se za puteve sa razdvojenim kolovozima merodavni časovni protok izražava u broju vozila/čas/smer.

6.2.3.2. Merodavni čas za dimenzioniranje

Tokom 8.760 časova u istoj godini saobraćajno opterećenje ima određene varijacije, pa se merodavni časovni protok (Q_m) određuje kao čas koji je po veličini protoka u planskoj godini između 30. i 60.(slika 6-06 ovog priloga).

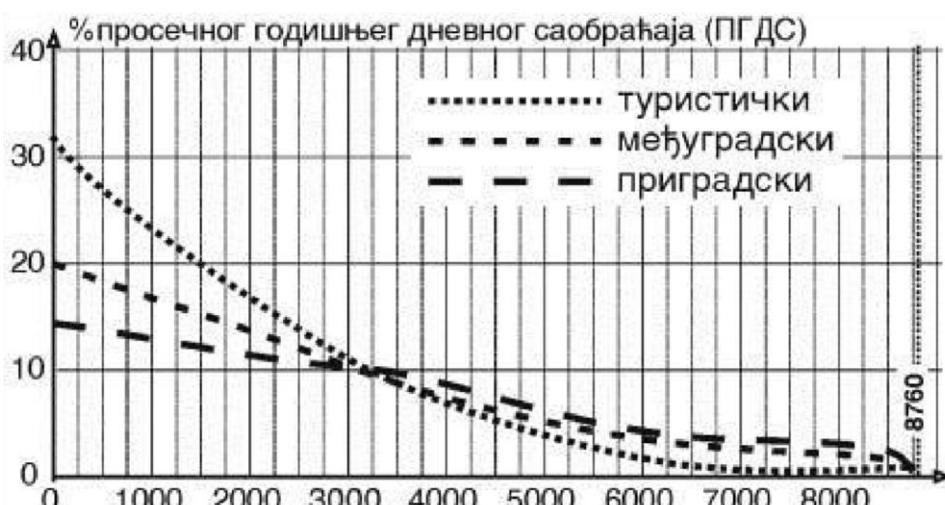


Slika 6-06: Merodavni čas za merenje.

Za kategorije puteva najvišeg ranga (VP-m, DP-m, DP-d) merodavan časovni protok je protok u tridesetom času po veličini saobraćaja (Q_{30}), dok se za druge kategorije puteva uzima kao osnov 60 čas po veličini saobraćaja (Q_{60}). Tako definisan protok predstavlja merodavni časovni protok (Q_m), tj. $Q_m = Q_{30} (Q_{60})$.

6.2.3.3. Odnos merodavnog časovnog protoka i PGDS

Odnos časovnog protoka merodavnog za dimenzioniranje ($Q_m = Q_{30} (Q_{60})$) i PGDS, odnosno $(Q_{30} * 100) / PGDS (\%)$ ili $(Q_{60} * 100) / PGDS (\%)$ naziva se faktor n-tog časa (FNČ). Taj faktor najviše zavisi od dominirajućeg karaktera saobraćajnih tokova (slika 6-07 ovog priloga) i vrednosti su: za prigradsko-gradski karakter tokova FNČ = 10-14 % PGDS, za međugradski FNČ = 13-17% PGDS, a za preovlađujući turistički karakter ima najveći raspon FNČ = 15-30 % PGDS.



Slika 6-07: Karakteristične krive promene časovnog protoka kao % PGDS.

Faktor n-tog časa određuje se na osnovu rezultata saobraćajnih istraživanja u studiji putne mreže, a merodavni protok određuje se zavisno od toga da li su:

- putevi s jedinstvenim dvosmernim kolovozom

$$Q_m = PGDS * FN\check{C}/100 \text{ (vozila/čas/oba smera);}$$

- putevi s razdvojenim kolovozima po smerovima $Q_m = PGDS * ks * FN\check{C}/100 \text{ (vozila/čas/smeru), gde}$

je ks - koeficijent neravnomernosti po smerovima (tačka 2.3. ovog priloga).

6.2.3.4. Struktura saobraćajnog toka

Merodavni časovni protok (Q_m) motornih vozila, kao i svi ostali pokazatelji saobraćajnog opterećenja moraju imati podatak i o strukturi prema vrstama motornih vozila za koja se očekuje da će se koristiti na putnoj deonici. Zavisno od detaljnosti istraživanja u studiji mreže moguća je primena detaljnijeg strukturiranja saobraćajnog toka, ali najmanje što je neophodno jeste podela na kategorije: putnička vozila (PA), teretna vozila (TV), teška teretna vozila (TTV) i međugradske autobus (BUS). Na potezima na kojima je intenzivan turistički saobraćaj neophodno je uesti i dodatnu kategoriju rekreativnih vozila (RV), čiji tipičan predstavnik je putnički automobil s kamp-prikolicom.

Vozila linijskog javnog prevoza (prigradski autobus) mogu se svrstati u posebnu kategoriju vozila, koja zahteva specifične funkcionalne prateće sadržaje (autobuska stajališta) u smislu tačke 5.2.1. ovog priloga. Merodavno saobraćajno opterećenje (Q_{mj}) izražava se kao broj autobusa javnog prevoza na čas po smeru uz podatke o vrsti vozila (običan ili zglobni autobus). Za postojeće stanje, pored brojanja, moguće je definisati merodavni broj vozila (autobusa $JP/\text{čas/smer}$) na osnovu podataka o redu vožnje (učestanost) uz informaciju o stepenu redovnosti.

Za bicikliste, uključujući mopede i bicikle s pomoćnim motorom, jedan čas je isuviše dugačak pošto su interne oscilacije veoma izražene, pa se merodavno saobraćajno opterećenje definije kao broj biciklista/15 minuta s tim što se 15-minutni period odnosi na period s najvećim protokom, tj. $Q_{mb} = \max Q_b 15\text{min}$. Na deonicama gde biciklisti koriste posebne staze, fizički izdvjene od kolovoza za motorni saobraćaj merodavno saobraćajno opterećenje se izražava za oba smera vožnje, a ako se koristi ista kolovoзна površina, kada se biciklisti kreću u skladu s pravilima definisanim za motorna vozila, merodavno saobraćajno opterećenje se izražava po smeru. Ako postoje poprečna kretanja biciklista izvan područja raskrsnica, neophodno je definisati i merodavna opterećenja takvih tokova.

Slično kao i za bicikliste, pešačka kretanja se ne mere na jedan čas usled izuzetno izraženih internih oscilacija, pa je merodavan 5minutni ili 15-minutni period najvećeg protoka (tj. pešaka/5 (15) minuta/oba smera), odnosno $Q_{mp} = \max Q_p(15)\text{min}$. Ako se pešaci poprečno kreću izvan područja raskrsnica i/ili ako se veći broj pešaka kreće ka(od) stanici prigradskog javnog prevoza, neophodno je definisati i merodavna opterećenja takvih tokova.

PRILOG 2

1. TRASA VANGRADSKIH PUTEVA

Ovaj prilog, Tehnička uputstva za projektovanje vangradskih puteva, Trasa, je koncipiran kao bazni dokument za dimenzionisanje i proveru geometrijskih elemenata puta za objekte novogradnje, rekonstrukcije i rehabilitacije.

Uputstva su organizovana u okviru sledećim poglavljima:

- 1) Proces projektovanja;
- 2) Osnove za projektovanje;
- 3) Preglednost;
- 4) Poprečni profil;
- 5) Projektni elementi situacionog plana; 6) Projektni elementi podužnog profila; 7) Projektni elementi poprečnog profila; 8) Prostorno trasiranje.

Vrednosti pojedinačnih projektnih elemenata vangradskih puteva definisanih u ovim uputstvima formirani su na osnovu provera vozno dinamičkih, konstruktivnih i saobraćajno-psiholoških (estetskih) kriterijuma i uz istovremeno uvažavanje zahteva za minimumom investicionih ulaganja, maksimumom bezbednosti i protočnosti saobraćaja i minimumom ekoloških posledica. Pošto su to složeni i u izvesnom smislu kontardiktorni zahtevi, optimalno rešenje je u njihovom kompromisu uz maksimalnu kreativnost projektanta i uvažavanje specifičnih uslova konteksta pri čemu treba voditi računa o pravovremenoj i adekvatnoj informisanosti najšire javnosti s obzirom na to da je put javno dobro koje se finansira iz zajedničkih sredstava.

Od utvrđenih vrednosti pojedinačnih elemenata može se odstupiti samo ako se tehničkim i ekonomskim analizama dokaže opravdanost drugaćijeg rešenja i ako se garantuje zahtevani nivo bezbednosti, protočnosti i zaštite životne sredine, kao i ako je utrošak investicionih sredstava u skladu s projektnim zahvatom.

U prilogu 3, Površinske raskrsnice vangradskih puteva, i prilogu 4., Denivelisane raskrsnice vangradskih puteva, definisani su svi neophodni parametri i elementi za celovit pristup procesu projektovanja vangradskih puteva za sve nivoje izrade projektnе dokumentacije: od generalnog projekta, preko idejnog i glavnog projekata do arhivskog projekata i studije pre i posle, kako za deonice novogradnje, tako i za deonice na kojima se predviđaju aktivnosti rekonstrukcije ili rehabilitacije puta.

Ovaj dokument se oslanja na prilog 1, - Funkcionalna klasifikacija vangradskih puteva, kao i na Zakon o javnim putevima Republike Srbije.

2. PROCES PROJEKTOVANJA

Izgradnja puteva započinje mnogo pre njihove fizičke realizacije kroz sistemski niz uređenih postupaka planiranja i projektovanja. Na slici 2-01 ovog priloga definisane su osnovne aktivnosti izgradnje, održavanja i praćenja stanja u oblasti putnog inženjerstva.

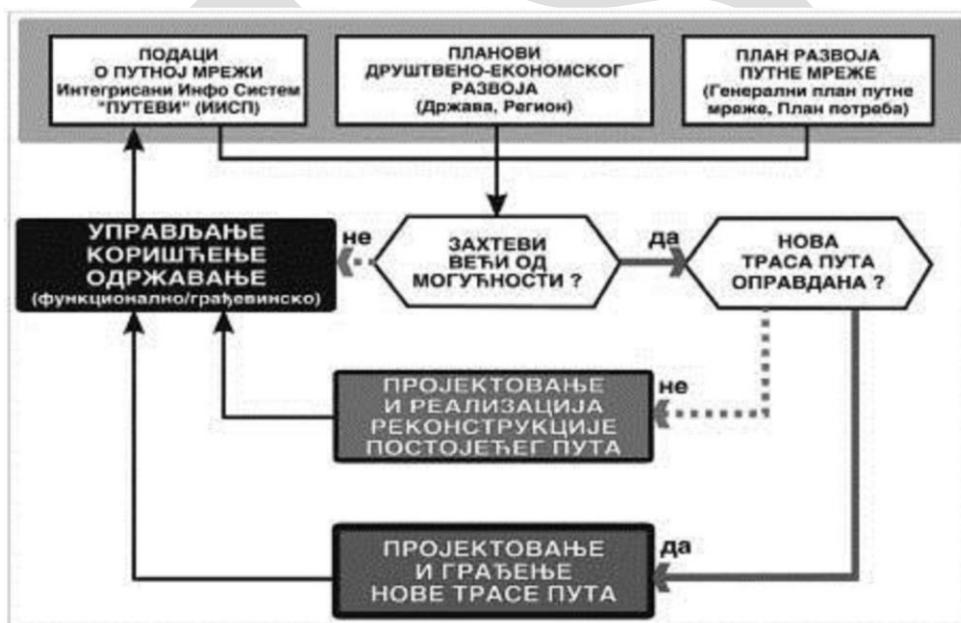


Slika 2-01: Osnovne aktivnosti u oblasti putnog inženjerstva.

2.1. Faze u izradi projektne dokumentacije

Proces projektovanja puteva vodi se osmišljenim postupcima zasnovanim na maksimalnom fondu informacija o prirodnim i stečenim ograničenjima, postojećoj prostornoj i fizičkoj strukturi puta, saobraćaju (postojećem i prognoziranim) i drugim relevantnim parametrima kako bi se mogla doneti ispravna odluka o nivou intervencija na putnoj mreži: rehabilitacija, rekonstrukcija ili novogradnja (nova trasa), (slika 2-02 ovog priloga).

Centralno mesto pripada donošenju odluke o tome da li su budući zahtevi veći od mogućnosti postojećeg puta (putne mreže). Proces mora biti dokumentovan i javan kako državnim institucijama (ministarstvima, direkcijama za puteve, javnim preduzećima i sl.), tako i u stručnoj javnosti i među zainteresovanim građanima.



Slika 2-02: Algoritam utvrđivanja potrebnih aktivnosti u projektovanju vangradskih puteva.

Da bi proces projektovanja puteva dao željene efekte, neophodno je dosledno poštovati sledeće principe:

- 1) izostavljanje pojedinih faza projektovanja ili njihova formalna izrada donosi samo marginalne uštede, uz visok stepen verovatnoće da se neće utvrditi najbolje rešenje;
- 2) racionalno i dokumentovano odlučivanje u svim fazama planiranja/projektovanja zasnovano na poređenju i vrednovanju numeričkih pokazatelja varijantnih rešenja

3) odlaganje ključnih odluka za sledeću fazu projektovanja u suprotnosti je sa osnovnim zakonitostima procesa; svaka faza projektovanja ima svoje zadatke, svoj nivo i širinu razmatranja;

4) polazne postavke svake faze, koje su rezultat zaključaka prethodne, kontrolišu se i kroz povratnu spregu; manje izmene polaznih postavki su potrebne i neophodne: ako su potpuno demantovane prvom iteracijom ispitivanja, znači da prethodna faza planiranja/projektovanja nije dala odgovarajuće rezultate i da se moraju provjeriti osnove i način donošenja prethodnih odluka.

U tehnološkom pogledu, u svakoj fazi postoji iterativni proces projektovanja koji započinje intuitivnim stvaranjem rešenja, nastavlja se analitičkom razradom da bi se procenile posledice, a završava povratnim uticajem zaključaka analize i sinteze na polazne postavke.

Pošto je osnovni cilj da se u svakoj fazi projektovanja (generalni, idejni, glavni, i izvođački projekat) utvrdi optimalno rešenje problema, koji po prirodi stvari pripada toj fazi, optimizacija rešenja je osnovno načelo svake faze izrade projektne dokumentacije. Ceo proces projektovanja predstavlja, u stvari, optimizaciju po četiri osnovne ciljne funkcije: minimum investicionih ulaganja (građenje + održavanje), maksimalna bezbednost puta, maksimalna propusna moć, odnosno maksimalni pozitivni efekti za korisnike puta i minimum ekoloških posledica (slika 2-03 ovog priloga).

Jedan od osnovnih ciljeva procesa projektovanja puteva jeste izbor optimalne lokacije putnog pravca (deonice) iz čega proističu suštinske karakteristike puta. Odrediti lokaciju je ključni problem u svim fazama planiranja i projektovanja puteva (slika 2-03 ovog priloga).

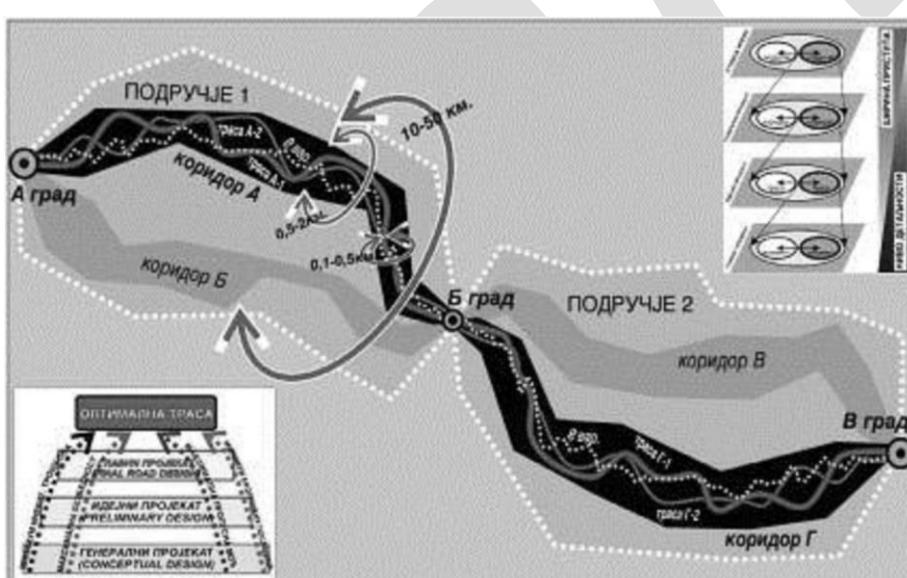
U generalnom projektu potrebno je odrediti optimalni koridor na definisanom području, dok se za idejni projekat istražuje i jednoznačno definiše optimalna trasa u usvojenom optimalnom koridoru u prethodnoj fazi - generalnom projektu.

U glavnom i izvođačkom projektu trasa je fiksirana u absolutnom koordinatnom sistemu XoYZ, pa se optimizacija svodi na izbor pojedinačnih elemenata i eventualna mikro pomeranja u prostoru; posebna pažnja se posvećuje izboru optimalnih metoda i postupaka građenja puta.

Svaku fazu projektovanja određuju dva parametra: širina pristupa problemu i nivo detaljnosti analiza. Pošto je projektovanje puteva višeravanski uređen proces u više ravnini, on u punoj meri zahteva da se izdvoji kao najbitniji koraci stvaranje varijantnih rešenja i njihovo vrednovanje budući da se na osnovu tih aktivnosti donose odluke o prelasku na novu ravan (tj. u sledeću fazu projektovanja) sa stepenom sigurnosti koji je srazmeran kvalitetu sprovedenih istraživanja. Pri tom se izdvajaju dva osnovna zadatka:

1) odluka mora biti zasnovana na detaljnim, nepristrasnim i pouzdanim parametrima;

2) odluka se verifikuje javnim i demokratskim odlučivanjem budući da je put javno dobro koje se finansira iz zajedničkih sredstava.



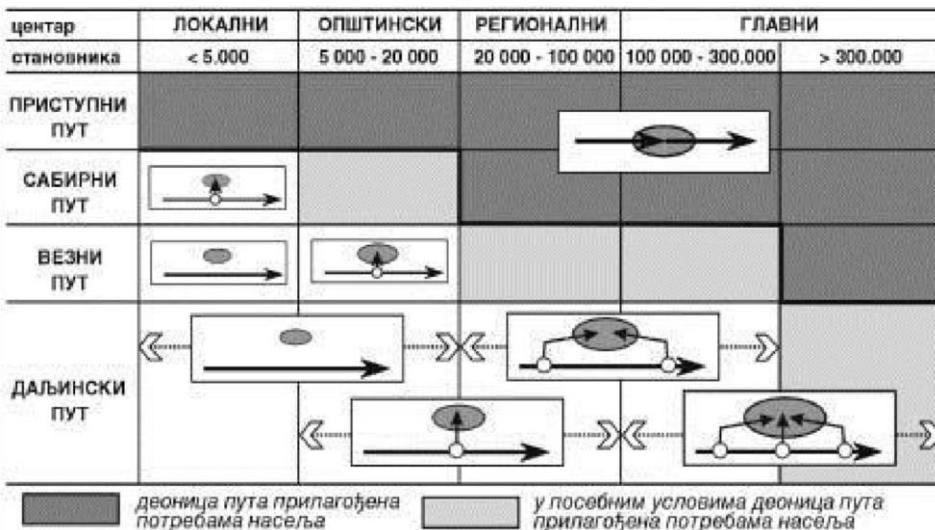
Slika 2-03: Izbor optimalne lokacije zavisno od faze izrade projekta puta.

Poseban značaj i specifičnost utvrđivanja optimalne lokacije imaju putevi koji prolaze kroz naselje. Vangradski put u području naselja ima dve osnovne funkcije:

- 1) obezdati kontinuitet prolaznih tokova uz zaštitu gradskih sadržaja od negativnih uticaja putnog saobraćaja;
- 2) omogućiti brzo i efikasno vođenje tokova koji imaju cilj ili izvor u gradskom području.

Polazni uslov podrazumeva jednoznačno definisan stav o relativnom značaju navedenih funkcija istovremeno vodeći računa o hije ravnjskom nivou naselja (lokalni, opštinski, regionalni ili glavni centar) i funkcionalnoj vrsti puta (pristupni, sabirni, vezni, daljinski put). Generalni pristup ukazuje na dve mogućnosti: vođenje vangradskog puta kroz naselje (ili njegovo uvođenje) ili relativno nezavisno vođenje deonice vangradskog puta u odnosu na naselje sa indirektnim ili direktnim vezama preko raskrsnica. Treba poštovati opštije odnose prikazane na slici 2-04 ovog priloga.

Granica naselja određena je granicom planskog dokumenta koji se po Zakonu izrađuje za gradska naselja (Generalni urbanistički plan). Deonica vangradskog puta u području naselja određena je stacionažom preseka deonice puta i granice plana (slika 2-05 ovog priloga).



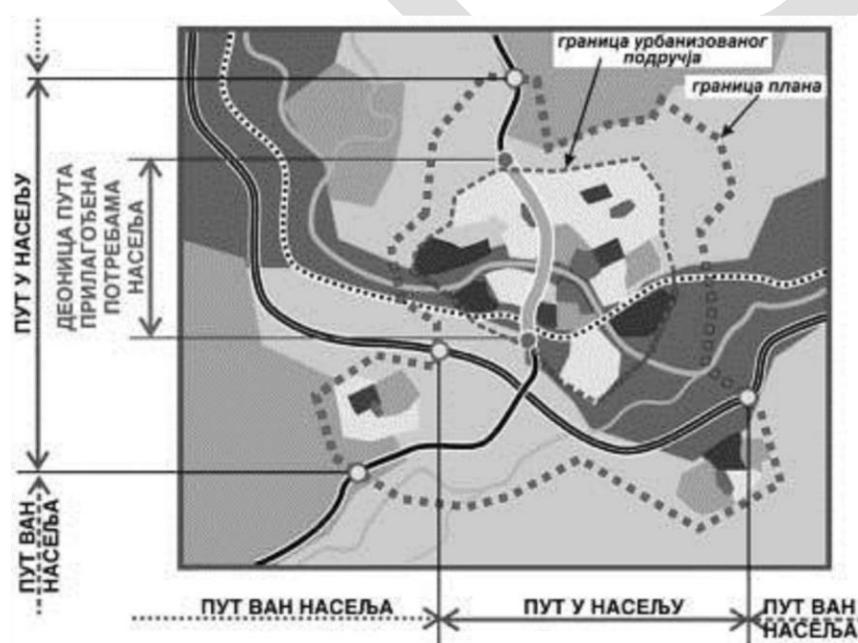
Slika 2-04: Odnos hijerarhijskog nivoa naselja i funkcionalnih vrsta vangradskih puteva.

Razlikuju se dve vrste deonica:

- 1) Deonice vangradskog puta kroz područje naselja koja ima dominantnu funkciju vođenja prolaznih tokova i, preko raskrsnica, povozivanje naselja (izvorni/ciljni saobraćaj) s vangradskim putem. Takve deonice imaju dominantnu međugradsku funkciju i u nadležnosti su organizacije koja upravlja vangradskom mrežom. One se planiraju i projektuju po pravilima za vangradske puteve, s tim što se njihov položaj u prostoru i broj raskrsnica uskladjuje s nadležnim za razvoj predmetnog naselja. Vode se prostorima u kojima nema urbanih sadržaja, a urbanistički razvoj se ne oslanja na njih niti ugrožava njihovu funkciju u budućnosti. U planskom dokumentu njihov početak i kraj se određuju stacionažom preseka s granicama plana. Ta vrsta deonica je dominantna u višim kategorijama puteva (daljinski i vezni putevi), zavisno od veličine naselja (slika 2-04 ovog priloga).
- 2) Deonice vangradskog puta prilagođene potrebama naselja (npr. širi kolovozi, trase i stanice javnog prevoza, biciklisti, pešaci, parkiranje, svetlosna signalizacija itd.) određene su stacionažama početka i kraja, odnosno, stacionažama preseka deonica s planiranim granicama kontinualno urbanizovanog područja (građevinski rejon). Te deonice imaju dominantan gradski funkciju, s tim što zahtevi prolaznih tokova moraju biti prisutni u njenom oblikovanju. Planiranje i projektovanje takvih deonica mora biti u skladu s pravilima koja važe za gradsku putnu mrežu, uz obavezu saglasnosti nadležnih za upravljanje vangradskom putnom mrežom kojoj deonica pripada. Takve deonice su karakteristične za međugradske puteve koji se vode (ili uvode) kroz naselje, odnosno, pored toga što propuštaju prolazne tokove imaju i funkciju u gradskim kretanjima i aktivnostima. Ta vrsta deonica je karakteristična za niže funkcionalne vrste puteva (lokalni i sabirni) dok u putevima više kategorije zavisi od veličine naselja (slika 2-04 ovog priloga).

Princip podele troškova vezuje se za definisane uslove i potrebe funkcionalisanja puta u naseljenom mestu u odnosu na funkcionalisanje tog istog puta van naselja, a definisan je u Zakonu o javnim putevima.

Saglasno navedenom utvrđuju se i odgovarajuće obaveze i prava opština, odnosno, grada za poslove razvoja, planiranja, projektovanja, izgradnje, rekonstrukcije, održavanja, zaštite, korišćenja i upravljanja deonicama tih puteva sa izmenjenim elementima, objektima i opremom prilagođene potrebama naselja.



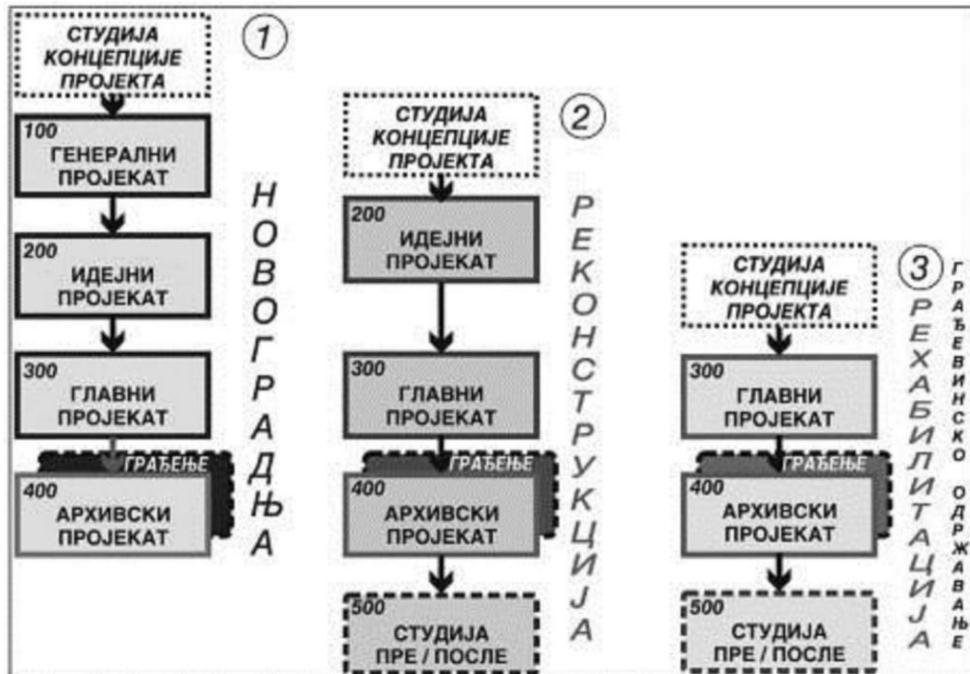
Slika 2-05: Princip utvrđivanja deonica puta u naselju i van naselja.

Proces projektovanja puteva se mora voditi po strogo definisanim procedurama zavisno od vrste i nivoa investicije - novogradnja, rekonstrukcija ili rehabilitacija (građevinsko održavanje), što je prikazano na slici 2-06 ovog priloga.

Kada je u pitanju novogradnja, proces započinje izradom Studije koncepcije projekta, definisanjem programskih uslova i projektnog zadatka za izradu generalnog projekta i obuhvata generalni, idejni, glavni i izvođački projekat, kao i arhivski projekat, koji se realizuje tokom građenja puta. Svakoj fazi projektovanja prethodi odgovarajući projektni zadatak s precizno utvrđenim aktivnostima i zahtevima u pogledu njegove realizacije.

Kod rekonstrukcije putnih poteza/deonica (slika 2-06 ovog priloga) proces počinje izradom idejnog projekta, pri čemu se mora imati u vidu da se rekonstrukcija obavlja u okviru postojećeg putnog koridora. Idejni projekat izrađuje se na osnovu programskih uslova i projektnog zadatka proisteklog na osnovu studije koncepcije projekta i utvrđenih prioriteta rekonstrukcije na putnoj mreži.

Specifičnost procesa rekonstrukcije, kao i procesa projektovanja rehabilitacije puteva jeste studija pre/posle kojom se utvrđuju efekti preduzetih mera (bezbednost, nivo usluge, zaštita životne sredine) i opravdavaju utrošena finansijska sredstva. Izrada glavnog (eventualno i izvođačkog) i arhivskog projekta odvija se po sličnoj proceduri kao i za novogradnju putnih poteza uz prethodno definisane projektne zadatke za svaku pojedinačnu fazu.



Slika 2-06: Koraci u planiranju i projektovanju puteva zavisno od vrste zahvata i nivoa investicije

Projektovanje rehabilitacije (građevinsko održavanje puta) obuhvata aktivnosti na izradi glavnog projekta, eventualno izvođačkog, arhivskog i studije pre/posle. Glavni projekat se izrađuje u dve faze. U prvoj se analizira postojeće stanje i utvrđuje nivo rehabilitacije, a u drugoj se za definisan nivo rehabilitacije formira glavni projekat sa ostalim pratećim projektima. Kao i za rekonstrukciju, osnova za izradu glavnog projekta su programski uslovi i projektni zadatak proistekli na osnovu studije koncepcije projekta za putnu mrežu ili njene funkcionalne celine.

Na slici 2-07 i 2-08 ovog priloga prikazane su algoritamske strukture projektovanja puteva van naselja (novogradnja) sadržajno i vremenski usaglašena s planiranjem prostora, odnosno, urbanističkim planiranjem.

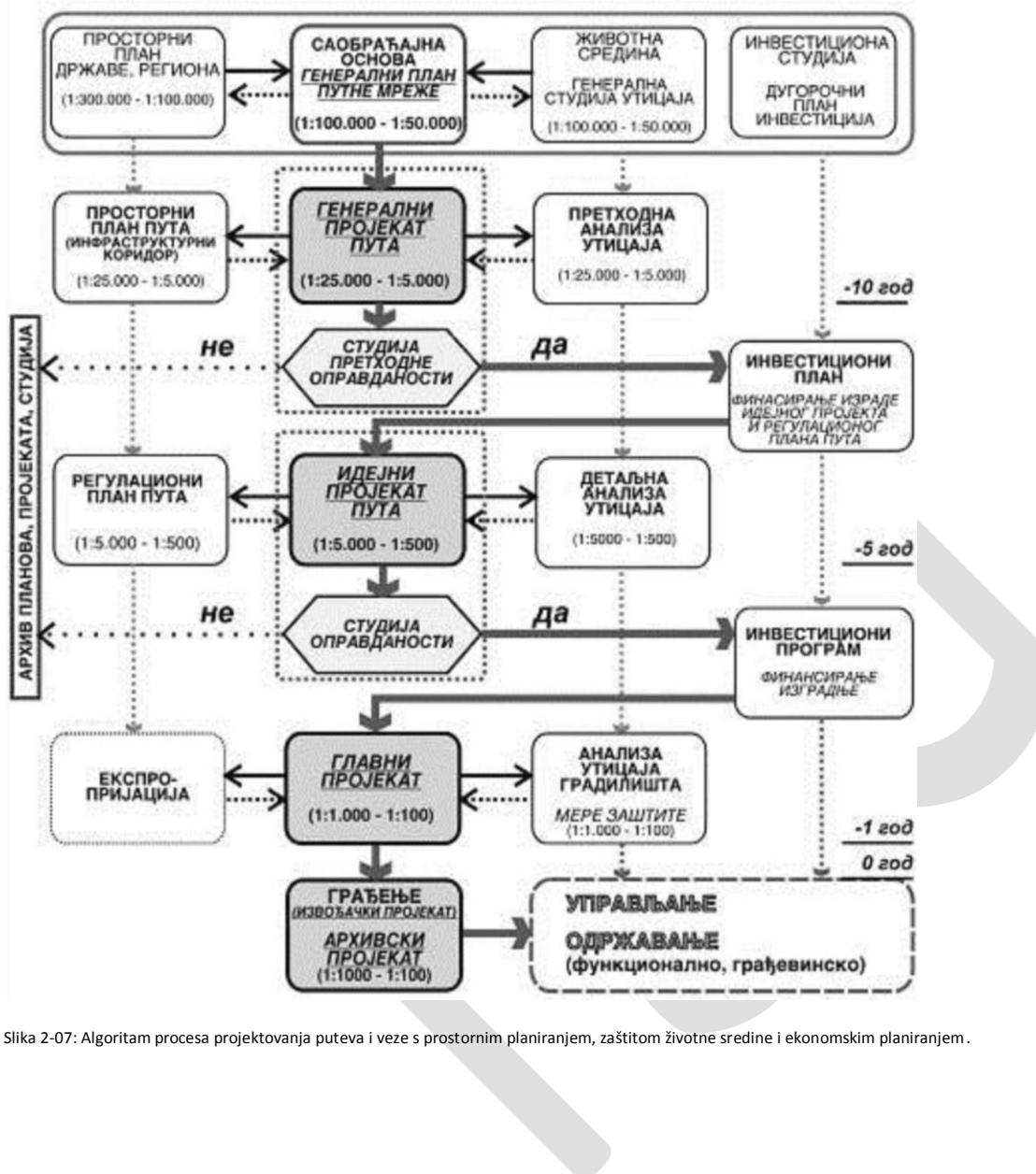
Vremenska odrednica pojedinih faza planiranja/projektovanja, izražena kao broj godina pre izgradnje puta kada se kompletira dokumentacija, u suštini odražava osnovnu karakteristiku saobraćajne osnove područja, tj. predstavlja prostorni okvir razvoja.

Jaka međuzavisnost putne mreže i prostornog razvoja zahteva uskladenu i pravovremenu izradu projektne dokumentacije puteva, pri čemu treba imati u vidu činjenicu da se put u suštini gradi mnogo pre njegove fizičke realizacije i da treba očuvati prostor i oblikovati sadržaje, tako da se izbegne konflikt između puta i okolnih sadržaja!

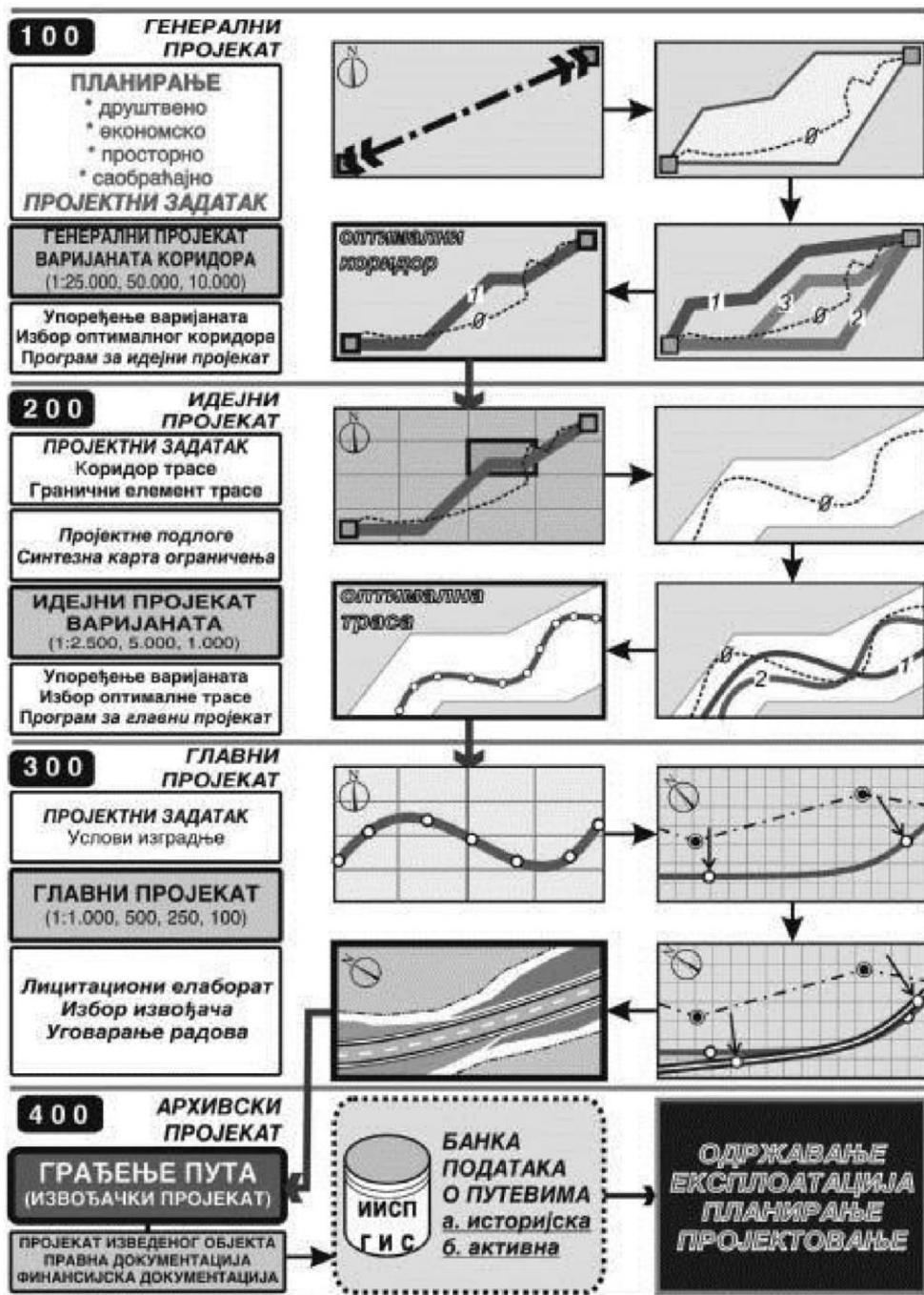
Struktura procesa projektovanja puteva je hijerarhijski uređena i predstavlja višeravanski proces koji počinje izradom generalnog projekta, a nastavlja se idejnim, glavnim, (izvođačkim) i arhivskim projektom.

Generalni projekat je funkcionalno-tehnička provjera planerskih razmatranja kao osnova regionalnog i državnog plana prostornog razvoja. Neposredni programski uslovi za formiranje projektnog zadatka za izradu generalnog projekta definišu se na osnovu generalnog plana putne mreže države (regiona). Trasa (koridor) u generalnom projektu razmatra se s gledišta prostornih mogućnosti i ograničenja, a svi pokazatelji dobijeni geometrijskim, vozno dinamičkim, saobraćajnim, ekološkim i ekonomskim analizama uključuju se u proces vrednovanja da bi se izabralo optimalni koridor. U toj fazi moraju se doneti i načelne odluke o etapnosti građenja, uslovima eksploatacija (slobodno ili komercijalno), lokaciji i koncepciji raskrsnica, sistemu kolovozne konstrukcije (fleksibilna ili kruta), računskoj brzini deonica i sl.

Osnovna razmera generalnog projekta za puteve van naselja je 1 : 25.000 (10.000), odnosno za puteve u naselju 1 : 5.000 (2.500).



Slika 2-07: Algoritam procesa projektovanja puteva i veze s prostornim planiranjem, заштитом животне средине и економским planiranjem.



Slika 2-08: Algoritam procesa projektovanja vangradskih puteva (novogradnja).

Osnovni planski dokument koji korespondira generalnom projektu je, za puteve van naselja Prostorni plan puta, kao deo širih planskih dokumenata u prostornom planu infrastrukturnog koridora, odnosno Generalni plan mreže infrastrukture za puteve u naselju. Prethodnom studijom opravdanosti utvrđuje se podobnost puta za realizaciju i njeni efekti.

Zahtevana tačnost za generalni projekat je $\pm 20\%$.

Idejni projekat je istraživačka faza u kojoj se jednoznačno definije trasa puta, raskrsnice (površinske i/ili denivelisane) i svi putni objekti pri konkretnim uslovima ograničenja. Programske uslove za idejni projekat čine zaključci rada na generalnom projektu i odgovarajućim planskim dokumentima - prostorni plan puta, odnosno generalni plan mreže infrastrukture.

Idejnog projektu se, u okviru optimalnog koridora, detaljno trasiraju varijante sa ciljem izbora optimalne trase. Na osnovu detaljnih tehničkih rešenja proračunavaju se pokazatelji vrednosti svake razmatrane varijante prema unapred definisanim ciljevima i kriterijumima, a primenom metoda vrednovanja, dokumentovano utvrđuje optimalno rešenje trase budućeg puta. Osnovna razmera idejnog projekta za puteve van naselja je 1 : 2.500 (5.000, 1.000), odnosno za puteve u naselju 1 : 1.000 (500).

Deo idejnog projekta su prateći projekti za izabranu trasu (putni objekti, prateći sadržaji, eksproprijacija, saobraćajna i građevinska oprema, tehničke mere zaštite životne sredine i dr.).

Planski dokument koji korespondira idejnem projektu za puteve van naselja je regulacioni plan puta, odnosno regulacioni plan primarne saobraćajnice za puteve u naselju. Konačna odluka o građenju puta donosi se na osnovu studije opravdanosti.

Zahtevana tačnost za idejni projekat je $\pm 10\%$.

Glavni projekt obuhvata detaljnu inženjersku razradu svih elemenata puta i putnih objekata (mostovi, tuneli, potporne i zaštitne konstrukcije i sl.) neophodnih za fizičku realizaciju puta u realnom prostoru. Taj projektat obuhvata i složeno razrešenje infrastrukturnih sistema u zoni zahvata radova, optimizaciju metoda i postupaka građenja, odvodnjavanje površinskih, pribrežnih i podzemnih voda, razradu izvorišta materijala, uređenje prostora u zoni puta, saobraćajnu i građevinsku opremu, prateće sadržaje (funkcionalne i za potrebe korisnika), eksproprijaciju i dr. U toj fazi projektovanja definije se precizan predmet i predračun u radova koji će poslužiti za licitacionu proceduru i realizaciju radova, saglasno zakonskoj regulativi. Glavni projekt se izrađuje na osnovu detaljnih geotehničkih, hidrotehničkih, geodetskih i saobraćajnih snimanja i podataka. U toj fazi rada mogu se vršiti samo mikro pomeranja osnovne trase iz idejnog projekta sa ciljem optimizacije radova. Deo glavnog projekta čine i specifikacije za izvođenje svih vrsta radova. Osnovna razmera glavnog projekta za puteve van naselja je 1 : 1.000 (500), odnosno za puteve u naselju 1 : 500 (250).

U određenim situacijama izrađuje se tzv. izvođački projekat tokom realizacije samog objekta u cilju unapređenja tehnoloških postupaka i racionalizacije metoda građenja.

Zahtevana tačnost za glavni projekat je $\pm 3\%$.

Arhivski projekat, koji sadrži projekat izvedenog objekta, služi za konačni obračun izvedenih radova, predstavlja podlogu za plansko i racionalno eksploataciju i održavanje puta i čini pouzdanu osnovu za dalje planerske i/ili projektantske aktivnosti u području izvedenog objekta. Tim projektom moraju biti obuhvaćeni svi podaci o izvedenom objektu u granicama pojasa eksproprijacije (pravna, finansijska i tehnička dokumentacija) zaključno s tehničkim prijemom objekta - podaci o tzv. nultom stanju objekta. Navedeni podaci se skladište u integrirani informacioni sistem „Putevi“ nadležnog javnog preduzeća za puteve. Podaci se organizuju u dve globalne baze podataka - istorijska i aktivna - u skladu s daljim načinom korišćenja. Posebno je značajno da se arhivski projekat izrađuje po jedinstvenom konceptu (metodološkom i tehnološkom) za celu putnu mrežu države da bi se na konzistentan način mogao uključiti u nacionalni geo-informacioni sistem.

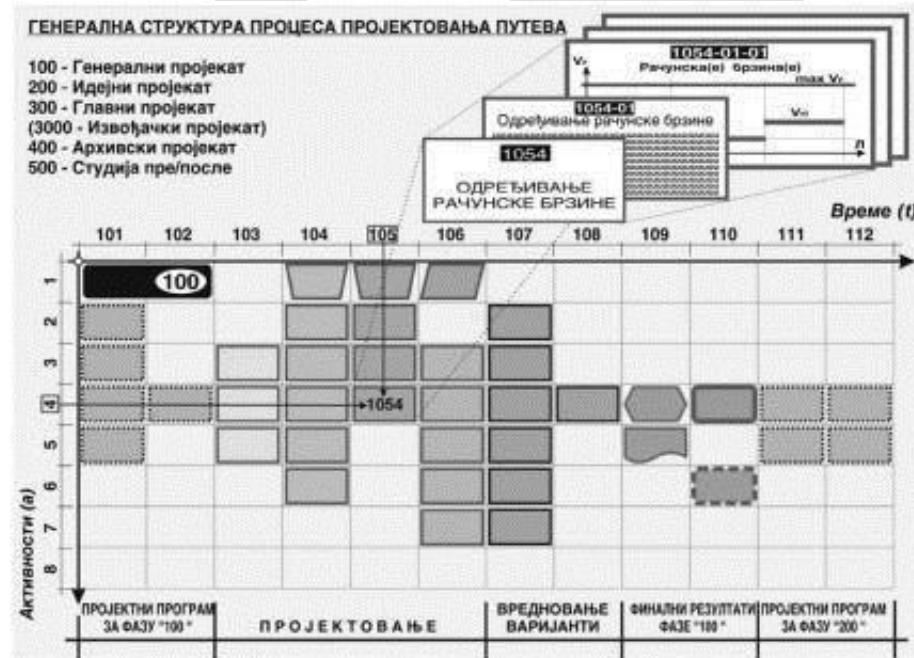
2.2. Upravljanje projektovanjem puteva

Upravljanje projektovanjem puteva predstavlja veoma složen zadatak kome je osnovni cilj uspešno realizovanje svih aktivnosti od generalnog projekta do izbora najpovoljnijeg ponuđača za izgradnju puta i ugovaranja radova. Za izvršenje tih zadataka u savremenoj praksi se, za razliku od intuitivnog pristupa, široko primenjuje analitički pristup upravljanju projektom „Design Management“ za koji je razvijena i odgovarajuća metodološka i tehnološka osnova. Proces upravljanja projektovanjem može se razmatrati sa dva stanovišta: sa stanovišta investitora i sa stanovišta projektanta. Iako je reč o drugačijim pravima i obavezama, činjenica je da je potpuno definisan i efikasan sistem upravljanja izradom projektnе dokumentacije u oboustranom interesu. Pri tom valja naglasiti da je preduvod za efikasnost realizacije svakog pojedinačnog projekta dosledna primena standardne metodologije planiranja/projektovanja puteva, kao i stručni i moralna kvaliteti svih akterâa tog procesa.

Za uspešnu realizaciju investicionih projekata neophodno je jednoznačno definisati procedure i postupke, od početnih programskih uslova i projektnog zadatka za izradu generalnog projekta do skladištenja podataka o izvedenom putu u integriran informacioni sistem „Putevi“. Ključnu ulogu u tom procesu ima formiranje tzv. strukturnih dijagrama u kojima se na nivou dvodimenzionalne ili višedimenzionalne matrične forme sagledavaju sve aktivnosti pojedine faze rada (npr. generalnog projekta) u vremenskom i funkcionalnom poretku (slika 2-09 ovog priloga).

Tako se omogućava: jasno sagledavanje procesa izrade projektnе dokumentacije, jednoznačno razgraničenje prava i obaveza svih učesnika (prvenstveno investitora i projektanata) u procesu, definisanje neophodnog nivoa i smerova razmene informacija između pojedinačnih aktivnosti i celih procesa, aktivno upravljanje i kontinualna kontrola toka procesa, kako interna (projektni tim) tako i eksterna (investitor), optimizacija raspoloživih resursa (kadrovi, oprema, finansije) od strane projektnih organizacija saglasno ugovornim obavezama sa investitorom. Svaka faza projektovanja definiše se kroz tri konzistentno usaglašena parametra: strukturalni dijagram projekta, opis aktivnosti i sadržaj projekta.

Projektnim zadatkom, za svaku fazu izrade projektne dokumentacije, definiji se svi relevantni parametri i programski uslovi i on predstavlja osnovu obligacionih odnosa investitor-projektant u ključni je dokument za uspešnu realizaciju pojedinih faza izrade projekta.

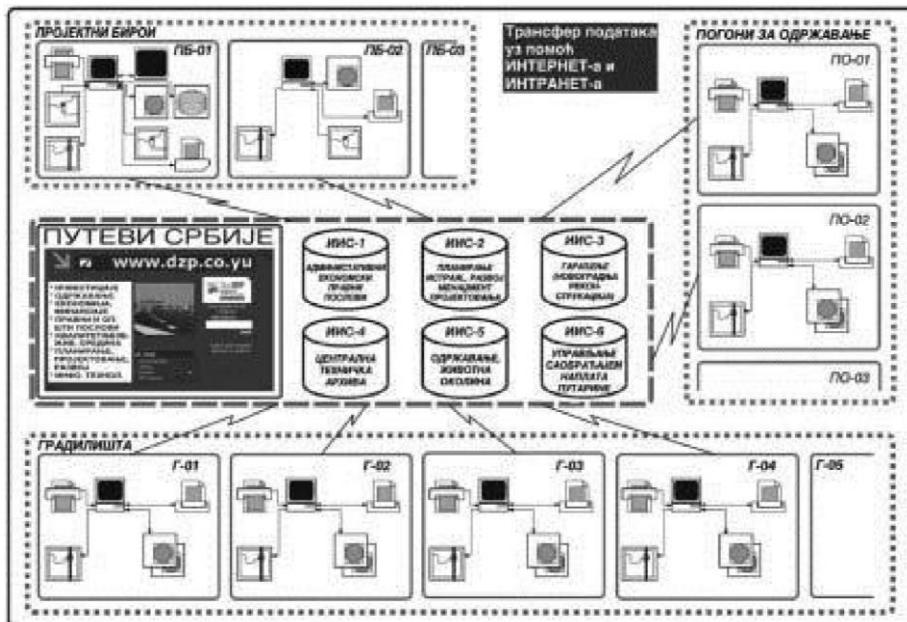


Slika 2-09: Generalni prikaz strukture procesa projektovanja puteva.

Uspešno funkcionisanje celokupnog sistema putne mreže direktno zavisi od (slika 2-10 ovog priloga) efikasne razmene i korišćenja relevantnih informacija na nivou investitor (Javno preduzeće za puteve Srbije), projektni birovi, gradilišta, pogoni za funkcionalno i građeinsko održavanje puta.

Presudnu ulogu u tome ima integrisani informacioni sistem „Putevi”. Za uspešnu realizaciju složenih zadataka gazdovanja putnom mrežom, neophodno je da taj sistem ispunи i sledeće zadatke: da omogući pripremu i praćenje svih aktivnosti (na jednom ili više investicionih objekata) i s tehničkog i s finansijskog stanovišta, da obezbedi relevantne bazne informacije za planiranje i projektovanje, da obezbedi ažurno vođenje, brz pristup i distribuciju podataka zavisno od potreba i zadataka razvoja, upravljanja, izgradnje i održavanja putne mreže.

Efikasno upravljanje procesom planiranja i projektovanja puteva zavisi pre svega od aktivne uloge investitora u svim fazama izrade planske i projektne dokumentacije u kontinualnoj strucnoj reviziji (kvalitet rešenja, vreme, finansije) u cilju pravovremenog i argumentovanog donošenja odluka.



Slika 2-10: Tokovi informacija u sistemu projektni biro - Javno preduzeće za puteve Srbije - gradilišta - pogoni održavanja.

3. OSNOVE ZA PROJEKTOVANJE

3.1. Klasifikacija puteva

Osnovna klasifikacija, koja je veoma značajna za projektovanje puteva, jeste funkcionalna klasifikacija (slika 3-01 ovog priloga) i detaljno je obrađena u prilogu 1, Funkcionalna klasifikacija vangradskih puteva.



Slika 3-01: Generalna vezka kategorija puteva prema administrativnoj i funkcionalnoj klasifikaciji.

U studiji koncepcije projekta radi definisanja programskih uslova i formiranja projektnog zadatka jednoznačno se utvrđuje tip puta i karakter terena da bi se mogli definisati polazni vozno dinamički parametri: osnovna brzina (Vo) i računska brzina (Vr), odnosno računska brzina deonice (Vri) koja je predmet projektnih analiza.

Da bi se preliminarno odredio karakter terena, koriste se pokazatelji prikazani u tabeli 3-01 ovog priloga.

Tabela 3-01: Pokazatelji za preliminarno definisanje karaktera terena.

Relativna visinska razlika na 1.000 m odstojanja	ravnicaški	brdovit	planinski
≤ 50 m	≤ 50 m	50-150 m	≥ 150 m
nagib padina	≤ 1:10	1:10 - 1:2	≥ 1:2

Konačno utvrđivanje karaktera terena duž trase i podela na karakteristične deonice rezultat je izrade generalnog projekta puta.

Pored funkcionalne klasifikacije i administrativne kategorizacije javnih puteva, značajne su i klasifikacije prema vrsti saobraćaja (za saobraćaj motornih vozila (autoputevi i putevi rezervisani za saobraćaj motornih vozila) kao i putevi za mešovit saobraćaj) i klasifikacija prema karakteru saobraćajnih tokova.

Te klasifikacije su važne za definisanje jednoznačnih funkcionalnih i tehničkih parametara određene deonice puta u procesu izrade projektnog zadatka, kao završnog dokumenta studije concepcije projekta, bilo da se radi o novogradnji, rekonstrukciji ili rehabilitaciji.

3.2. Saobraćajno opterećenje

Saobraćajno opterećenje, neophodno za proces projektovanja javnih puteva, odnosi se na vremenski presek u budućnosti, pa definisani planski period zavisi od funkcionalnog tipa puta (daljinski, vezni, sabirni, pristupni) i vrste i obima građevinskih intervencija (novogradnja, rekonstrukcija, rehabilitacija).

3.3. Merodavne brzine

Osnovni parametri u projektovanju puteva su brzina i protok na osnovu kojih se definišu i dimenzijsku elementi poprečnog profila, situacionog plana i podužnog profila. Istovremeno, oni su i dominantan pokazatelj projektnih ostvarenja i bazni kriterijumi za proces vrednovanja varijantnih rešenja.

U voznodinamičkom smislu moguće je protok izraziti pomoću brzine, odnosno definisanjem polazne vrednosti brzine, tzv. osnovne brzine - Vo pa se uspostavlja veza između planerskih zahteva i projektnih elemenata puta, odnosno društvenih zahteva i mogućnosti njihove realizacije u funkciji prostornih ograničenja.

3.3.1. Osnovna brzina - Vo

Osnovna brzina - Vo, polazni je programski parametar koji pokazuje nivo usluge određenog putnog pravca pri merodavnom saobraćajnom opterećenju - Qmer. Osnovna brzina - Vo približno jednaka srednjoj brzini saobraćajnog toka, pa kada se definiše osnovna brzina, istovremeno se definiše i dozvoljeno saobraćajno opterećenje - Qd, pri kome je Vo realno ostvarljiva.

U tabeli tabeli 3-02 ovog priloga, odnosno na slici 3-02 ovog priloga date su vrednosti osnovne brzine - Vo u funkciji ranga puta (funkcionalna klasifikacija) i makropokazatelja prostornih ograničenja - topografije terena.

Tabela 3-02: Vrednosti osnovne brzine (Vo).

Vrsta puta	Karakteristike terena		
		ravničarski	brdovit
daljinski	100	80	60
vezni	80	70	50
sabirni	60	50	40
pristupni	50	40	30

3.3.2. Računska brzina - Vr

Računska brzina - Vr usvojena je teorijska vrednost koja služi za proračun graničnih geometrijskih elemenata koji se mogu primeniti u projektovanju puteva. Njome se praktično određuje donja granica projektnih elemenata u najlošenijim terenskim uslovima određenog puta. Time se indirektno izražava koliki je prihvatljiv obim investicionih ulaganja.

Računska brzina zavisi od programirane osnovne brzine - Vo, a istovremeno ima značenje najveće bezbedne brzine vozila u slobodnom saobraćajnom toku u najoštrijim uslovima puta.

Vrednosti računske brzine u funkciji ranga puta i uslova terena date su u tabeli tabeli 3-03 ovog priloga, odnosno prikazane su na slici 3-02 ovog priloga.

Tabela 3-03: Vrednosti računske brzine (Vr).

Vrsta puta	Karakteristike terena		
		ravničarski	brdovit
daljinski	130*	100	80
vezni	100	80	70
sabirni	80	60	50
pristupni	60	50	40

*) za dvotračne i višetračne puteve $Vr \leq 100 \text{ km/h}$.

Definisana računska brzina merodavna je za utvrđivanje najstrožih geometrijskih elemenata. Oni će biti primenjeni samo na kritičnim odsecima, gde bi komforjni elementi izazvali neprihvatljive investicione troškove. Na ostalim odsecima najčešće će postojati mogućnost primene povoljnijih elemenata koji pružaju mogućnost za ostvarenje većih brzina od računske. Pošto povoljniji elementi najčešće povlače za sobom i veća investiciona ulaganja, suštinski zadatak projektanta je da iz odnosa efekti - troškovi oceni realnu granicu prekoračenja Vr.

U tom smislu, za gornju granicu računske brzine - maxVr utvrđuju se vrednosti date u tabeli tabeli 3-04 ovog priloga.

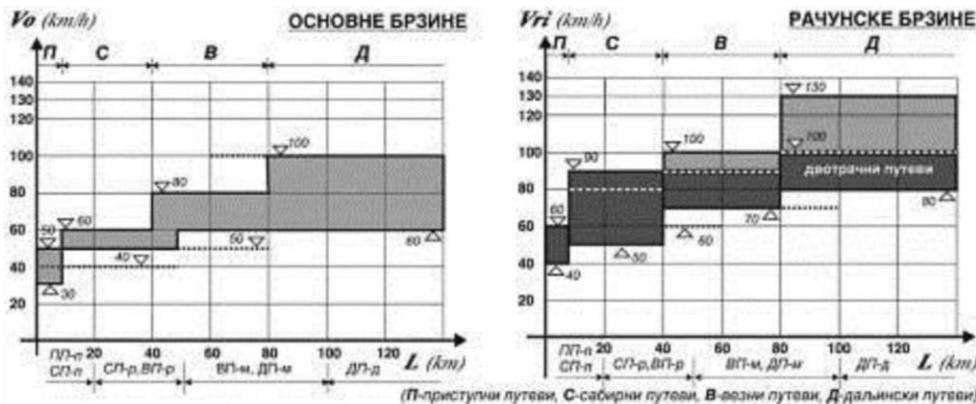
Tabela 3-04: Maksimalne vrednosti računske brzine.

Vrsta puta	Daljinski	Vezni	Sabirni	Pristupni
maxVr	140(120)*	120(100)*	100-80	80-60

*) vrednosti za dvotračne, odnosno višetračne (međuprofilni) puteve.

Maksimalna brzina na pravcu jednaka je maxVr, odnosno Vri+20. Vrednost Vri+20, kompariše se sa maxVr uz uslov da se ne prekorače vrednosti date u tabeli 3-04 ovog priloga. U projektima rehabilitacije vrednost maxVr može biti vezana za vrednost maksimalne dozvoljene brzine, odnosno brzine koja obezbeđuje homogenu nesigurnost trase pri uslovima njene geometrijske imperfekcije.

U određivanju računske brzine bitan faktor je karakter terena. Računska brzina deonice sa jednakim karakteristikama terena - Vri određuje se kroz proces izrade generalnog projekta i predstavlja osnovni programski parametar za izradu idejnog projekta puta.



Slika 3-02: Prikaz osnovne (Vo) i računske (Vr) brzine zavisno od funkcionalne klasifikacije vangradskih puteva i uslova ograničenja.

Minimalna dužina deonice sa konstantnom vrednošću računske brzine je 20 - 30 km, a u izuzetnim slučajevima ≥ 5 km.

Na dvojčnim putevima, navedene brzine mogu se postići samo ako je na putu u zadovoljavajućoj meri ostvarena preticajna preglednost. Taj uslov iskazuje se procentualnom dužinom deonica na kojima je moguće preticanje (poglavlje 4. ovog priloga, Preglednost).

3.3.3. Projektna brzina - Vp

Projektna brzina - Vp je teorijska vrednost brzine merodavna za dimenzionisanje određenog elementa puta, saobraćajne i građevinske opreme, kao i za vrednovanje varijantnih rešenja ako je sigurna i udobna vožnja u slobodnom saobraćajnom toku. Ta brzina se određuje na osnovu geometrijskih karakteristika trase u planu i profilu, pri čemu je geometrija elementa merodavni faktor bezbednosti i udobnosti vožnje.

Projektna brzina - Vp se određuje kao posledica i mora se nalaziti u sledećem rasponu: $Vp \leq Vr \leq \text{maxVr}$.

U određenim analizama vezanim za projektovanje saobraćajne i građevinske opreme maksimalna računska brzina predstavlja brzinu ograničenja za datu kategoriju puta, na osnovu Zakona o bezbednosti saobraćaja.

Algoritam formiranja merodavnih brzina u projektovanju puteva prikazan je na slici 3-03 ovog priloga, dok je opšti prikaz profila projektne brzine sa ostalim merodavnim brzinama dat na slici 3-04 ovog priloga.

Konstrukcija profila projektne brzine sprovodi se na osnovu definisanih zakonitosti:

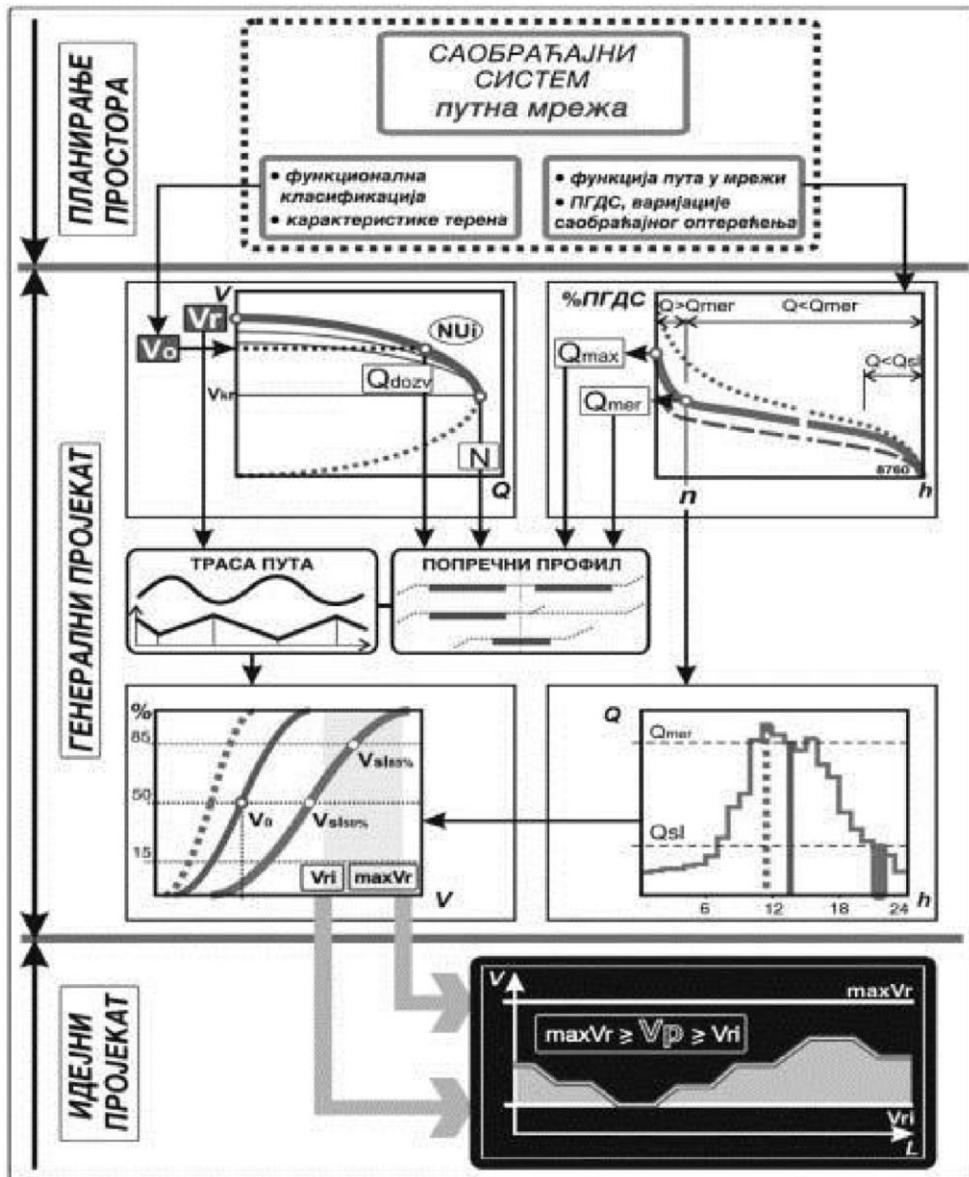
1. projektna brzina - radijus horizontalne krivine (Vp-R);
2. projektna brzina - podužni nagib (Vp-iN);
3. modela vožnje kojim se aproksimira varijacija brzina u slobodnom saobraćajnom toku (ubrzanje/usporjenje) u funkciji elemenata situacionog plana i podužnog profila.

Detaljna analiza projektne brzine sprovodi se tokom procesa izrade idejnog i glavnog projekta puta.

Na osnovu rezultujućeg profila projektne brzine:

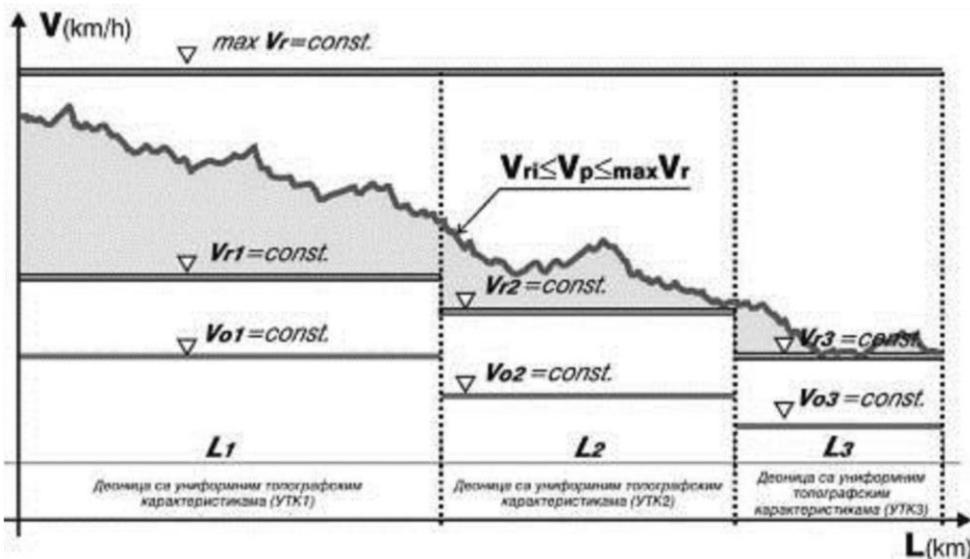
- dimenzionišu se i proveravaju projektni elementi puta;
- dimenzionišu se i proveravaju projektni elementi puta u funkciji zahtevane preglednosti - Pzp;
- dinamički se uskladjuju susedni projektni elementi (DVi-j) i homogenizuju trase puta (srednja projektna brzina - Vpsr, standardno odstupanje - s i koeficijent dinamičke homogenosti trase puta - Dh);
- projektuju se saobraćajna i građevinska oprema puta;
- porede se varijantna rešenja trasa i određuje (prognozira) stepen nesigurnosti budućeg putnog pravca.

Na slici 3-05 ovog priloga prikazana je konstrukcija rezultujućeg profila projektne brzine za model vožnje sa konstantnim i jednakim vrednostima ubrzanja i usporjenja, odnosno $a=d=0,8 \text{ m/sec}^2$.

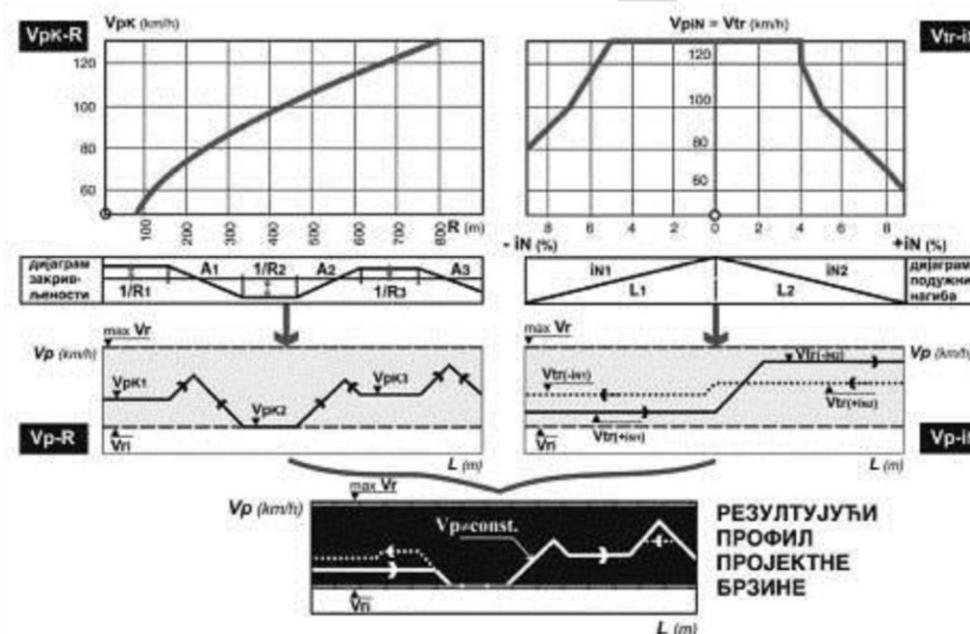


Брзина	V_n	V_r	V_s
основа за дефинисање ниво разматрања	ФУНКЦИЈА ПУТНА МРЕЖА СТУДИЈА	ИНВЕСТИЦИЈЕ ПУТНИ ПОТЕЗ, ДЕОНИЦА ГЕНЕРАЛНИ ПРОЈЕКАТ	СИГУРНОСТ ЕЛЕМЕНТ ПУТА ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ
проектни ниво	Q_{mer}	Q_{mer}, Q_{sl}	Q_{sl}
услови тока			

Slika 3-03: Algoritam formiranja merodavnih brzina.



Slika 3-04: Opšti prikaz profila projektne brzine.



Slika 3-05: Konstrukcija rezultujućeg profila projektne brzine.

3.4. Merodavni parametri vozača, vozila i puta

3.4.1. Vozač

3.4.1.1. Vidno polje i merodavne vizure

a) Izoštrena vizura preglednosti - P_i ;

Izoštrena vizura preglednosti vezuje se za dubinu prilagođavanja oka vozača u slobodnom saobraćajnom toku i predstavlja dužinu koja obezbeđuje da se u vremenskom intervalu 10-12 sekundi doneše odluka o predstojećem manevru i bezbedno sprovede. Određuje se na osnovu izraza:

$$P_i = 3V \text{ (m)}, \text{ gde je brzina } V \text{ data u km/h.}$$

Vizura koja značajno premašuje dužinu zastavne preglednosti koristi se u analizi manevara u slobodnom saobraćajnom toku, uspostavljanju skladnih prostornih odnosa u trasiranju, kao i u projektovanju denivelisanih i površinskih raskrsnica. b) Slobodna vizura preglednosti - P_s ;

Slobodna vizura preglednosti predstavlja osnovu za optičku analizu trasa vangradskih puteva, a primenjuje se i u projektovanju i optičkim analizama denivelisanih raskrsnica. Određuje se na osnovu izraza:

$$P_s = 6V \text{ (m)}, \text{ gde je brzina } V \text{ data u km/h.}$$

v) Najveća dubina vidnog polja;

Najveća dubina vidnog polja, odnosno krajnje tačke usmerene vizure vozača, pri kojoj se (pod standardnim uslovima vidljivosti) mogu razaznati konture vozila na putu iznosi od 1,5 do 2,0 m.

g) Minimalni ugao percepције;

Minimalni ugao percepције definisan je fiziološkim karakteristikama oka i iznosi $\tau = 3^\circ$.

d) Merodavna pozicija oka vozača;

Za različite analize preglednosti koje se sprovode u toku procesa projektovanja puteva merodavna visina oka vozača (putničko vozilo) je $h_v = 1,10$ m, a visina nepokretne smetnje $h_s = 0,10$ m.

Položaj oka vozača na voznoj traci utvrđuje se na $b_v = 1,50$ m mereno od ivične trake ka sredini vozne trake.

3.4.1.2. Reakcija vozača

Proces reagovanja vozača na trenutno nastale situacije sastoji se iz: percepције, identifikације, procene i sprovođenja odluke i za potrebe projektnih analiza utvrđuje se na $t_r = 2$ sec. U toku trajanja reakcije, vozilo pređe put: $L_r = 0,556 V$ (m), gde je brzina V data u km/h.

3.4.1.3. Fiziološka ograničenja

Vrednosti fizioloških parametara definisane su veličinom ubrzanja (m/sec^2) i trzaja (m/sec^3) u normalnom (bočnom) i tangencijalnom smeru. Definisan je raspon primenjivih vrednosti od praznih (minimalnih) do udobnih koje neće prouzrokovati nepoželjne i opasne povrede pri standardnim manevrima u vožnji. Projektni elementi puta (granični elementi plana i profila) dimenzionisu se za ubrzanja u rasponu od $u_T = 4,5$ do $u_T = 2,7$ m/ sec^2 , odnosno $u_N = 2,2$ do $u_N = 1,0$ m/ sec^2 za raspon brzina 40-130 km/h.

Pražna vrednost $u_{Nmin} = 0,5$ m/ sec^2 koristi se kod dimenzionisanja minimalnog radijusa horizontalne krivine sa kontra nagibom ($ipk = -2,5\%$).

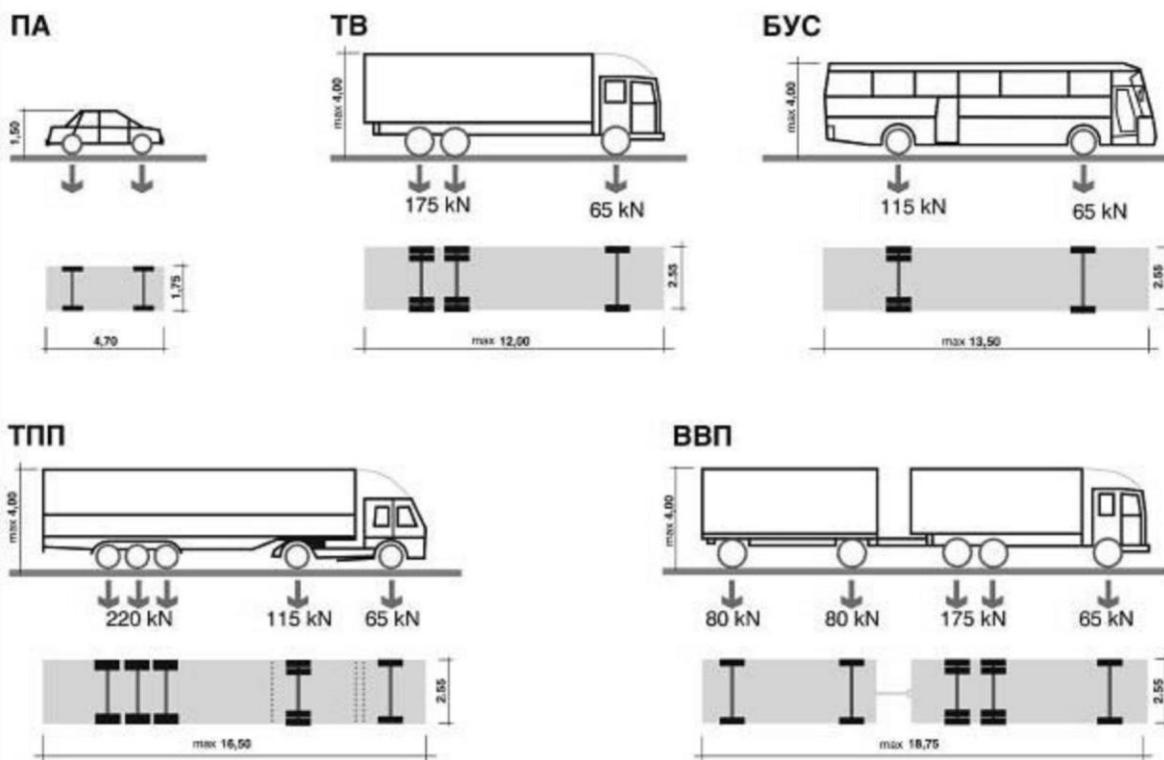
Vrednosti normalne (bočne) komponente trzaja definisane su u rasponu $s_N = 0,8-0,3$ m/ sec^3 , za raspon brzina $V = 40-130$ km/h.

3.4.2. Merodavna vozila

Statički i dinamički parametri (gabarinat, vučno-brzinske karakteristike) merodavnih vozila (putničkih i teretnih) osnova su za oblikovanje saobraćajnog prostora i dimenzioniranje putnih elemenata.

Merodavni parametri statičkog gabarita karakterističnih predstavnika motornih vozila na vangradskoj putnoj mreži prikazani su na slici 3-06 ovog pravilnika, u skladu sa Pravilnikom o podeli motornih i priključnih vozila i tehničkim uslovima za vozila u saobraćaju na putevima.

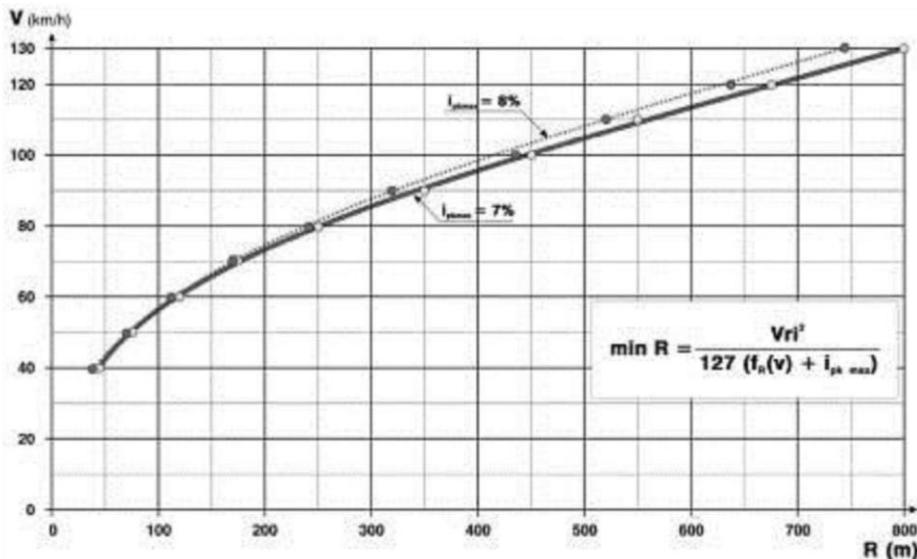
МЕРОДАВНА ВОЗИЛА - ВАНГРАДСКИ ПУТЕВИ



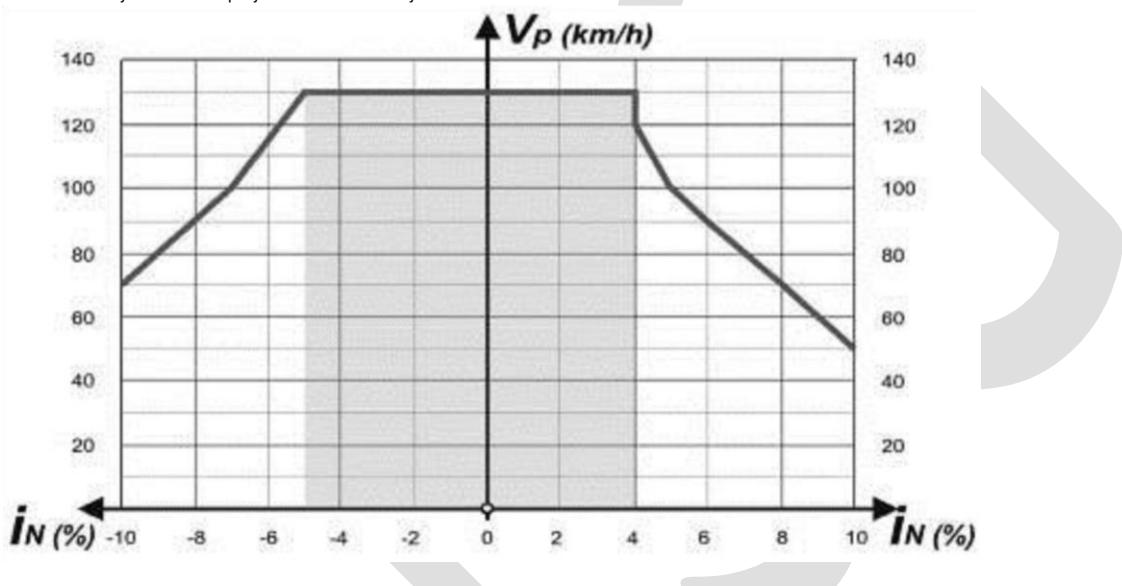
Slika 3-06: Karakteristične gabaritne mere merodavnih vozila.

3.4.2.1. Vozno dinamički parametri merodavnog putničkog vozila

Za analize sa stanovišta bezbednosti i udobnosti vožnje primenjuju se vrednosti projektne brzine u funkciji radijusa horizontalnih krivina i podužnih nagiba date na slici 3-07 i 3-08 ovog priloga.



Slika 3-07: Teorijska zavisnost projektne brzine od radijusa horizontalne krivine.

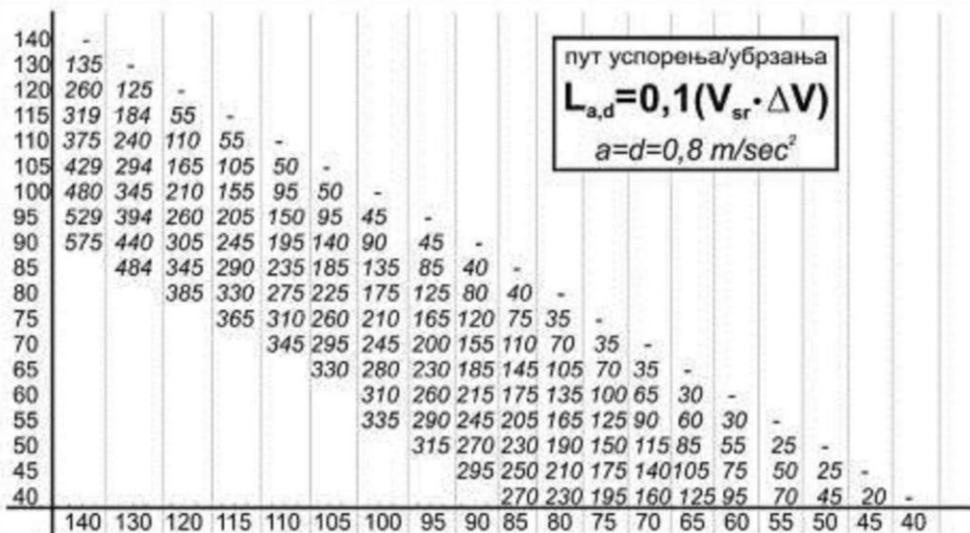


Slika 3-08: Teorijska zavisnost projektne brzine od podužnog nagiba.

Za konstrukciju profila projektne brzine koriste se napred navedene zavisnosti u područjima s konstantnim brzinama [kružne krivine, podužni nagibi (usponi, padovi)], dok se za područja prilagođavanja brzina (ubrzanja, usporenja) utvrđuju vrednosti ubrzanja i usporenja: $a = d = 0,8 \text{ m/sec}^2$.

Jedan od uslova bezbednosti vožnje je da dužina raspoložive preglednosti (Pr), odnosno dužina zahtevane preglednosti (Pzp) treba da bude veća ili jednaka dužini puta usporenja (Xd) tj: $Pr (Pzp) \geq Xd$.

Na slici 3-09 ovog priloga prikazane su dužine puta ubrzanja i usporenja pri navedenim prepostavkama koje se koriste kod konstrukcije profila projektne brzine.

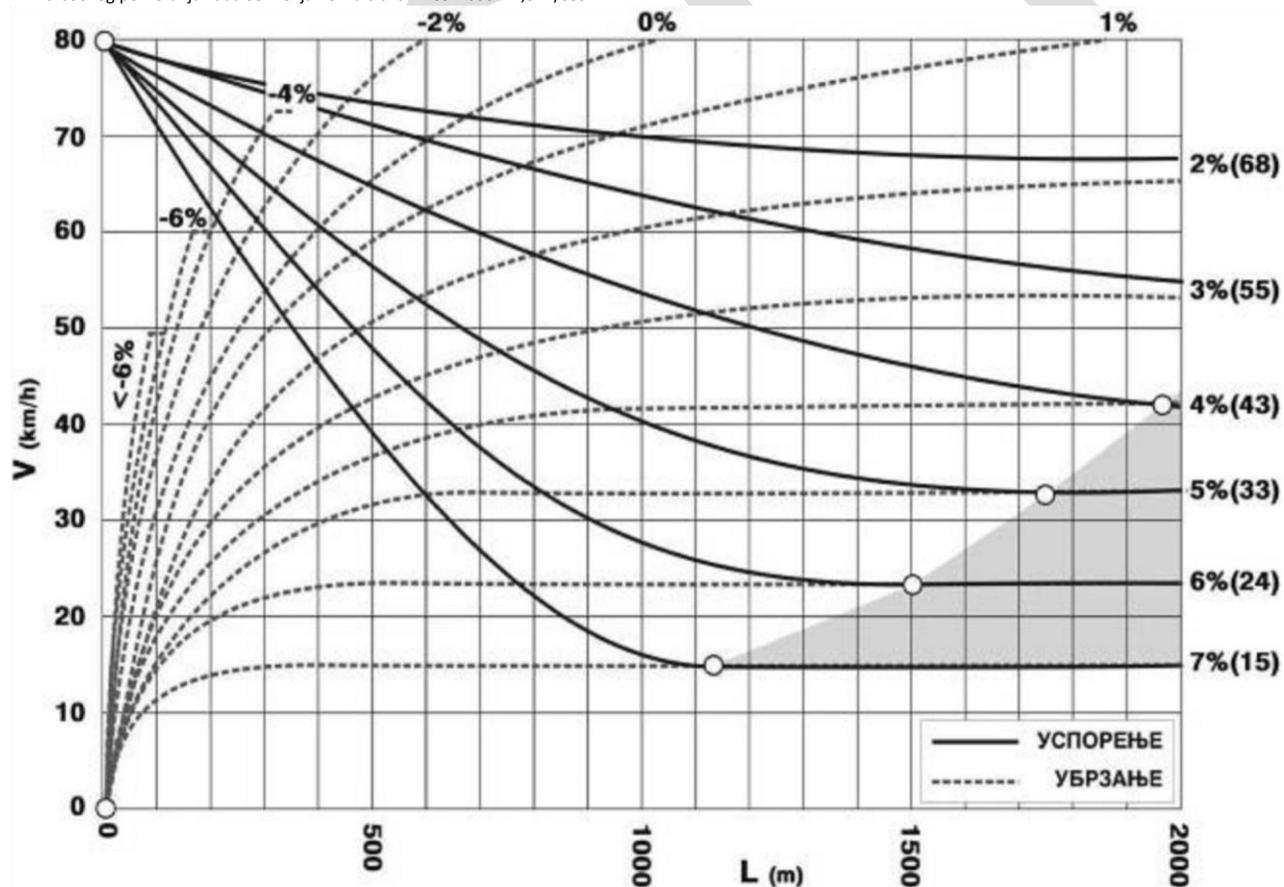


Slika 3-09: Dužine puta ubrzanja i usporenja za konstrukciju profila projektne brzine.

3.4.2.2. Vozno dinamički parametri merodavnog teretnog vozila

Za vozno dinamičke analize trasa puteva sa stanovišta merodavnog teretnog vozila koristi se normalni dijagrami vuče/kočenja i potrošnje goriva, a za približne proračune i konstrukciju profila brzina za određivanje početka i kraja dodatnih traka na usponima (padovima) može se (s dovoljnom tačnošću) koristiti i V-L dijagram, prikazan na slici 3-10 ovog priloga.

Brzina bočnog pomeranja kada se menja vozna traka iznosi $v_{boč} = 1.0 \text{ m/sec.}$



Slika 3-10: Dijagram puta ubrzanja i usporeња merodavnog teretnog vozila.

3.4.3. Put

Put čine elementi prostorne i fizičke strukture u pojasu eksproprijacije. Saobraćajni i slobodni profil i normirane vrednosti koeficijenata trenja u tangencijalnom i radikalnom smeru i značajni su za dimenzionisanje elemenata plana i definisanja profila puta.

3.4.3.1. Saobraćajni i slobodni profil

Svi javni putevi moraju da obezbede uslove za saobraćaj vozila s najvećim gabaritnim dimenzijsama. To je vozilo širine $b_v = 2,50$ m visine $h_v = 4,00$ m dužine $l_v = 18,00$ (18,35) m (slika 3-06 ovog priloga). U skladu sa Zakonom o putevima i međunarodnim konvencijama o putnom saobraćaju za navedene gabaritne mere neophodno je obezbediti putni prostor u zoni kolovoznog profila tzv. saobraćajnim i slobodnim profilom.

a) Saobraćajni profil;

Prostor u kome se mogu naći fizičke konture merodavnog vozila u kretanju naziva se saobraćajni profil. On je ograničen zbirnom širinom svih kolovoznih traka i visinom $H_d = 4,20$ m, koja sadrži statičku visinu merodavnog vozila uvećanu za veličinu dinamičkih oscilacija ($\Delta H_d = 0,20$ m).

b) Slobodni profil;

Saobraćajni profil uvećan po širini i visini zbog mogućih promena statičkog gabarita vozila ili promena stanja kolovoza predstavlja slobodni profil puta na kojem ne sme biti nikakvih stalnih fizičkih prepreka. U projektovanju putnih profila te obaveze moraju biti dosledno poštovane.

Za prelazak niskonaponskih i/ili visokonaponskih vodova preko javnih puteva potrebno je da obezbedi slobodan profil definisan relevantnom tehničkom i zakonskom regulativom za izgradnju elektroenergetskih vodova.

Za prelazak javnog puta preko plovne reke ili kanala, kao i za prelazak preko železničke pruge moraju biti u potpunosti ispunjeni uslovi slobodnog profila koje diktiraju navedene komunikacije (saglasno domaćoj i inostranoj zakonskoj i tehničkoj regulativi).

Ako se javni put projektuje u uticajnoj zoni aerodroma, potrebno je u potpunosti ispuniti zahteve zaštićenih zona i slobodnim profilom puta ne ugroziti bezbednost vazdušnog saobraćaja.

Grafički prikaz karakterističnih tipova saobraćajnih i slobodnih profila dat je u poglaviju 5. ovog priloga, Poprečni profil.

3.4.3.2. Normirane (merodavne) vrednosti koeficijenata trenja

Karakteristike kolovoza puta su dominantne pri dimenzionisanju pojedinih projektnih elemenata. Standardna stanja kolovozne površine podrazumevaju: ravan, čist i vlažan kolovoz normalne hravavosti. Za navedene uslove definisane su i merodavne vrednosti tangencijalnog (f_t) i normalnog (radijalnog) (f_R) koeficijenata trenja (tabela 3-05 ovog priloga).

Tabela 3-05: Merodavne vrednosti koeficijenata trenja.

Vr (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
f_t	0,44	0,41	0,38	0,36	0,34	0,32	0,30	0,29	0,28	0,27
f_R	0,22	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10	0,10	0,10

4. PREGLEDNOST

U projektnim analizama primenjuju se sledeće karakteristične vrste preglednosti:

4.1. Zaustavna preglednost (Pz)

Zaustavna preglednost, (P_z) predstavlja dužinu za bezbedno zaustavljanje vozila ispred nepokretne smetnje na kolovozu ($R=\infty$, $iN=0\%$). Određuje se na osnovu vrednosti računske brzine deonice V_{ri} , kao granični elemenat projektne geometrije (tabela 4-01 ovog priloga).

Tabel 4-01: Zaustavna preglednost u funkciji računske brzine deonice.

V_{ri} (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
(m)	40	55	70	90	115	145	180	215	255	300

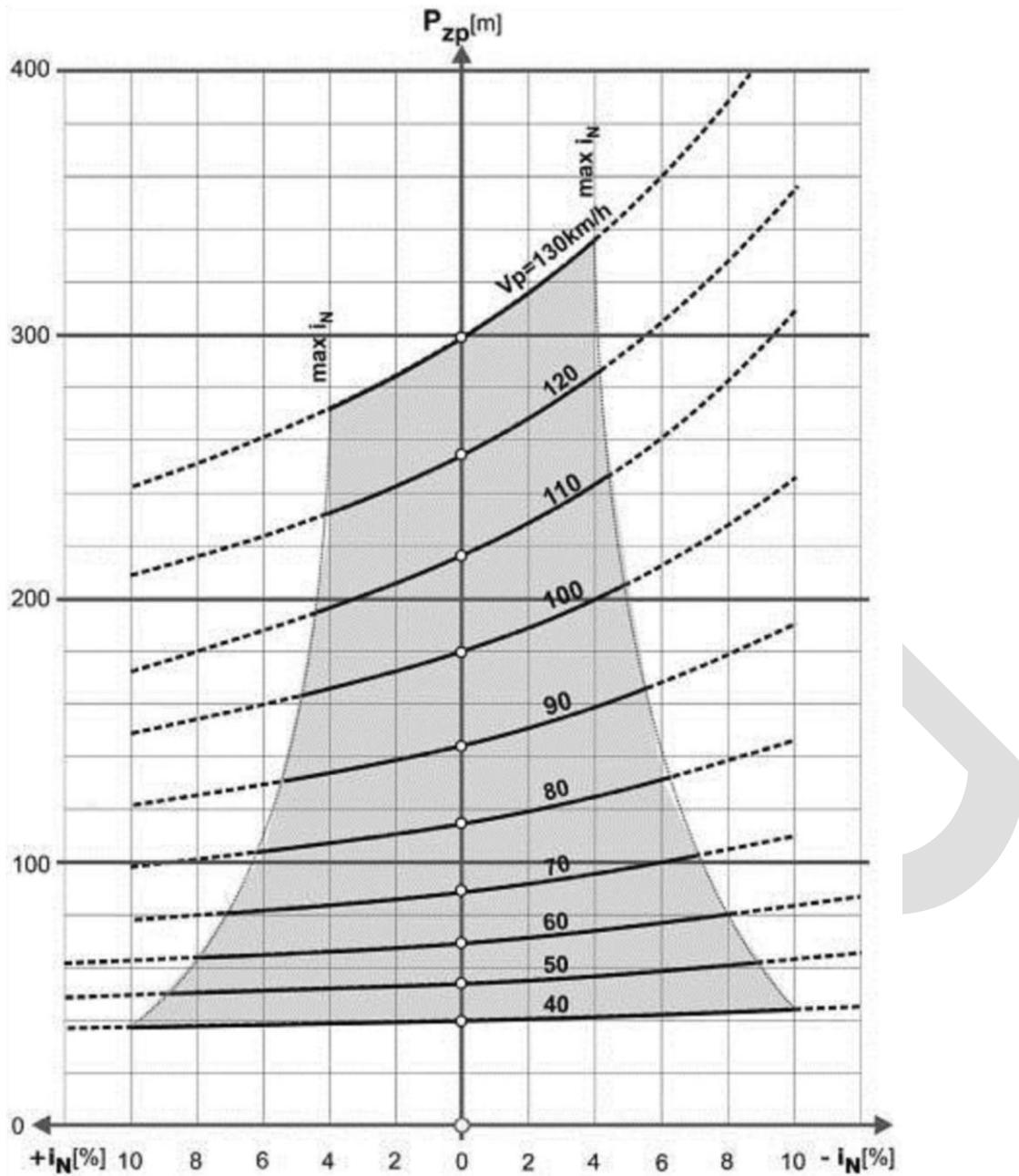
4.2. Zahtevana preglednost (Pzp)

U projektovanju puteva teži se primeni elemenata komfornijih od graničnih, pa se može ostvariti brzina vožnje koja je veća od računske brzine deonice. Međutim, da bi se ostvarila ta brzina, neophodno je da na svakom mestu trase bude obezbeđena preglednost koja je direktno zavisna od vrednosti projektne brzine (V_p) i stavnih (primenjenih) elemenata projektne geometrije puta.

Ta preglednost se naziva „zahtevane preglednost“ (P_{zp}) i na osnovu nje proveravaju se i dimenzioni elementi projektne geometrije puta u sve tri projekcije (radijusi vertikalnih krivina, berme preglednosti, zone preglednosti na raskrsnicama i dr.).

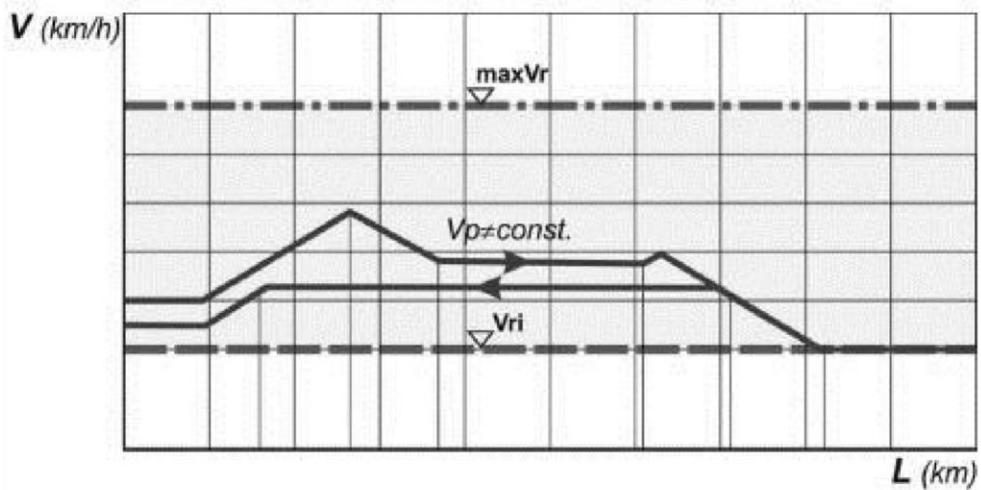
Vizura zahtevane preglednosti treba da bude ostvarena na svakom mestu puta i ona predstavlja neophodan uslov za ispunjenje polazne pretpostavke da put garantuje bezbednu vožnju projektom brzinom. Na slici 4-01 ovog priloga prikazana je zavisnost vizure zahtevane preglednosti (P_{zp}) u funkciji projektne brzine (V_p) i veličine podužnog nagiba (iN).

Na osnovu rezultujućeg profila projektne brzine (V_p rez) za oba smera vožnje, konstruiše se „profil zahtevane preglednosti“ (P_{zp} profil), takođe za oba smera vožnje, kako je to prikazano na slici 4-02 ovog priloga. Na osnovu ovog profila dimenzioniše se berme preglednosti, proveravaju i dimenzioni vrednosti primenjenih radijusa vertikalnih krivina, dimenzioniše zone preglednosti na raskrsnicama, dimenzioniše horizontalna i vertikalna signalizacija, saobraćajna i građevinska oprema puta i sl. Profil zahtevane preglednosti služi i kao parametar za vrednovanje varijantnih rešenja.

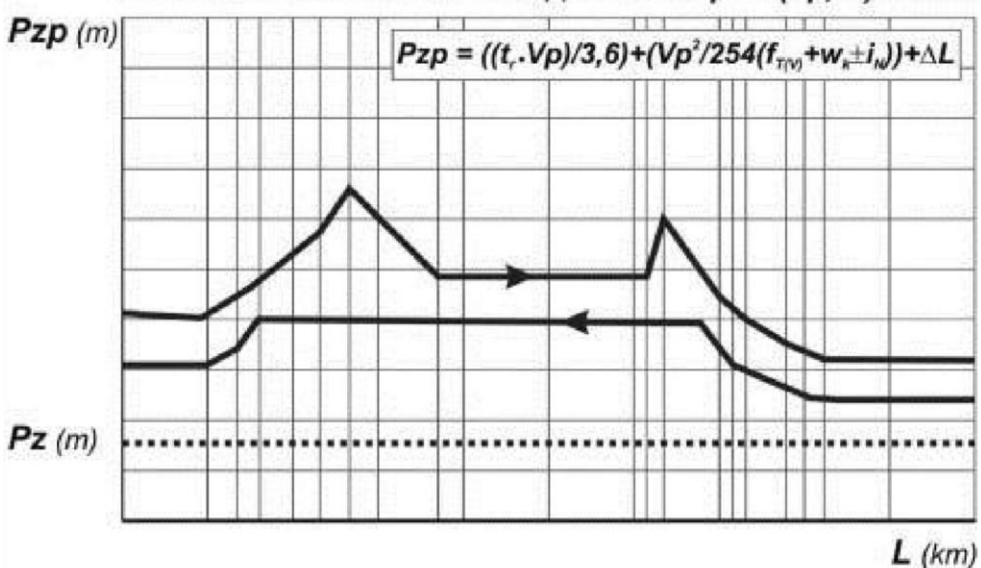


Slika 4-01: Dijagram zahtevane preglednosti (P_{zp}) u funkciji projektne brzine (V_p) i veličine podužnog nagiba ($\pm i_N$).

РЕЗУЛТУЈУЋИ ПРОФИЛ ПРОЈЕКТНЕ БРЗИНЕ

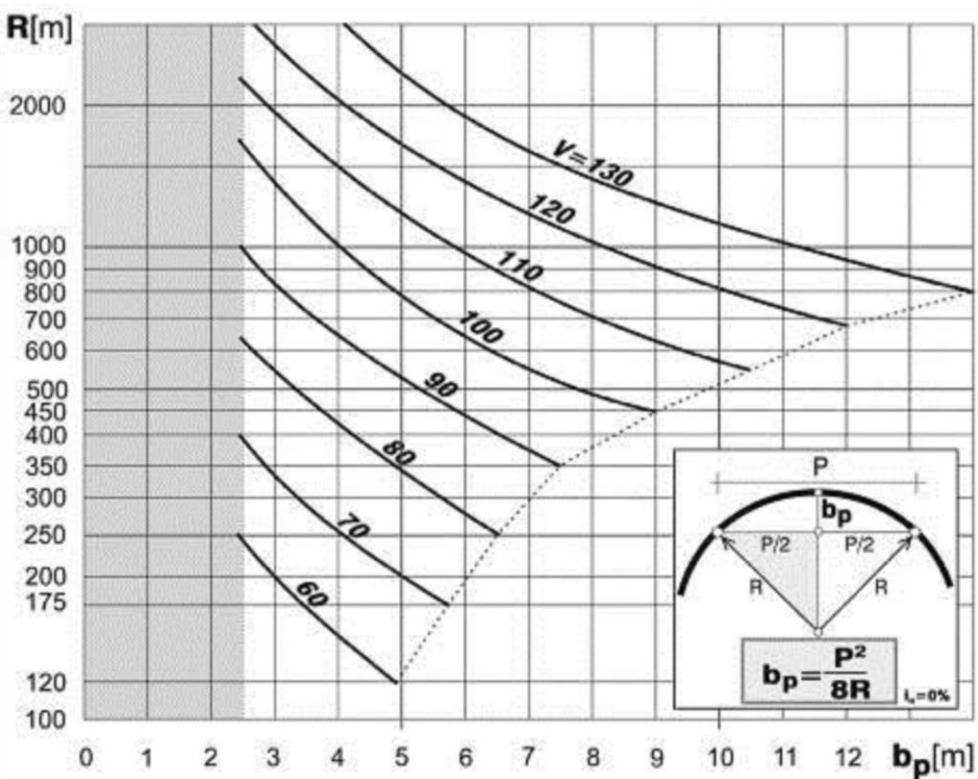


ПРОФИЛ ЗАХТЕВАНЕ ПРЕГЛЕДНОСТИ $P_{zp} = f(V_p, \dots)$



Slika 4-02: Profil zahtevane preglednosti na osnovu koga se proveravaju i dimenzijski elementi projektne geometrije puta.

Dijagram za određivanje berme preglednosti prikazan je na slici 4-03 ovog priloga.



Slika 4-03: Vrednosti berme preglednosti u sredini kružne krivine.

4.3. Preticajna preglednost (Pp)

Zbog razlika u brzinama kretanja vozila, na putevima postoji potreba za preticanjem. U tabeli 4-02 ovog priloga date su vrednosti preticajne preglednosti za dvotračne puteve.

Tabela 4-02: Potrebne dužine preticajne preglednosti.

Vri (km/h)	Pp (m)	40	50	60	70	80	90	100
	(m)	260	320	370	430	480	540	600

4.4. Raspoloživa preglednost (Pr)

Zavisno od fizičke i prostorne strukture puta neophodno je utvrditi „raspoloživu preglednost“ - Pr s mesta oka vozača ($h_0 = 1,10 \text{ m}$). Ona se utvrđuje prostornom (3D) analizom trase ili merenjem in situ u projektima rekonstrukcije ili rehabilitacije i prikazuje dijagramom raspoložive preglednosti koji se konstruiše za oba smera vožnje (slika 4-04 ovog priloga).

Na osnovu dijagrama raspoložive preglednosti po smerovima, određuje se procenat preticajne preglednosti (%Pp) na trasi za oba smera vožnje na osnovu sledećeg izraza:

$$\%Pp = \frac{\sum Ipi}{L} (\%)$$

gde je:

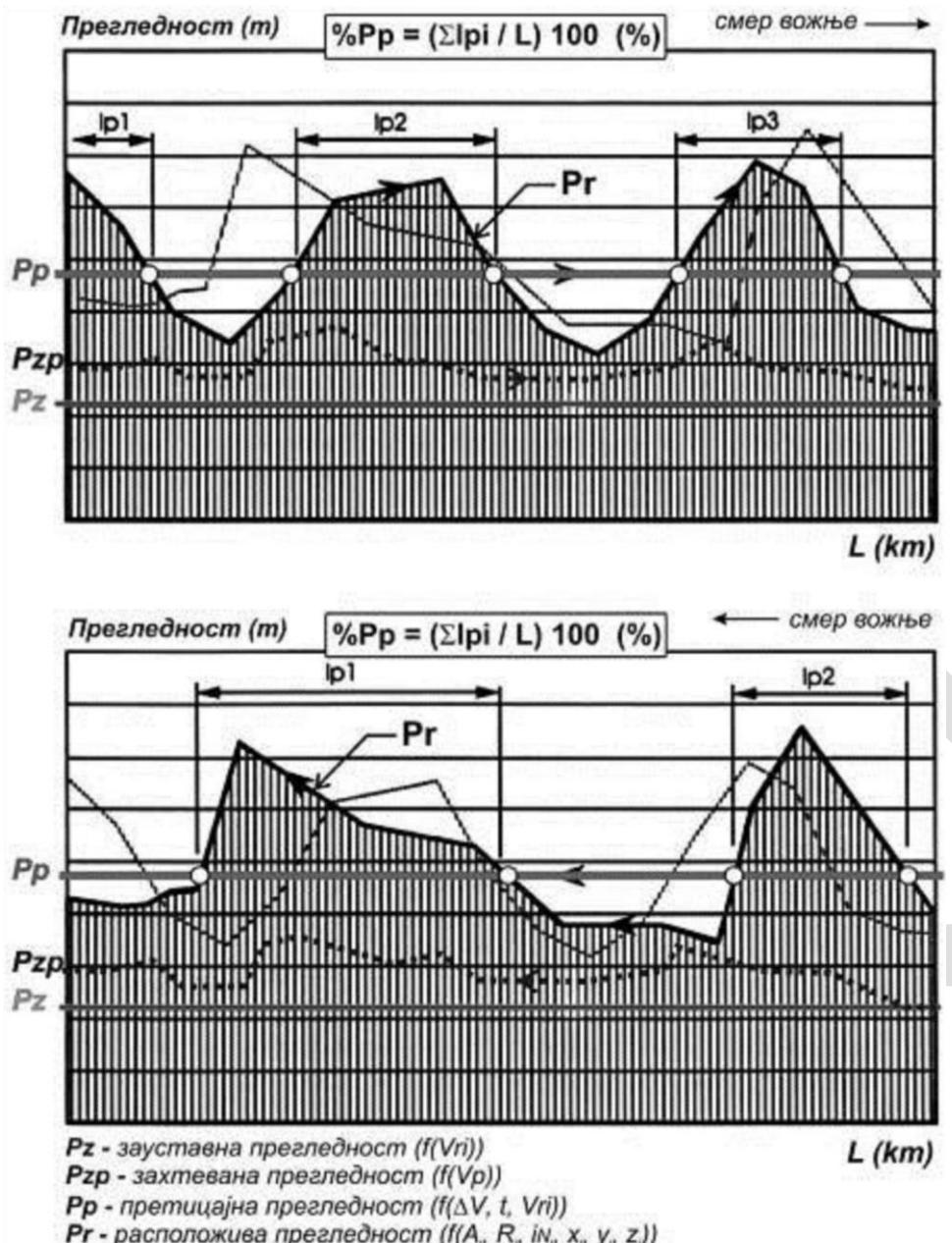
Ipi (m) - dužina na kojoj je raspoloživa preglednost veća ili jednaka od preticajne preglednosti tj. $Pr \geq Pp$ (m);

L (m) - ukupna dužina trase.

Procenat ostvarene preticajne preglednosti duž trase koristi se u analizama propusne moći na dvotračnim putevima, kao i kada se utvrđuje nivo sigurnosti određenog putnog pravca (tabela 4-03 ovog priloga).

Tabela 4-03: Minimalno zahtevani procenat preticajne preglednosti (po smeru vožnje).

Vr (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120
% Pp		← 20 →		-	-				



Slika 4-04: Profil raspoložive preglednosti.

5. ПОПРЕЧНИ ПРОФИЛ

U skladu sa Zakonom o javnim putevima definisana je prostorna i fizička struktura puta i prikazana na slikama 5-01 i 5-02 ovog priloga.



Slika 5-01: Osnovni elementi prostorne i fizičke strukture dvotračnog puta.



Slika 5-02: Osnovni elementi prostorne i fizičke strukture autoputa.

Poprečni profil puta utvrđuje se kroz geometrijski poprečni profil, normalni poprečni profil i karakteristične poprečne profile.

Geometrijskim poprečnim profilom (GPP) jednoznačno se definiše vrsta, broj i poredak kolovoznih traka i pratećih elemenata kolovoza (slike 5-03 i 5-04 ovog priloga) širina pojedinačnih traka, etapnost realizacije profila, kao i saobraćajni i slobodni profil za različite pozicije puta (slobodne deonice, put na mostu, put u tunelu i sl.).

Geometrijski poprečni profil puta određuje se na osnovu funkcije puta u mreži, programskih uslova za projektovanje datog putnog poteza i/ili deonice (V_r , V_{ri}) i topografskih karakteristika terena.

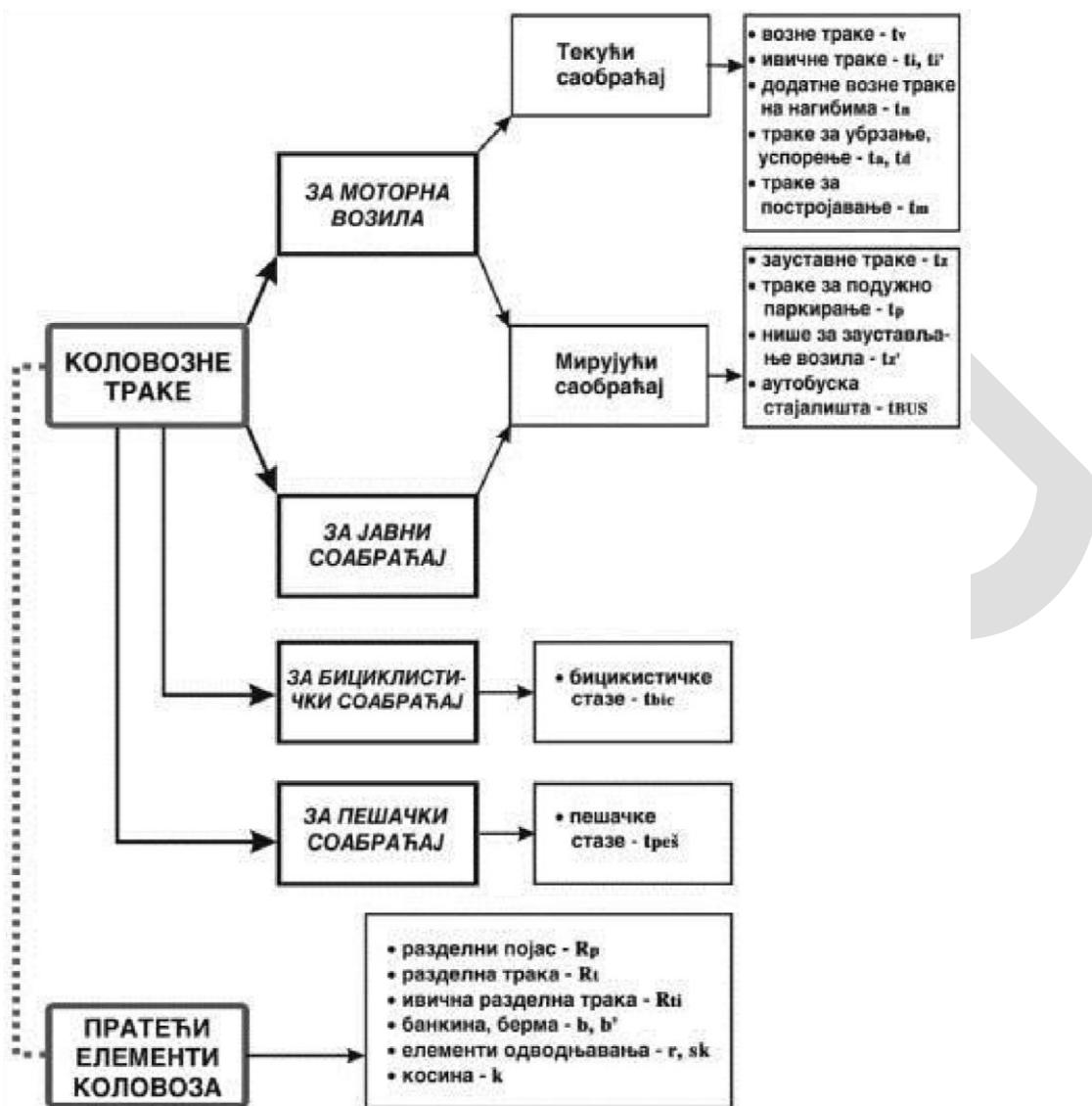
Normalni poprečni profil (NPP) puta definiše se na osnovu njegovog geometrijskog poprečnog profila i predstavlja tipsko rešenje za standardne prirodne i standardne saobraćajne uslove uz uvažavanje zaštite životne sredine. Taj profil obuhvata fizičku strukturu puta definisanu kroz geometriju i konstruktivno rešenje svih elemenata

profila, relativne nivelične odnose u odnosu na poziciju nivoleta u situacionom planu, oblikovanje kosina i ostalih rubnih elemenata puta, primjenjeni sistem odvodnjavanja za prihvatanje i odvođenje površinskih, pribrežnih i podzemnih voda, tipske konstruktivne detalje donjem stroju puta i kolovozne konstrukcije, saobraćajnu i građevinsku opremu, kao i etapnost građenja ako je predviđena projektom.

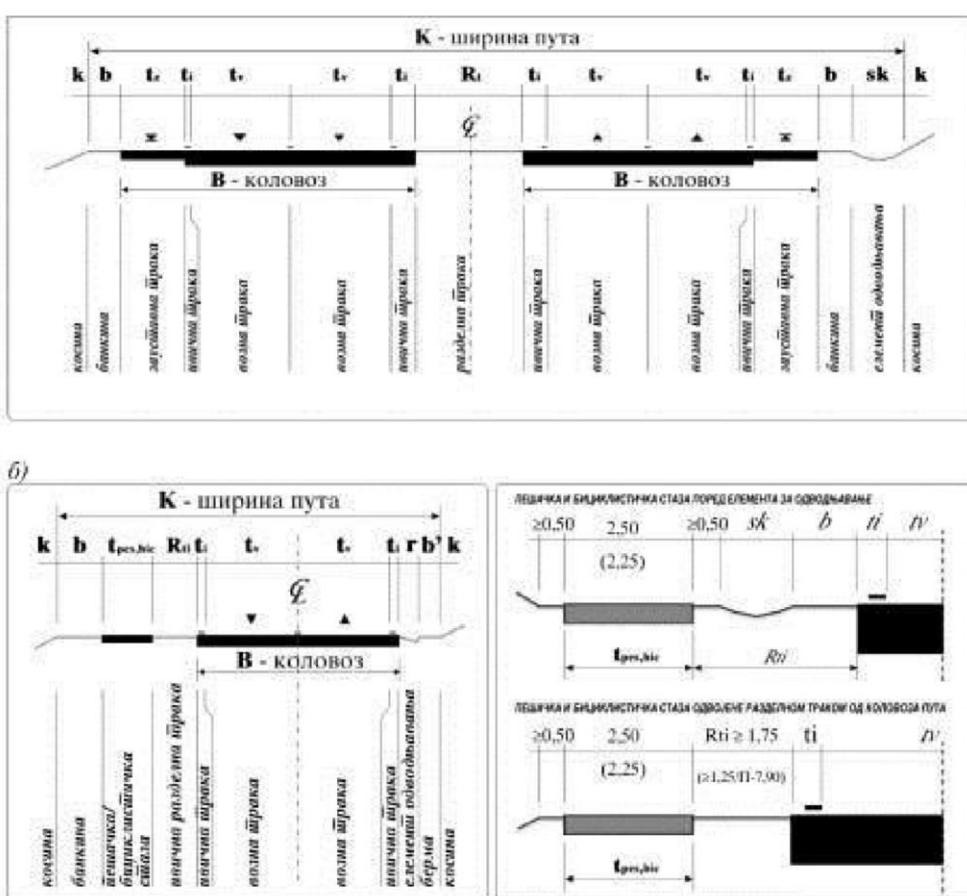
Normalnim poprečnim profilom jednoznačno se utvrđuju granice građenja, granice eksproprijacije, zaštitni pojas puta i pojas kontrolisane izgradnje, u svemu prema Zakonu o javnim putevima.

Normalni poprečni profil puta se projektuje u pravcu i u krivini za poziciju puta na nasipu, u useku, u zaseku kao i na mostu i u tunelu. Za sve tipične slučajeve koji se javljaju u različitim pozicijama puta projektuje se određeni tip normalnog poprečnog profila za svaku pojedinačnu deonicu puta *f (Vri).

Karakterističnim poprečnim profilima (KPP) se definiše projektno rešenje puta na svakoj pojedinačnoj stacionaži (ekvidistantnoj i/ili nekoj posebnoj) deonice koja se projektuje i služi za formiranje predmerskih količina i izradu predračuna radova, kao i za izgradnju puta kada postoje zahtevi i ograničenja (topografija, geotehnika, namena površina, zaštita životne sredine, bezbednost vožnje i dr.).



Slika 5-03: Elementi poprečnog profila puta.



Slika 5-04: Karakteristični elementi geometrijskog poprečnog profila: a) autoput;

b) dvotračni put s karakterističnim pozicijama pešačke i biciklističke staze.

5.1. Elementi poprečnog profila

5.1.1. Kolovozne trake

Kolozvoz puta čine saobraćajne trake za kretanje i mirovanje vozila. Prema nameni, razlikuju se sledeće vrste kolovoznih traka:

Vozne trake - tј namenjene su isključivo protočnom saobraćaju. Njihov broj zavisi od merodavnog saobraćajnog opterećenja i zahtevanog nivoa usluge. Širina tih traka direktno zavisi od računske brzine deonice (Vri) i definisana je u tabeli tabeli 5-01 ovog priloga, dok su poprečni nagibi u granicama od 2,5-7 %.

Tabela 5-01: Širina voznih traka (tv).

Vri (km/h)	tv (m)	Tip puta i karakter terena
Vri > 100	tv = 3,75	AP (ravničarski)
80 < Vri ≤ 100	tv = 3,50	AP (brdski, planinski), VP, P
60 < Vri ≤ 80	tv = 3,25	P
40 < Vri ≤ 60	tv = 3,00	P
Vri ≤ 40	tv = 2,75	P

Dodatne vozne trake na nagibima (usponi/padovi) - tn, grade se na deonicama s većim podužnim nagibima. Osnovna svrha tih traka je održavanje zahtevanog nivoa usluge autoputeva i puteva za daljinski i vezni saobraćaj. Potreba za uvođenjem dodatne trake utvrđuje se na osnovu vozno dinamičkih i saobraćajnih uslova i uslova bezbednosti vožnje. Vozno dinamička analiza sprovodi se za merodavno teretno vozilo (tačka 3.4.2. ovog priloga), a početak i kraj dodatnih traka na nagibima određuje se na osnovu profila brzina određenog merodavnog teretnog vozila uz uslove prikazane u tabeli 5-02 ovog priloga.

Tabela 5-02: Merodavne granične brzine za određivanje početka i kraja dodatne vozne trake na nagibima (tn).

Vri (km/h)	Vmin (km/h)	Vgr (km/h)
130 ≥ Vri > 100	50	60
100 ≥ Vri ≥ 80	40	50

Standardna širina dodatne trake na nagibima je $t_n = 3,50$ m, a ako je širina $t_v < 3,50$ m, onda je širina $t_n = t_v$, ali ne manje od 3,00 m.

Minimalna dužina tih traka iznosi 1.000 m na autoputevima i 400 m na ostalim putevima. Ako je međusobni razmak tih traka na a utoputevima manji od 700 m, odnosno 300 m na ostalim putevima, treba ih povezati u jednu kontinualnu traku. Konačna odluka o izgradnji donosi se na osnovu poređenja troškova građenja i održavanja s dobitima korisnika (propusna moć, bezbednost saobraćaja, ekološke posledice).

Na autoputnim profilima dodatnu traku na nagibima (usponi / padovi) obavezno prati zaustavna traka - tz, standardne širine 2,50 m.

Trake za usporjenje i ubrzanje - td / ta, su dodatni elemenat osnovnog kolovoza u zoni denivelisanih raskrsnica. Služe za prilagođavanje brzina prilikom izlivanja i ulivanja u glavni saobraćajni tok i izlivanja i ulivanja iz glavnog saobraćajnog toka. Izvode se uz desnu ivicu protočnog dela kolovoza na dužini potrebnoj za prilagođavanje brzine i zadovoljenje zahteva saobraćaja i bezbednosti vožnje. Standardna širina tih traka iznosi $td,a = 3,50$ m.

Trake za postrojavanje - tm, ulaze u sastav kolovoza u zoni površinskih raskrsnica. Služe za prestrojavanje vozila koja skreću na raskrsnici. Standardna širina tih traka je $tm = 3,00$ m.

Ivične trake i ivične razdelne linije - ti,ti služe, u prvom redu, za vizuelno razgraničenje protočnog dela kolovoza od ostalih elemenata puta. U autoputnim profilima primenjuje se ivična traka uz razdelnu traku, dok se ivične linije primenjuju za razgraničenje između voznih traka, kao i vozne trake i trake namenjene zaustavljanju vozila.

Širine ivičnih traka se u autoputnim profilima kreću od 0,50 m do 1,00 m. Širine 1,00 m primenjuje se na šestotračnim profilima kao i na četvorotračnim profilima pri računskim brzinama $Vri > 100$ km/h za efikasno odvođenje površinskih voda uz minimalnu intervenciju u kontaktnom području vozna traka - razdelna traka, kao i za pozitivno psihološko dejstvo pri vožnji. Ako je ekonomski opravdana primena specifičnih elemenata za površinsko odvodnjavanje i ako je računska brzina deonice $Vri < 100$ km/h može se primeniti uža ivična traka, ali ne manja od 0,50 m. Normalne širine ivičnih traka date su u tabeli tabeli 5-03, ovog priloga.

Širina ivične linije je $ti = 0,20$ m.

Tabela 5-03: Širine ivičnih traka (ti).

Vr (km/h)	Ivična traka ti (m)
$Vri \geq 100$	$ti = 1,00$ (0,75), (0,50)
$80 \leq Vri < 100$	$ti = 0,35$
$Vri < 80$	$ti = 0,25$

Zaustavna traka - tz je neprekidna saobraćajna traka koja prati protočni deo kolovoza. Ona je obavezan elemenat autoputnih profila, odnosno prve etape autoputnog profila - međuprofil M1(VP1), u skladu s tačkom 5.3. ovog priloga. Namenjena je za privremeno zaustavljanje onih vozila koja, zbog kvara ili drugih opravdanih razloga treba da se isključe iz saobraćajnog toka. Normalna širina zaustavne trake iznosi $tz = 2,50$ m, a preprečni nagib prati osnovni kolovoz voznih traka.

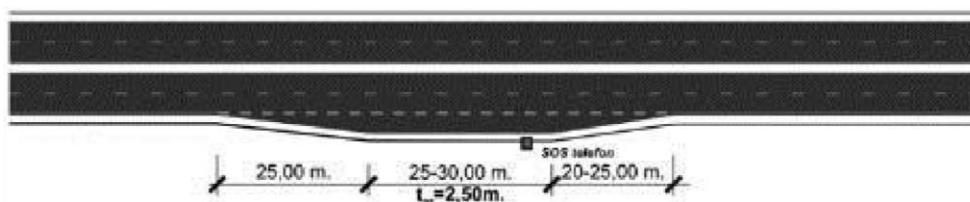
U autoputnim tunelima dužine $L > 300$ m zaustavna traka se može izostaviti ako se izgrade odgovarajuće niše za uklanjanje vozila, a saobraćajnom i građevinskom opremom obezbedi zahtevani nivo bezbednosti, udobnosti i efikasnosti vožnje.

Na putevima s razvojenim kolovozima gde se izostavlja zaustavna traka (npr. međuprofil M-3(VP3) (tačka 5.3. ovog priloga), neophodno je obostrano na odstojanju ne većem od 1000 m u profilu predvideti niše za privremeno zaustavljanje vozila u kvaru opremljene odgovarajućim uređajima saobraćajne telematike.

Trake za parkiranje - tp predstavljaju mestimična proširenja kolovoza za podužno parkiranje vozila. Primenuje se samo na pristupnim putevima. Normalna širina tih traka iznosi, $tp = 2,50$ m.

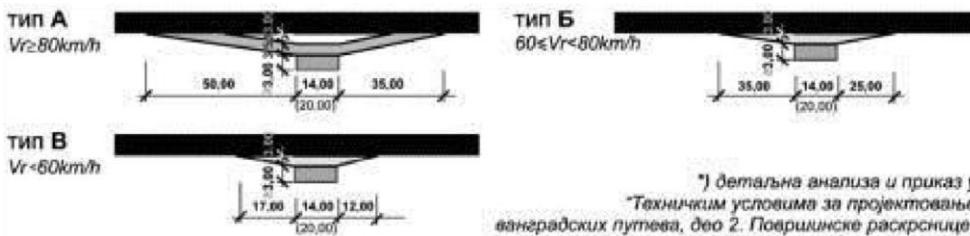
Na putevima višeg ranga parkirališta se grade kao samostalne kolovozne površine izvan osnovnog putnog profila.

Niše za zaustavljanje vozila - tz predstavljaju posebna proširenja izvan protočnih voznih traka na važnijim putnim deonicama [npr. profil. VP3(M-3)], gde nema kontinualne zaustavne trake. Ta proširenja koriste se samo u slučaju iznenadne potrebe (npr. kvar na vozilu). Opremaju se odgovarajućom saobraćajnom i telekomunikacionom opremom. Standardni oblik te niše prikazan je na slici 505 ovog priloga.



Slika 5-05: Standardni oblik niše za zaustavljanje vozila.

Autobuska stajališta - tBUS su posebni prateći objekti vangradskog puta samo na deonicama gde je organizovan javni linijski prigradski prevoz autobusima. Obuhvataju izdvojen kolovoz i prostor za čekanje autobusa. Najčešće se grade na sabirnim putevima, ali i na veznim, odnosno pristupnim putevima. Prikaz autobuskog stajališta dat je na slici 5-06 ovog priloga.



Slika 5-06: Standardno rešenje autobuskog stajališta.

5.1.2. Prateći elementi kolovoza

Ukupnu širinu puta (krunu puta) formiraju kolovozne trake, razdelna traka, bankine i eventualno rigole.

Razdelna traka - Rt ili razdelni pojas - Rp služi za fizičko razdvajanje smerova vožnje, za obezbeđenje psihičke sigurnosti vozača, za smeštaj saobraćajne i građevinske opreme puta i sl. Posebno se ističe opravданost primene razdelnog pojasa (Rp) širine najmanje 11,50 m. kada se planira izgradnja šestotračnog autoputa koji se realizuje etapno (tačka 5.3. ovog priloga).

U ostalim autoputnim profilima primenjuju se širine razdelnih traka $R_t = 4,00 - 2,50 \text{ m}$ s klasično oblikovanom razdelnom trakom, odnosno širina od $R_t = 1,50 \text{ m}$ ako se razdelna traka oblikuje primenom specifičnih sigurnosnih ograda.

Na određenim mestima, odnosno na rastojanju 2 - 3 km prekida se razdelna traka (pojas) da bi se za slučaj saobraćajnih nezgoda, opravki puta i sl. omogućilo kanalisanje saobraćaja s jednog kolovoza na drugi. Ti prekidi su obavezno ispred i iza denivelisanih raskrsnica, velikih mostova i tunela. Geometrijska i konstruktivna obrada prekida treba da omogući promenu saobraćaja s jednog na drugi kolovoz autoputa pri brzinama od $V_p \sim 50 \text{ km/h}$.

Bankina - b, je ivični element puta u nasipu. Njena funkcija je da obezbedi bočnu stabilnost putne konstrukcije, doprinese psihičkoj sigurnosti vozača i posluži za smeštaj saobraćajne i građevinske opreme (signalizacija, sigurnosne zaštitne ograde i sl.). S obzirom na činjenicu da se u autoputnim profilima bankina oslanja na zastavnu traku, koja predstavlja sigurnosni pojas, njene dimenzije mogu biti znatno manje nego na putevima bez posebno utvrđene zastavne trake. Širine bankina utvrđuju se zavisno od tipa puta i karaktera terena i definisane su u tabeli 5-04 ovog priloga, dok se poprečni nagibi nalaze u granicama 12 % - 6 % usmereni ka spoljašnjoj ivici puta.

Tabela 5-04: Širine bankina (b).

Vri (km/h)	Kolovoz bez tz	Kolovoz sa tz		
	norm b	min b	norm b	min b
Vri > 100			1,50	1,25
80 < Vri ≤ 100	1,50(2,50)	1,25	1,00	0,75
60 < Vri ≤ 80	1,50	1,25		
Vri ≤ 60	1,25	1,00		

Rigola - r, je prateći elemenat putnog profila u useku i služi za prihvatanje površinskih voda i njihovo usmereno vođenje do kanalizacionih sabirnika. Na autoputevima potreba za takvim elementom javlja se i u razdelnim trakama gde se efikasno odvodnjavanje mora obaviti uz uslov da oblik i konstrukcija kanala ne utiče na sigurnost korisnika puta. S tog stanovišta se kao povoljno rešenje primenjuje široka ivična traka ($t_i = 1,00 \text{ m}$) uz razdelnu traku završenu sa ivičnjakom. To je, pored saobraćajnopsihološkog, glavni razlog za primenu široke ivične trake u standardnim poprečnim profilima za najvišu klasu šestotračnih i četvorotračnih autoputeva. Dimenzije rigole se određuju na osnovu merodavnih hidroloških podataka za definisani povratni period u skladu s kategorijom puta. Iz konstruktivnih razloga širina rigole je 0,60 - 1,00 m, dok se visina ograničava na 0,15 m.

Umesto rigole, na putevima viših kategorija uobičajeno se primenjuju segmentni kanali za bočno prihvatanje površinskih voda i dela pribrežnih voda u useku čime se poboljšavaju opšti uslovi bezbednosti vožnje, trajnost kolovozne konstrukcije i značajno unapređuje preglednost puta.

Berma - b' je zaravan između rigole i kosine useka i njena dimenzija iznosi $b' = b - r$, ali ne manje od 0,50 m. Na putnim profilima koji se nalaze u nedovoljno preglednim krivinama, berma se proširuje prema zahtevima preglednosti (poglavlje 4.2. ovog priloga).

Biciklističke staze - tbic se grade izvan osnovne ravni kolovognog profila. Ukupna širina staze zavisi od intenziteta biciklističkog saobraćaja. Saobraćajni i slobodni profil biciklističkih staza prikazan je u tački 5.2. ovog priloga. Osnovni modul za dimenzionisanje (saobraćajni profil) iznosi 1,00 x 2,25 m. Poprečni nagib tih staza je 2,5%.

Pešačke staze - tpeš na vangradskim putevima mogu se graditi u zonama koje su u neposrednom kontaktu sa urbanizovanim područjem i njihov položaj i dimenzije u profilu zavise od konkretnih uslova. Saobraćajni i slobodni profil pešačkih staza prikazan je u tački 5.2. ovog priloga. Osnovni modul za dimenzionisanje (saobraćajni profil) iznosi 0,75 x 2,25 m. Poprečni nagib tih staza je 2,5%.

Kosine puta - k imaju značajnu ulogu u stabilnosti putne konstrukcije, pejzažnom uklapanju trupa puta radi poboljšanja vizuelnih efekata putnog prostora s mesta oka vozača, zaštiti životne sredine i smanjenju problema sa zavejavanjem zimi.

Uz ispunjenje uslova stabilnosti neophodno je obratiti pažnju i na sledeće principe:

- manjim visinama trupa puta, kada je $hk \leq 2,00 \text{ m}$, odgovaraju blaži nagibi kosina (slika 5-07 ovog priloga), pa u prostoru najprirodnejše deluju one trase čije kosine umesto jednolikog nagiba imaju jednak dužinu;
- optičko vođenje u oštrim krivinama u useku poboljšava se nesimetričnim nagibima kosina; unutrašnjoj strani krivine odgovara blaža, a spoljašnjoj strani strmija kosina;
- plitki nasipi i useci na padinskim trasama najbolje se uklapaju u teren ako se kruna puta s niže strane proširi do prirodnih kosina.

S likovne tačke, poželjni su nagibi kosina $1:n \leq 1:2$, a najstrmiji nagib sa gledišta održavanja travnatog pokrivača je $1:1,5$. Kontakt kosine s prirodnim terenom izvodi se zaobljenjem čije su tangente od 2,00 do 3,00 m.

Ako su kosine nasipa ili useka visoke, ne treba remetiti prirodnu ravnotežu, pa se one izvode s promenljivim nagibima jednakim ili blažim od onih uslovljenih geotehničkom stabilnošću. Oblikovanje kosina treba usaglasiti sa jednostavnim i efikasnim održavanjem, kako u zimskim, tako i u letnjim uslovima.

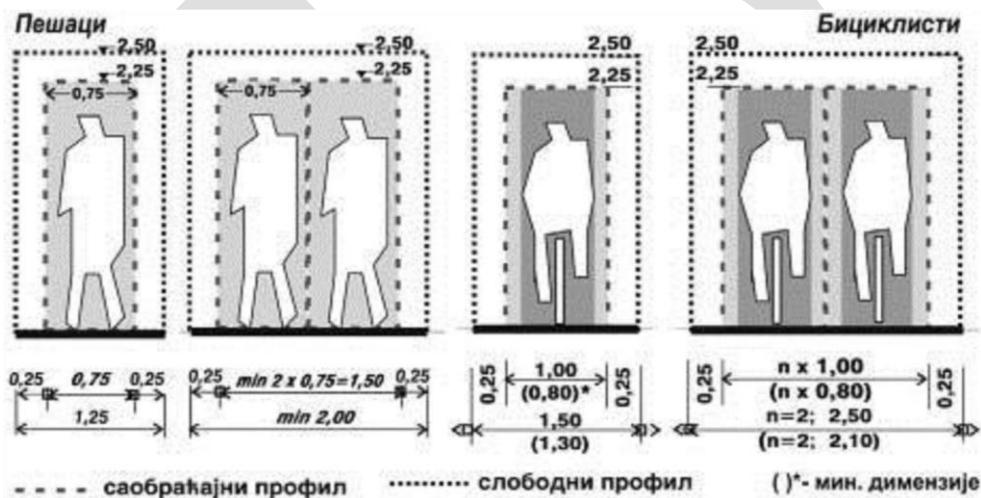
Tehnička infrastruktura (vodovi) za potrebe puta mogu se naći u području bankine, udaljeni najmanje 2,00 m od ivice saobraćajnog profila i na dubini do 1,10 m. U novogradnji, elementi putne telematike smeštaju se u posebnu traku širine 2,00 m na spoljnju stranu od zaobljenja puta.

Висина косине	$hk \geq 2,00 \text{ m}$	$hk < 2,00 \text{ m}$
ПУТ НА НАСИПУ		
ПУТ У УСЕКУ		
Станд. нагиб	$1:2 (1:1,5)$	$k=4,00 \text{ m} (3,00 \text{ m})$
Нагиб косине	$1 : n$	$k = 2 n$
Дуж. тангенти	$3,0 \text{ m}$	$1,5 h (\geq 2,00 \text{ m})$

Slika 5-07: Oblikovanje kosina i uklapanje trupa puta u okolni teren.

5.2. Saobraćajni i slobodni profil

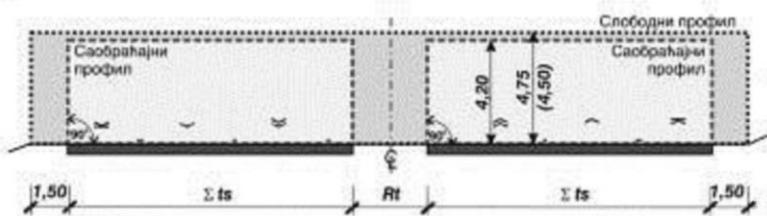
U skladu s tačkom 3.4.3.1, na slici 5-08 ovog priloga prikazani su slobodni i saobraćajni profili pešačkih i biciklističkih staza, dok su na slikama od 5-09 do 5-12 ovog priloga prikazani karakteristični tipovi saobraćajnih i slobodnih profila autoputeva i dvotračnih/višetračnih puteva.



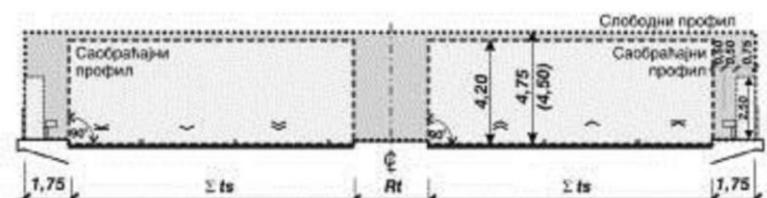
Slika 5-08: Saobraćajni i slobodni profili pešačkih i biciklističkih staza.

САОБРАЋАЈНИ И СЛОБОДНИ ПРОФИЛ

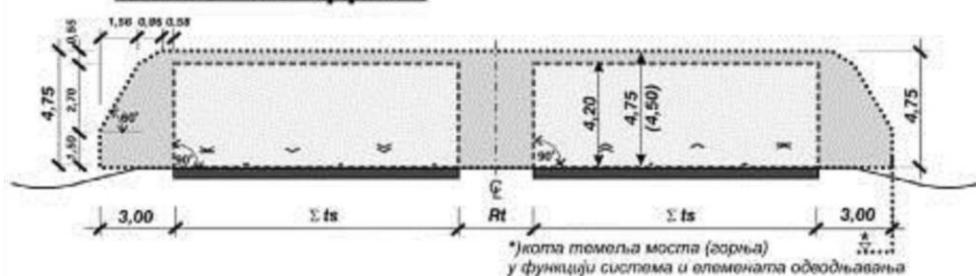
АП



АП на мосту



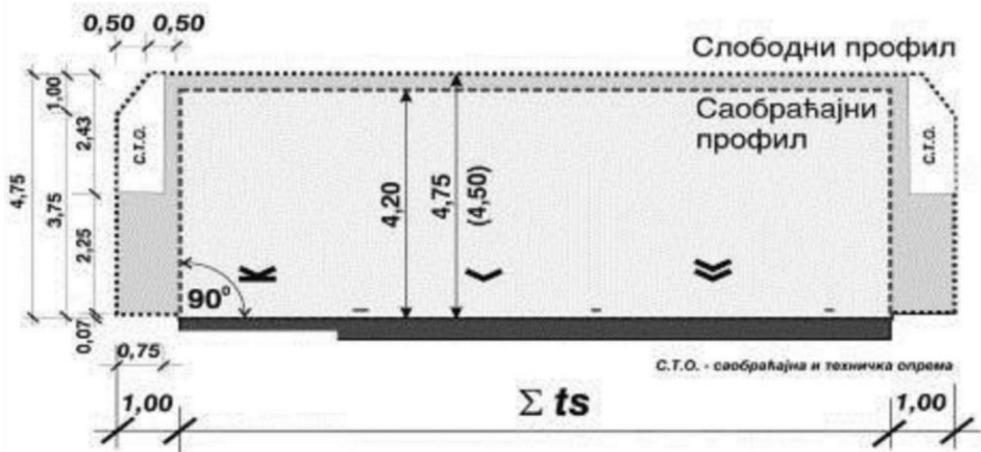
Мост изнад АП



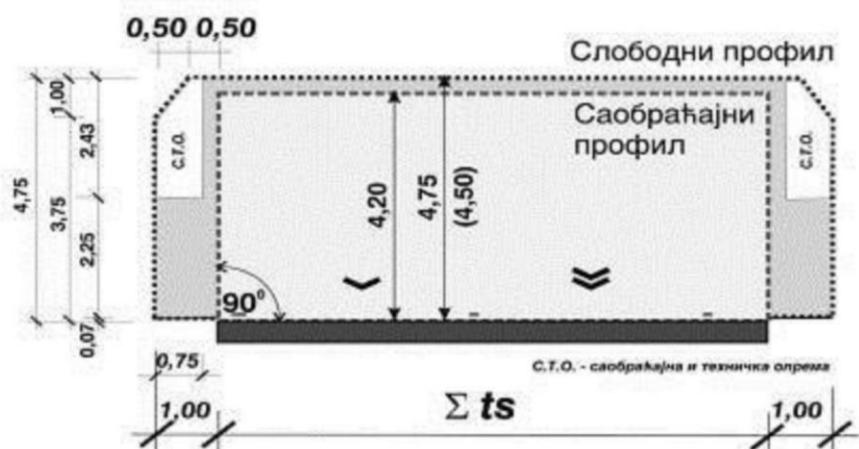
Slika 5-09: Слободни и саобраћајни профил autoputa.

САОБРАЋАЈНИ И СЛОБОДНИ ПРОФИЛ

АП деоница у тунелу са зауставном траком - t_z



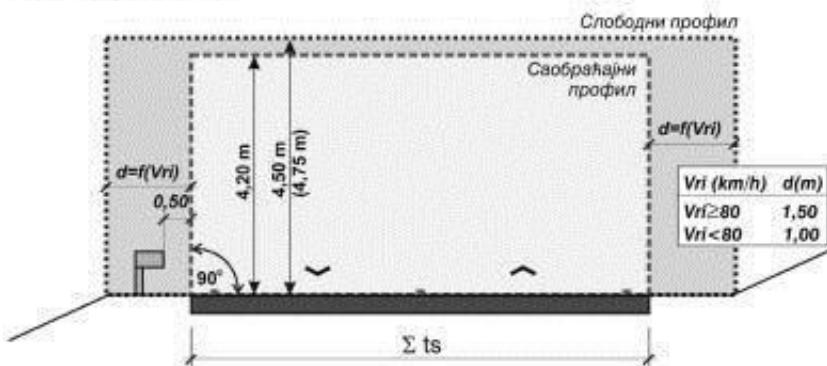
АП деоница у тунелу без зауставне траке



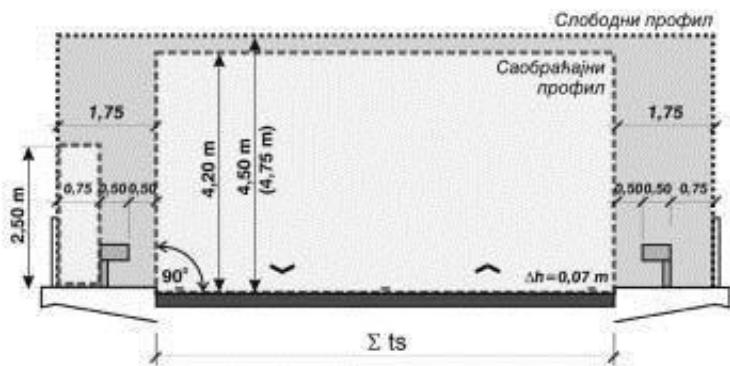
Slika 5-10: Slobodni i saobraćajni profil autoputa u tunelu.

ДВОТРАЧНИ (ВИШЕТРАЧНИ) ПУТЕВИ

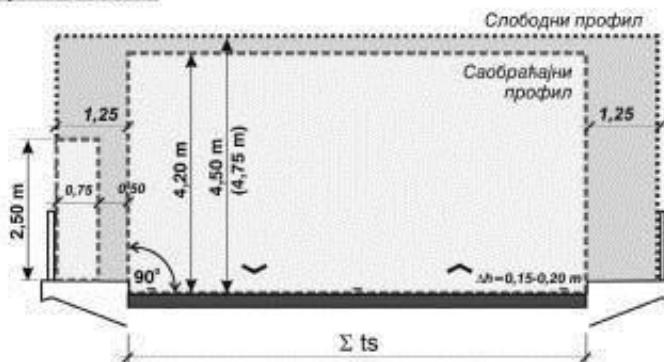
Слободна деоница



На мосту са заштитним и пешачким оградама ($Vp > 50 \text{ km/h}$)



На мосту са високим ивичњаком и пешачком оградом ($Vp \leq 50 \text{ km/h}$) и радном стазом*

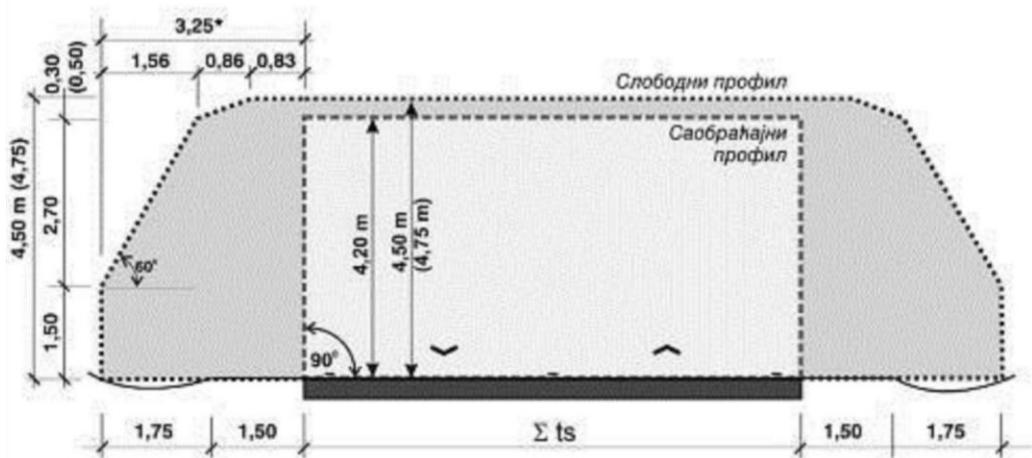


*), уколико има пешачког и/или бициклистичког саобраћаја ширина се прилагођава тим захтевима

Slika 5-11: Slobodni i saobraćajni profil dvotračnog / višetračnog puta.

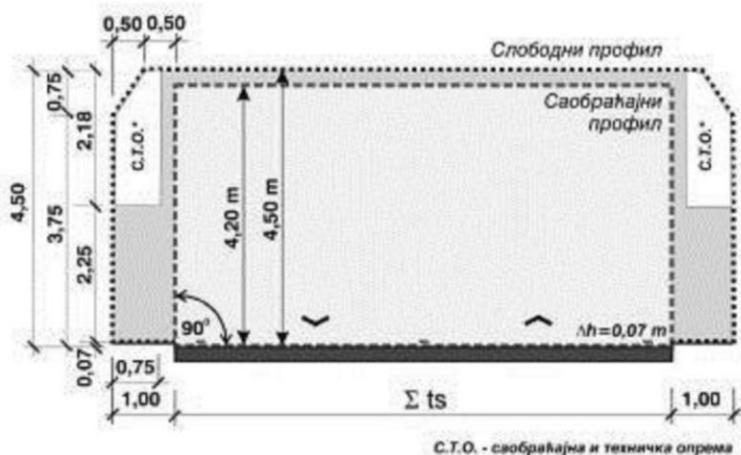
ДВОТРАЧНИ (ВИШЕТРАЧНИ) ПУТЕВИ

Мост изнад двотрачног (вишетрачног) пута



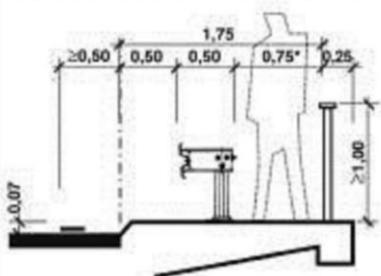
*) минимална ширина слободног профила у односу на саобраћајни профил може се смањити на 1,80 м. зависно од теренских услова и примењеног система одводњавања.

Тунелска деоница

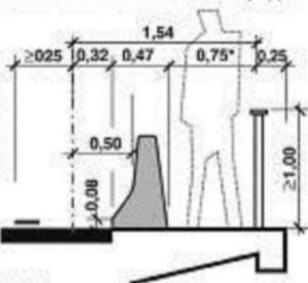


Slika 5-12: Слободни и саобраћајни профил двотрачног / вишетрачног пута.

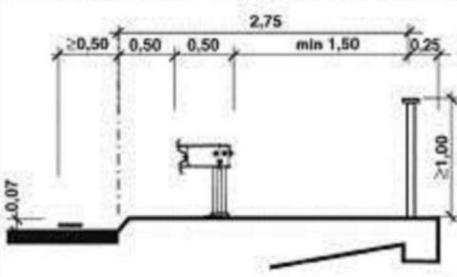
A) Радна стаза, на мосту с металном заштитном оградом



Б) Радна стаза, на мосту с бетонском заштитном оградом

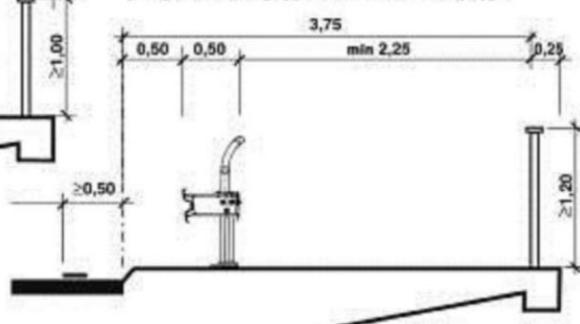


В) Пешачка стаза поред металне зашт. ограде

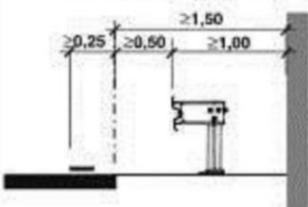


") ширина радне стазе:
када се користи као пешачка и/или бициклистичка
стаза, примењују се друге димензије (дет: Е, Ж)

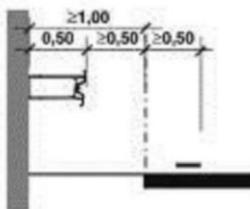
Г) Бициклистичка или комбинована стаза
(бич. / пеш.) поред металне зашт. ограде



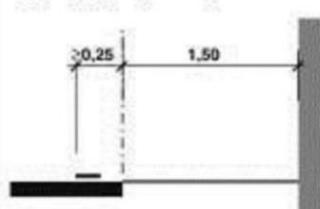
Д) Поред објекта (нпр. стуб моста)
са заштитном оградом



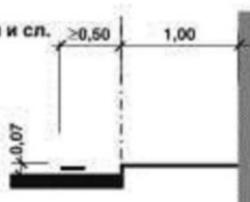
Ђ) Поред објекта (нпр. стуб моста) са заштитном
оградом на објекту (изузетно)



Е) Поред чврстог објекта без заштите ограде

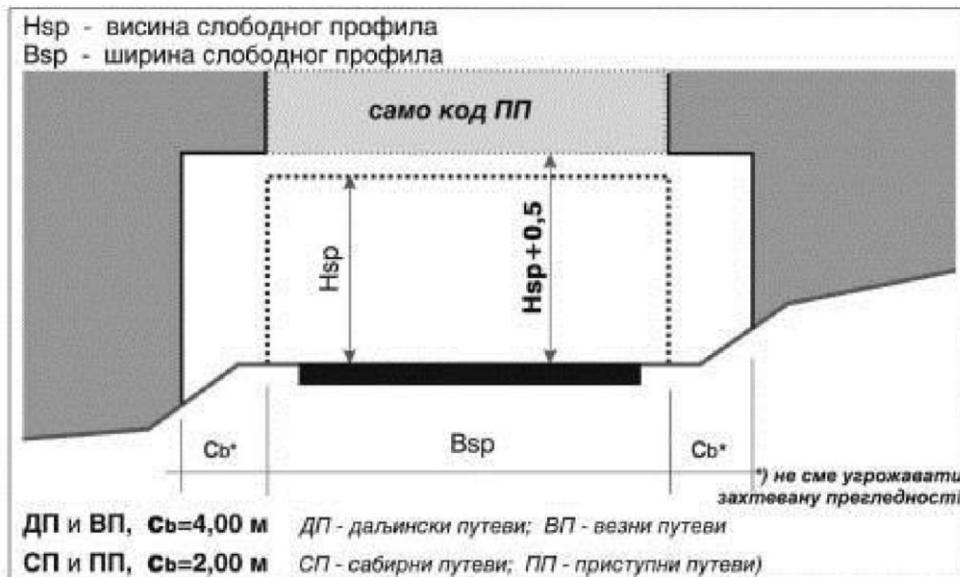


Ж) У тунелу, галерији и сл. >0,50 1,00

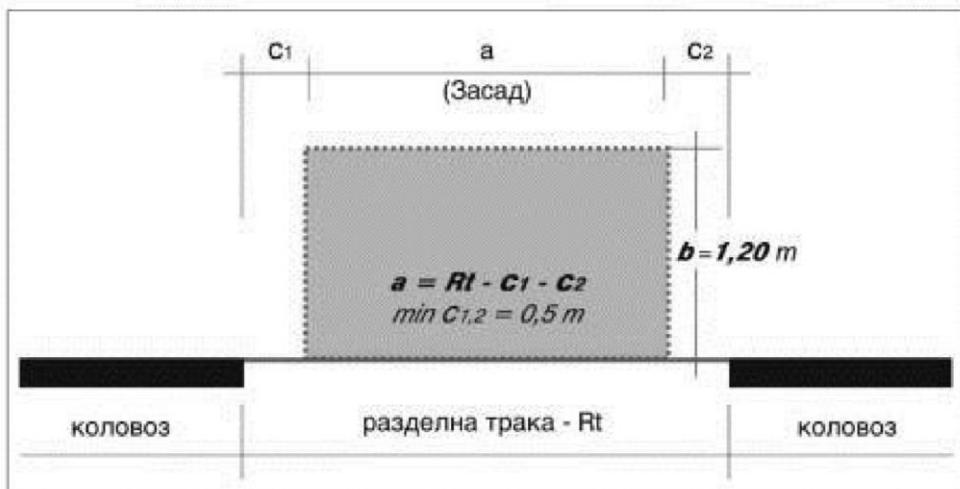


Slika 5-13: Radne, пешачке и бициклистичке стазе на путним објектима.

ОГРАНИЧЕЊА ЗА ОЗЕЛЕЊАВАЊЕ (трава, жбуње, дрвеће)



ОГРАНИЧЕЊА ЗА ОЗЕЛЕЊАВАЊЕ РАЗДЕЛНЕ ТРАКЕ



Slika 5-14: Standardna ograničenja u pejzažnom uređenju rubnog pojasa puta.

5.3. Standardni geometrijski poprečni profili

Na slikama od 5-16 do 5-20 ovog priloga prikazani su osnovni tipovi standardnih geometrijskih profila autoputeva, višetračnih puteva (međuprofila) i dvotračnih puteva.

Što se autoputeva tiče, navedenom standardizacijom obuhvaćeni su samo profili na jedinstvenom putnom planumu, što ne isključuje mogućnost razdvajanja kolovoza u složenim terenskim uslovima. Osnovu za to pružaju pojedinačne dimenzije kolovoznih i pratećih elemenata.

Pored navedenih standardnih tipova putnih profila moguće su i odgovarajuće varijacije jednog tipa profila pri čemu treba uvažavati specifične terenske uslove i racionalizaciju ulaganja sredstava ne ugrožavajući pri tom nivo usluge puta (protočnost), bezbednost vožnje i životnu sredinu.

Problem etapne gradnje, bilo po deonicama s punim profilom, bilo po deonicama s redukcijom profila (tzv. poluautoput), mora se rešavati tokom procesa izrade generalnog projekta i konačna struktura profila, odnosno geometrijski poprečni profil putnog poteza (deonice) treba da bude rezultat izrade generalnog projekta i jedan od programskih uslova za izradu idejnog projekta puta.

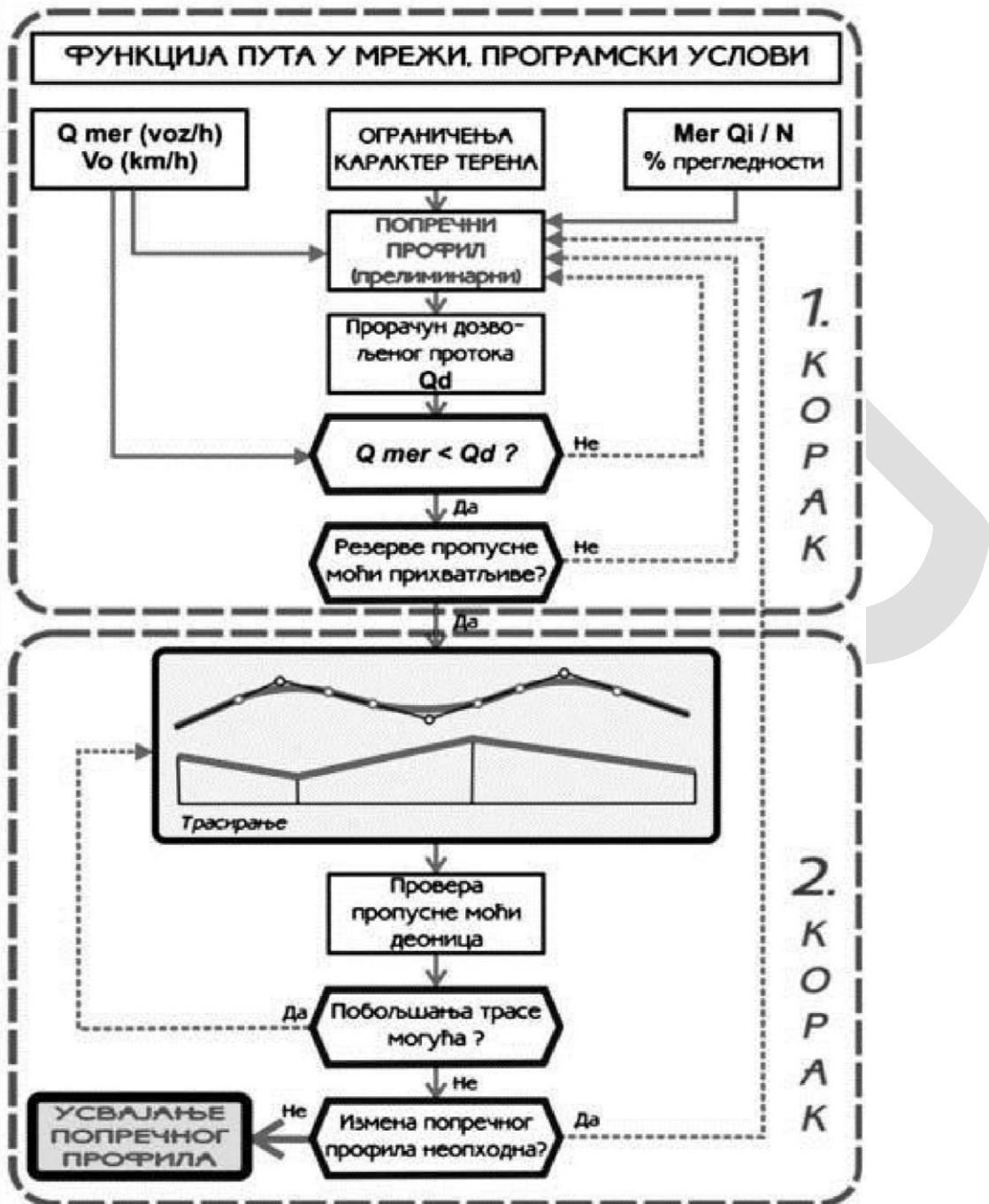
Standardni profil se definije u prvoj fazi projektnih istraživanja - generalnom projektu kada su sagledani makro pokazatelji situacionih i nivelacionih mogućnosti za razvoj trase. Tada su stvoreni uslovi da se elementi saobraćajnog programa (Qmer, NUP, VO i dr.) dovedu u realan odnos s kapacitetom (Q_d) i iz tih poređenja donesu zaključci o potrebnoj strukturi i dimenzijama profila.

Sam proces dimenzionisanja sprovodi se u dva koraka: prvi daje osnovu za odluku autoput, međuprofil ili dvotračni put, dok drugi korak obezbeđuje pravilan izbor kolovoznog profila i utvrđuje rezervu propusne moći.

Ako je saobraćajno opterećenje PGDS > 20.000 voz/24 h, jasno je da se radi o autoputnom profilu, kao što i saobraćajno opterećenje PGDS < 12.000 voz/24 h ukazuje na to da je rešenje odgovarajuće. Za opterećenja između 12.000 voz/24 h i 20.000 voz/24 h opravdana je primena višetračnih puteva, tзв. međuprofila. Oni se mogu primenjivati kao konačno rešenje, ali i kao prva etapa u razvoju autoputnog profila kada to obim i porast saobraćaja opravdavaju.

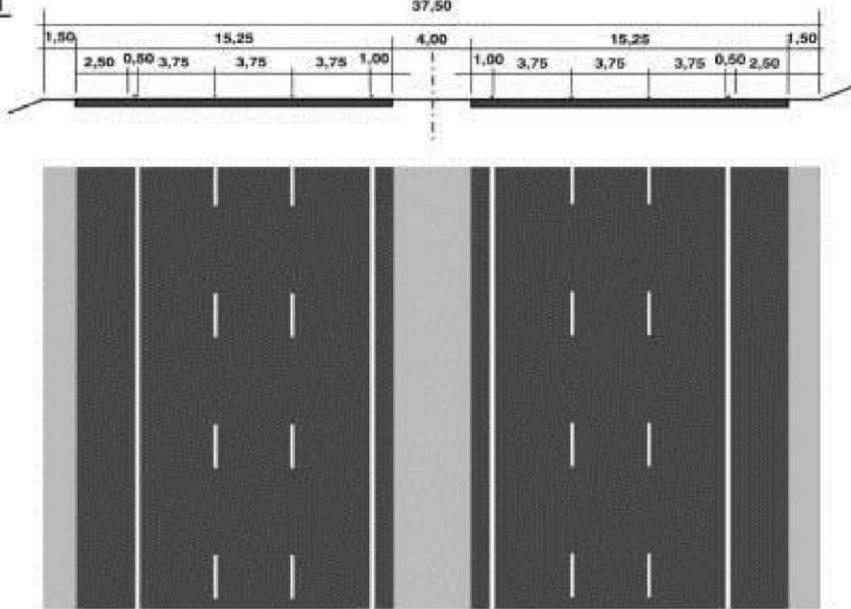
U drugom koraku dimenzionisanja koriste se rezultati procesa trasiranja i konačno utvrđuje karakter terena duž trase. Na osnovu definisane trase puta i preliminarnog poprečnog profila sprovodi se detaljan proračun propusne moći za celu trasu i za pojedine kritične deonice na njoj i utvrđuju rezerve kapaciteta. Na osnovu tako sprovedenih analiza donosi se konačna odluka o strukturi i dimenzijama poprečnog profila i mogućoj etapnosti njegove realizacije.

Standardni geometrijski poprečni profil bira se na osnovu algoritma prikazanog na slici 5-15 ovog priloga.



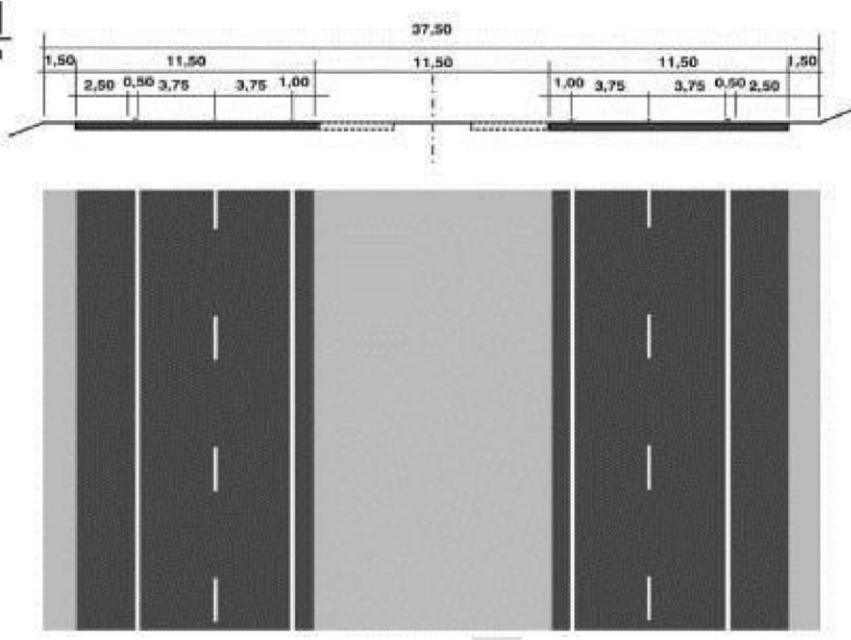
Slika 5-15: Algoritam izbora standardnog geometrijskog poprečnog profila puta.

АП-1



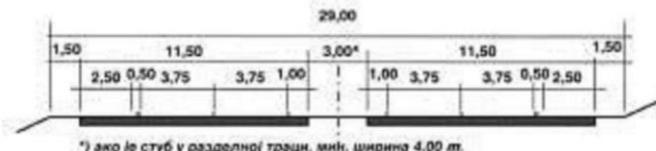
АП-1

Прва етапа

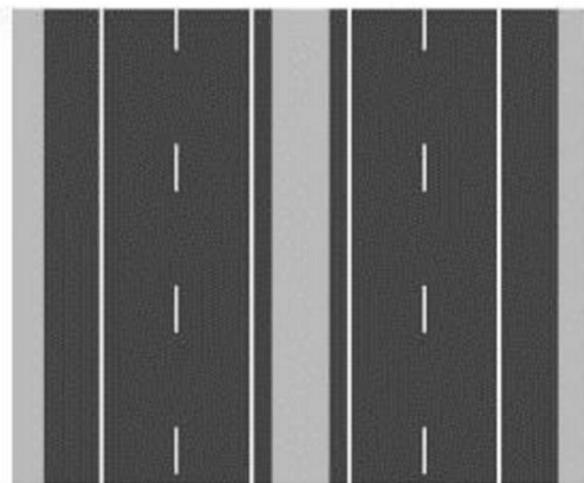


Slika 5-16: Standardni geometrijski poprečni profil AP-1.

АП-2

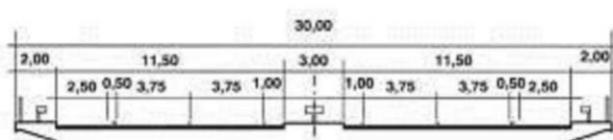


*) ако је стуб у раздвојеној траци, мин. ширине 4,00 мт.



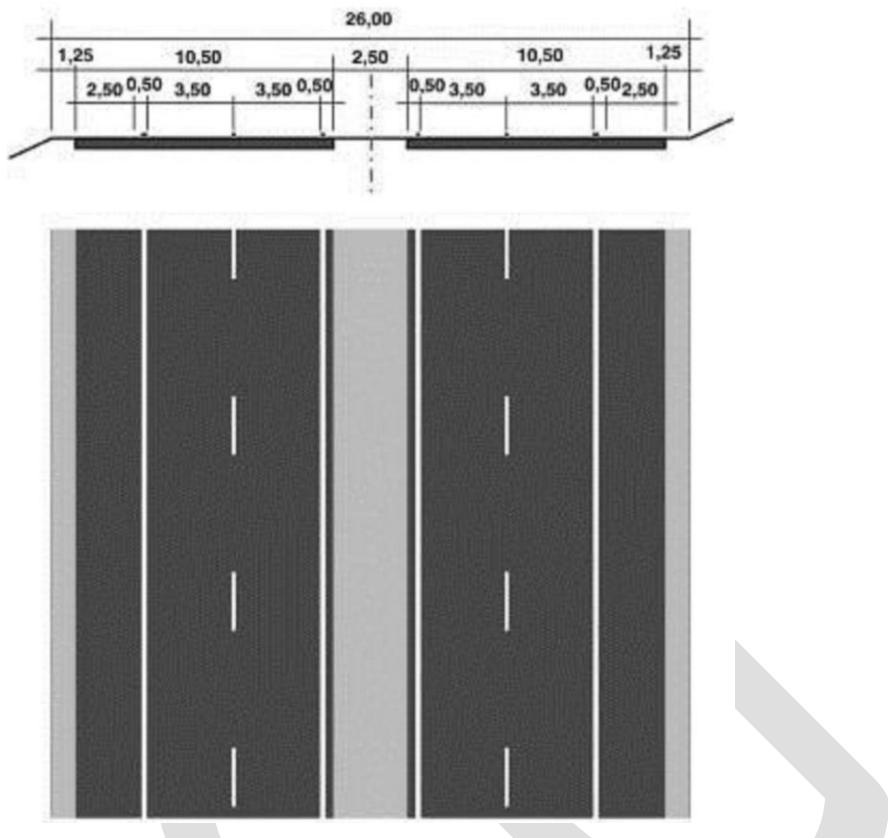
АП-2

на мосту



Slika 5-17: Standardni geometrijski poprečni profil АР-2.

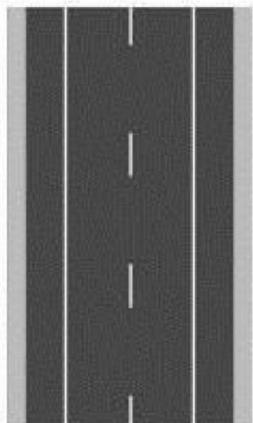
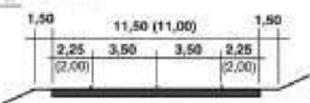
АП-3



Slika 5-18: Standardni geometrijski poprečni profil AP-3.

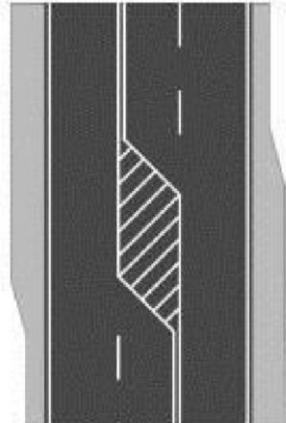
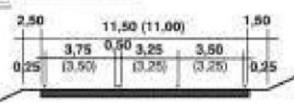
ВП-1

М-1 $2(tv + tz)$



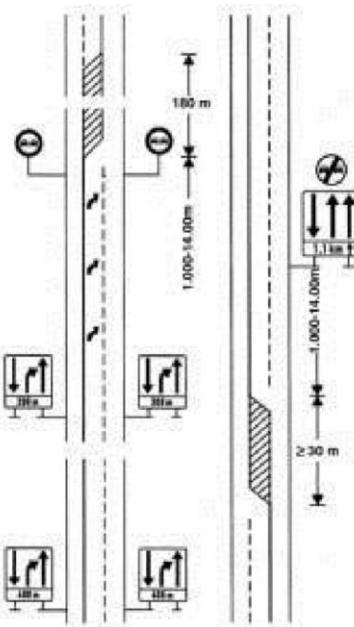
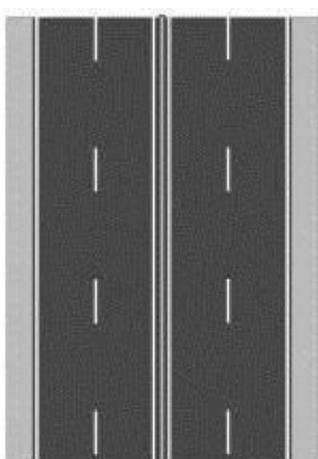
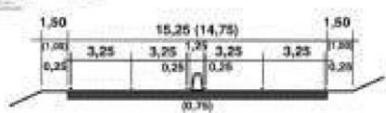
ВП-2

М-2 $(2 + 1(1+2))tv$



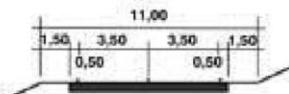
ВП-3

М-3 $(2+2)tv$

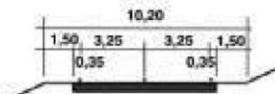


Slika 5-19: Standardni geometrijski poprečni profil višetračnih puteva (međuprofila).

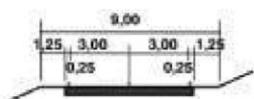
Π-1 2 tv ($V_{ri}=100 \text{ km/h}$)



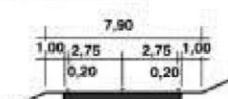
Π-2 2 tv ($V_{ri}=80 \text{ km/h}$)



Π-3 2 tv ($V_{ri}=60 \text{ km/h}$)



Π-4 2 tv ($V_{ri}=40 \text{ km/h}$)



Slika 5-20: Standardni geometrijski poprečni profil dvotračnih puteva.

6. PROJEKTNI ELEMENTI SITUACIONOG PLANA

6.1. Pravci

Pravac se u projektovanju puta primenjuje samo u izuzetnim slučajevima, kao što su: uklapanje u fiksne regulacije, specifične mostovske konstrukcije velikih raspona, prilagođavanje postojećim objektima, obezbeđenje područja za preticanje na dvotračnim putevima i specifični topografski uslovi.

Deonice pravca treba ograničiti na sledeće vrednosti:

- a) Na suprotno usmerenim krivinama međupravac, kao vezni element, primenjuje se u sledećim granicama:

$$2V_r \leq L \text{ (m)} \leq 20V_r$$

Ako su vrednosti manje od $L = 2V_r$, ne treba primenjivati međupravac, već se dve suprotno usmerene krivine povezuju kontinualnom „S“ krivinom.

- b) Na istosmernim krivinama međupravac, kao vezni elemenat, primenjuje se u sledećim granicama:

$$4V_r \leq L \text{ (m)} \leq 20V_r$$

6.2. Kružne krivine

Radi savlađivanja terenskih prepreka primenjuju se krive linije pogodnih geometrijskih oblika. Najprostiji oblik krive je kružni luk, odnosno kriva linija konstantne zakrivljenosti ($1/R = \text{const.}$). Vodeći računa o topografskim karakteristikama terena treba težiti primeni što je moguće većih radijusa kružnih krivina jer se time direktno utiče na: smanjenje ukupne dužine trase, poboljšanje preglednosti, povećanje sigurnosti i udobnosti vožnje.

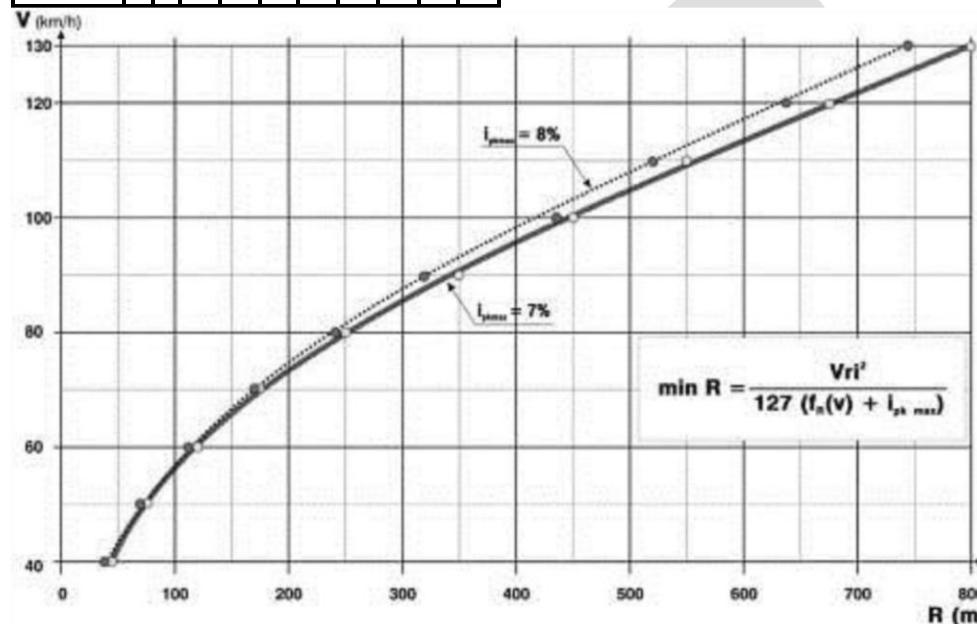
U projektovanju puteva mogu se primeniti kružni luki čiji su radijusi: $\min R \leq R \leq \max R$.

Minimalni radius, ($\min R$)

Određuje se radi sigurnosti vožnje pri maksimalnoj vrednosti poprečnog nagiba kolovoza u krivini ($\max ipk = 7\%$, izuzetno u projektima rehabilitacija $\text{absmaxipk} = 8\%$). Minimalne vrednosti radijusa kružnih krivina zajedno s minimalnim dužinama kružnih luka za vrednosti računske brzine (V_{ri}) date su u tabeli 6-01 i prikazane na slici 6-01 ovog priloga. U procesu trasiranja treba primenjivati duže kružne luke (dužina većih od minimalnih) kad god je to moguće, pre svega radi bezbednosti vožnje, $L_k \geq 5 \cdot v_r$ (m/sec). U svim slučajevima, kada to ne izaziva dodatna finansijska sredstva, treba primenjivati dužine kružnih luka većih od minimalnih.

Tabela 6-01: Minimalne vrednosti radijusa kružnih krivina i minimalne dužine kružnih luka zavisno od računske brzine deonice.

V_{ri} (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
$\min R$ (m)	45	75	120	175	250	350	450	550	675	800
$\min L_k$ (m)	22	28	33	39	44	50	56	61	67	72



Slika 6-01: Vrednosti radijusa horizontalnih krivina u funkciji brzine vožnje i vrednosti maksimalnog poprečnog nagiba.

Maksimalni radius, ($\max R$)

Maksimalna vrednost radijusa se ograničava na vrednost s kojom se ne gubi osećaj zakrivljenosti. Zbog toga se u normalnim okolnostima, kada postoji mogućnost slobodnog izbora, za gornju graničnu vrednost preporučuje: $\max R = 5.000$ m (izuzetno $\max R = 10.000$ m).

Geometrijska i dinamička homogenost elemenata trase puta postiže se skladnim i uravnoteženim izborom radijusa na deonici, pri čemu posebno značajan odnos susednih radijusa. S tog stanovišta zahteva se da susedni radijusi horizontalnih krivina budu u granicama datim na slici 6-02 ovog priloga.

Na prelazu s pravca na zakrivljeni deo trase, zahteva se da, zavisno od prethodne dužine pravca, vrednost primenjenog radijusa kružnog luka bude:

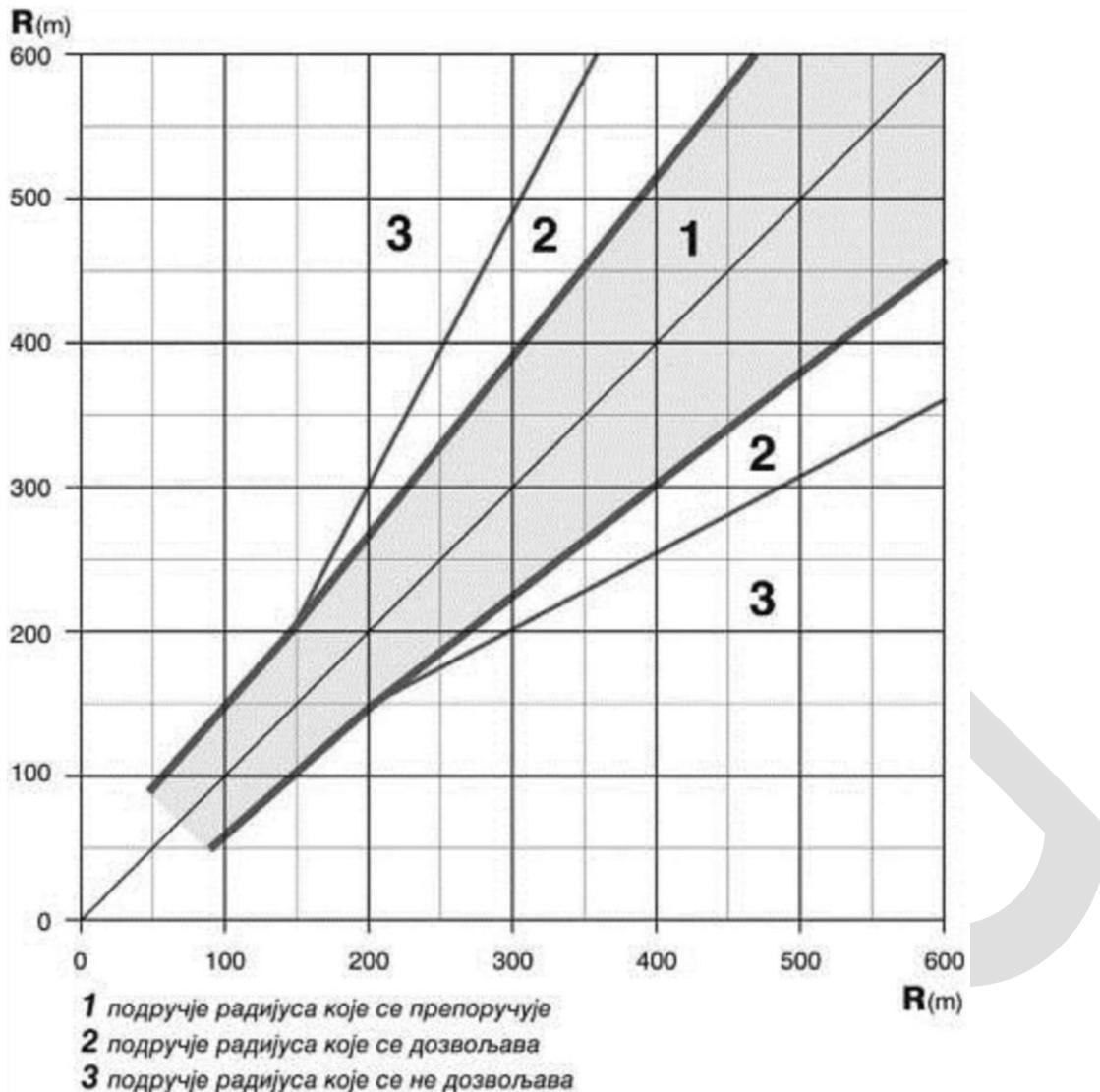
$L_{pravca} < 300$ m $\rightarrow R_{prim} > L_{pravca}$

$L_{pravca} \geq 300$ m $\rightarrow R_{prim} \geq 400$ m, a na autoputevima

$L_{pravca} \geq 500$ m $\rightarrow R_{prim} \geq 1,5 \min R$

Pri tom R_{prim} mora da zadovolji i ostale uslove (vozno dinamičke, konstruktivne i estetske).

Na prelazu s jednog kružnog luka na drugi iste zakrivljenosti, ali različitih radijusa, zahteva se primena prelazne krivine, tzv. „O“ krive.



Slika 6-02: Polje izbora radijusa susednih krivina.

6.3. Prelazne krivine

Da bi se zadovoljili vozno dinamički, konstruktivni i saobraćajno-psihološki zahtevi, na svim javnim vangradskim putevima obavezna je primena prelaznih krivina oblika klotoide: $A_2 = R \cdot L$ gde je:

A (m) - parametar klotoide;

R (m) - radijus (priključni radijus na kraju prelazne krivine);

L (m) - dužina prelazne krivine (od početka prelaznice do priključnog kruga).

Minimalne vrednosti parametra prelazne krivine ($\min A$) definisane su u funkciji računske brzine deonice (Vri) i prikazane u tabeli 602 ovog priloga.

Tabela 6-02: Minimalne vrednosti parametara prelaznih krivina.

$V_{(km/h)}$	$A[m]$	$\min A$ (возно-динам.)	$\min A=R/3$ (естетски)	$\min A$ (конструктивни крит.) (воо-П)	$\min A$ (конструктивни крит.) (вои-П)	$\min A$ (конструктивни крит.) (вои-АП)
40	35 (27,22)*	15	25	35		
50	55 (40,33)	25	30	50		
60	75 (46,88)	40	45	60		
70	100 (57,14)	60	55	80		
80	125 (62,50)	85	80	115		
90	155 (68,64)	120	100 (ВП**-120)	140 (ВП-170)		
100	195 (84,50)	150	120 (ВП-140)	170 (ВП-200)	190	
110	230 (96,18)	185			220	
120	270 (108,00)	225			245	
130	300 (112,50)	270			270	

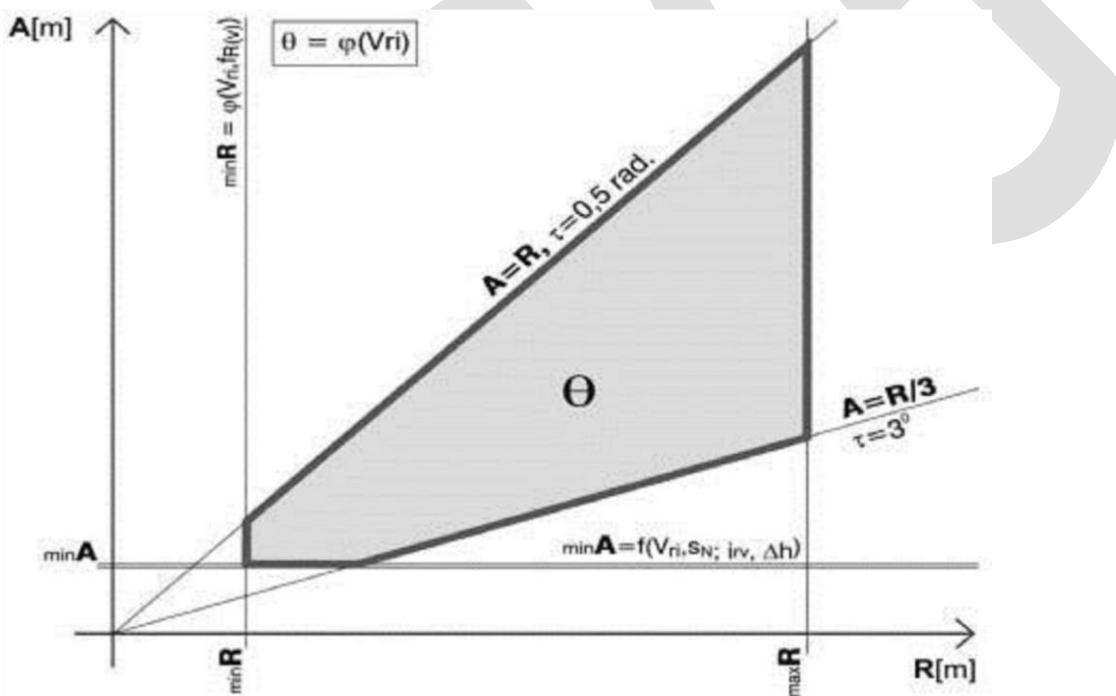
* вредности у заградама су одговарајуће дужине прелазних кривина (м)

**) ВП - анатрагични профили (метурафони M1 и M2)

воо - витопредење око основне коловоза; вои - витопрење око ивице коловоза

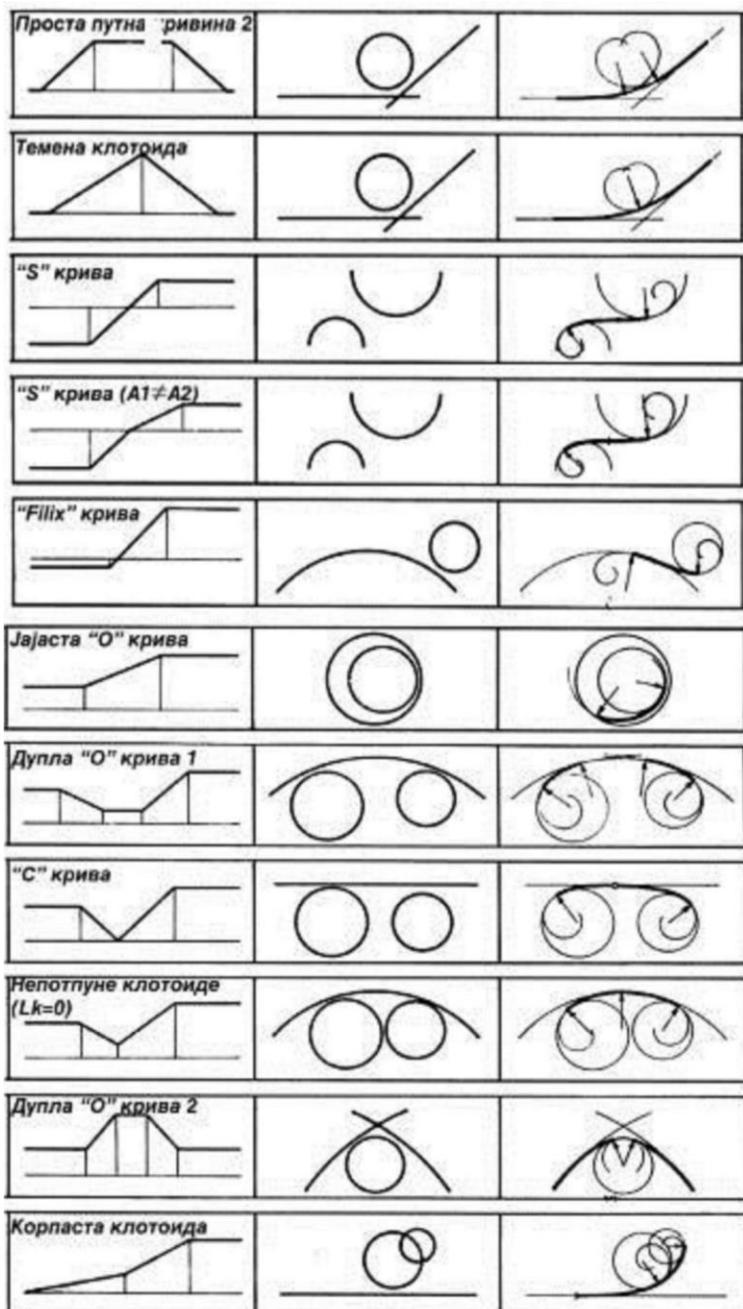
Максимални нагиби рампи витопрења: $V_p \leq 70 \text{ km/h} \rightarrow 1,5\%$; $V_p = 80 \text{ i } 90 \text{ km/h} \rightarrow 1,0\%$; $V_p \geq 100 \text{ km/h} \rightarrow 0,9\%$

Vrednosti parametara prelaznih krivina koje se mogu primenjivati u projektovanju definisane su tzv. poljem klotoida koje se konstruiše za svaku pojedinu vrednost računske brzine deonice. Polje izbora prelaznih krivina za jednu vrednost V_r prikazano je na slici 6-03 ovog priloga.



Slika 6-03: Polje izbora parametra klotoide u funkciji računske brzine deonice.

U projektovanju puteva primenjuju se različiti oblici prelaznih krivina. Najčešće primenjivane forme prikazane su na slici 6-04 ovog priloga.



Slika 6-04: Mogući oblici primene klotoide kao prelazne krivine.

a) Klotoida kao posrednik u prelasku sa pravca na krug i obrnuto

U ovom slučaju može se govoriti o tzv. simetričnoj ($A_1 = A_2$) i nesimetričnoj ($A_1 \neq A_2$) krivini. Minimalna dužina kružnog luka u skladu je s vožnjom konstantnom brzinom u trajanju od najmanje dve sekunde. b) Prekretna linija „S“ - kriva

Primenjuje se između dve kružne krivine suprotne zakrivljenosti, čime se obezbeđuje postupnost promene zakrivljenosti i kontinuitet krivinskih oblika. Normalna je primena klotoide istog parametra ($A_1 = A_2$). v) Jajasta „O“ - kriva

Primenjuje se kao vezni elemenat između dva kružna luka različitih radijusa, a istosmerne zakrivljenosti. Sa stanovišta optike trase, minimalna vrednost pripadajućeg ugla te klotoide je $\tau \geq 3^\circ$.

g) Temena klotoida

Ako je $\alpha = 0$, tj. $\tau_1 + \tau_2 = \gamma$, dobija se $L_k = 0$, što znači da je čitava krivina sastavljena od dve prelaznice; to je tzv. temena klotoida ($A_1 = A_2$ ili $A_1 \neq A_2$). Primenjuje se samo kada su vrednosti skretnih uglova male, a primenjeni radijus kružne krivine znatno veći od minimalnog. Primena temene klotoide ograničava se uz uslov: $R \geq 450$ m. Poprečni profil u temenoj zoni se oblikuje tako da se njegova konstantnost obezbedi za minimum dve sekunde vožnje konstantnom brzinom.

d) Prekretna „S“ - kriva sa dva različita parametra

Primena ovog oblika je opravdana kada su veći priključni radijusi i veće razlike između radiusa.

Ako se primenjuju klotoide različitih parametara i kada je $A_2 \geq 200$ m, odnos je: $A_1 \leq 1,5 A_2$ gde je:

A1 (m) - veći parametar klotoide; A2 (m) - manji parametar klotoide.

d) Dvostruka jajasta linija

Primenjuje se samo kada su u pitanju složeni geometrijski oblici koji se ne mogu rešiti drugačijim sredstvima, npr. u projektovanju saobraćajnih čvorova i uklapanju u fiksne regulacije.

e) „S“ - kriva kriva

Veoma retko se primenjuje, a najčešće u projektovanju indirektnih rampi na denivelisanim raskrsnicama.

Da bi se uspešno i efikasno primenili navedeni oblici u slobodnom vođenju trasa, treba primenjivati nomograme za određivanje parametara prelaznih krivina, prikazane na slikama 6-05 i 6-06 ovog priloga.

Kružne krivine bez prelaznica mogu se primeniti izuzetno kada je $V_p \leq 80$ km/h, a $R \geq 1.500$ m (izuzetno $R \geq 1.000$ m), odnosno ka da je $V_p \geq 80$ km/h, a $R \geq 3.000$ m.

6.4. Krivinska karakteristika

Krivinska karakteristika (K) predstavlja srednju vrednost skretnog ugla trase puta i određuje se na osnovu uglovne slike deonice. Definiše se sledećim izrazom:

$$K = \frac{\sum (\alpha_i + \tau_i)}{L}$$

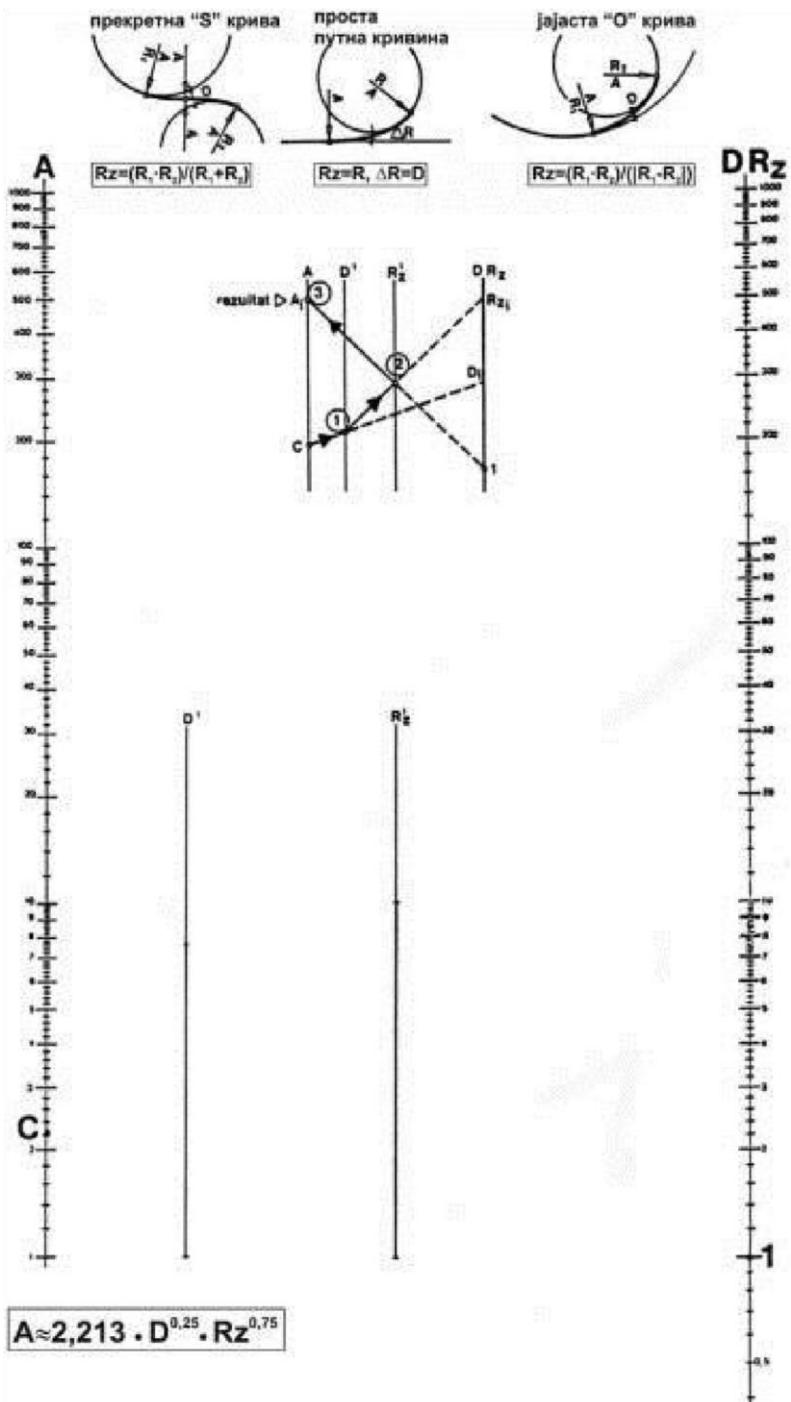
(0/km) ili (g/km), gde je:

α_i (0), (g), ugao i-te kružne krivine τ_i (0), (g),

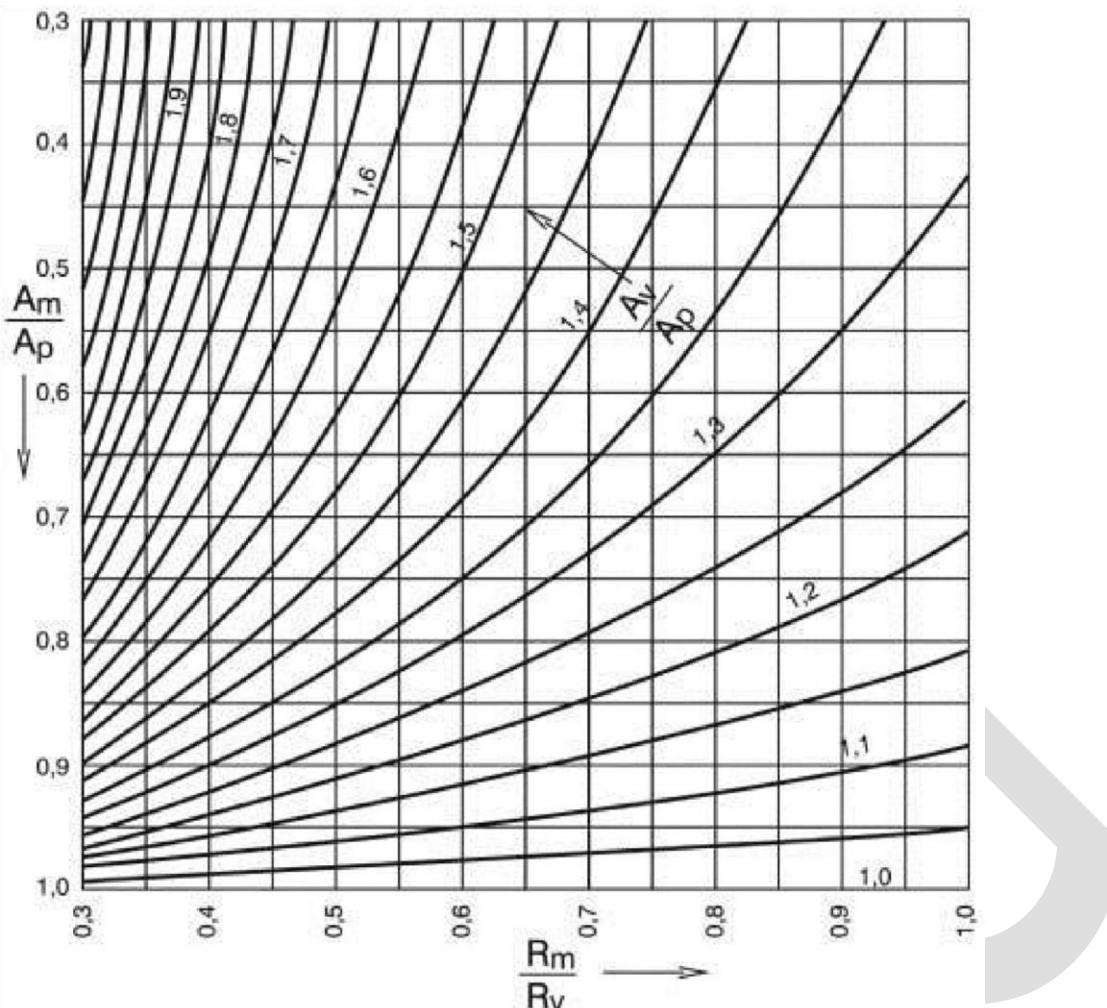
ugao i-te prelazne krivine L = ukupna dužina

deonice (km).

Pored parametra (K), za geometrijsku analizu trase određuje se standardno odstupanje (σ (0/km)) i koeficijent geometrijske homogenosti $G_h = (\sigma/K)100$ (%).



Slika 6-05: Nomogram za određivanje parametra prelazne krivine „A“.



R_v - већи радијус

R_m - мањи радијус

A_p - параметар прекретне кривине са једним параметром

A_v - припадајући параметар за R_v

A_m - припадајући параметар за R_m

Slika 6-06: Nomogram za određivanje parametara prelaznih krivina „ $A_1 \neq A_2$ “.

6.5. Specijalni oblici putnih krivina

Ovi oblici putnih krivina primenjuju se u onim slučajevima kada je brzina kretanja relativno mala, $V_r \leq 30$ km/h, a dominantni su zahtevi za minimalnim korišćenjem prostora. To su pre svega: površinske raskrsnice, okretnice, serpentine, pristupi servisnim objektima i sl.

6.5.1. Kriva tragova

Kriva tragova se projektuje kao složena trocentrična krivina kako bi na najbolji mogući način aproksimirala traktrisu kretanja.

Detaljna analiza ove krive i njena primena data je u prilogu 3, Površinske raskrsnice vangradskih puteva.

6.5.2. Serpentinske okretnice

U ograničenim uslovima razvijanja trase, javlja se potreba za primenom složenog krvinskog oblika, tzv. serpentine koja se sastoji iz okretnice minimalnog prohodnog radijusa sa centralnim uglom $\alpha > 180^\circ$ i dve priključne krivine iste ili suprotne zakrivljenosti (slika 6-07, ovog priloga).

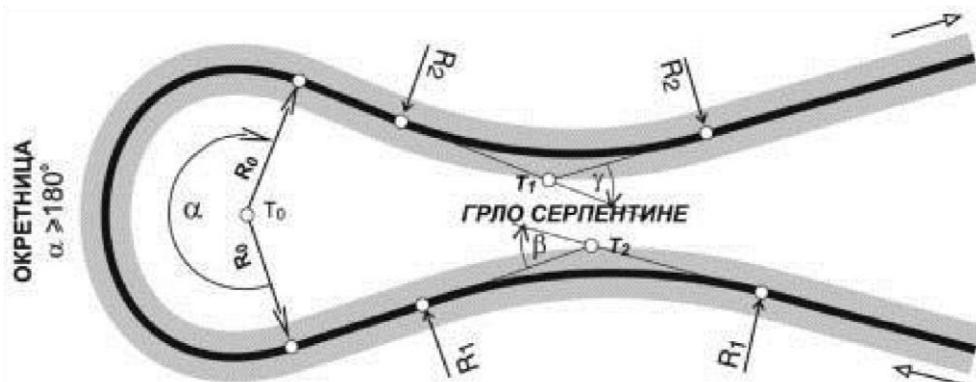
U tabeli tabeli 6-03 ovog priloga dati su osnovni tipovi serpentinskih okretnica za čiju konstrukciju se daju tabelarni podaci u dodatku ovih uputstava.

Tabela 6-03: Tipovi serpentinskih okretnica.

Širina kolovoza puta	Radius unutrašnje ivice okretnice - R_u (m)				
		8	10	15	20
6 (m)	6/6	6/8	6/10	6/15	6/20

Područje okretnice podleže specifičnim uslovima nivелacionog oblikovanja. Maksimalna vrednost poprečnog nagiba ipk = 9%, dok se vrednost rezultujućeg nagiba kolovoza ograničava na maxirez = 10%.

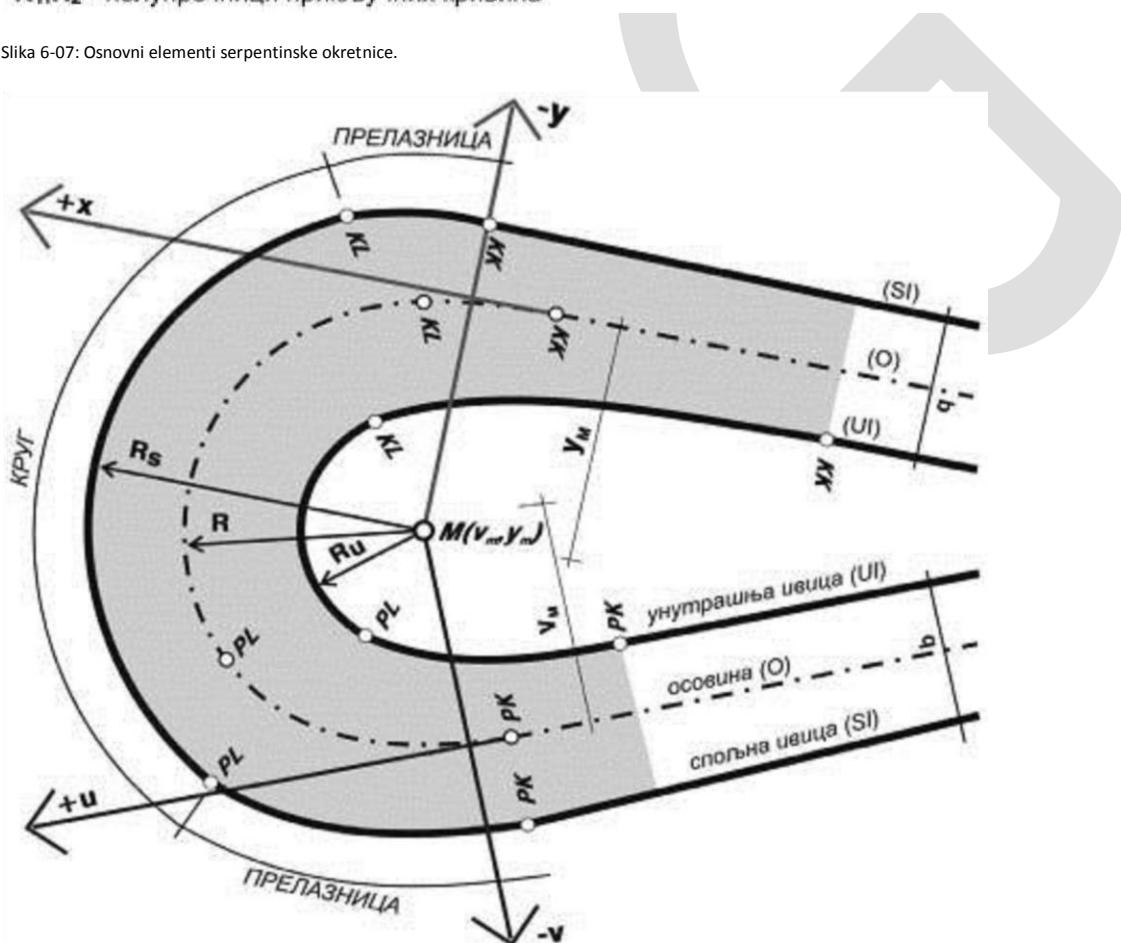
Konstrukcija geometrije ivičnih linija i osovine serpentinske okretnice sa pozicijom relativnih koordinatnih sistema (x, y odnosno u, v) prikazana je na slici 6-08 ovog priloga.



R_0 - полупречник okreћнице

R_1, R_2 - полупречници приклjučних кривина

Slika 6-07: Osnovni elementi serpentinske okretnice.



Slika 6-08: Konstrukcija serpentinske okretnice.

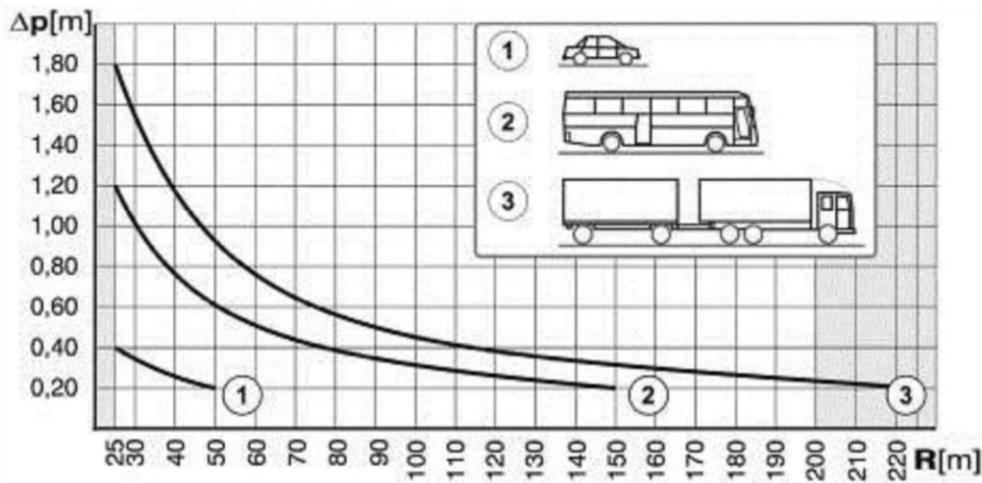
6.6. Proširenje kolovoza u krivini

6.6.1. Veličina proširenja

Proširenje kolovoza izvodi se za sve krivine radiusa $25 < R < 200$ m. Za krivine $R > 200$ m vrednost proširenja je veoma mala pa se može zanemariti, dok se krivine radiusa $R < 25$ m moraju posebno oblikovati prema krivoj tragova (tačka 6.5.1 ovog priloga).

Potrebno proširenje pojedine vozne trake određuje se zavisno od tipa merodavnog vozila. Vrednosti proširenja za merodavna vozila prikazane su na slici 6-09 ovog priloga. Ukupno proširenje za n saobraćajnih traka iznosi $P=\Sigma n(\Delta p_i)$, gde je Δp_i - vrednost proširenja za pojedinu voznu traku.

U analizi ukupnog proširenja merodavne su dimenzije standardnih tipova vozila koja se mogu naći u situaciji da se mimoilaze u krivini.

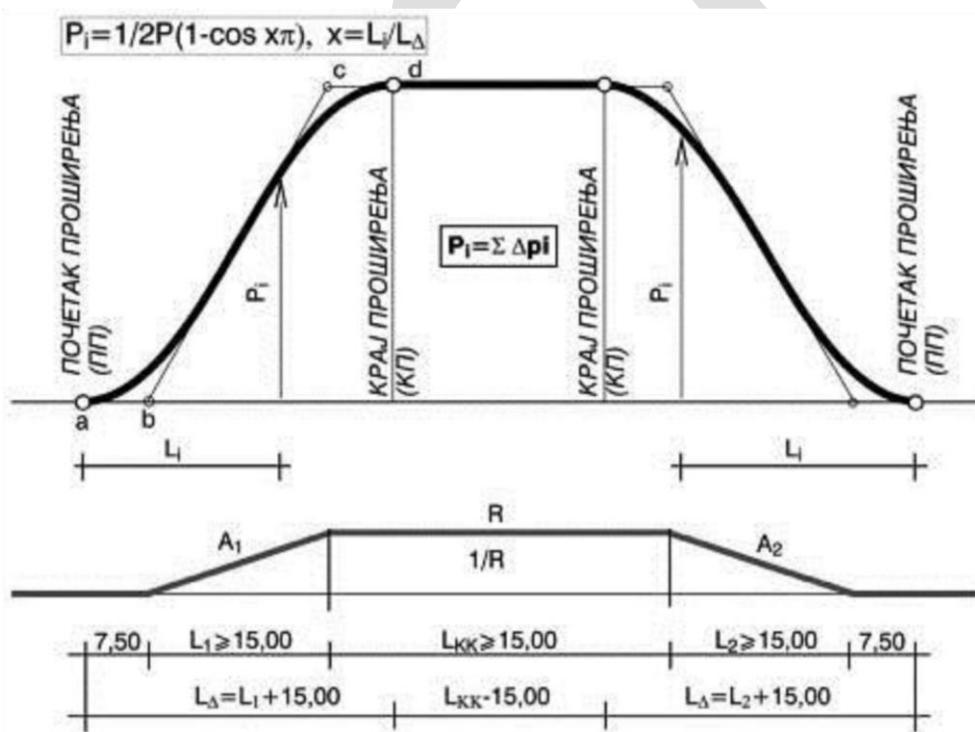


Slika 6-09: Potrebna veličina proširenja vozne trake u kružnoj krivini.

6.6.2. Izvođenje proširenja

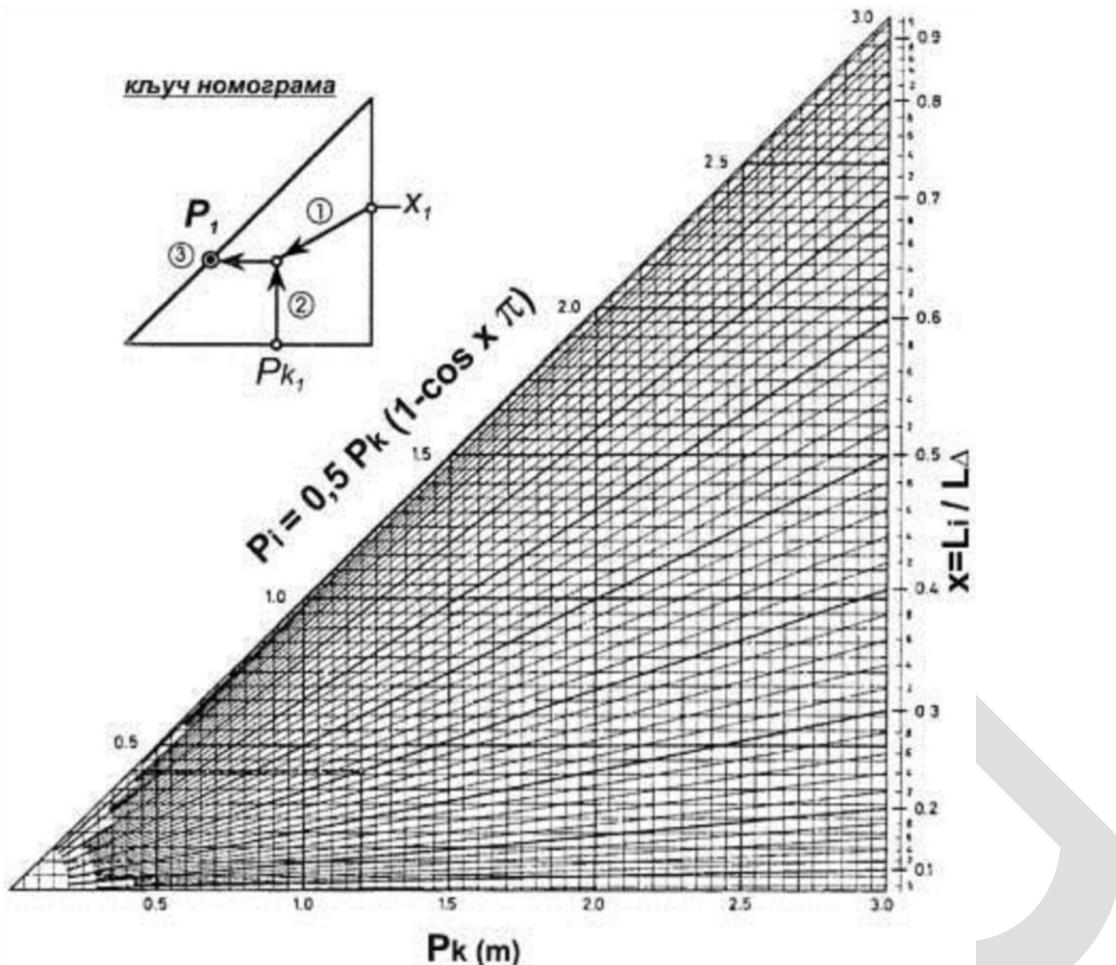
Proširenje se izvodi sa unutrašnje strane krivine. Pri tome se zahteva da se održi kontinuitet ivične linije puta. Da bi se to ostvarilo, minimalna dužina kružnog luka mora biti veća od 15,00 m, a minimalna dužina prelaznice takođe mora biti veća od 15,00 m. Ako nisu ispunjeni ti geometrijski uslovi, oblikovanje ivičnih linija se mora vršiti primenom krive tragova.

Raspodela proširenja se vrši kao što je to prikazano na slici 6-10 ovog priloga.



Slika 6-10: Šematski prikaz raspodela proširenja u prostoj putnoj krivini.

Vrednosti proširenja na proizvoljnom mestu područja proširenja određuju se na osnovu nomograma prikazanog na slici 6-11 ovog priloga.



Slika 6-11: Nomogram za određivanje raspodele proširenja na prelaznoj krivini.

7. PROJEKTNI ELEMENTI PODUŽNOG PROFILA

7.1. Nagibi nivelete

Sa stanovišta bezbednosti saobraćaja, eksploatacionih efekata, ekoloških posledica i kvaliteta saobraćajnog toka, treba da imaju što je moguće manje vrednosti podužnih nagiba, odnosno nagiba niveleta.

7.1.1. Minimalni nagib niveleta, min iN (%)

Minimalni nagib niveleta određuje se iz uslova odvodnjavanja, pri čemu se put može projektovati i sa horizontalnom niveletom (min iN = 0 %) ako se površinske vode mogu efikasno odvoditi poprečnim nagibom kolovoza. Ako se putna ploča nalazi u useku, a odvodnjavanje se rešava podužnim vodenjem vode rigolama ili kanalima, tada se zahteva da je min iN ≥ 0,8 (1,0) %, koji objedinjuje uslove vitoperenja kolovoza i minimalne hidrološke uslove oticanja, odnosno treba biti ispunjen uslov:

iN - irv \geq min ihid gde je:

iN (%) - nagib niveleta; irv (%) - nagib rampe

vitoperenja;

min ihid (%) - minimalni hidraulički pad za oticanje voda u funkciji primjenjenog tipa rigola ili kanala (betonski, kameni, zatravnjen i dr.).

Kada nije moguće postići uslove za navedene minimalne vrednosti, neophodno je primeniti posebne sisteme vitoperenja i obrade površine kolovoza (primena tzv. krovastog (dijagonalnog) vitoperenja i/ili primena specifičnih kolovoznih konstrukcija, npr. „porozni asfalt“).

Ugrožena područja puta sa stanovišta oticanja površinskih voda s kolovoza treba posebno analizirati primenom tzv. nivelacionih planova kolovozne površine sa ekvidistancom izohipsi 2-5 cm. i detaljnijom analizom oticanja površinskih voda primenom tzv. dijagrama rezultujućih nagiba (poglavlje 8. ovog priloga).

Minimalni nagib niveleta na mostovima i u tunelima iznosi 0,5 %.

7.1.2. Maksimalni nagib niveleta, max iN (%)

Maksimalna vrednost nagiba niveleta za vangradske puteve zavisi od kategorija terena i puta (tabela 7-01 ovog priloga).

U primeni max iN bitan faktor je dužina na kojoj postoji taj nagib, a uticaj koji taj nagib ima na protočnost, bezbednost vožnje, ekološke posledice i investiciona ulaganja mora se posebno utvrditi kako sa stanovišta oblikovanja elemenata projektne geometrije, tako i sa stanovišta vrednovanja varijantnih rešenja.

Tabeli 7-01: Maksimalne vrednosti nagiba nivelete.

Vr (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
max iN (%)	10(12)*	9(10)	8(9)	7(8)	6(7)	5,5(6)	5	4,5	4	4

*) u izuzetni slučajevima.

Na području površinskih raskrsnica ograničava se primena maksimalnih podužnih nagiba na 4 % iz projektnih i saobraćajno-tehničkih razloga.

Na tunelskim deonicama preporučuje se primena podužnih nagiba ne većih od 2,5 %, a kao apsolutni maksimum može se primeniti podužni nagib $\max iN \leq 4\%$.

7.2. Vertikalne krivine

Vertikalni prelomi se zaobljavaju kružnim lukom radijusa R_v . Oblik funkcije zaobljenja je kvadratna parabola koja sa dovoljno tačnosti aproksimira krug i koja je data izrazom:

$$y = x^2/2R_v \text{ gde je:}$$

y (m) - ordinata kvadratne parabole; x (m) -

apscisa kvadratne parabole;

$R_v(m)$ - oskulatorički krug kvadratne parabole (radijus zaobljenja vertikalne krivine).

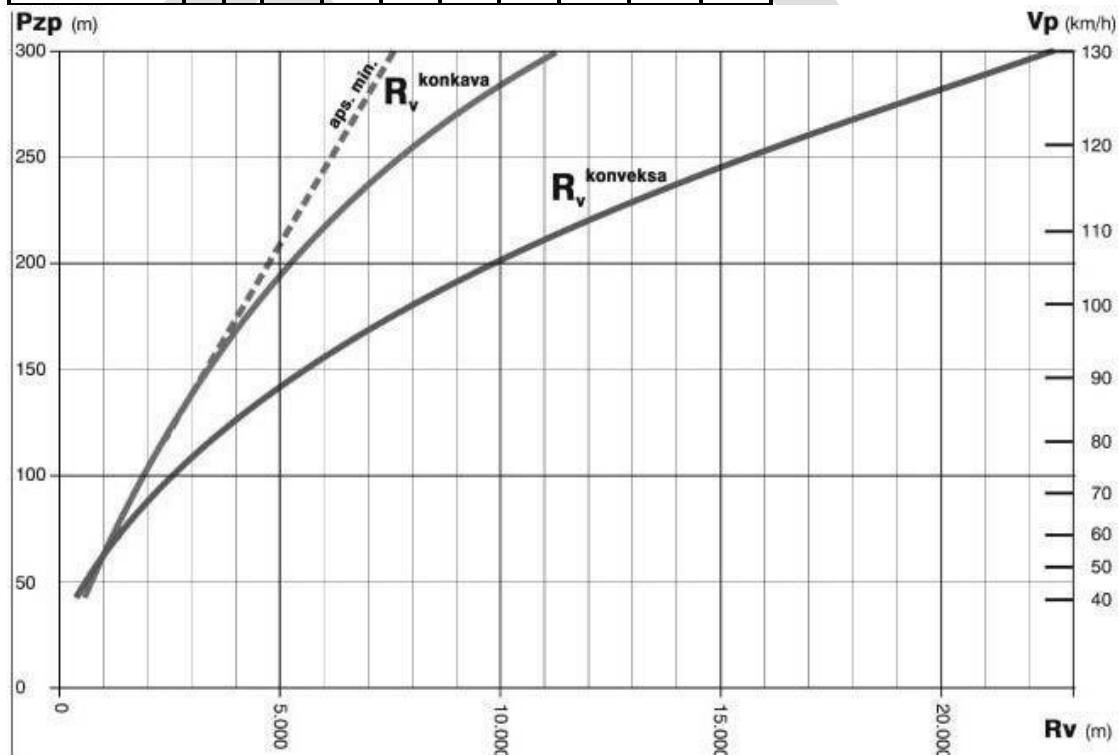
7.2.1. Minimalne vrednosti radijusa zaobljenja

Minimalne vrednosti konveksnih i konkavnih vertikalnih krivina određene su u skladu sa obezbeđenjem zaustavne preglednosti za dnevnu i noćnu vožnju.

U tabeli 7-02 ovog priloga date su minimalne vrednosti radijusa vertikalnih krivina za konveksna i konkavna zaobljenja u funkciji računske brzine, dok je na slici 7-01 ovog priloga prikazana zavisnost radijusa vertikalnih krivina od zaustavne/zahtevane preglednosti i brzine vožnje.

Tabeli 7-02: Minimalne vrednosti radijusa vertikalnih krivina.

Vr (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
min R_v konk. (m) min	550	900	1.250	1.800	2.500	3.250	4.250	5.750	8.250	11.250
R_v konk. (m)	400	800	1.250	2.000	3.500	5.500	8.000	11.500	16.500	22.500



Slika 7-01: Radjusi vertikalnih krivina (konveksnih i konkavnih).

7.2.2. Maksimalne vrednosti radijusa vertikalnih krivina

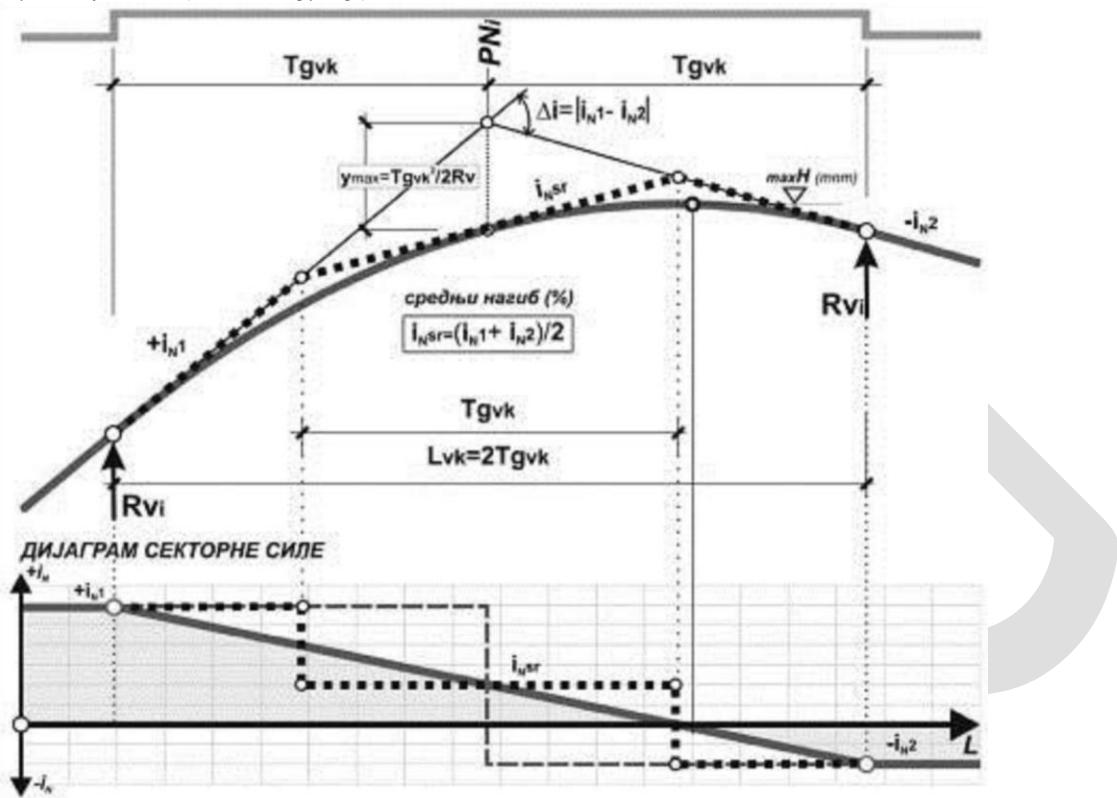
U primeni maksimalnih vrednosti radijusa vertikalnih krivina praktično ne postoji ograničenje, ali se mora voditi računa o odnosu susednih radijusa vertikalnih krivina (konkavnih i konveksnih) i usklađenosti dužina vertikalnih krivina. U pogledu uslova geometrijske kompatibilnosti oblika mogu se primeniti veličine radijusa koje kao granični slučaj imaju zajedničku tačku dodira dveju vertikalnih krivina iste ili suprotne zakrivljenosti.

Preporučuje se da se primenjuju dužine vertikalnih krivina (Lvk) ne manje od dvostrukе vrednosti projektne brzine (Vp), odnosno:

$$Lvk \text{ (m)} \geq 2 Vp \text{ (km/h)}$$

7.2.3. Aproksimacija vertikalne krivine

Za geometrijske i vozno dinamičke analize trasa puteva, kao i za analize preglednosti može se aproksimirati vertikalna krivina srednjom vrednošću nagiba preloma koji vlada na polovini njene dužine (slika 7-02 ovog priloga).



Slika 7-02: Aproksimacija vertikalne krivine.

8. PROJEKTNI ELEMENTI POPREČNOG PROFILA

8.1. Dimenzionisanje poprečnog nagiba kolovoza

Radi efikasnijeg savlađivanja centrifugalne sile, poboljšanja optičkog vođenja i efikasnijeg odvodnjavanja površinskih voda, kolovoz se u horizontalnim krivinama gradi sa uvećanim poprečnim nagibom. Veličina i smer tog nagiba zavise od primenjenog radijusa i širine puta, odnosno merodavnih vozno dinamičkih parametara. Poprečni nagib kolovoza je orijentisan prema središtu krivine i izvodi se u jednostranom padu. Poprečni nagib na pravcu je u jednoličnom nagibu i njegova vrednost odgovara minimalnim uslovima uspešnog odvođenja površinskih voda s kolovoza.

8.1.1. Granične vrednosti poprečnog nagiba kolovoza (ip - pravac, ipk - krivina)

Minimalni poprečni nagib (min ip, odnosno min ipk) iznosi 2,5 % u pravcu i u krivini čiji je radijus jednak ili veći od graničnog, odnosno u krivini s negativnim nagibom (tzv. kontra nagibom).

Maksimalni poprečni nagib (max ipk) iznosi 7 %. Izuzetno, vrednost poprečnog nagiba kolovoza u krivinama može se povećati na 8 % u projektima rehabilitacije puteva, posebno rehabilitacije autoputeva, kada bi ekonomski bila neprihvatljiva promena radijusa krivina minimalnog radijusa (npr. izvedeno stanje Rmin = 750 m za Vr = 120 km/h prema ranije važećim propisima, odnosno, Vr = 130 km/h, Rmin = 800 m, prema ovim propisima).

Na serpentinskim okretnicama primenjuje se maksimalna vrednost poprečnog nagiba 9 %. Pri tom se ograničava vrednost rezultujućeg nagiba kolovoza na 10 %, tj. $i_{rez} \leq 10\%$, što znači da je maksimalna vrednost podužnog nagiba u području okretnice $i_N \leq 4,5\%$.

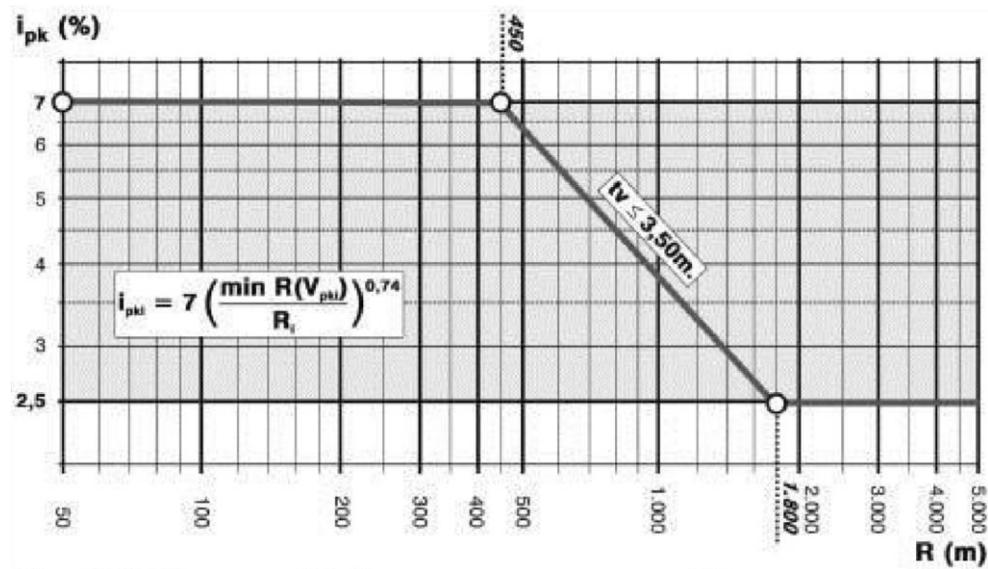
8.1.2. Poprečni nagib kolovoza u krivinama

Poprečni nagib kolovoza u krivinama različitih radijusa i različitih klasa puteva određuje se na osnovu dijagrama datih na slikama 801 i 8-02 ovog priloga. Vrednost poprečnog nagiba zaokružuje se na većih 0,5 %. Po definiciji maksimalna vrednost poprečnog nagiba primenjuje se u krivinama minimalnog radijusa maxipk = 7%. Ako se u kružnoj krivini smanjuje projektna brzina pod uticajem podužnog nagiba, tada se vrednost poprečnog nagiba određuje na osnovu izraza:

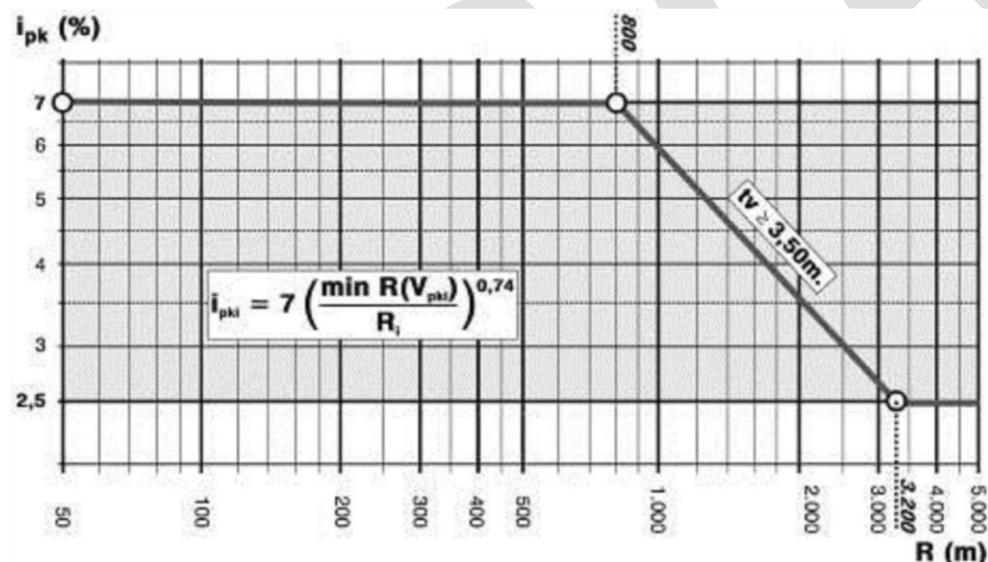
$$ipki = 7(\min R(Vpki) / Ri)0,74 (\%), \text{ gde je:}$$

ipki - poprečni nagib kolovoza u i-toj krivini (%); minR(V_{pk}) - minimalni radius horizontalne krivine u funkciji rezultujuće vrednosti projektnе brzine u i-

toj krivini (m); R_i - radius i-te krivine (m).



Slika 8-01: Nomogram za određivanje veličine poprečnog nagiba kolovoza u krivinama (dvotračni putevi i višetračni putevi).



Slika 8-02: Nomogram za određivanje veličine poprečnog nagiba kolovoza u krivinama (autoputevi).

U krivinama određenih radiusa (tabela 8-01 ovog priloga), moguća je primena negativnog poprečnog nagiba, tzv. kontranagiba (ipk = - 2,5 %), ako se takvim rešenjem bitno utiče na smanjenje investicionih ulaganja.

Tabela 8-01: Poluprečnici krivina (R') sa negativnim poprečnim nagibom (ipk=-2,5%).

V _r (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
(m)	-	-	-	-	2.500	2.500	3.000	4.000	4.500	5.000

Poprečni nagib ostalih kolovoznih traka (ivične trake, zaustavne trake i sl.) prate osnovni poprečni nagib voznih traka, dok od toga može odstupiti jedino u nivacionom uklapanju izlivnih, odnosno ulivnih traka ako se pojave tzv. grbine kada se oštRNA preloma (Δi) ograničava na 5 %.

8.2. Vitoperenje kolovoza

Vitoperenje kolovozne ploče radi postizanja potrebnog poprečnog nagiba vrši se oko osovine kolovoza ili oko jedne kolovozne ivice na prelaznoj krivini ako se na početku kružne krivine postigne potreban poprečni nagib (ipk).

8.2.1. Vitoperenje oko osovine kolovoza

Vitoperenje oko osovine kolovoza se primenjuje na svim dvosmernim putevima i autoputevima sa samostalno vođenim kolovozima.

8.2.2. Vitoperenje oko ivice kolovoza

Vitoperenje oko ivice kolovoza se primenjuje uglavnom na jednosmernim kolovozima u sklopu denivelisanih raskrsnica i na autoputevima koji su projektovani s minimalnom širinom srednje razdelne trake ($R_t = 4,00\text{-}1,50$ m). U prvom slučaju vitoperenje se obavlja oko unutrašnje ivice kolovoza u krivini, dok se u drugom slučaju (tj. na autoputevima) vitoperenje obavlja oko kolovozne ivice uz razdelnu traku (leva ivica kolovoza), čime se postiže standardno nivaciono rešenje srednje razdelne trake, što ima i tehničke i estetske prednosti u odnosu na drugačiji tretman.

8.2.3. Granične vrednosti rampe vitoperenja

Nagib rampe vitoperenja (irv) jeste razlika podužnog nagiba ivice vitoperenja i osovine oko koje se vrši vitoperenje. Određuje se na osnovu izraza:

$$irv = b \cdot (ipk - ip) / Lrv (\%) \text{ gde je:}$$

irv - nagib rampe vitoperenja (%); b - odstojanje ivice kolovoza od osovine

vitoperenja (m); ipk - poprečni nagib kolovoza na kraju područja vitoperenja (%); ip -

poprečni nagib kolovoza na početku područja vitoperenja (%);

Lrv - rampa vitoperenja (m).

Vrednosti maksimalnog nagiba rampe vitoperenja date su u tabeli tabeli 8-02 ovog priloga.

U svim prelomima rampi vitoperenja oštirine veće od 1 % zaobljavaju se ivice kolovoza radijusom zaobljenja koji je definisan sledećim izrazom:

$$Rv \geq 2 \cdot 15 / irv \text{ (m)}.$$

Tabela 8-02: Maksimalne vrednosti nagiba rampe vitoperenja.

Vr (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
max irv (%)	1,5	1,0	0,9							

Najmanje dopuštene vrednosti nagiba rampe vitoperenja su:

za vitoperenje oko osovine kolovoza: min irv = 0,2 % za vitoperenje oko

ivice kolovoza: min irv = 0,4 %

Vrednost kritičnog poprečnog nagiba utvrđuje se na: krit ip = 2,5 %, odnosno min.krit ip = 1,5% i ove vrednosti su merodavne kod dvostepenog vitoperenja u zoni infleksije.

Ako su vrednosti rezultujućeg nagiba kolovozne površine (najčešće u zonama infleksije) manje od vrednosti kritičnog nagiba oticanja površinskih voda, mogu se primeniti i specijalne forme vitoperenja formiranjem krovastog profila u ugroženoj zoni na dužini koja je definisana u tabeli tabeli 8-03 ovog priloga.

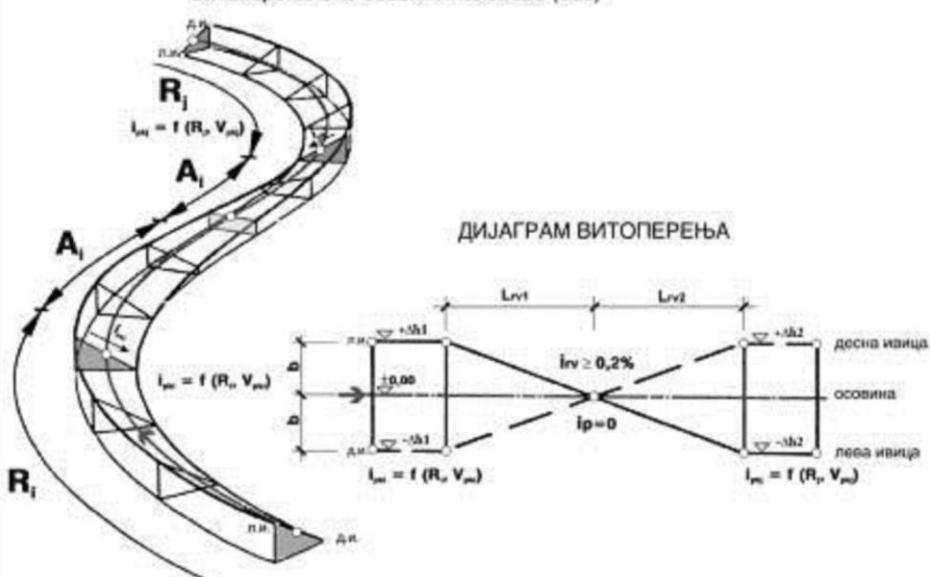
Tabela 8-03: Minimalne dužine „krovastog (dijagonalnog) vitoperenja”.

Vp (km/h) Lk (m)	60	70	80	90	100	110	120	130
	40	50	60	70(80*)	100	125	135	150

*) važi za višetračne puteve.

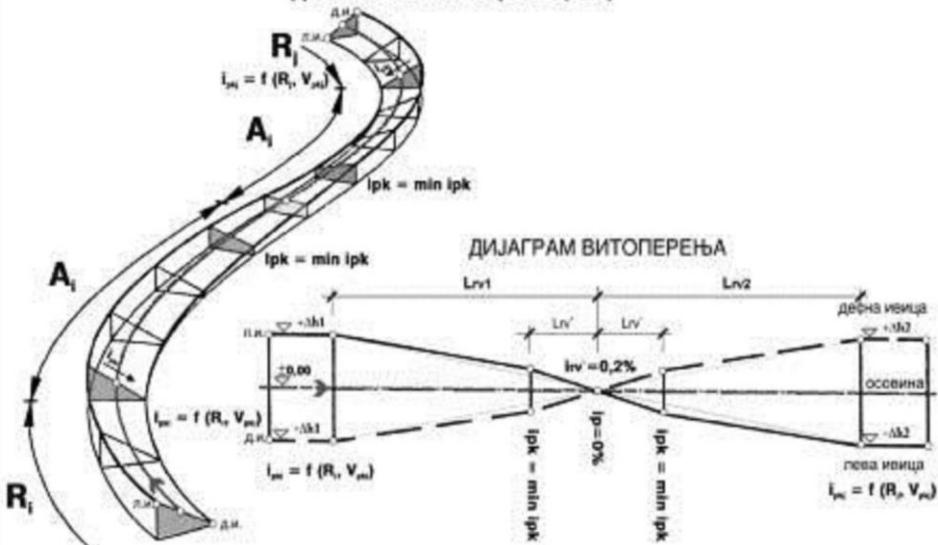
Osnovne šeme vitoperenja prikazane su na slikama 8-03, 8-04, 8-05 i 8-06 ovog priloga. Na slici 8-07 ovog priloga prikazani su načini vitoperenja posteljice (planuma) puta. Dijagram rezultujućeg nagiba odvodnjavanja prikazan je na slici 8-08 ovog priloga.

ВИТОПЕРЕЊЕ КОЛОВОЗА * случај 1*
витоперење око осовине коловоза (воо)



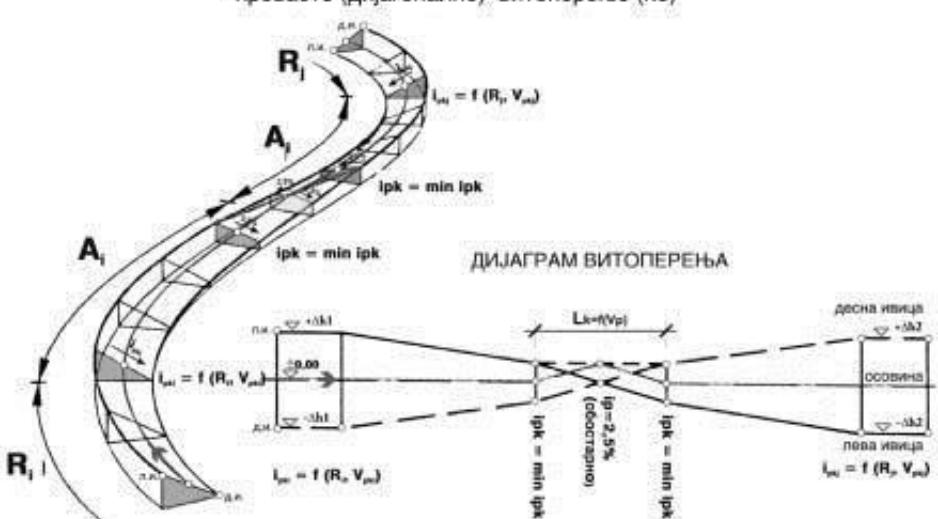
Slika 8-03: Kontinualna promena poprečnog profila.

ВИТОПЕРЕЊЕ КОЛОВОЗА * случај 2*
двестепено витоперење (воо)

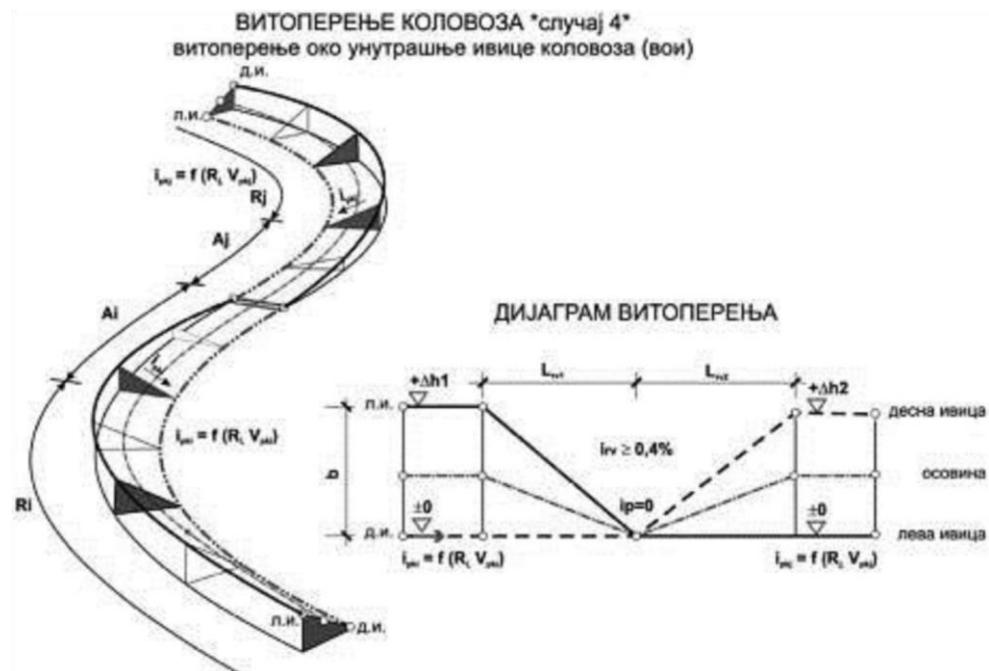


Slika 8-04: Dvostepena promena poprečnog profila.

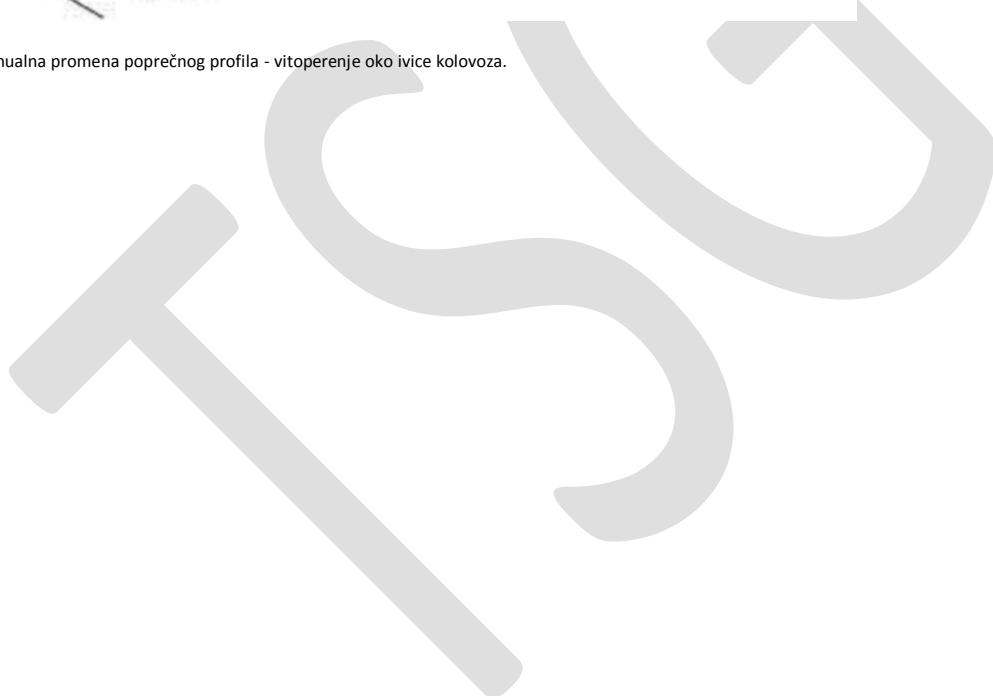
ВИТОПЕРЕЊЕ КОЛОВОЗА * случај 3*
кровасто (дијагонално) витоперење (ко)



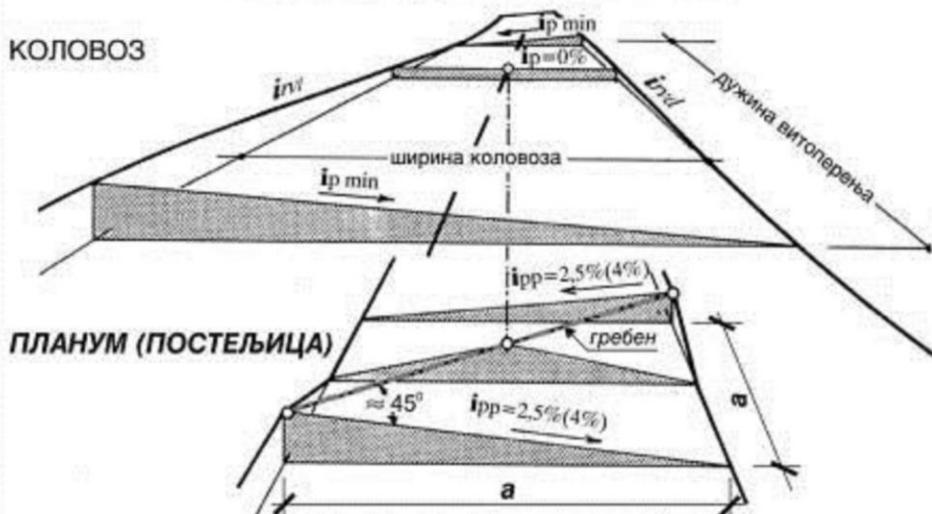
Slika 8-05: Dvostepena promena poprečnog profila sa krovastim (dijagonalnim) vitoperenjem.



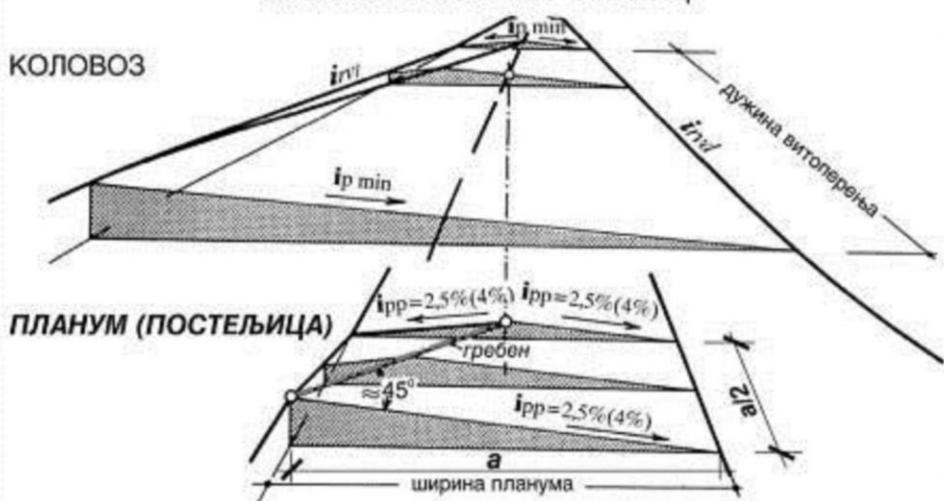
Slika 8-06: Kontinualna promena poprečnog profila - vitoperenje oko ivice kolovoza.



ПРОМЕНА ПОПРЕЧНОГ НАГИБА КОЛОВОЗА И ПОСТЕЛЬЦЕ
"S" КРИВА - ПОДРУЧЈЕ ИНФЛЕКСИЈЕ

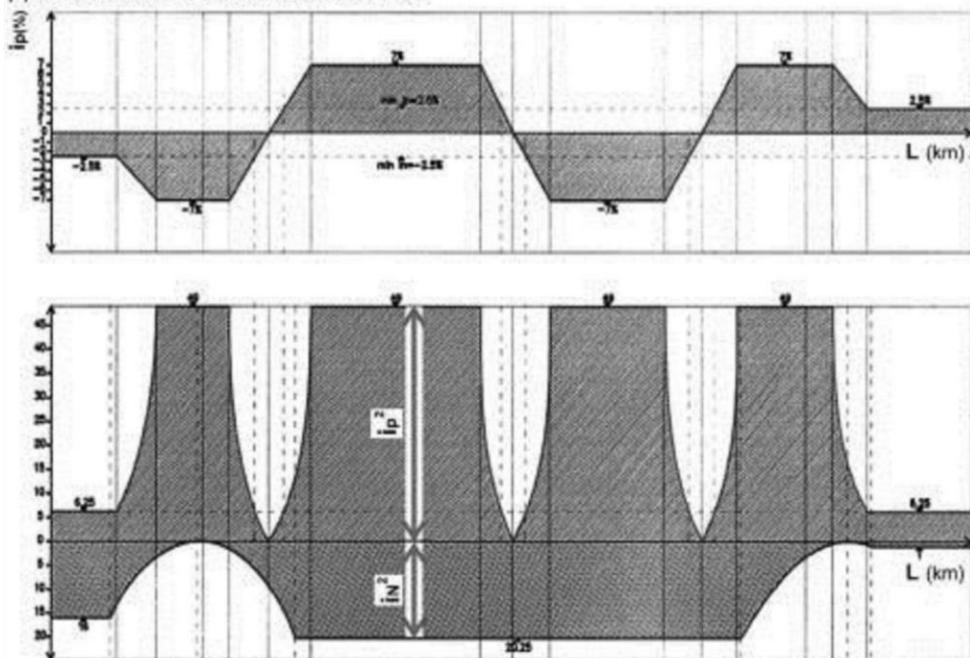


ПРОМЕНА ПОПРЕЧНОГ НАГИБА КОЛОВОЗА И ПОСТЕЛЬЦЕ
ПРЕЛАЗНА КРИВИНА - ПРАВАЦ

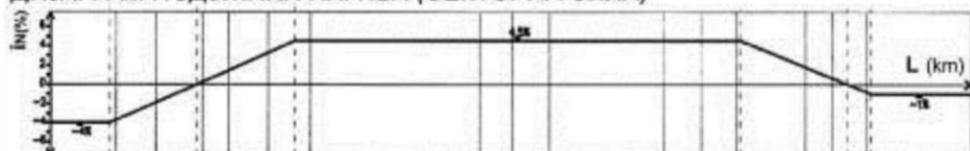


Slika 8-07: Vitoperenje planuma (posteljice) puta.

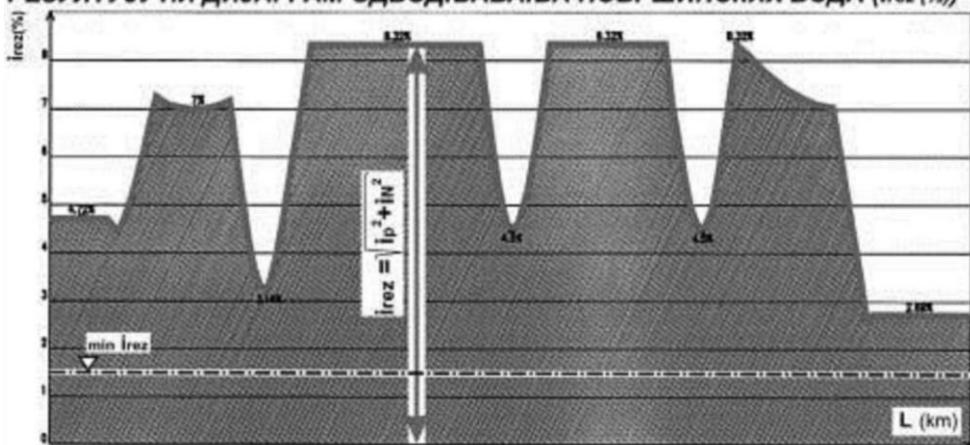
ДИЈАГРАМ ПОПРЕЧНИХ НАГИБА



ДИЈАГРАМ ПОДУЖНИХ НАГИБА (СЕКТОРНА СИЛА)



РЕЗУЛТУЈУЋИ ДИЈАГРАМ ОДВОДЊАВАЊА ПОВРШИНСКИХ ВОДА (i_{rez} (%))



Slika 8-08: Dijagram rezultujućeg nagiba odvodnjavanja.

9. ПРОСТОРНО ТРАСИРАЊЕ

9.1. Геометријско обликовање

Геометријско обликовање је складно компоновање пројектних елемената са циљем стварања просторне слике пута која оставља визуелно позитивне утиске и вођачима улива осећај сигурности.

У визу слободне погледности $P_s = 6 V_p$ у видном пољу вођача једновремено се може наћи више геометријских облика који zajedно окртавају просторни ток трасе, па је неophodno у трасирању водити рачуна и о оптичким својствима сваког пројектног облика и о геометријским комбинацијама из којих се ствара целовита просторна слика.

Потребно је да буду усклађени геометријски елементи трасе пута у ситуационом плану и подужном профилу, како у pojedinačnim пројекцијама, тако и združeno u prostoru. Основно правило просторног трасирања везује се за континуитет попреčног профил, ситуационог плана и подужног профил.

9.1.1. Попреčни профил

Промене у попреčном профилу треба да буду постепене. У том погледу правач nije pogodan zbog mogućnosti стварања погрешних утисака о ширини коловоza. Све промене попреčног профила треба реализовати у кривинама. Изузетак од овог правила је деоница почетка трасе за спору вођњу коју треба предвидети на правцу или у зони инфлексије zbog повољнијих услова погледности.

9.1.2. Situacioni plan

Veličina i međusobni odnos primjenjenih elemenata bitno utiču na oblikovne kvalitete trase puta.

Sa optičkog aspekta pravac je geometrijski oblik u kojem je najizrazitiji fenomen nedogleda, gde se stvara iluzija o odnosu veličina odstojanje, što za posledicu može imati pogrešnu procenu i neodgovarajuću reakciju vozača uz nepovoljan psihološki efekat monotonije usled fiksne vizure. Stoga je primena pravca opravdana samo u slučajevima definisanim u tački 6.1. ovog priloga, u kom su date i granice primene tog elemenata.

Kružni luk, za razliku od pravca, ima likovne kvalitete koji se mogu uspešno realizovati ako su ispunjeni uslovi definisani u tački 6.2. ovog priloga, koji se pre svega odnose na njegovu dužinu. Primljena dužina kružnog luka je:

$$1,4 V_p \leq L_k \leq 6 V_p, \text{ gde je: } V_p \text{ u } (\text{km}/\text{h}), \text{ a } L_k \text{ u } (\text{m}).$$

Klotoidea kao ravnopravan elemenat u trasiranju stvara najpovoljnije optičke efekte, pa ta njena osobina nadmašuje usko shvaćen vozno dinamički smisao tzv. prelazne krivine. Zato se u izboru i primeni odgovarajućeg parametra klotoide mora polaziti ne sa gledišta minimalnih konstruktivnih potreba, već znatno šire - sa gledišta putne estetike. U tom pogledu najpovoljnija likovna rešenja postižu se pri odnosu:

$$L_p : L_k : L_p = 1 : 1 : 1, \text{ pri } R/3 \leq A \leq R$$

Istosmerne krivine s kratkim međupravcem stvaraju utisak poligonalne osovine puta, pa ih treba zameniti primenom jedne krivine većeg radijusa ili složenom „jajastom krivom” sa pomoćnim krugom izvan priključnih krivina.

Neopravdana je primena krivine suprotne zakrivljenosti s kratkim međupravcem. Ispravno rešenje je kontinualna „S” - krivina istog ili eventualno različitog parametra klotoide.

Primena neusaglašenih radijusa horizontalnih krivina izaziva pored dinamičke i optičke nehomogenost, pa se u svakom slučaju treba pridržavati uslova definisanih u tački 6.2. ovog priloga.

Osnovni prostorni oblici u trasiranju prikazani su na slici 9-01 ovog priloga.

9.1.3. Podužni profil

Nagibi niveleta su praktično neuočljivi ako su vrednosti manje od $iN \leq 3\%$. Nagibi niveleta $iN \geq 4\%$ mogu da deluju veoma neprijatno ako se eksponiraju dugom pravcu zbog tzv. efekta zida, pa se u tim slučajevima optičko poboljšanje postiže vijuganjem trase.

Vertikalne krivine deluju optički povoljno samo ako imaju odgovarajuću dužinu. Kao najbolja mera optičke udobnosti uzima se dužina vertikalne krivine u granicama izoštrenje vizure pregleđnosti:

$$L_{vk} = P_i = 3 V_p, \text{ a kao poželjni minimum: } L_{vk} = 2 V_p.$$

U likovnom pogledu konkavna vertikalna krivina je osetljiviji elemenat od krivine konveksnog tipa, pa se u njenom dijelovanju mora polaziti sa stanovišta sagledljivosti kao što je navedeno.

Kada se niveleta puta striktno povija po terenu, može se dogoditi „gubitak trase” u vidnom polju, pa je u tom slučaju zadovoljavajuće rešenje samo ukupnjavanje poteza niveleta.

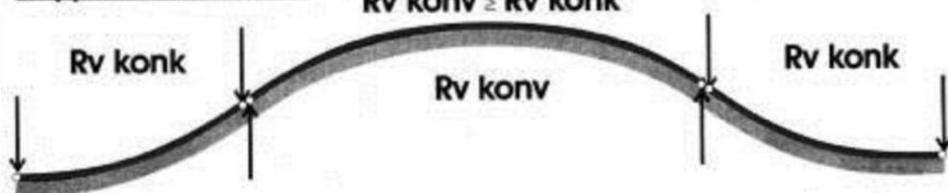
U brdovitim i planinskim terenima konveksne vertikalne krivine su generalno većeg radijusa od konkavnih vertikalnih krivina, dok je u ravničarskim terenima obrnuta situacija (slika 9-02 ovog priloga).

ситациони план	подужни профил	просторни ток трасе

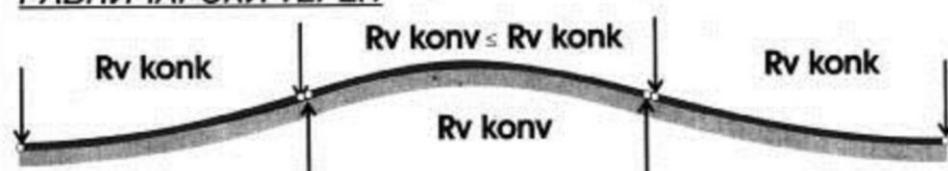
Slika 9-01: Основни просторни елементи трасе пута.

БРДОВИТИ ТЕРЕН

$$Rv \text{ konv} \geq Rv \text{ konk}$$



РАВНИЧАРСКИ ТЕРЕН



Slika 9-02: Odnosi konkavnih i konveksnih zaobljenja.

9.1.4. Prostorno trasiranje

Na trasama koje se u situacionom planu vode kontinualnim krivinskim oblicima jedino ispravno mesto za prelom nivelete je u sredишtu kružne krivine, čime se postižu povoljni optički i konstruktivni efekti (slika 9-03 ovog priloga).

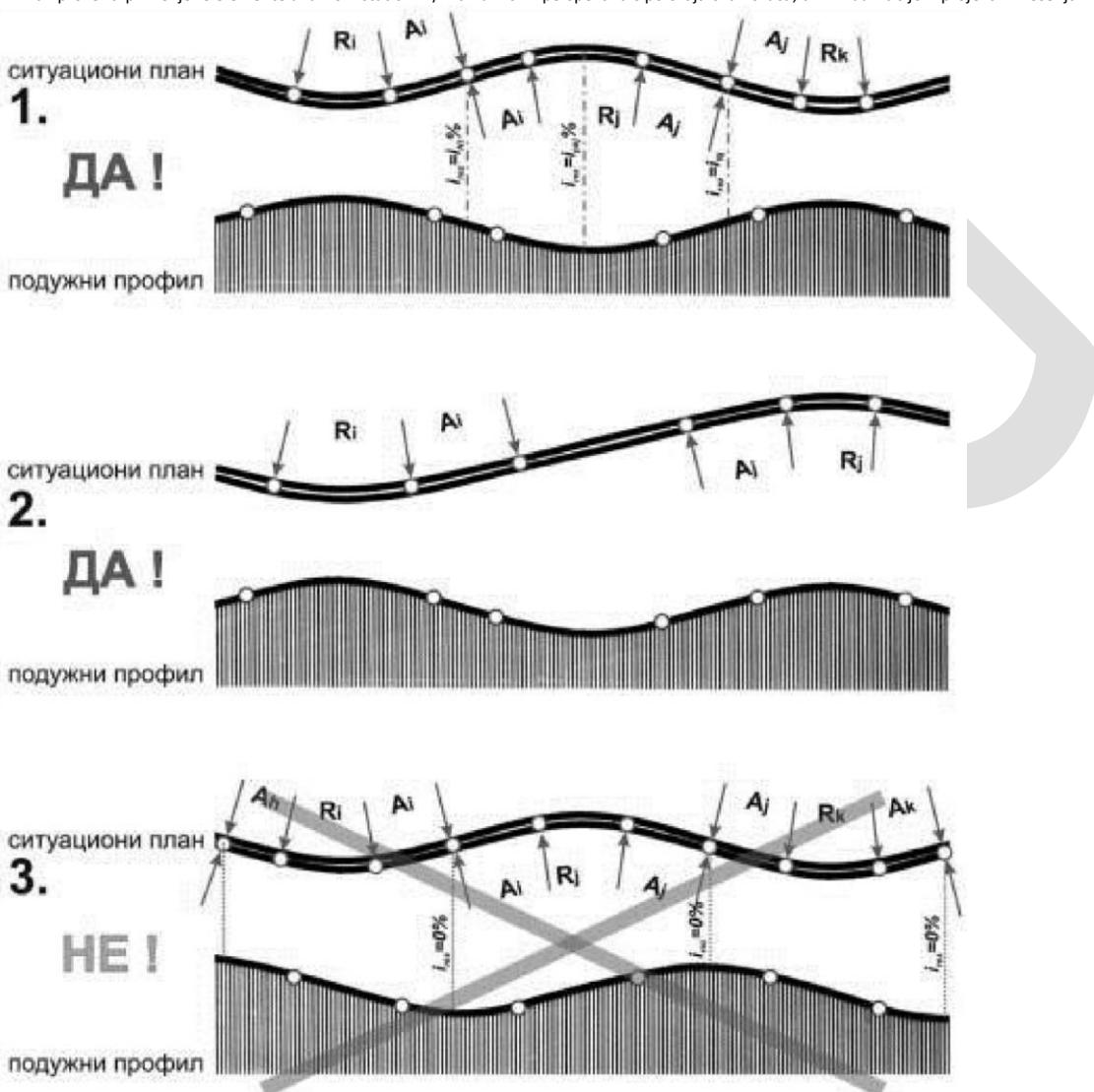
Povoljan prostorni tok trase postiže se ako je odnos radijusa vertikalnih (R_v) i horizontalnih (R_h) krivina:

Rvert. $\sim 8-10$ Rhoriz.

U tom slučaju, uz poklapanje vertikalnog preloma sa sredinom horizontalne krivine, može se govoriti o formiraju tzv. jednoravanske krivine koja ima najpovoljnija svojstva prostorne preglednosti.

Prelomi nivelete u pravcu zahtevaju brižljivo preispitivanje s gledišta uticaja na sagledljivost horizontalnih krivina. To posebno važi za konveksne prelome koji mogu potpuno da sakriju zakrivljenost trase. Stoga kraj zaobljenja vertikalne krivine i početak horizontalne krivine moraju da budu na odstojanju $\geq 2 V_p$ (m).

Najveći optički promašaji nastaju zbog usitnjenog ritma nivelete i neadekvatnih dužina vertikalnih krivina. Zbog toga je nužno uskladiti dužine horizontalnih i vertikalnih krivina i proveriti primenjene elemente analizom statičkih i/ili dinamičkih perspektiva s položajem oka vozača, tzv. vizualizacijom projektnih rešenja.



Slika 9-03: Prostorno usklađenje putnih projekcija:

1. najbolje rešenje (poklapanje horizontalnih i vertikalnih radijusa);

2. zadovoljavajuće rešenje (irez $\geq i_{krit}$); 3.

nezadovoljavajuće rešenje (irez = 0).

9.2.1. Pejzažno oblikovanje

Za uspešno uklapanje puta u pejzaž potrebno je da budu preduzete dve vrste mera: geometrijsko oblikovanje konturnih linija putnog pojasa i oplemenjivanje putnog pojasa zelenilom u skladu s prirodnom sredinom i zahtevima optike puta.

Pored značajnog udela u stabilnosti putne konstrukcije, kosine imaju značajnu ulogu u likovnom uklapanju trupa puta u teren, a takođe i u poboljšanju vizuelnih utisaka mesta vozača, o čemu je izlagano u tački 5.1. ovog priloga.

Zelenilo je posebno značajan elemenat oblikovanja putnog pojasa kojim se postiže fizička i likovna ravnoteža prirodne sredine poremećene nasilnim zahvatima u terenu, stvaraju vizuelne dominante koje ocrtavaju prostorni tok puta i direktno utiču na percepciju vozača, smanjuju uticaj zavejanja i zasenjivanja farovima, ublažavaju dejstva vetra i smanjuju uticaj aero zagađenja.

Merama pejzažnog oblikovanja ne sme se ugroziti bezbednost vožnje, odnosno zahtevi preglednosti (zahtevana Pzp, preticajna Pp) moraju biti u potpunosti ispunjeni.

9.2.2. Oblikovanje putnih objekata

Inženjerske konstrukcije koje se primenjuju na putevima pored svoje primarne uloge (stabilnosti i funkcionalnosti) imaju i izraženu likovnu dimenziju koja ravnopravno učestvuje u formirajući prostorne slike puta.

Potporni zidovi mogu se približiti prirodi, okolini puta, ako imaju kontinualnu liniju, ako su umerene visine i ako su im vidne površine brižljivo obrađene. U kombinaciji sa zelenilom mogu biti iskorišćeni za optičko vođenje trase.

Za mostove postoji više mogućnosti oblikovanja, a da bi se u potpunosti iskoristile, treba da budu ispunjena dva uslova: a) most treba da bude podređen toku

trase u svim projekcijama;

b) most mora da poseduje unutrašnju harmoniju konstruktivnih oblika.

Nadvožnjake treba raditi s maksimalnim mogućim svetlim otvorom, a mostove na trasi treba ukomponovati u krivinske oblike koji omogućavaju punu sagledljivost.

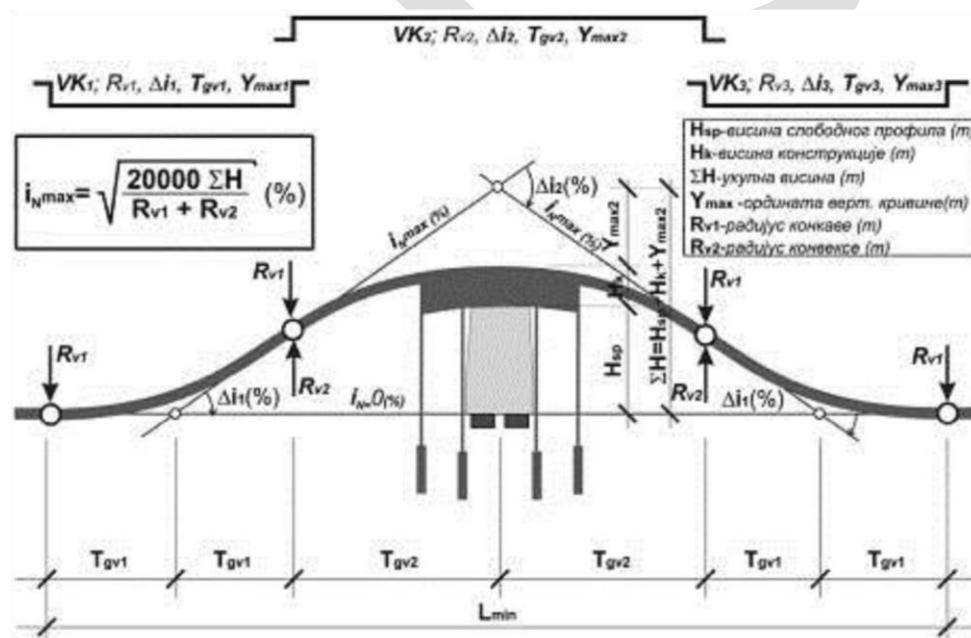
U pogledu oštine preloma nivelete, a u cilju minimizacije konstrukcije mosta i navoza, važe sledeći principi:

1) Kad autoput prelazi preko suvozemnih komunikacija, oština preloma (konveksne) ne treba da bude veća od $\Delta i \leq 4,5\%$, uz poštovanje uslova o odnosu konkavnog i konveksnog zaobljenja utvrđenog sanog u tački 7.1.2. i 9.1.3. ovog priloga.

Na prelascima ostalih kategorija puteva (višetračni ili dvotračni) preko suvozemnih komunikacija maksimalni nagib navoza se ograničava na 3% (oština preloma 6%), izuzeto 4% (oština preloma 8%) uz poštovanje stavova o odnosu susednih radijusa konveksne i konkavne (tačka 9.1.3. ovog priloga). Geometrijski uslovi za proračun maksimalnog nagiba uz minimizaciju ukupne dužine prikazani su na slici 9-04 ovog priloga.

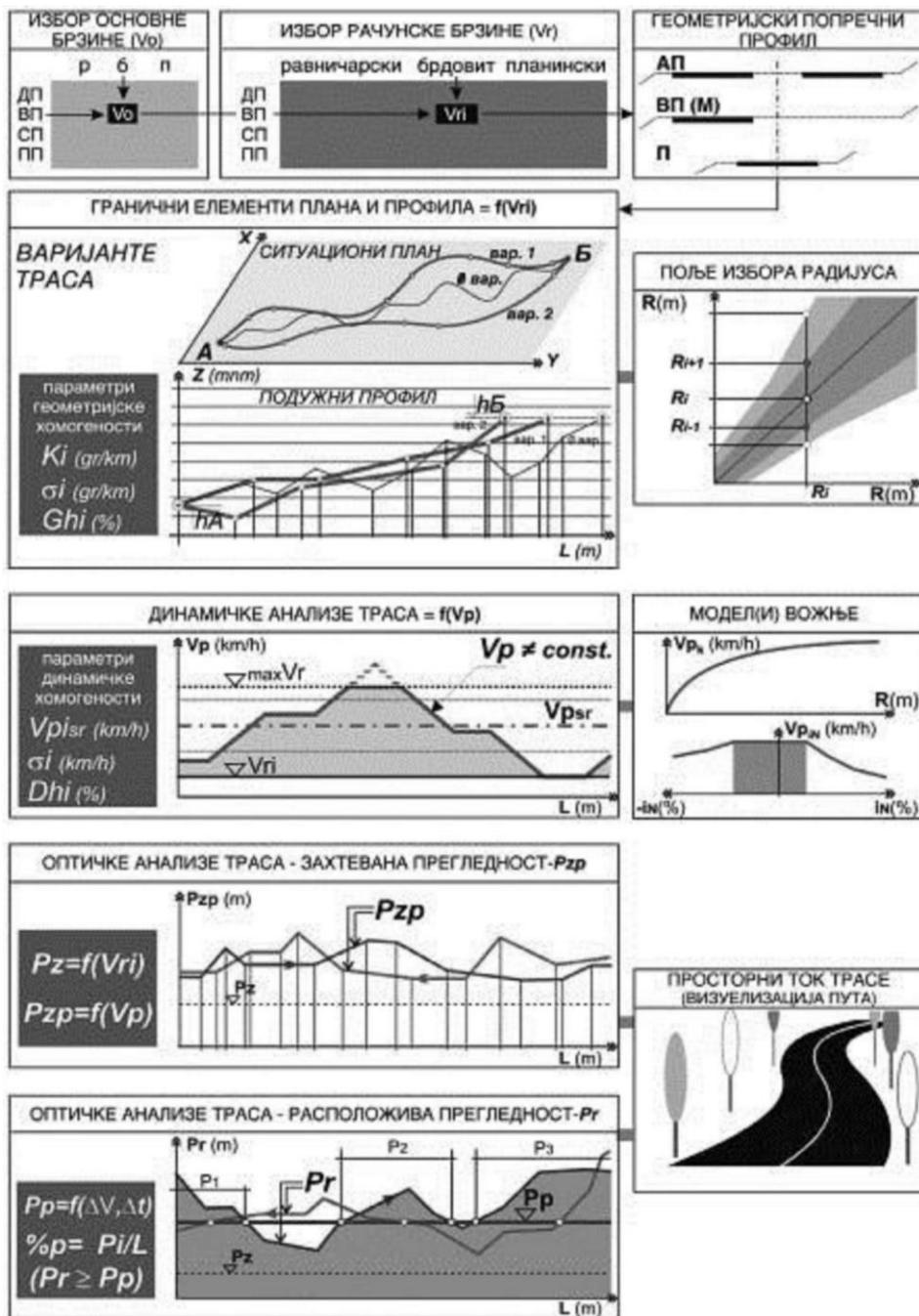
Oblikovanje tunelskih portalata treba usaglasiti sa okolnim terenom i prilagoditi portalnu konstrukciju funkcionalnim i estetskim principima da bi ostavila što je moguće povoljniji utisak na vozača. Treba težiti jednostavnim rešenjima uz primenu lakih i transparentnih konstrukcija, čije detalje treba veoma brižljivo projektovati.

Posebna pažnja mora se posvetiti i saobraćajnoj i građevinskoj opremi, kao što su: markacija kolovoza, zaštitne i sigurnosne ograde, smerokazi, vertikalna signalizacija, putna signalizacija i sl. Ta oprema ima ulogu optičkog vođenja i izuzetno je značajna sa stanovišta bezbednosti vožnje, pa se primena navedenih elemenata mora veoma brižljivo analizirati.



Slika 9-04: Geometrijsko određivanje minimalnih dužina navoza (max iN) kada put prelazi preko suvozemnih komunikacija.

9.3. Sintezni prikaz procesa projektovanja puteva



Slika 9-05: Sintezni prikaz procesa projektovanja vangradskih puteva.

10. ГРАНИЧНЕ ВРЕДНОСТИ ПРОЈЕКТНИХ ЕЛЕМЕНТА

ГРАНИЧНИ ЕЛЕМЕНТИ ПЛАНА И ПРОФИЛА ПУТА		Рачунска брзина деонице V_{ri} (km/h)									
		40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
СИТУАЦИОНИ ПЛАН	Највећа дужина правца (m)	-	-	1.200	1.400	1.600	1.800	2.000	2.200	2.400	2.600
	Најмања дужина правца (m)	-	-	120	140	160	180	200	220	240	260
	Минимални радијус $\min R$ (m)	45	75	120	175	250	350	450	550	675	800
	Минимални радијус $R'(i_s=-2,5\%)$ (m)	-	-	-	-	2.500	2.500	3.000	4.000	4.500	5.000
	Минимални параметар клотоиде $\min A$ (m)	35	55	75	100	125	155	195	230	270	300
ПОДУЖНИ ПРОФИЛ	Максимални подужни нагиб $\max i_u$ (%)	10(12)	9(10)	8(9)	7(8)	6(7)	5,5(6)	5	4,5	4	4
	Минимални подужни нагиб $\min i_u$ (%)	← на насипу 0%, у усеку 0,8% (ригол), 1% (сегментни канал) →									
	Минимални радијус конкавног заобљења $\min Rv$ конк. (m)	550	900	1.250	1.800	2.500	3.250	4.250	5.750	8.250	11.250
	Минимални радијус конвексног заобљења $\min Rv$ конв. (m)	400	800	1.250	2.000	3.500	5.500	8.000	11.500	16.500	22.500
ПОПРЕЧНИ ПРОФИЛ	Максимални попречни нагиб $\max i_p$ (%)	7% (изузетно 8%)									
	Минимални попречни нагиб $\min i_p$ (%)	2,5%									
ПРЕГЛЕДНОСТ	Ширина возне траке t_v (m)	2,75	3,00	3,00	3,25	3,25	3,50	3,50	3,75	3,75	3,75
	Минимални дужина зауставне прегледности $\min Pz$ (m)	40	55	70	90	115	145	180	215	255	300
	Минимални дужина претицјане прегледности $\min Pp$ (m)	260	320	370	430	480	540	600	-	-	-
	Минимални проценат (по смеру) претицјане прегледности $\min \%Pp$	20%									

PRILOG 3

1. ПОВРШИНСКЕ РАСКРСНИЦЕ ВАНГРАДСКИХ ПУТева

Техничка упутства за пројектовање површинских раскрсница ванградских путева су конципирана као осовни документ техничке регулative из области пројектовања ванградских путева, заснован на ставовима и вредностима дефинисаним у прилогу 2, Траса ванградских услова. Та техничка упутства служе за пројектовање објекта (површинских раскрсница) новоградње, реконструкције и рехабилитације.

Упутства су дата у следећим поглављима:

1. Основе за пројектовање;
2. Раскрснице са пресеком саобраћајних струја;
3. Круžне раскрснице;
4. Саобраћајна и путна опрема;
5. Прилог (криве трагова за меродавна возила и карактеристични пример површинских раскрсница).

Вредности пројектних елемената и предлози пројектних решења дефинисаних овим упутствима формирани су на основу провера возно-динамичких, конструктивних и саобраћајно-психолошких (естетских) критеријума и уз истовремено уваžавање захтева за minimumom investicionih ulaganja, maksimumom bezbednosti i protočnosti саобраćaja i minimumom ekoloških posledica. Pošto su то složeni и u izvesnom smislu kontardiktorni zahtevi, optimalno rešenje je u njihovom kompromisu uz maksimalnu kreativnost пројектанта i uvažavanje specifičnih услова контекста при čemu treba водити računa o pravovremenoj i adekvatnoj informisanosti и најшире javnosti s obzirom na то да је put javno dobro које се финансира из zajedničkih средстава.

Овим упутствима обухваћена су решења за површинске раскрснице изван континуално изgrađenog градског подручја. То значи да раскрснице у прелазној зони између ванградског подручја и подручја континуалне изgrađenosti урбаних celina подлеžу техничким упутствима за пројектовање саобраћајница у градовима - површинске раскрснице и у уваžavanju specifičnih услова локације и саобраћајних захтева (моторни, јавни градски, бициклистички и пешачки саобраћај).

Од утврђених вредности појединачних елемената може се одступити само ако се техничким и економским анализама доказе opravданост другачијег решења и ако се гарантише захтевани ниво безбедности,protočnosti и заштите животне средине, као и ако је utrošak investicionih средстава saglasan пројектном zahvatu.

Овај документ се осланя на прилог 1 - Funkcionalna klasifikacija vangradskih puteva, прилог 2 - Trasa vangradskih puteva, као и на Zakon o javnim putevima Republike Srbije.

2. OSNOVE ZA PROJEKTOVANJE

Површинске раскрснице представљају чворне тачке ванградске путне мреже на којима се повезују путеви различитih функционалnih нивоа и različitog саобраћajnog opterećenja. One u isto vreme predstavljaju i mesta s povećanim rizikom u pogledu bezbednosti саобраћаја, imajući u vidu činjenicu da se највећи број саобраћајних неизгоди, по učestalosti i po težini nezgoda događa управо на површинским раскрсницама. Све површинске раскрснице могу се generalno podeliti u dve grupe:

- a) раскрснице са пресеком саобраћајних струја уз јасно дефинисан главни (GP) и спoredni (SP) првак као осовне prepostavke за пројектовање и обликовање;

b) kružne raskrsnice u kojima je osnovni princip prvenstvo prolaza vozila koja su u raskrsnici, dok svi ostali čekaju da se uliju u kružni tok, čime se znatno unapređuje bezbednost na samoj raskrsnici.

Izbor odgovarajuće raskrsnice mora zasnovati na stavovima proisteklim iz detaljne analize saobraćajnih zahteva (opterećenja, strukture toka, vrste i režima tokova), kao i na osnovu analize organizacije i namene površina u široj i uže zoni zahvata. Posebno je značajno usaglasiti konceptualna rešenja vezana za saobraćajnu osnovu šireg područja, kako u pogledu kontinuiteta saobraćajnih tokova, tako i u pogledu zadovoljenja funkcionalnih potreba korisnika puta i stanovnika u uticajnim zonama.

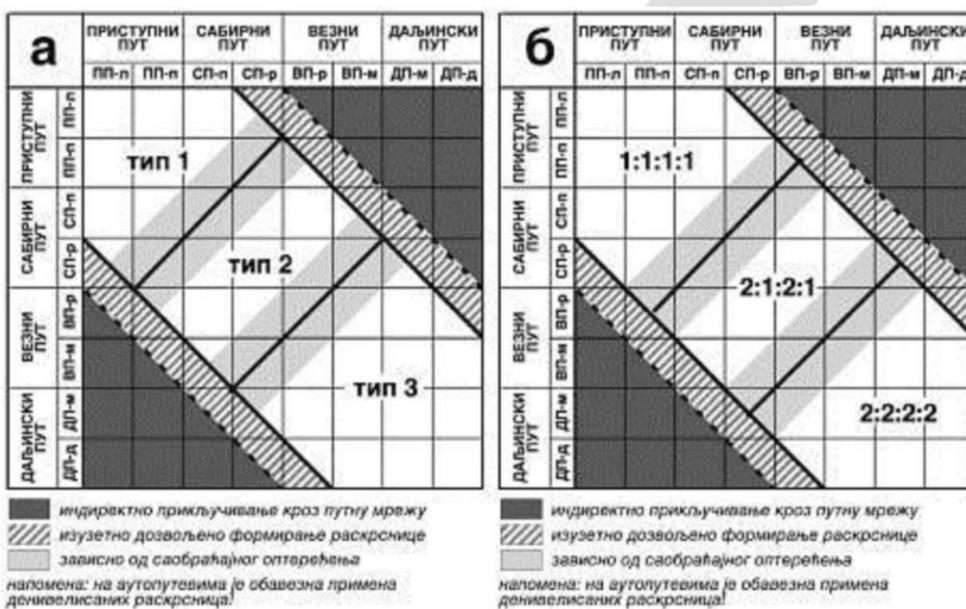
2.1. Programske uslove

Programski uslovi za projektovanje površinskih raskrsnica na vangradskim putevima obuhvataju: funkcionalne zahteve presečnih (ukrsnih) pravaca u pogledu kontinuiteta saobraćajnog toka i brzine kretanja vozila, polazne stavove o vrstama i tipovima površinskih raskrsnica, prostornoj organizaciji područja, kao i merodavne pokazatelje za projektovanje i kontrolu projektnih rešenja sa stanovišta investitora ulaganja, propusne moći, bezbednosti saobraćaja i ekoloških posledica.

Programski uslovi se formiraju na osnovu važeće zakonske i tehničke regulative, a u studiji koncepcije projekta za novoprojektovane deonice, rekonstrukciju ili rehabilitaciju postojećih trasa, odnosno raskrsnica. Rezultat tih aktivnosti objedinjuje se u dokumentu koji se naziva Projektni zadatak i koji je sastavni deo ugovornih obaveza između investitora i projektanta.

2.1.1. Funkcija u mreži

Raskrsnice moraju biti u skladu sa karakteristikama presečnih (ukrsnih) pravaca, tj. s funkcionalnom klasifikacijom vangradskih puteva. Na slici 2-01 ovog priloga dat je opšti prikaz podele raskrsnica u skladu sa navedenom klasifikacijom.



Slika 2-01: Opšti prikaz podele raskrsnica prema funkcionalnim tipovima presečnih (ukrsnih) pravaca vangradске putne mreže: a) raskrsnice sa presecanjem saobraćajnih struja;

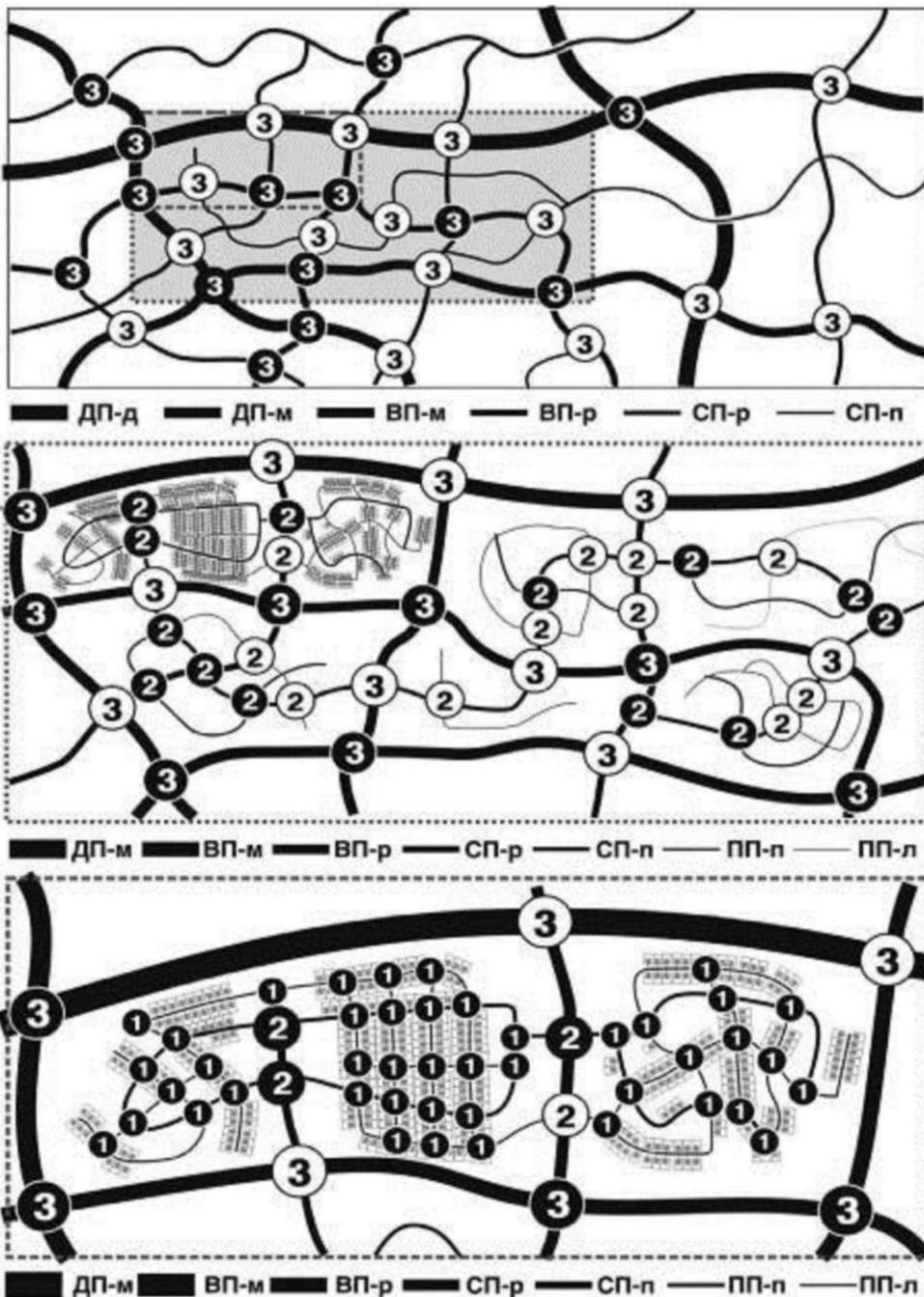
b) kružne raskrsnice.

U cilju unifikacije i racionalizacije projektnih rešenja predložena su tri tipa površinskih raskrsnica kada su u pitanju presecanja saobraćajnih struja, kao i tri tipa kružnih raskrsnica (detaljnije u poglavljima 3 i 4 ovog priloga).

Na slici 2-02 ovog priloga dat je šematski prikaz makro raspodele površinskih raskrsnica u skladu s funkcionalnim zahtevima putne mreže i uspostavljenim principima njenog hijerarhijskog uređenja.

Osnovni princip usklađenosti projektnih rešenja i optimalne distribucije saobraćajnih tokova jeste da su nivoi raskrsnica u direktnoj korelaciji sa značajem putnog pravca i saobraćajnim opterećenjem na njemu.

Za raskrsnice sa presecanjem saobraćajnih struja neophodno je programskim uslovima definisati glavni (GP) i sporedni (SP) pravac, dok je za kružne raskrsnice dominantan broj ulivnih traka presečnih, odnosno ukrsnih pravaca.

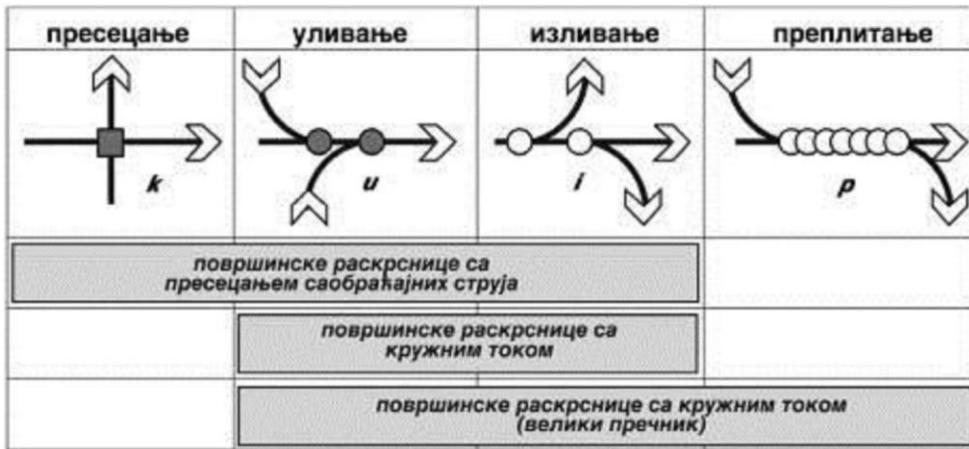


Slika 2-02: Šematski prikaz makro lokacije različitih tipova površinskih raskrsnica sa stanovišta funkcionalnih zahteva putne mreže.

2.1.2. Prostorna organizacija površinskih raskrsnica

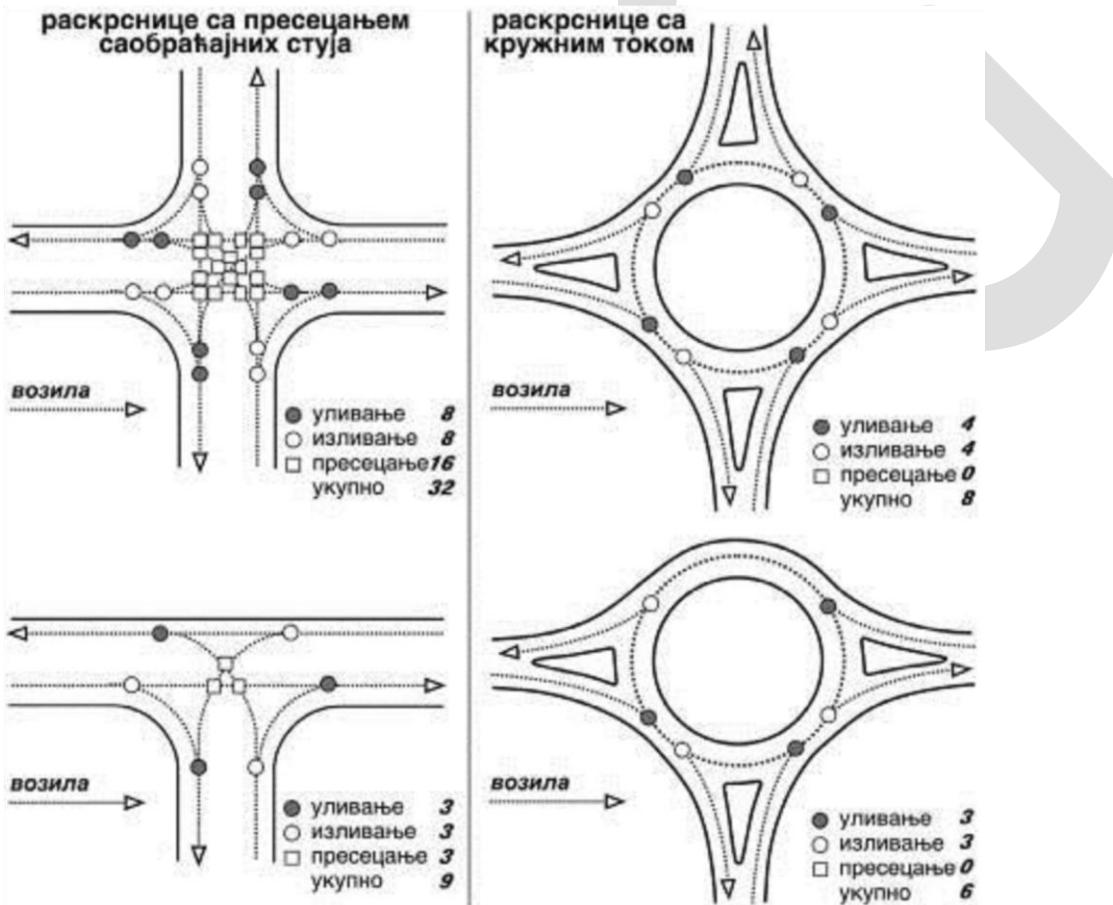
Površinska raskrsnica obuhvata pored kolovoznih površina i šire područje na kome se javljaju različiti uticaji od topografskih i morfoloških do specifične namene prostora koja može uticati i na samo rešenje. Svaka površinska raskrsnica ima stoga svoje specifičnosti koje proizlaze iz programskih uslova i prostornih ograničenja, uz neophodnost unifikacije u najširem smislu da bi na putnoj mreži, što je više moguće, obezbedili protočnost i bezbednost saobraćaja. I pored toga na površinskoj raskrsnici formiraju se zone smanjene protočnosti i ugrožene bezbednosti - to su mesta presecanja suprotno usmerenih saobraćajnih struja, tzv. konfliktne tačke, dok se na mestima izlivanja ili ulivanja saobraćajne struje istog smera, tzv. kolizione tačke.

Na slici 2-03 ovog priloga prikazani su karakteristični tipovi konfliktnih i kolizionih tačaka za raskrsnice sa presecanjem saobraćajnih struja i za kružne raskrsnice. Karakteristika kružnih raskrsnica je to da su izbegнуте konflikte tačke i time bitno smanjen rizik sa stanovišta bezbednosti vožnje. Konfliktne tačke na površinskim raskrsnicama nastaju kada se preseca tok vozila sa biciklistima i/ili pešacima.



Slika 2-03: Karakteristični tipovi konfliktnih i kolizionih tačaka na površinskim raskrsnicama.

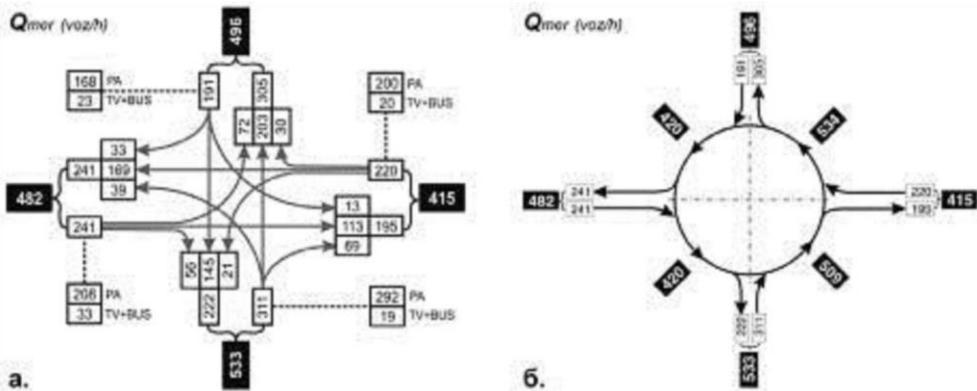
Prostorni raspored konfliktnih i kolizionih tačaka koji proističe iz vrste i tipa površinske raskrsnice utvrđuje se njenim građevinskim rešenjem. Na slici 2-04 prikazan je raspored tih tačaka za četvorokrake (ukrštaji) i trokrake (priključci) raskrsnice. Osnovni princip u projektovanju raskrsnica, zbog protočnosti i bezbednosti saobraćaja, jeste ograničavanje broja ukrsnih pravaca na četiri, a priključnih pravaca na tri, pa ako postoji veći broj ukrsnih pravaca nužna je dekompozicija čvora na veći broj raskrsnica (tačka 2.2. ovog priloga).



Slika 2-04: Raspored i broj presečnih (konfliktlnih), ulivnih i izlivnih (kolizionih) tačaka na vangradskoj četvorokrakoj i trokrakoj površinskoj raskrsnici.

2.1.3. Saobraćajno opterećenje

Za projektovanje površinskih raskrsnica merodavna saobraćajna opterećenja u skladu su sa saobraćajnim opterećenjima definisanim u tački 6, odnosno 6.2. priloga 1 - Funkcionalna klasifikacija vangradskih puteva, protoku merodavnog časa, utvrđena verifikovanim metodama za analizu i prognozu saobraćajnog opterećenja. Merodavna saobraćajna opterećenja za projektovanje površinskih raskrsnica raščlanjuju se po saobraćajnim strujama s detaljnom strukturu po vrstama vozila (slika 2-05). Merodavni parametar za projektovanje površinskih raskrsnica definiše se programskim uslovima i nivo usluge raskrsnice (NUR), koji mora biti istog nivoa kao i za deonice između raskrsnica. Izuzetno, u rekonstrukciji ili rehabilitaciji može se prihvati i za jedan stepen niži nivo usluge.



Slika 2-05: Sabraćajna slika tokova na površinskoj raskrsnici: a) sa presecanjem saobraćajnih struja; b) s kružnim tokom saobraćaja.

2.1.4. Merodavne brzine u projektovanju

U projektovanju površinskih raskrsnica polazi se od merodavne projektne brzine (srednje projektne brzine), V_{psr} (rezultujući profil projektne brzine, područja makro lokacije raskrsnice).

Za površinske raskrsnice s presecanjem saobraćajnih struja merodavna je projektna brzina raskrsnice - V_{ras} . $\approx 0,8 V_{psr}$, koja iznosi:

$$V_{psr} - V_{ras} \leq 20 \text{ km/h.}$$

Merodavna brzina za dimenzioniranje i proveru primenjenih elemenata površinske raskrsnice treba da se nalazi u napred navedenim granicama, prvenstveno radi bezbednosti vožnje i treba je zaokružiti na celih 10 km/h. Tako se obezbeđuje usklađenost i homogenost brzina na deonici trase puta s površinskom raskrsnicom i projektni elementi raskrsnice se dimenzionišu s visokim nivoom sigurnosti.

Za kružne površinske raskrsnice, na makro nivou, važe slični principi u pogledu definisanja merodavne brzine raskrsnice - $V_{ras.kruga} \approx 0,5(0,4) V_{psr}$, kao i za raskrsnice sa presecanjem saobraćajnih struja, ali se tu kao dominantan parametar homogenosti brzina javlja razlika brzina ulivanja/izlivanja u odnosu na brzinu u krugu koja ne treba da je veća od 10, odnosno 15 km/h (maksimalna razlika 20 km/h), tačka 4.1.3.1. ovog priloga.

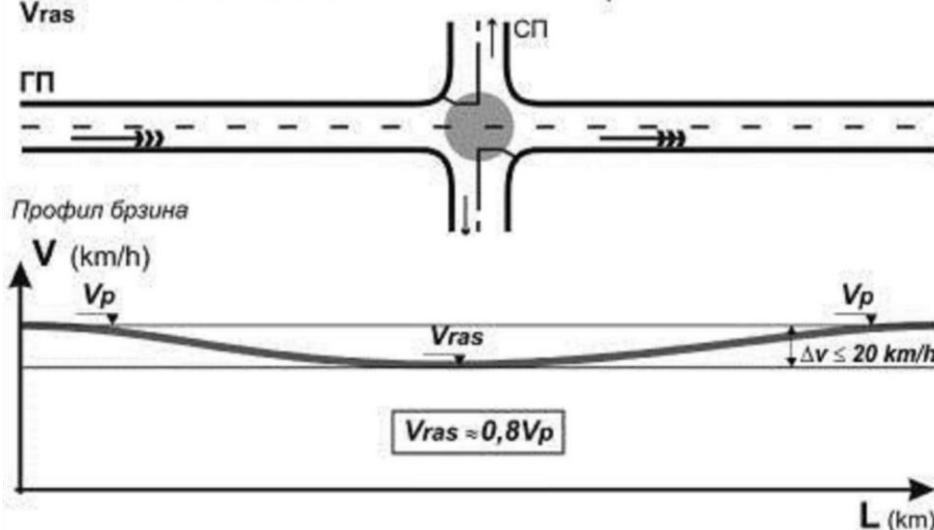
Svi elementi površinskih raskrsnica dimenzionišu se prema V_{ras} , izuzev zahtevane preglednosti (P_{zp}) koja se određuje prema V_p . Opšti prikaz toka merodavnih brzina u području površinskih raskrsnica dat je na slici 2-06 ovog priloga.

ПРИЛАЗ РАСКРСНИЦИ

Успоравање до брзине
конфликтне зоне раскрснице:
 V_{ras}

ИЗЛАЗ ИЗ РАСКРСНИЦЕ

Убрзавање до брзине деонице:
 V_p



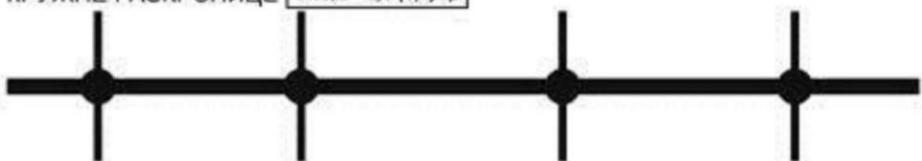
РАСКРСНИЦЕ СА ПРЕСЕЦАЊЕМ САОБРАЋАЈНИХ СТРУЈА

$$V_{ras} > 0,8 V_p$$

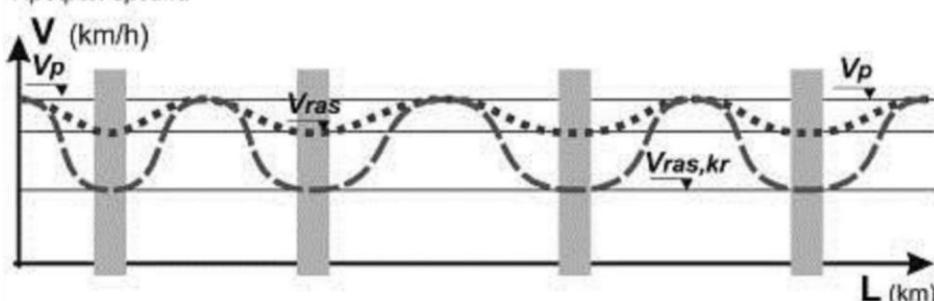


КРУЖНЕ РАСКРСНИЦЕ

$$V_{ras,kr} = 0,5 \text{ (0,4)} V_p$$



Профил брзина



Slika 2-06: Opšti prikaz merodavnih brzina u projektovanju površinskih raskrsnica.

2.1.5. Merodavna vozila

Površinske raskrsnice moraju obezbiti prolaz svim vrstama merodavnih vozila, koja se kao merodavna definišu za projektovanje pojedinih putnih poteza (deonica) u skladu s prilogom 1 - Funkcionalna klasifikacija vangradskih puteva i prilogu 2 - Trasa vangradskih puteva. Za saobraćajne struje levo i desno definije se merodavno vozilo kome se garantuju normalni uslovi za skretanje, dok se za vozila većih dimenzija proveravaju uslovi za minimalnu prohodnost. Prema navedenoj tehničkoj regulativi, definisana su odgovarajuća - merodavna vozila za konkretnu kategoriju puta (daljinski, vezni, sabirni i pristupni put) za koja se moraju obezbiti uslovi prohodnosti u skladu s tačkom 3.5.3. ovog priloga.

Merodavno vozilo za projektovanje i oblikovanje elemenata površinskih raskrsnica definiše se zavisno od funkcionalnog tipa puta i od učestalosti vozila u merodavnom času za dimenzionisanje.

Na slici 2-07 ovog priloga data su merodavna vozila zavisno od kategorije puta.

	ДАЛЬИНСКИ ПУТ ДП	ВЕЗНИ ПУТ ВП	САБИРНИ ПУТ СП	ПРИСТУПНИ ПУТ ПП
ДАЛЬИНСКИ ПУТ ДП	AB, BB	AB, BB	AB, BB (TB1)	-
ВЕЗНИ ПУТ ВП		AB, BB	TB1 (AB,BB)	TB1 (БУСл, TB2)
САБИРНИ ПУТ СП		AB, BB	TB1 (БУСл, TB2)	TB1 (БУСл, TB2)
ПРИСТУПНИ ПУТ ПП	 БУСл, БУСлзг	 TB1, TB2, TB3		TB2 (БУСл, TB1, TB3)

напомена:
 - велика разлика функционалних рангова, изузетан случај
 - карактеристике меродавних возила чл.3.4.2 **ПП-Т/08**
 - вредности у () могу се применити код оштрих просторних ограничења
 - код јавног приградског превоза меродавно возило ЈП (БУСл или БУСлзг)

Slika 2-07: Merodavna vozila za projektovanje i oblikovanje elemenata na površinskim raskrsnicama.

2.2. Kriterijumi za projektovanje

Projektovanje površinskih raskrsnica obuhvata niz veoma složenih metoda, postupaka i procedura u cilju formiranja optimalnog rešenja za prirodna i stvorena ograničenja uz minimum investiciona ulaganja (građenje i održavanje), maksimum protočnost i bezbednost saobraćaja i minimum ekoloških posledica. Stoga, veoma je važno da se definisani kriterijumi, pojedinačno i skupno, u procesu projektovanja i oblikovanja dosledno poštuju i da se, kad god je to moguće izraze na osnovu pojedinačnih pokazatelia koji mogu poslužiti kao relevantni parametri za vrednovanje varijantnih rešenja. Odstupanje od navedenih kriterijuma mora biti temeljno obrazloženo tehničkim, ekonomskim i oblikovnim analizama, uvažavajući nivo projekta i značaj ukrsnih (priključnih) pravaca.

2.2.1. Uslovi lokacije

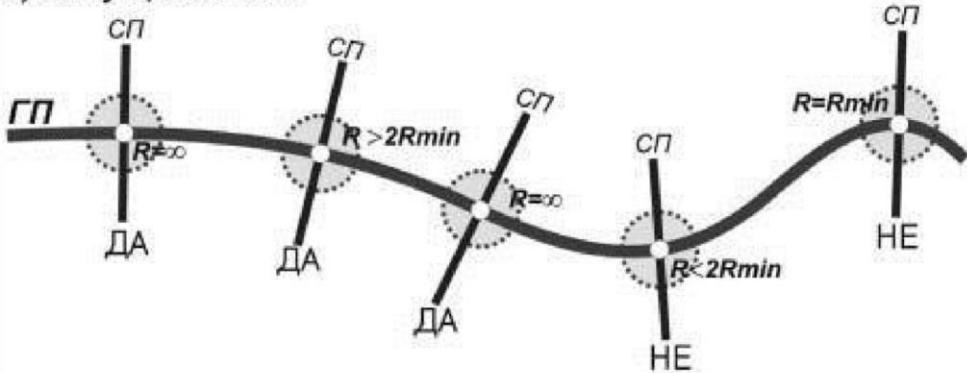
Projektovanje površinskih raskrsnica počinje na osnovu definisanih programskih uslova i projektnog zadatka za projekte novogradnje, rekonstrukcije ili rehabilitacije, bilo da se radi o raskrsnici (raskrsnicama) kao sastavnom delu deonice puta i/ili putnog poteza, bilo da se radi o izolovanom projektu raskrsnice kao posebnom objektu. Izbor makro i mikro lokacije, kao i utvrđivanje prostornih odnosa ukrsnih (priključnih) pravaca u skladu s merodavnim saobraćajnim opterećenjem i njihovom značaju u putnoj mreži predstavlja polaznu aktivnost u projektovanju površinskih raskrsnica.

Površinska raskrsnica mora da bude sagledljiva sa glavnog pravca najmanje s daljine izoštrene vizure preglednosti: $P_{ip} = 3V_p$. Taj uslov isključuje deonice sa nedovoljnom preglednošću, kao što su horizontalne krivine radijusa $R < 2R_{min}$. To znači da se kao povoljne lokacije sa stanovišta elemenata horizontalne projekcije puta (situacioni plan) mogu smatrati deonice u pravcu, deonice na području infleksije prelaznih krivina i deonice horizontalnih krivina radijusa većeg ili jednakog dvostrukoj vrednosti minimalnog radijusa. Grafički prikaz podobnosti mikro lokacije raskrsnice u situacionom planu dat je na slici 2-08a ovog priloga.

Sa stanovišta elemenata vertikalne projekcije (poduzni profil) kao nepovoljna lokacija se može smatrati ona na kojoj su poduzni nagibi glavnog pravca (GP) veći od $\pm 3\%$ (maksimalno $\pm 4\%$). Isto važi i za konveksne vertikalne krivine radijusa zaobljenja manjeg od četvorostruke vrednosti minimalnog radijusa, odnosno za konkavne vertikalne krivine radijusa manjeg od dvostruke vrednosti minimalnog radijusa, kao što je prikazano na slici 2-08b ovog priloga.

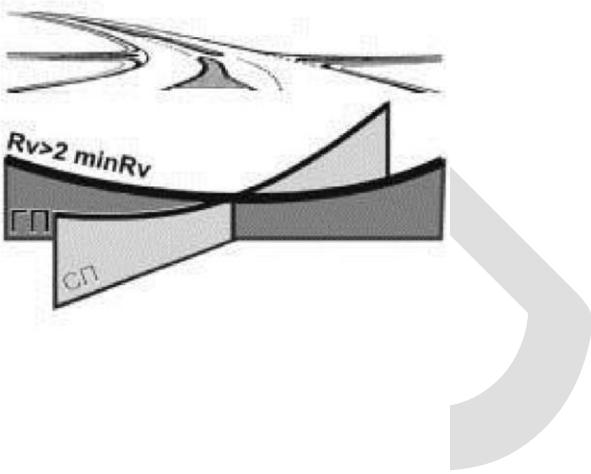
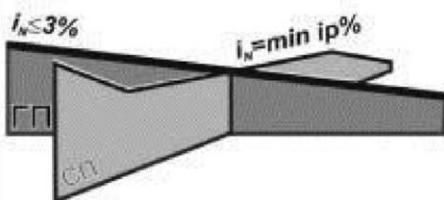
Za elemente sporednog pravca (SP) važno je istaći da se njegov poduzni nagib u zoni raskrsnice formira prema poprečnom nagibu glavnog pravca koji treba da obezbedi efikasno oticanje površinskih voda s kolovoza raskrsnice i da ne treba da je manji od $1,5\%$.

a) Ситуациони план

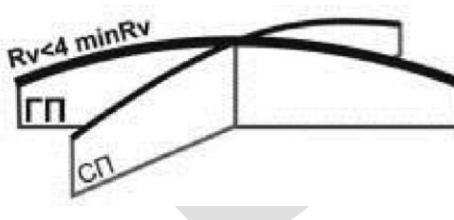
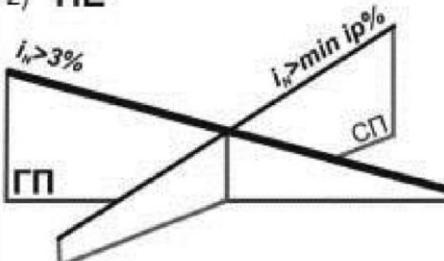


б) Подужни профил

1) ДА



2) НЕ



Slika 2-08: Uslovi za izbor lokacije površinske raskrsnice u situacionom planu i podužnom profilu.

Ukrštaj, odnosno priključak sporednog puta treba da bude izведен upravnim vođenjem osovine sporednog pravca (SP), bilo da se radi o raskrsnicama sa presecanjem saobraćajnih struja, bilo da se radi o kružnim raskrsnicama, kao što je prikazano na slici 2-09 ovog priloga. Time se postiže najkraće putanje vozila kroz konfliktnu (kolizionu) zonu i stvaraju uslovi za bolju preglednost. Za ostvarenje tog cilja dolazi u obzir i prinudna devijacija sporednog pravca. Ona se preporučuje jer se time postiže dva bitna efekta: prvo, prinudno se smanjuje brzina vozila sa sporednog putnog pravca, što je značajno sa stanovišta bezbednosti vožnje i drugo, na području devijacije lako se izvode potrebljana proširenja, a da se pri tome održi kontinuitet ivičnih linija.

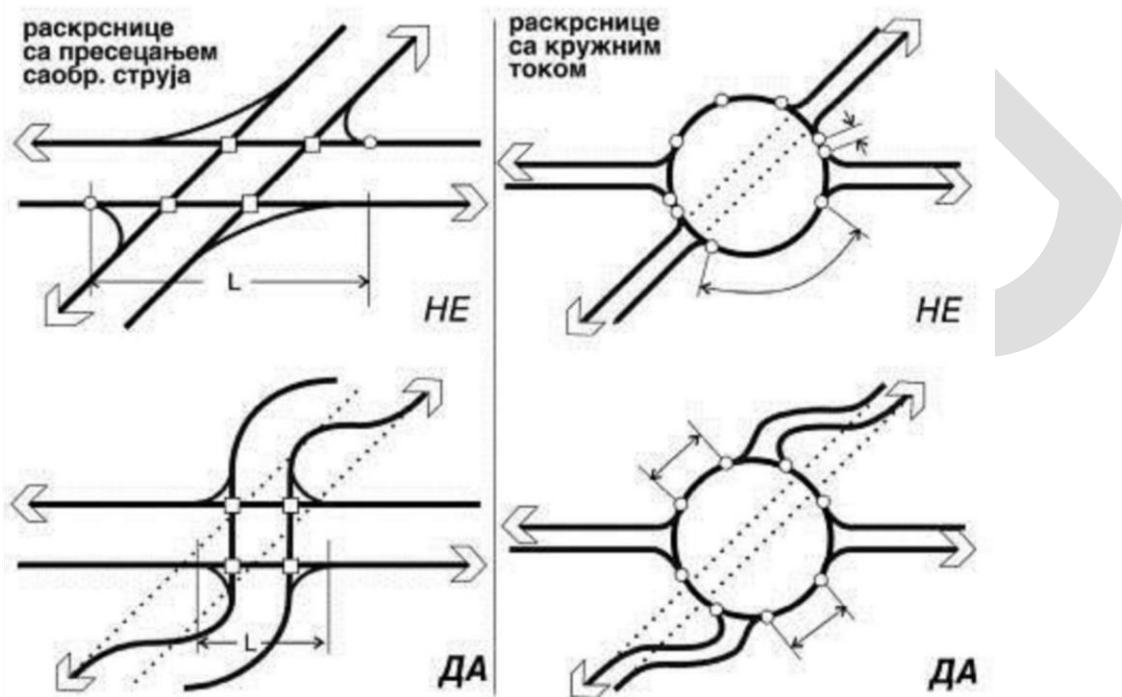
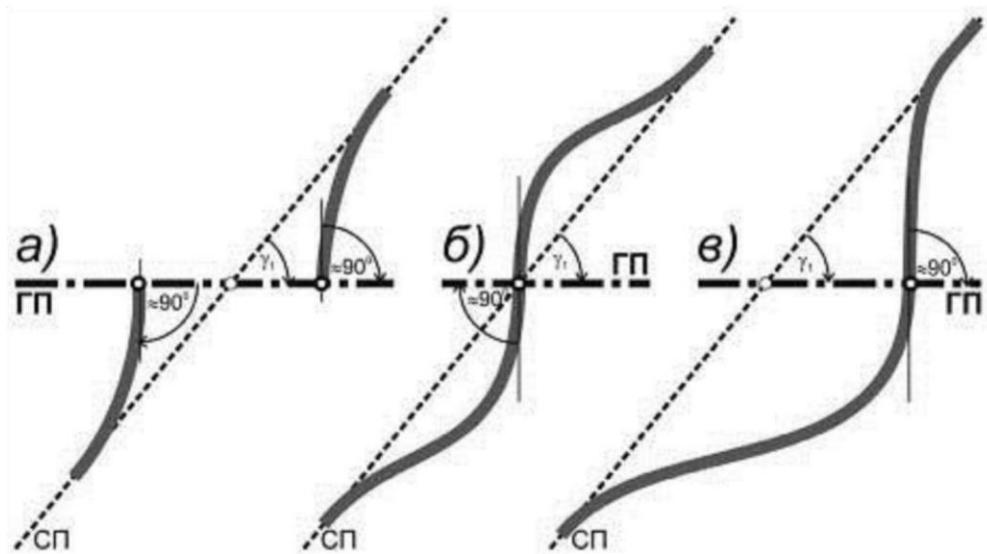
Na raskrsnicama s kružnim tokom potrebna je centralna simetriji kružne raskrsnice uključujući i zone izliva/uliva da bi se obezbedili ravnopravni uslovi za sve tokove, što je polazni koncept takvih raskrsnica.

Ugao preseka treba da bude oko 90° , uz dozvoljena odstupanja od $\pm 10^\circ$ (slika 2-09).

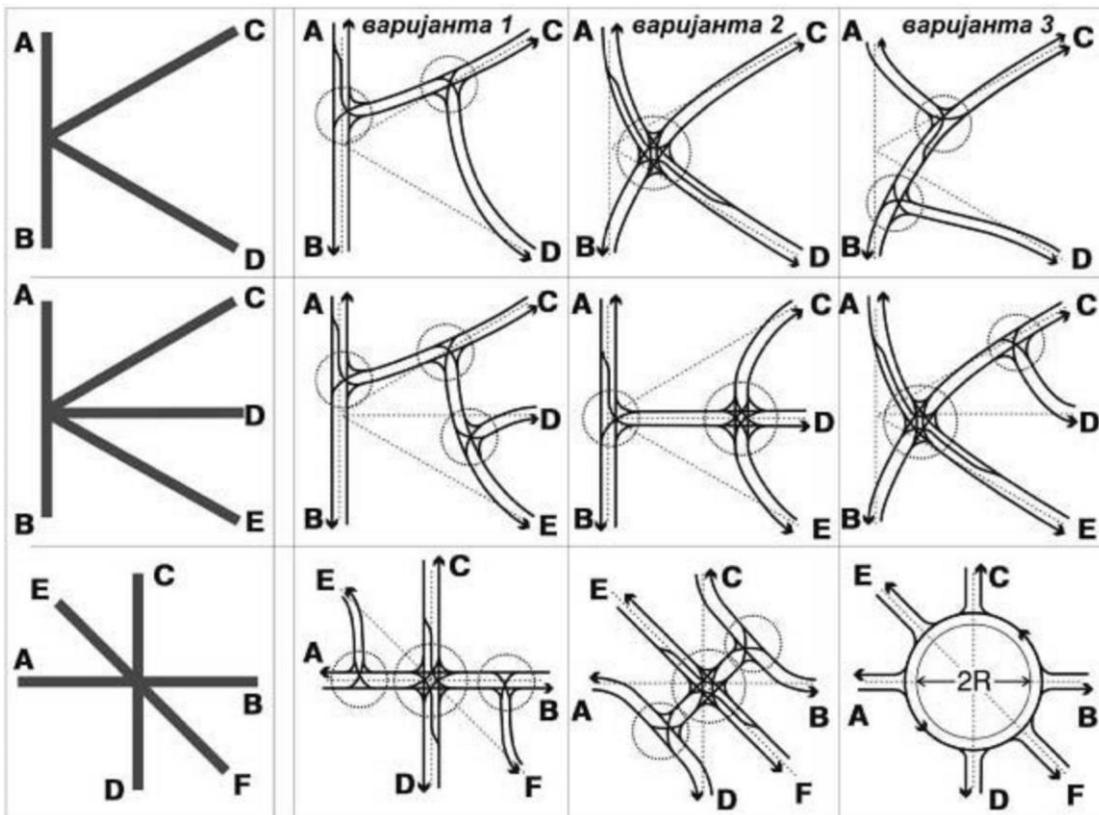
Radi protočnosti i bezbednosti površinskih raskrsnica broj priključnih pravaca se ograničava na tri (trokraka raskrsnica), odnosno broj ukrasnih pravaca na četiri (četvorokraka raskrsnica). U standardnim uslovima formiranja mreže vangradskih puteva i uz poštovanje načela hijerarhijskog ustrojstva mreže stavovi o ograničenju broja priključnih (ukrsnih) pravaca se podrazumevaju. Kad god nije moguće primeniti navedeni princip, tj. kada ima veći broj ukrasnih (priključnih) pravaca, neophodno je dekomponovati takav čvor i formirati dve ili više površinskih raskrsnica prema iznetim stavovima. Taj princip dosledno je sproveden na slici 2-10 ovog priloga, gde je za različite dispozicije raskrsnica s povećanim brojem priključnih (ukrsnih) pravaca izloženo više varijantnih rešenja moguće dekompozicije. Koje će se varijantno rešenje primeniti u konkretnom slučaju zavisi od značaja ukrasnih (priključnih) pravaca u mreži i merodavnog saobraćajnog opterećenja raskrsnice po definisanim pravcima. Ako nije moguće izvršiti dekompoziciju (zbog različitih prostornih i/ili funkcionalnih ograničenja) i primeniti raskrsnice sa presecanjem saobraćajnih struja, moguće je rešenje ostvariti primenom kružne raskrsnice velikog prečnika, čiji su geometrijski elementi dati u tački 4.6. ovog priloga.

Posebno se ističe da organizacija prostora i pravila regulative površinskih raskrsnica treba da budu ostvarena jednostavnim, logičnim i po mogućnosti uniformnim sredstvima koja su pregledna i jasna za sve korisnike da bi se ostvarili maksimalni efekti vezani za protočnost i bezbednost saobraćaja.

U pogledu ekoloških zahteva rešenje se prvenstveno postiže odgovarajućim planerskim i projektnim rešenjima u skladu sa uslovima i ograničenjima, ali i uz primenu neophodnih mera tehničke zaštite kad god su vrednosti zagađenja veće od zakonom propisanih.



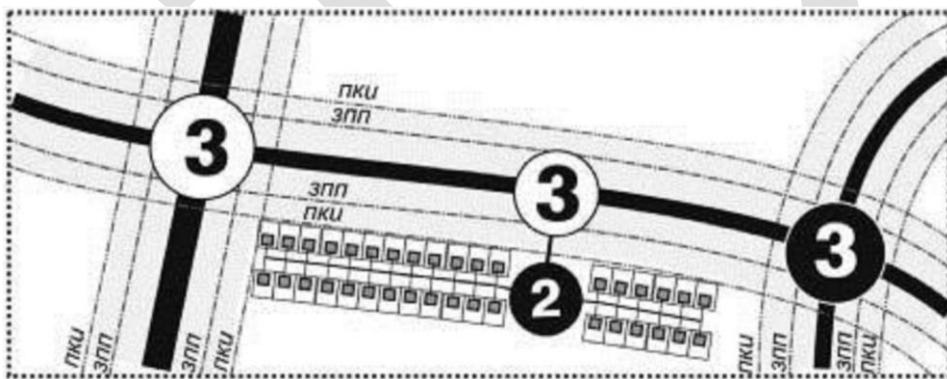
Slika 2-09: Primeri lošeg i ispravnog vođenja sporednog putnog pravca u zoni raskrsnice.



Slika 2-10: Primeri prostornog uređenja (dekompozicije) presečnih (ukrsnih) pravaca radi formiranja tipskih površinskih raskrsnica.

2.2.2. Odstojanje raskrsnica - kontrola pristupa

Površinske raskrsnice treba locirati tako da optimalno zadovolje funkcionalne zahteve odvijanja saobraćaja na raskrsnici, ali isto tako i uz uvažavanje zahteva protočnosti i bezbednosti saobraćaja ukrsnih (priključnih) pravaca na makro nivou. Između dve susedne raskrsnice treba obezdatiti deonice za preticanja i samim tim uspostaviti i logičnu vezu funkcionalnih zahteva saobraćaja i organizacije prostora (namena površina) u uticajnoj zoni puta. To znači da regulacioni plan puta treba da obuhvati prostor znatno širi od pojasa eksproprijacije i da uključi i sve urbanističke i građevinske aktivnosti u neposrednoj zoni pojasa kontrolisane izgradnje (slika 2-11 ovog priloga) da bi se obezbedila odgovarajuća kontrola pristupa na osnovnoj putnoj mreži državnih puteva I, odnosno II reda.



Slika 2-11: Šematski prikaz principijelne organizacije kontrole pristupa na putnu mrežu višeg reda.

Poštovanje hijerarhijskog principa uređenja putne mreže jedan je od najvažnijih činilaca kojim se obezbeđuje zahtevani nivo usluge i unapređuje bezbednost saobraćaja. Vrednosti minimalnog odstojanja raskrsnica i/ili pojedinačnih priključaka date su u tabeli 2-01 ovog priloga i one su apsolutni minimum koji treba primenjivati samo izuzetno.

Tabela 2-01: Minimalno odstojanje površinskih raskrsnica i/ili pojedinačnih priključaka na vangradskoj putnoj mreži.

Vri (km/h)	50	60	70	80	90	100
minLras (m)	150	180	210	240	270	300

Minimalno odstojanje raskrsnica podrazumeva je odstojanje od krajne tačke funkcionalnog područja jedne raskrsnice do početne tačke funkcionalnog područja sledeće raskrsnice.

Za detaljniju analizu kontrole pristupa neophodno je izraditi posebna tehnička uputstva u kojima bi se definisali svi relevantni tehnički, pravni i ekonomski aspekti tog problema i standardizovala odgovarajuća rešenja. Za pojedinačne priključke primenjuju se rešenja za površinske raskrsnice - Tip 1, a za veća saobraćajna opterećenja i/ili učešća teretnih vozila - Tip 2 (tačka 3.5.4, slika 3-16 ovog priloga).

2.2.3. Bezbednost

Da bi površinska raskrsnica ispunila zahteve bezbednosti, ona mora biti:

1. blagovremeno uočena;
2. sagledljiva i shvatljiva;
3. pregledna;
4. prikladna za vožnju, odnosno prohodna za merodavna vozila u toku.

Navedeni principi se moraju proveravati od utvrđivanja makro lokacije raskrsnice, pa do analize prohodnosti pojedinačnih vozila za definisanu geometriju elemenata raskrsnice.

Bilo da se radi o projektovanju novih raskrsnica ili o rekonstrukciji, odnosno rehabilitaciji postojećih raskrsnica, mora se stalno proveravati bezbednost u svim fazama izrade projektne dokumentacije, kao i prilikom tehničkog pregleda i utvrđivanja nultog stanja kao osnove za dobijanje upotrebe dozvole puta, odnosno pojedinačne raskrsnice.

Ključni elementi koji utiču na projektna rešenja jesu uslovi spoljne i unutrašnje preglednosti površinske raskrsnice, brzine kretanja vozila kroz raskrsnicu, elementi fizičke zaštite biciklista i pešaka (ako ih ima u području raskrsnice) od tokova vozila, efikasno oticanje i prikupljanje površinskih voda s kolovoza i efikasno odvođenje pribrežnih i podzemnih voda.

Za uspešno i bezbedno funkcionisanje površinske raskrsnice, neophodno je da tokovi koji prilaze raskrsnici, zavisno od saobraćajnog opterećenja, budu raščlanjeni na saobraćajne struje (pravo, levo, desno). Saobraćajne struje treba da budu fizički kanaliseane na određene putanje u području konfliktnih i kolizionih tačaka. Raščlanjavanje i kanalisanje su osnovni zadaci u organizaciji saobraćajnog prostora i oni se rešavaju na širem području raskrsnice (slika 2-12 ovog priloga).

Funkcionalno područje površinske raskrsnice obuhvata zone percepcije, prestrojavanja, postrojavanja, konflikta (kolizije) i ubrzavanja i šematski je prikazano na slici 2-12 ovog priloga.

Zona percepcije je zona u kojoj vozač, u skladu sa izabranim putem (tj. pravo, levo ili desno), sagledava zadatke i uslove kretanja kroz raskrsnicu na osnovu opštih pravila vožnje i odgovarajuće saobraćajne signalizacije smeštene u toj zoni. Dužina te zone je 2-4 sekunde vožnje brzinom Vras.

Zona prestrojavanja počinje horizontalnom i vertikalnom signalizacijom kojom se daju obaveštenja o tipu raskrsnice i raspodeli kolovozne površine na saobraćajne struje. U toj zoni vozači biraju voznu ili manipulativnu traku i smanjuju brzinu kretanja, odnosno grupišu se saobraćajne struje po tendencijama.

Zona postrojavanja je pretprostor raskrsnice u kome su vozila razvrstana po saobraćajnim strujama u redu kojim će proći kroz raskrsnicu.

Konfliktna (koliziona) zona obuhvata neposredan prostor raskrsnice, tj. površinu zajedničku za oba presečna pravca na kojoj se mogu sukobiti presečne struje vozila, pešaka i/ili biciklista. Kružne raskrsnice imaju konfliktnu zonu samo sa pešačkim (biciklističkim) presečnim tokovima dok je kružni kolovoz u suštini koliziona zona gde se javljaju ulivi i izlivi i manevri preplitanja na velikim kružnim raskrsnicama.

Zona ubrzavanja nalazi se neposredno iza površinske raskrsnice. U toj zoni vozila ubrzavaju do vrednosti dozvoljene brzine kretanja deonicom, pa je njena dužina promenljiva.



Slika 2-12: Funkcionalno područje površinskih raskrsnica.

2.2.4. Nivo usluge i propusna moć

Za površinske raskrsnice vangradske putne mreže obavezna je provera nivoa usluge i propusne moći. Ona podrazumeva definisanje potrebnih pokazatelja za sve korisnike po postupku i kriterijumima koji će biti definisani posebnim pratećim tehničkim uputstvima zasnovanim na inostranim i domaćim saznanjima i eksperimentalnim istraživanjima. Dok se ne utvrde ta uputstva, provere i saobraćajno dimenzionisanje treba vršiti po nekom od verifikovanih postupaka analiza koje se primenjuju u evropskim i/ili vanevropskim zemljama uz kritički osrvt na sličnosti i razlike koji proističu iz uslova odvijanja saobraćaja.

2.2.5. Ekološke posledice

Projektovanje površinske raskrsnice (pojedinačno i/ili u sklopu trase puta), kao i slobodne deonice podleže svim proverama i analizama u skladu sa usvojenom metodologijom projektovanja vangradskih puteva, kao i sa važećom zakonskom i tehničkom regulativom iz oblasti zaštite životne sredine.

2.2.6. Investiciona ulaganja

Kao i za druge građevinske projekte, tako i za projekte površinskih raskrsnica treba za minimum investicionih ulaganja dobiti što je moguće viši kvalitet projekta i projektnih rešenja, uključujući troškove građenja i troškove održavanja.

Posebno je značajno istaći da za projektovanje površinskih raskrsnica važe isti uslovi u pogledu preciznosti iskazivanja troškova zavisno od faze izrade projektne dokumentacije, kao i za slobodne deonice vangradskih puteva, prema prilogu 2 - Trasa vangradskih puteva.

2.3. Uslovi primene

Površinske raskrsnice dele se u dve grupe: raskrsnice sa presecanjem saobraćajnih struja i kružne raskrsnice. Izbor određene grupe raskrsnica zavisi od funkcionalnog ranga priključnih pravaca, uslova toka na glavnom pravcu, opterećenja priključnih pravaca, propusne moći, gubitaka vremena na raskrsnici, bezbednosti vožnje i zauzimanja prostora.

2.3.1. Prostorna ograničenja

Prostorna ograničenja za projektovanje površinskih raskrsnica mogu biti dvojaka: prirodna i stvorena. Ako se razmatraju prirodna ograničenja, prevashodno se moraju analizirati topografska, geotehnička, hidrološka, hidrografiska i klimatska ograničenja, kao i ograničenja proistekla iz uslova i zaštite životne sredine. Stvorena ograničenja obuhvataju namenu površina i korišćenje zemljišta, saobraćajnu i infrastrukturnu osnovu i prostorne planove kojima se uređuje razvoj šireg okruženja za planski period od 20 godina.

Osnovni dokument koji treba formirati u početnim fazama izrade projektne dokumentacije za projektovanje površinske raskrsnice jeste Sintezna karta (plan) ograničenja, u kojem se jednoznačno definišu područja povoljna za buduću izgradnju, uslovno povoljna ili pak nepovoljna za dalju građevinsku aktivnost. Na osnovu tog dokumenta preduzimaju se dalje projektantske aktivnosti u pogledu zadovoljenja funkcionalnih, konstruktivnih i oblikovnih zahteva za projekat površinske raskrsnice.

Planski period za koji se projektuje objekat (novogradnja, rekonstrukcija, rehabilitacija) definisan je u prilogu 1 - Funkcionalna klasifikacija puteva i prilogu 2 - Trasa vangradskih puteva.

2.3.2. Kriterijumi za izbor površinske raskrsnice

U početnim fazama koncepcijских analiza rešenja treba utvrditi optimalan predlog za određenu kategoriju površinske raskrsnice na osnovu kriterijuma upoređenja definisanim na slici 2-13 ovog priloga.

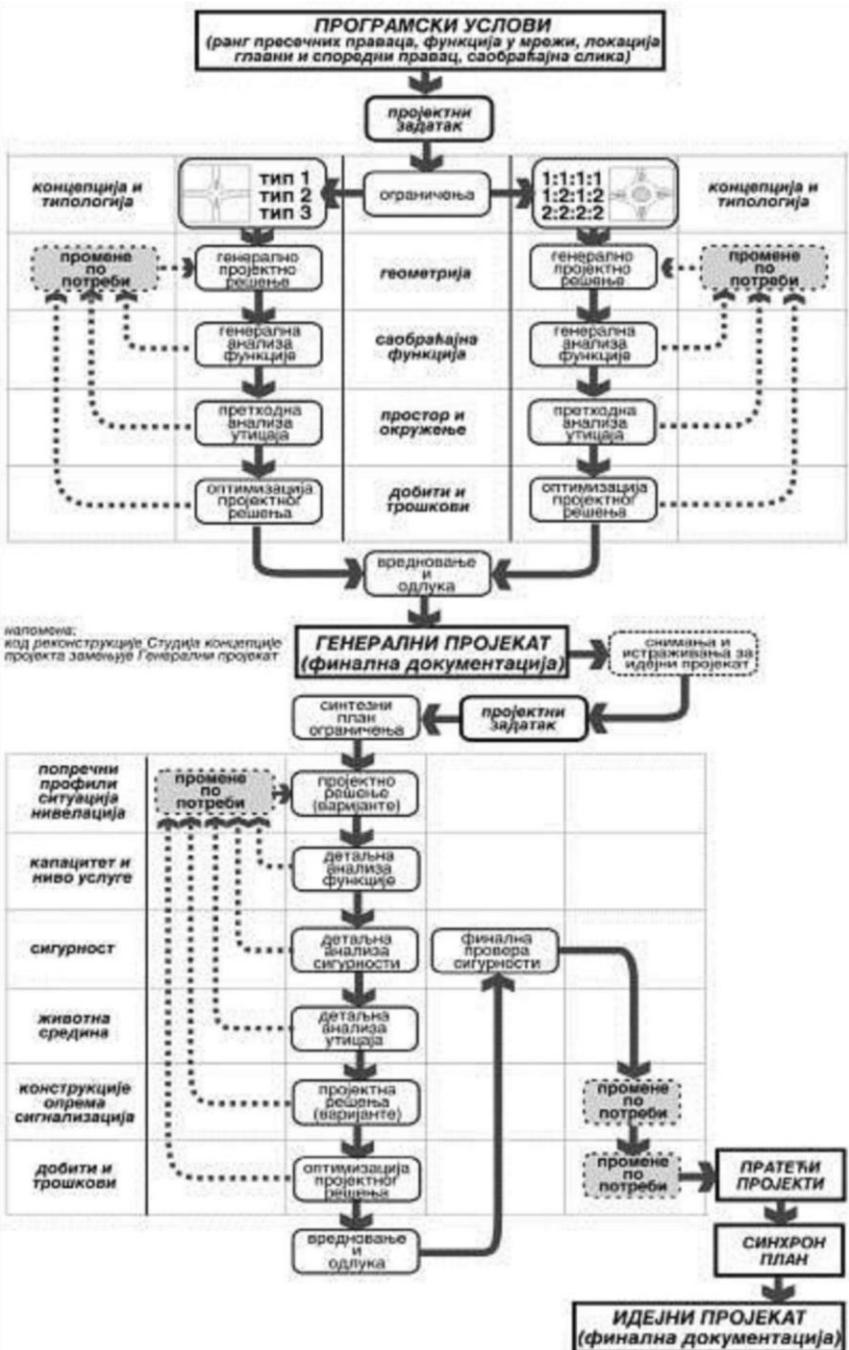
Pored opštih parametara za izbor povoljnije varijante navedene kriterijume treba izraziti pomoću novčanih i/ili numeričkih pokazatelja da bi odluka o određenoj kategoriji raskrsnice bila što pouzdana.

КРИТЕРИЈУМИ УПОРЕЂЕЊА		
ФУНКЦИОНАЛНИ РАНГ ПРИКЉУЧНИХ ПРАВАЦА		
исти или приближно исти (1 ранг виши/нижи)	+	+
битно различит		
УСЛОВИ ТОКА ВОЗИЛА НА ГЛАВНОМ ПРАВЦУ		
обезбеђење приоритета главног првача	+	
континуитет тока главног првача	+	
одржавање брзина главног првача	+	
смањење брзина свих возила (умирење саобраћаја)		+
ОПТЕРЕЋЕЊА ПРИКЉУЧНИХ ПРАВАЦА		
МОТОРНА ВОЗИЛА		
иста или приближна (~40%)		+
битно различита (> 40%)	+	
аутобуси јавног превоза		
ниски (укупно < 30 возила ЈП/час)		+
интензивни (укупно > 30 возила ЈП/час)	+	
пешачачки токови		
мала концентрација (< 400 пешака/час укупно)		+
висока концентрација (> 400 пешака/час укупно)	+	
БИЦИКЛИСТИЧКИ ТОКОВИ		
мала концентрација (< 100 бициклиста/час укупно)		+
висока концентрација (> 100 бициклиста/час укупно)	+	
ПРОПУСНА МОЋ		
ГУБИЦИ ВРЕМЕНА		
СИГУРНОСТ И ТЕЖИНА НЕЗГОДА		
ЗАУЗИМАЊЕ ПРОСТОРА		
конфликтно/колизионо подручје	+	
подручје престројавања / постројавања		+

Slika 2-13: Kriterijumi za izbor odgovarajuće grupe površinskih raskrsnica.

2.3.3. Algoritam projektovanja površinskih raskrsnica

Proces projektovanja površinskih raskrsnica na vangradskoj putnoj mreži zasniva se na precizno utvrđenoj hijerarhiji procesa: generalnog, od idejnog i glavnog projekta do arhivskog projekta, po istoj logici kao i za slobodne deonice trasa. U okviru Metodologije projektovanja puteva, definisane su osnovne aktivnosti procesa, dok je na slici 2-14 ovog priloga prikazana algoritmatska struktura za generalni i idejni projekat, s obzirom na činjenicu da se suštinski problemi projektovanja raskrsnica rešavaju upravo na nivou koncepcije i funkcije kojima je posvećen algoritam.



Slika 2-14: Algoritam projektovanja površinskih raskrsnica na nivou generalnog i idejnog projekta.

3. RASKRSNICE SA PRESECANJEM SAOBRAĆAJNIH STRUJA

Raskrsnice sa presecanjem saobraćajnih struja predstavljaju posebnu grupu površinskih raskrsnica, kao što je definisano u poglavlu 2. Tu grupu raskrsnica karakterише jasna determinacija glavnog i sporednog pravca i postojanje konfliktnih i kolizionih tačaka nezavisno od toga da li se radi o priklučcima ili ukrštajima. Te raskrsnice na vangradskoj putnoj mreži formiraju se kao samostalni objekti ili se nalaze u sklopu denivelisanih raskrsnica nižeg funkcionalnog nivoa na sporednom ukrsnom pravcu.

3.1. Tipologija

Tipologija površinskih raskrsnica sa presecanjem saobraćajnih struja zasniva se na osnovnom kriterijumu funkcionalnog nivoa raskrsnice, u skladu s klasifikacijom vangradskih puteva (slika 3-01 ovog priloga), hijerarhiji u putnoj mreži, saobraćajnom opterećenju i računskoj brzini deonice glavnog pravca (slika 3-02).

Na dijagramu Vr - Qmer (slika 3-02 ovog priloga) izdvojena su tri karakteristična područja kojima odgovaraju određeni građevinski tipovi, koji su detaljno obrađeni u nastavku ovog poglavlja.

Osim kriterijuma navedenih u poglavlu 2 ovog priloga (spoljni uslovi za formiranje raskrsnice), u projektnoj razradi mora biti uvažen princip stroge funkcionalnosti svih primenjenih elemenata i detalja i racionalno definisanje i oblikovanje pristupa raskrsnici i same konfiktne zone.

Projektovanje raskrsnica sa presecanjem saobraćajnih struja i njihovo prostorno oblikovanje počiva na sledećim polaznim postavkama:

1. Broj priklučnih pravaca se ograničava na tri ili četiri (trokrake ili četvorokrake raskrsnice), postojanje više od četiri priklučna pravca rešava se preuređenjem mreže (tačka 2.2.1 ovog priloga);

2. Ugao presecanja približan pravom uglu;
 3. Neophodno je razvrstavati priključne pravce na glavni (GP) i sporedni (SP) uz potreban nivo saobraćajne signalizacije (horizontalne, vertikalne i putokazne);
 4. Sve saobraćajne struje razvrstavaju se u primarne (tokovi pravo) i sekundarne (skretanja levo i desno); raskrsnice na kojima su primarni tokovi u skretanju (levo i/desno) specifična su rešenja koja su prihvatljiva samo ako se intervencijama u mreži ne može ispuniti polazni zahtev i/ili kao etapno rešenje;
 5. Elementi za primarne saobraćajne struje, odnosno tokove pravo moraju omogućiti relativni kontinuitet u odnosu na elemente deonice (poprečni profil, situacioni i nivelacioni plan), pre svega u pogledu broja i širine voznih traka i brzina kretanja vozila kroz područje raskrsnice;
 6. Zajednička površina, odnosno konfliktna zona treba da bude što je moguće manja s jasnim uslovima njenog korišćenja i definisanim trajektorijama vozila.

ВРСТА	ПРИСТУПНИ ПУТ	САБИРНИ ПУТ	ВЕЗНИ ПУТ	ДАЉИНСКИ ПУТ
ТИП	ПП-л ПП-п	СП-п СП-р	ВП-р ВП-м	ДП-м ДП-д
ПП-л	1 1	1 2	1	
ПП-п	1 1	2 2		
СП-п	2 2	2 2	3	
СП-р		2 2	3 3	
ВП-р		3 3	3 3	3
ВП-м			3 3	3 3
ДП-м			3	3 3
ДП-д				3 3 3

1 2 3

типове површинске раскрснице

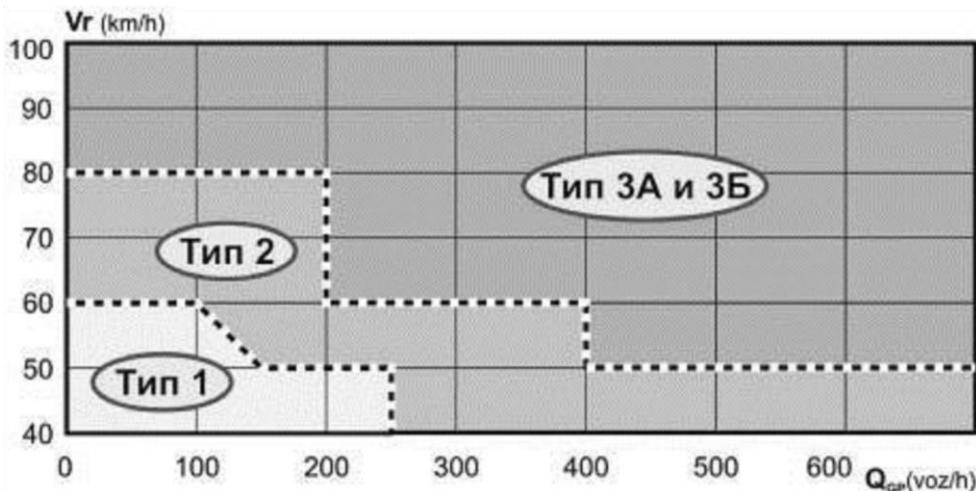
1: A vertical tie with two diagonal criss-crosses at the top and bottom.

2: A vertical tie with one diagonal criss-cross at the top or bottom.

3: A horizontal tie with two diagonal criss-crosses at the ends.

могућа примена денивелисане раскрснице зависно од програмских услова и/или саобраћајног оптерећења

Slika 3-01: Tipovi površinskih raskrsnica sa presecanjem saobraćajnih struja zavisno od funkcionalne klasifikacije ukrasnih (priključnih) pravaca.



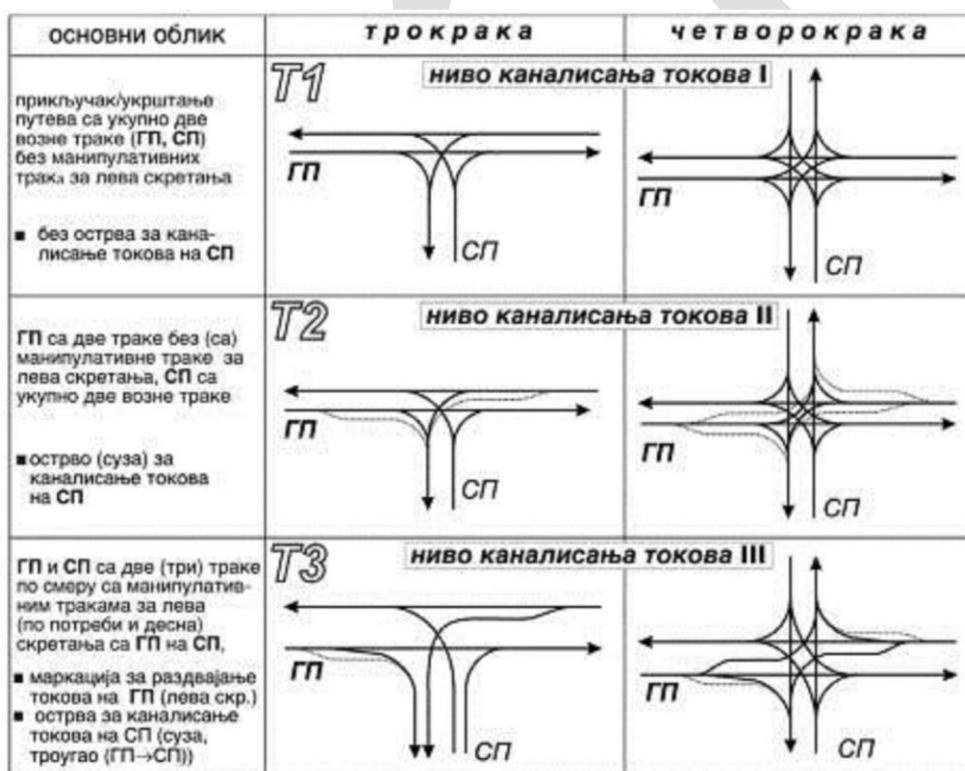
Slika 3-02: Tipovi površinskih raskrsnica sa presecanjem saobraćajnih struja zavisno od merodavnog saobraćajnog opterećenja i računske brzine glavnog pravca (GP).

Navedeni tipovi raskrsnica (1, 2, 3) zasnivaju se на основном критеријуму функционалног нивоа raskrsnice који је усклађен са нивоом расчланjenja и канализација saobraćajnih struja u зони приступа raskrsnici priključnih pravaca i uređenju konfliktnе zone.

Imajući u vidu да су te raskrsnice nesemaforizovane, односно да se levo i desno skretanje obavlja u vremenskim prazninama glavnog, односно споредног pravca, то se i izbor tipa raskrsnice mora zasnivati na ostvarivanju zahtevanog нивоа bezbednosti i planiranog нивоа usluge.

Ostvarenje navedenih stavova о расчланjenju и канализају захтева да se прошири kolovoz na приступима raskrsnici i da se приме ostrva (horizontalna signalizacija na glavnom pravcu i физичко издвајање на споредном првцу) за усмеравање saobraćajnih struja što bitno utiče на размре raskrsnice i величину investicionih ulaganja.

Osnovni tipovi površinskih raskrsnica sa presecanjem saobraćajnih struja sa нивоом канализаја saobraćajnih tokova приказани су на слици 3-03 ovog priloga.



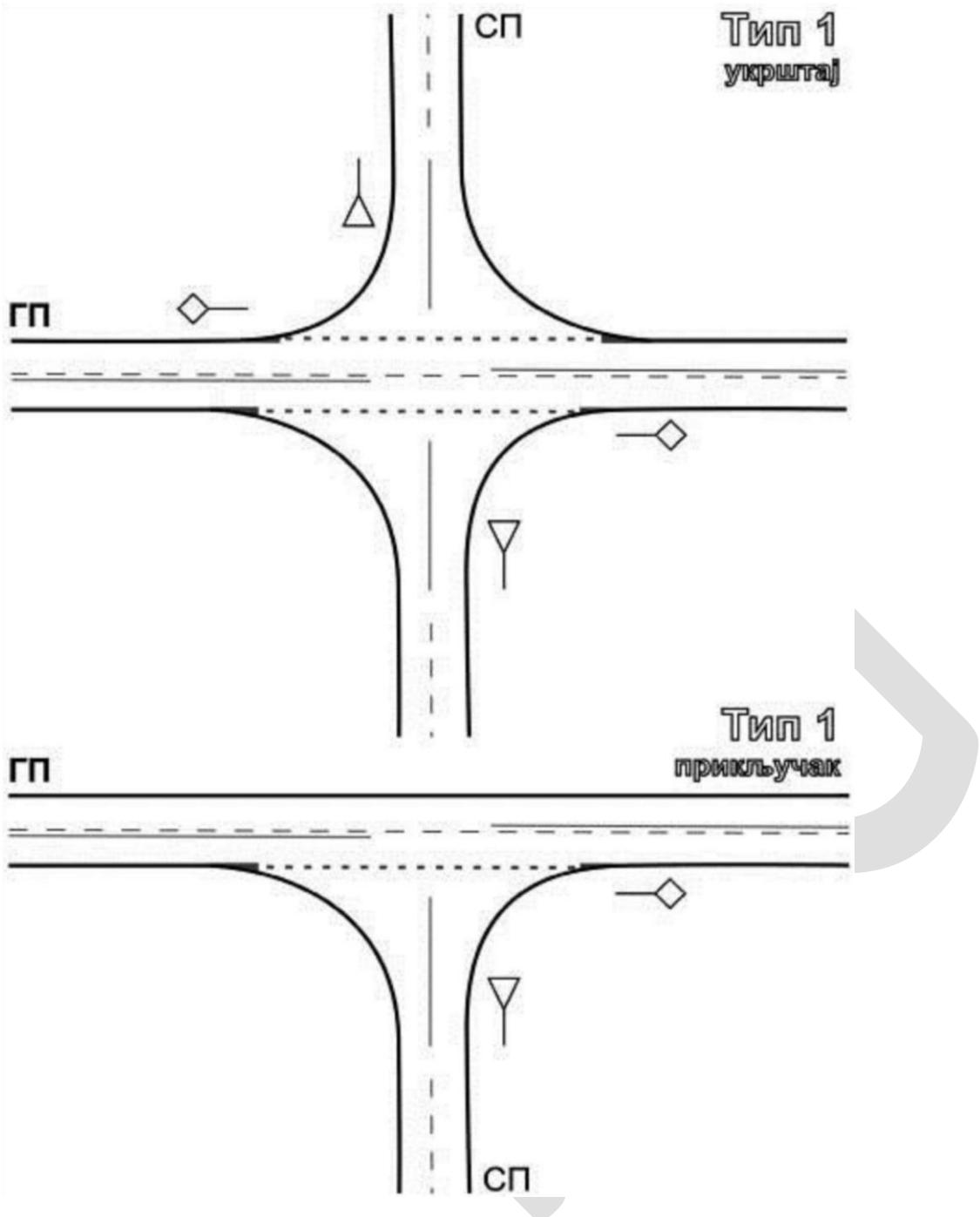
Slika 3-03: Osnovni tipovi površinskih raskrsnica sa presecanjem saobraćajnih struja.

3.2. Površinska raskrsnica - Tip 1

Tip 1 представља најједnostvнији облик површике raskrsnice на укрштају (прикључку) dvotračnih puteva bez posebno uređenog приступа, као и без манипулативне траке за лева скретања. Примењује се за изузетно мали обим саобраћаја какав је на приступним путевима локалног значаја. Довољно је да се обезбеди спољна и унутарна погледност raskrsnice i прими одговарајућа horizontalna, verticalna i putna signalizacija.

Desna скретања са главног на споредни првак и са споредног на главни првак обликују се horizontalnom kružnom radjusu који омогућава пропусност меродавног возила.

На слици 3-04 ovog priloga приказан је Tip 1 за slučaj четворокраке (ukrštaju) i trokrate (priključak) površinske raskrsnice.



Slika 3-04: Površinska raskrsnica - Tip 1.

3.3. Površinska raskrsnica - Tip 2

Tip 2 predstavlja nešto složeniji oblik površinske raskrsnice u uslovima od malog do srednjeg saobraćajnog opterećenja (slika 3-02 ovog priloga), u kojem obim levih skretanja ne iznosi više od 10 % Qmer. Građevinske intervencije se svode na uređenje pristupa sporednog pravca (SP) sa obaveznim ostrvom kapljičastog oblika za razdvajanje saobraćajnih struja za leva skretanja s glavnog na sporedni, kao i sa sporednog na glavni pravac. Pošto se ta ostrva izrađuju na sporednom pravcu, ona se građevinski izdvajaju iz osnovnog kolovoza da bi se obezbedili kvalitetniji uslovi kanalisanja saobraćaja. Na glavnom pravcu, zavisno od merodavnog saobraćajnog opterećenja, pristupna zona se može dvojako oblikovati:

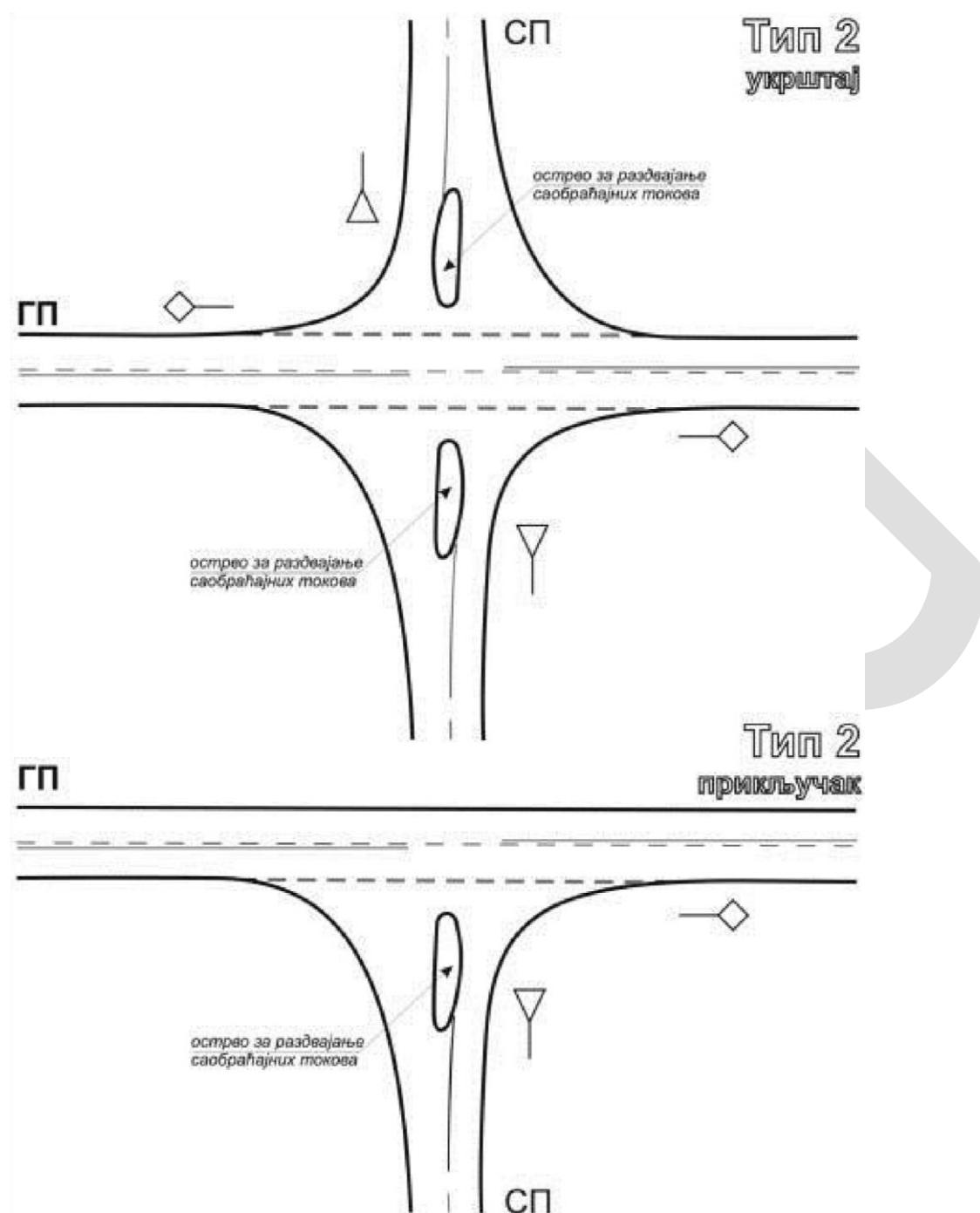
1. Ako je saobraćajno opterećenje levih skretanja veće od 10 %, kolovoz glavnog pravca se širi na 5,50 m da bi se omogućio kontinualni protok vozila na glavnom pravcu uz istovremeno postrojavanje vozila koja skreću levo;
 2. Ako je saobraćajno opterećenje levih skretanja manje od 10 %, na glavnom pravcu se ne proširuje kolovoz, već se istom voznom trakom kreću vozila koja idu pravo i vozila koja skreću levo s glavnog pravca.
- I u jednom i u drugom slučaju primenjuju se odgovarajuća horizontalna, vertikalna i putokazna signalizacija u cilju obezbeđenja maksimalne bezbednosti vožnje.

Kolovoz glavnog pravca (GP) (slučaj 1) proširuje se sa širine vozne trake na širinu 5,50 m, u skladu s prilogom 1 - Trasa vangradskih puteva, obostrano simetrično ako je područje raskrsnice u pravcu ili u infleksiji, odnosno jednostrano, na unutrašnju stranu ako je područje raskrsnice u horizontalnoj krivini.

Desna skretanja na tom tipu površinske raskrsnice izvode se trocentričnom krivom tragova odnosa radijusa R1:R2:R3 = 2:1:3. Centralni radius R2 se određuje na osnovu ugla ukrštaja raskrsnice i datog merodavnog vozila (tačka 3.5.3 ovog priloga). Proveru prohodnosti merodavnog tipa vozila treba izvršiti nekim od verifikovanih postupaka (grafički i/ili numerički).

I za taj tip površinske raskrsnice neophodno je obezbediti spoljnu i unutrašnju preglednost u skladu s graničnim uslovima definisanim u poglavljima 2 i 3 ovog priloga.

Na slici 3-05 ovog priloga prikazan je Tip 2 za slučaj četvorokrake (ukrštaj) i trokrake (priključak) površinske raskrsnice.



Slika 3-05: Površinska raskrsnica - Tip 2.

3.4. Površinska raskrsnica - Tip 3

Tip 3 površinske raskrsnice je najsloženiji oblik i primenjuje se na veznim i daljinskim vangradskim putevima. On predviđa puni program građevinskog uređenja i samim tim garantuje i najviši nivo bezbednosti i protočnosti. Na glavnom pravcu (GP) raščlanjuju se i kanališu saobraćaje struje za leva i desna skretanja i obezbeđuje kontinuiteta direktnih tokova (pravo), dok se na sporednom pravcu (SP) fizički kanališu saobraćajne struje izgradnjom kapljastog i trougaonog ostrva izvan osnovne ravni kolovoza.

Tip 3 raskrsnica primenjuje se za ukrštaje (priključke) dvotračnih puteva najvišeg ranga, kao i za višetračne puteve (trotračni, četvorotračni), ako obim saobraćaja i zahtevani nivo bezbednosti ne uslovjavaju primenu denivelisanih raskrsnica.

Zavisno od topografskih uslova i prirodnih ograničenja mogu se razlikovati dva tipa raskrsnica Tip 3: 3A i 3B.

Na raskrsnicama Tipa 3A, (slika 3-06 ovog priloga) obavezno se formiraju posebne trake za leva skretanja s glavnog na sporedni pravac zavisno od brzine u raskrsnici Vras i merodavnog saobraćajnog opterećenja Qmer. Na sporednom pravcu se formira ostrvo fizički izdvojeno iz osnovne ravni kolovoza, kapljastog oblika za razdvajanje saobraćajnih tokova levih struja. Desna skretanja s glavnog na sporedni pravac kanališu se dodatnom izlivnom trakom klinastog ili paralelnog oblika i formira se posebno trougaono ostrvo. Desno se skreće s sporednog na glavni pravac pomoću trocentrične krive tragova odnosa radijusa R₁ : R₂ : R₃ = 2,5 : 1 : 5,5 ili R₁ : R₂ : R₃ = 2 : 1 : 3. Centralni radius R₂ se određuje na osnovu ugla ukrštaja raskrsnice i merodavnog vozila (tačka 3.5.3 ovog priloga). Proveru prohodnosti merodavnog tipa vozila treba izvršiti nekim od verifikovanih postupaka (grafički i/ili numerički).

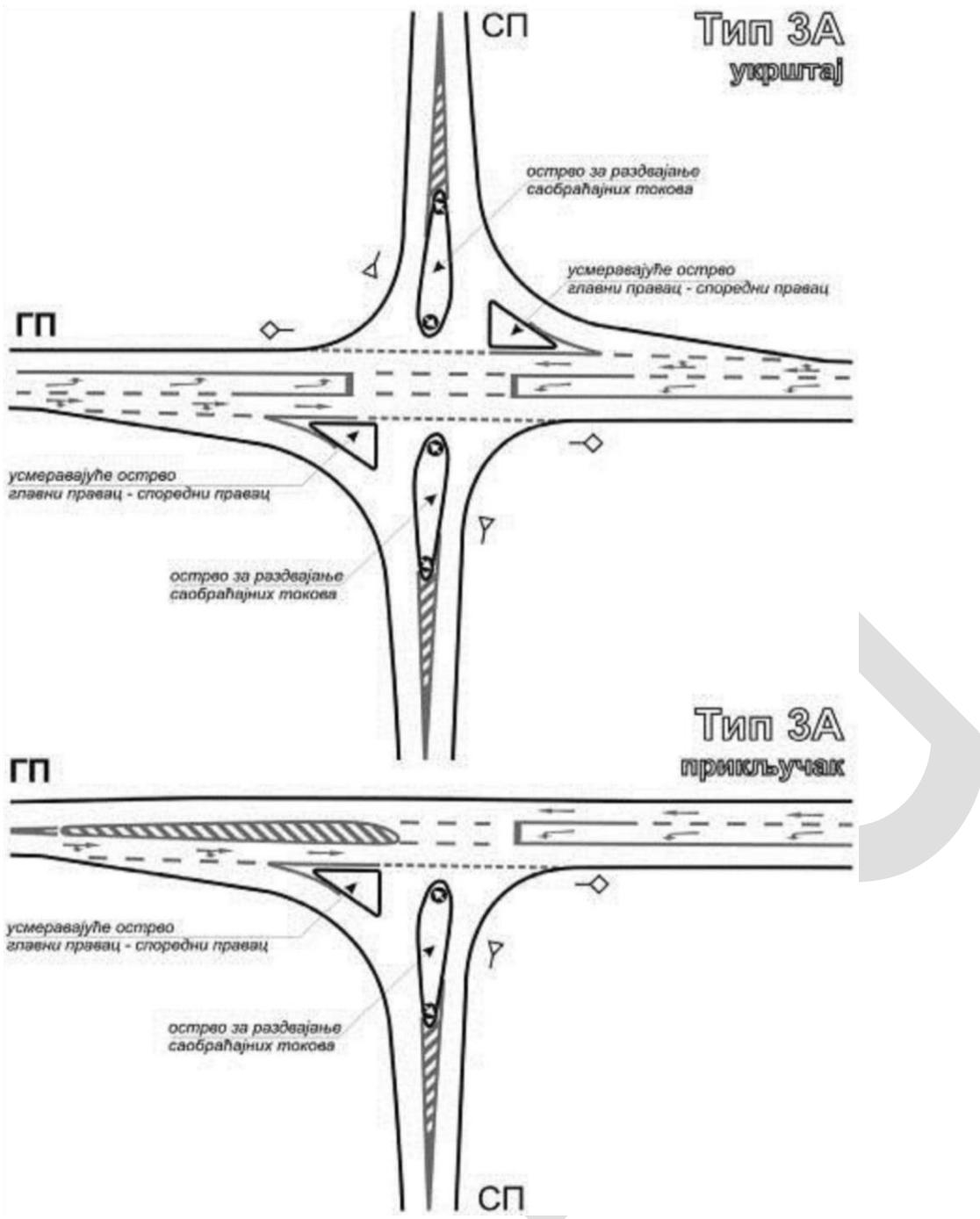
Na slici 3-06 ovog priloga prikazan je Tip 3 za četvorokraku (ukrštaj) i trokraku (priključak) površinsku raskrsnicu.

U specifičnim topografskim uslovima, kada se deniveliše ukrštaj glavnog i sporednog pravca (prirodne pogodnosti), moguće je formirati specifičan tip površinske raskrsnice (tzv. tip 3B), koji je dvostruka kombinacija priključka tipa 3A za rešenje ukrštaja navedenog visinskog razdvajanja ukrsnih pravaca. Takva raskrsnica se javlja kada su opterećenja ukrsnih pravaca takvog intenziteta da ne bi bilo moguće problem rešiti raskrsnicom tipa 3A za ukrštaj presečnih pravaca.

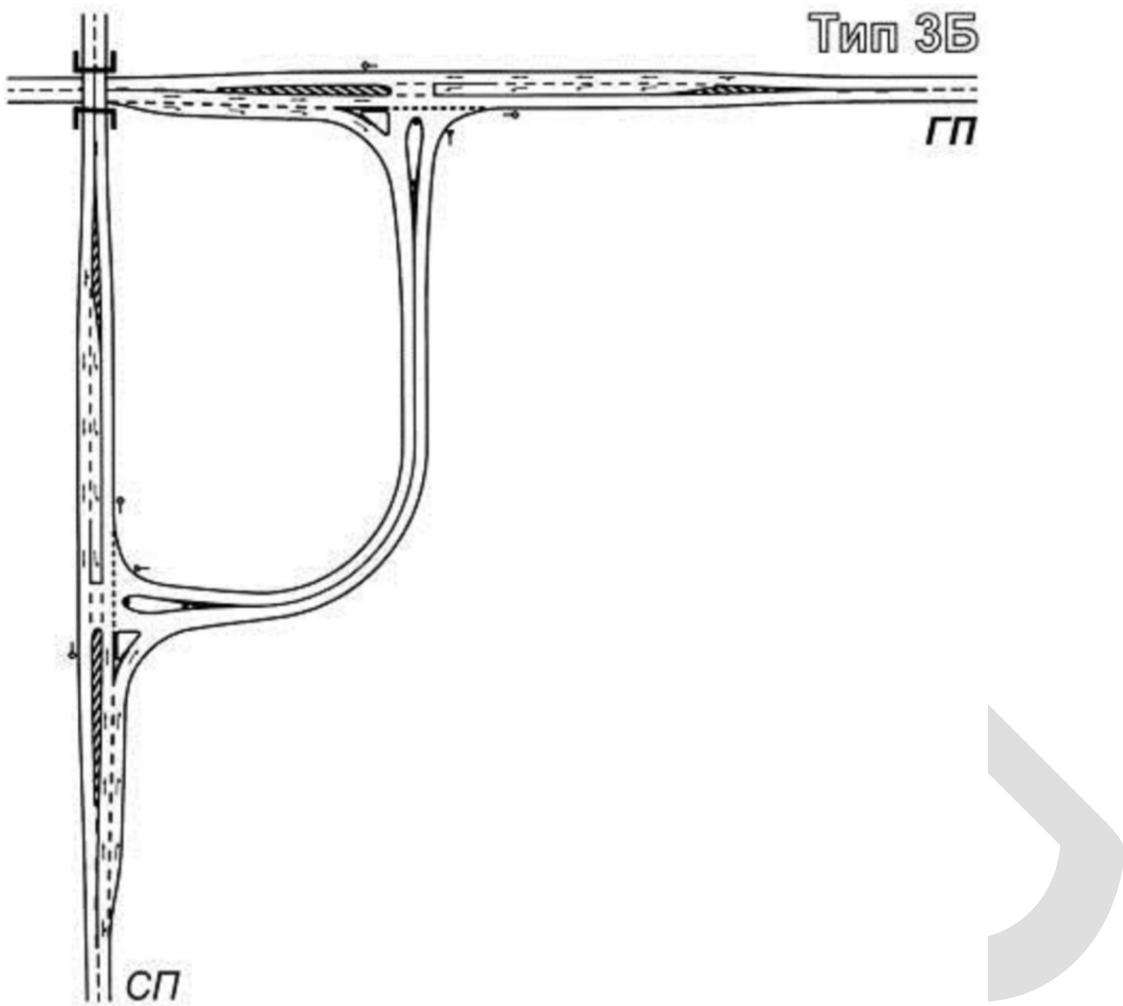
Za oba analizirana Tipa 3 površinske raskrsnice neophodno je obezbediti spoljnu i unutrašnju preglednost u skladu s graničnim uslovima definisanim u poglavljima 2 i 3 ovog priloga.

Tip 3 površinske raskrsnice prikazan je na slici 3-07 ovog priloga.





Slika 3-06: Površinska raskrsnica - Tip 3A.



Slika 3-07: Površinska raskrsnica - Tip 3B.

3.5. Projektni elementi

Geometrijsko projektovanje raskrsnica počinje raščlanjenjem konfliktne zone na potreban broj vozne i manipulativne trake. U normalnim okolnostima, na dvotračnim putevima - (tip 3) potrebno je obezbediti tri trake: dve vozne za direktnе tokove glavnog pravca i jednu manipulativnu za leva skretanja. Nakon toga konstruiše se razdelno ostrvo kapljastog oblika na sporednom pravcu, čije dimenzije zavise od izabranog tipa površinske raskrsnice i konačno se konstruiše ivična geometrija za desna skretanja, uz konstrukciju usmeravajućeg ostrva za skretanja s glavnog pravca na sporedni pravac.

Pored osnovne geometrije svih osovina i ivica posebna pažnja u procesu projektovanja posvećuje se i analizi preglednosti površinskih raskrsnica, detaljnoj geometrijskoj i funkcionalnoj analizi pojedinačnih elemenata projektovanja, proveri prohodnosti za merodavno vozilo, nivelacionom uklapanju glavnog i sporednog pravca, trakama za biciklistički i pešački saobraćaj, kao i autobuskim stajalištima u zoni raskrsnice.

3.5.1. Preglednost površinskih raskrsnica

Obezbediti odgovarajuće spoljne i unutrašnje preglednosti površinskih raskrsnica jedan je od najvažnijih koraka u celokupnom procesu projektovanja. Značaj spoljne preglednosti utvrđen je u poglavlju 2 ovog priloga - Uslovi lokacije, dok se u ovom poglavlju analiziraju karakteristični slučajevi unutrašnje preglednosti (slike 3-08 i 3-09 ovog priloga).

Spoljna preglednost glavnog pravca iznosi $PsGP = 3Vp GP (m)$, dok na sporednom pravcu mora biti obezbeđena spoljna preglednost - $PsSP$, na nivou zahtevane preglednosti $Zp = f(Vp SP)$ za projektnu brzinu sporednog pravca u zoni raskrsnice. Na nivou ovih preglednosti ne sme biti prepreka koje bi ometale sagledljivost, odnosno raspoloživa preglednost $Pr = f(Ri, Ai, iNi, Rvi, xi, yi, zi)$ mora biti veća ili jednaka $PsGP$, odnosno $PsSP$ respektivno za glavni i sporedni pravac, u skladu s prilogom 2 - Trasa vangradskih puteva.

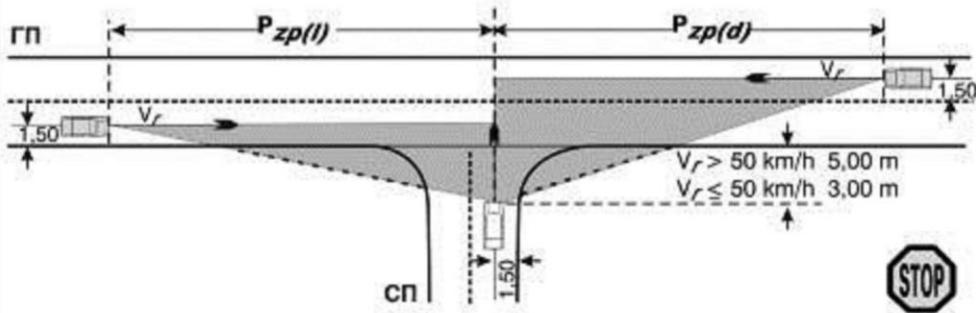
Na slici 3-08.1 ovog priloga prikazana je analiza unutrašnje preglednosti kada se na površinskoj raskrsnici kreću samo motorna vozila, dok je na slici 3-08.2 ovog priloga prikazan slučaj kada se u zoni raskrsnice kreću motorna vozila i bicikli. Za biciklistički saobraćaj predviđena je posebna traka koja je ivičnom razdelnom trakom odvojena od protočnog dela kolovoza. U oba slučaju saobraćaj na sporednom pravcu je pod znakom obaveznog zaustavljanja - STOP.

Ako se saobraćaj sa sporednog pravca uliva na glavni tok pod znakom ukrštanja s putem s prvenstvom prolaza - obrnuti trougao, važe prepostavke prikazane na slici 3-09 ovog priloga - konstruisane su zone preglednosti za ukrsene pravce i definisani trouglovi preglednosti koji moraju biti pod posebnim režimom kontrole. Trouglovi preglednosti koji se formiraju na osnovu navedenih analiza moraju biti u potpunosti zaštićeni, oslobođeni svih prepreka, a visina zasada ne sme biti veća od 10 cm.

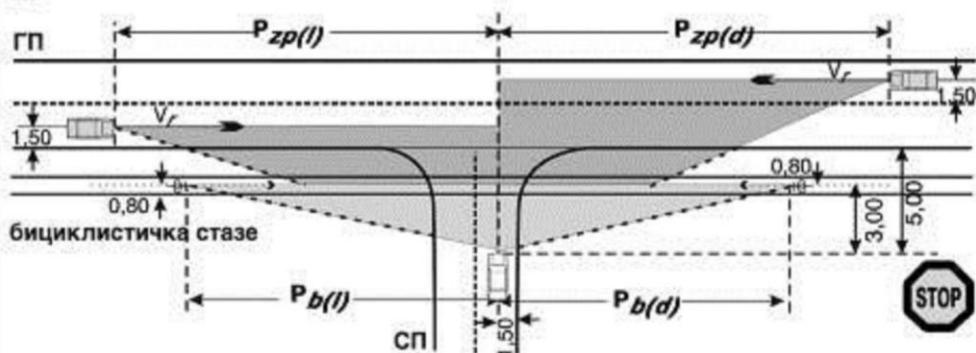
Osnovni princip funkcionisanja saobraćaja na površinskim vangradskim putevima podrazumeva ukrštanje ili priključak sporednog pravca (SP) uz poštovanje prvenstva prolaza saobraćaja na glavnom pravcu (GP) - „obrnuti trougao“. Samo kada nije moguće dosledno sprovesti taj princip, dopušta se odvijanje saobraćaja pod znakom obaveznog zaustavljanja na sporednom pravcu - STOP.

Konstruisane zone preglednosti površinskih raskrsnica sa definisanim uslovima zaštite (visine zasada, granični položaj prepreka i sl.) predstavljaju osnovni dokument za projekt pejzažnog uređenja područja raskrsnice. U pogledu gabaritnog obezbeđenja poprečnih profila važe principi i dimenzijske definisane u prilogu 2 - Trasa vangradskih puteva.

1.

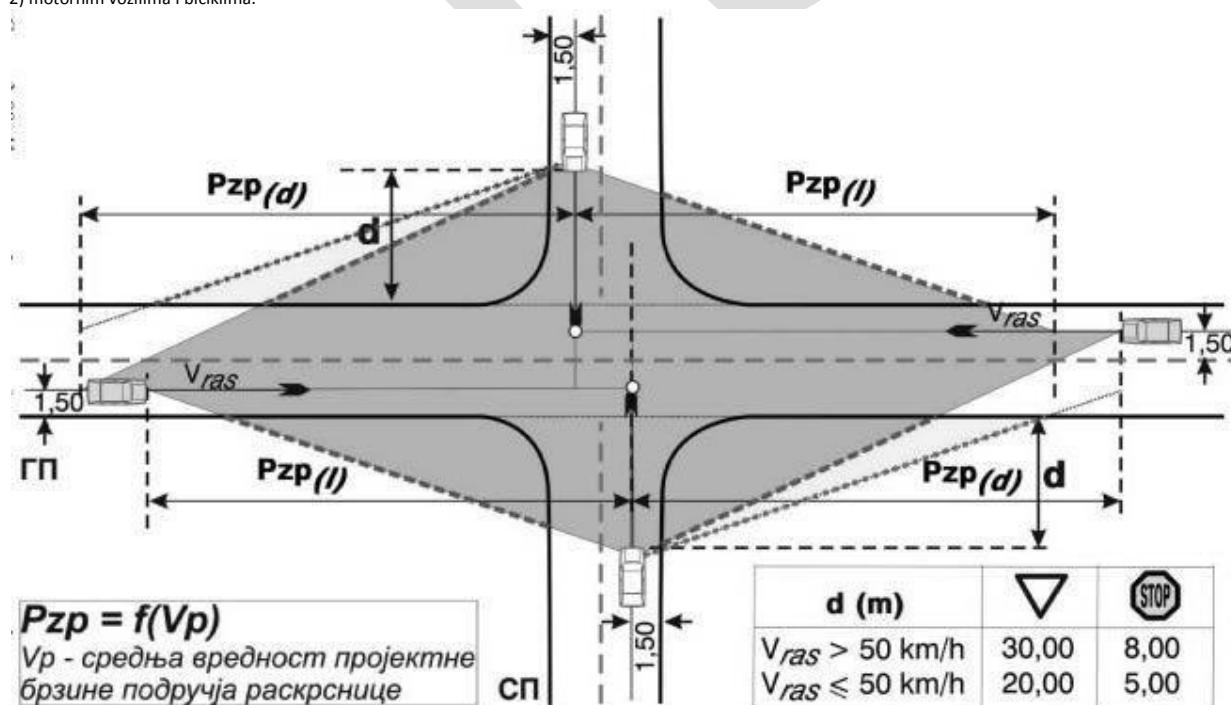


2.



Slika 3-08: Konstrukcija zone preglednosti na trokrakoj površinskoj raskrsnici ako se na njoj obavlja saobraćaj: 1) motornim vozilima;

2) motornim vozilima i biciklima.



Slika 3-09: Konstrukcija zona preglednosti na četvorokrakoj površinskoj raskrsnici.

3.5.2. Vozne i manipulativne trake

Vozne trake na površinskim raskrsnicama treba da budu u punom sastavu (širina i broj) vođene kroz područje raskrsnice. Sve devijacije tih traka radi proširenja kolovoza treba da se izvedu kontinualnim linijama primenom elemenata u skladu s računskom - Vr i projektnom - Vp brzinom, odnosno uslovima definisanim u prilogu 2 - Trasa vangradskih puteva. To se pre svega odnosi na širine voznih traka i funkciju proširenja prilikom formiranja manipulativnih traka.

Širina manipulativnih traka je jednaka širini voznih traka, ali ne manja od 3,00 m. Ako se manipulativna traka za leva skretanja iz glavnog pravca i u glavni pravac formira pomoću fizički izdvojenih ostrva iz ravni kolova, zahteva se da minimalna širina vozne trake - tv u zoni raskrsnice bude $\geq 4,50$ m. To se prvenstveno zahteva radi bezbednosti vožnje i uslova efikasnog održavanja puteva u zimskim uslovima.

3.5.3. Prohodnost vozila na raskrsnici

Provera prohodnosti površinske raskrsnice s presecanjem saobraćajnih struja sprovodi se za definisana merodavna vozila saglasno tački 2.1.5 ovog priloga. Provera se sprovodi primenom verifikovanog programskog sistema, konstrukcijom trajektorija vozila i/ili korišćenjem standardnih krivih minimalne prohodnosti. Na slici 3-10 ovog priloga date su odgovarajuće kombinacije krive tragova za konstrukciju horizontalne geometrije na površinskim raskrsnicama.

	ДАЉИНСКИ ПУТ ДП	ВЕЗНИ ПУТ ВП	САБИРНИ ПУТ СП	ПРИСТУПНИ ПУТ ПП
ДАЉИНСКИ ПУТ ДП	R1:R2:R3 2,5:1:5,5	R1:R2:R3 2 : 1 : 3 (2,5:1:5,5)	R1:R2:R3 2 : 1 : 3	
ВЕЗНИ ПУТ ВП		R1:R2:R3 2 : 1 : 3	R1:R2:R3 2 : 1 : 3 (R = R2)	R1:R2:R3 2 : 1 : 3 (R = R2)
САБИРНИ ПУТ СП		AB, BB	R1:R2:R3 2 : 1 : 3 (R = R2)	R = R2 (R1:R2:R3) (2 : 1 : 3)
ПРИСТУПНИ ПУТ ПП		BУСл, БУСлзг TB1, TB2, TB3		R = R2

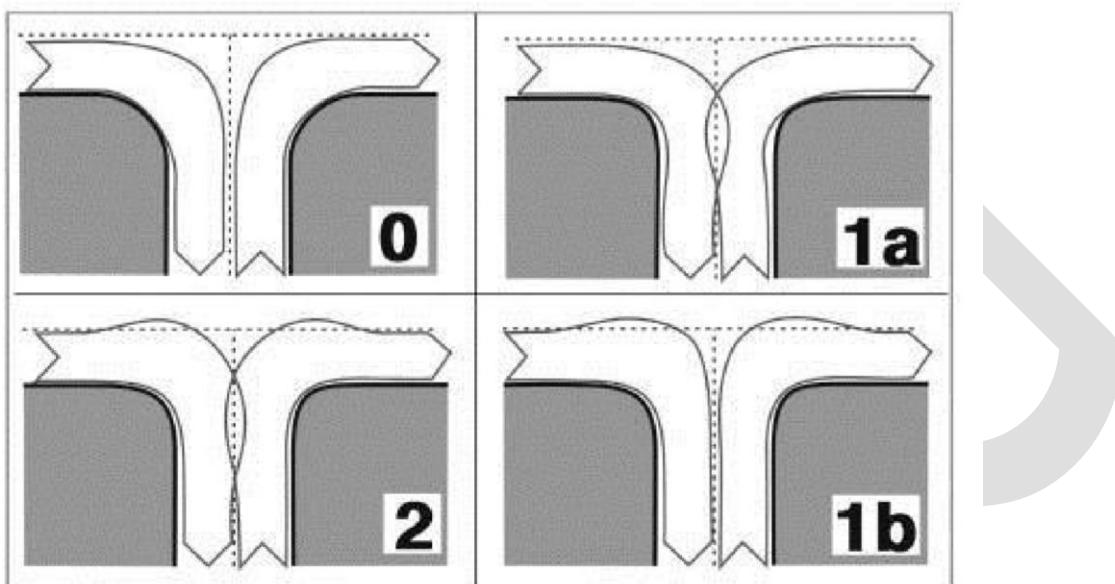
напомена:
 велика разлика функционалних рангова, изузетан случај
- могућа примена вредности у()

Slika 3-10: Krive tragova za formiranje geometrije situacionog plana raskrsnice.

Pored definisanja merodavnog vozila za proveru prohodnosti površinske raskrsnice, neophodno je istovremeno definisati i uslove izvođenja manevra merodavnog vozila, kao što je prikazano na slici 3-11 ovog priloga. Skretanje (desno ili levo) merodavnog vozila na raskrsnici može podrazumevati da spoljna kontura ne ulazi u prostor susednih voznih ili manipulativnih traka (tip 0), da ulazi u susednu voznu ili manipulativnu traku na pravcu ka kome (tip 1a) ili iz koga izvodi manevr skretanja (tip 1b) ili da ulazi u susedne trake na oba pravca (tip 2). Izbor uslova skretanja zavisi od funkcionalnog ranga puta i/ili učestalosti pojave merodavnog vozila (tj. strukture saobraćajnog opterećenja).

	ДАЉИНСКИ ПУТ ДП	ВЕЗНИ ПУТ ВП	САБИРНИ ПУТ СП	ПРИСТУПНИ ПУТ ПП
ДАЉИНСКИ ПУТ ДП	AB, BB - 0	AB, BB - 0	AB, BB - 1b (TB1)	-
ВЕЗНИ ПУТ ВП		AB, BB - 1b	Tb1 - 1b (AB,BB)	Tb1 - 1b(1a) (БУСл, TB2)
САБИРНИ ПУТ СП			Tb1 - 1b (БУСл, TB2)	Tb1- 1b(1a) (БУСл, TB2)
ПРИСТУПНИ ПУТ ПП		AB, BB БУСл, БУСлзг TB1, TB2, TB3		Tb2- 1b(1a) (БУСл,TB1,TB3)

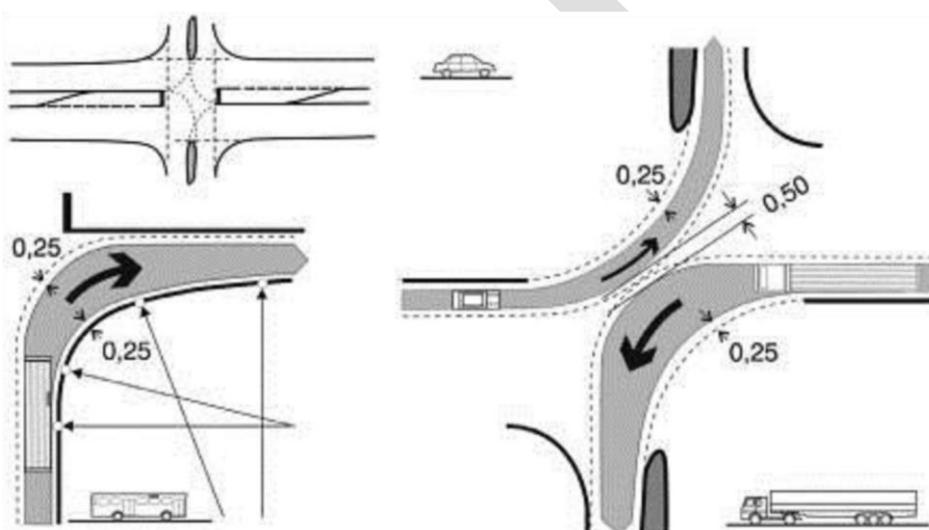
() могућа примена ако су оштрија просторна ограничења и/или ако се изводи реконструкција



Slika 3-11: Uslovi skretanja za merodavno vozilo.

Границни услови пропусног права за десно и лево скретања на површинској рашдрници са пресеком саобраћајних струја приказани су на слици 3-12 овог прлога.

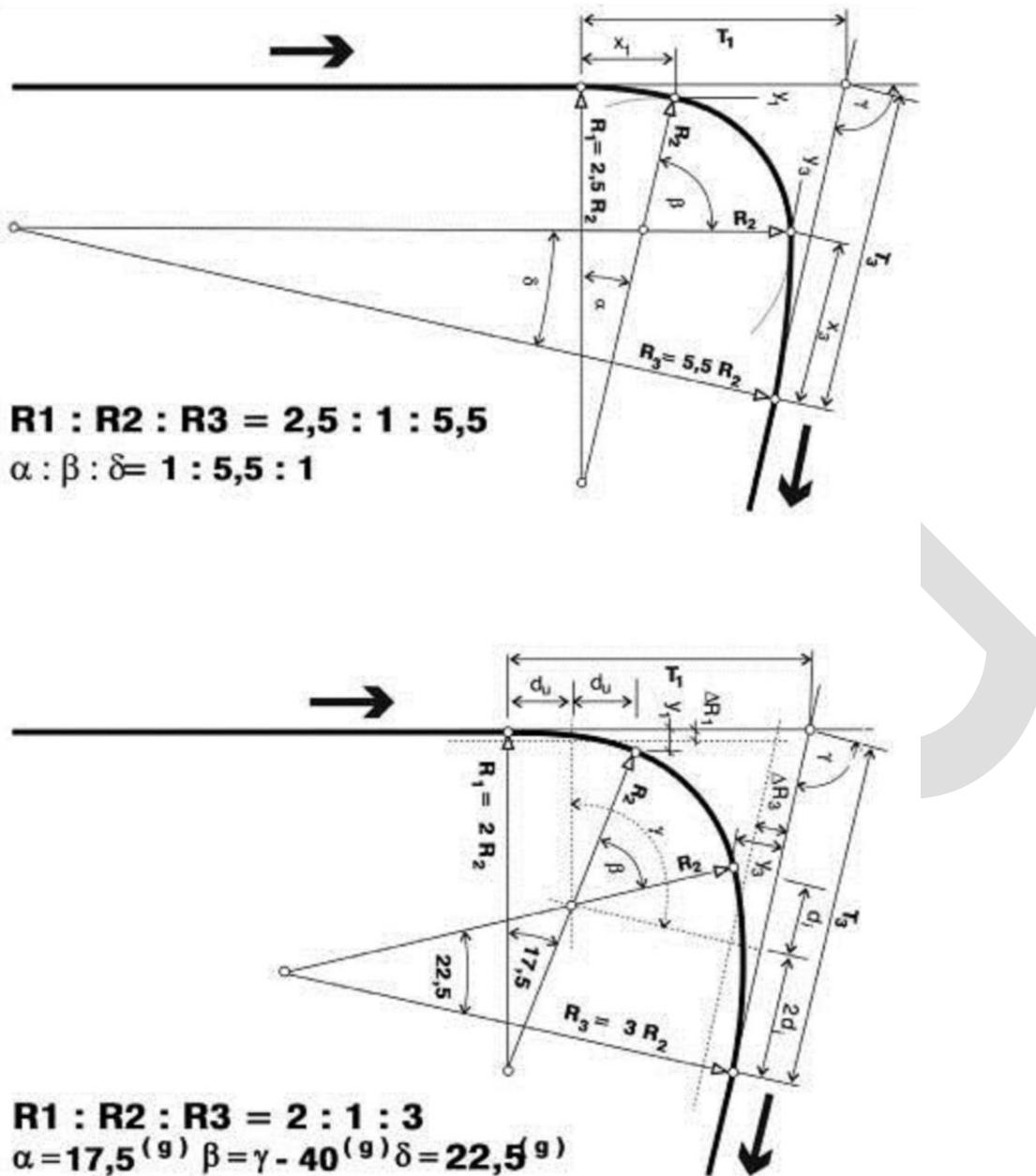
За скретања десно (слика 3-12 овог прлога) гранични услов подразумева обезбеђење заштите ширине од 0,25 m у односу на обе контурне криве. За скретања лево у највећем броју случајева довољно је обезбедити истовремено извођење маневра за тешко теретно возило (AV, VV) и путнички аутомобил (PA) под условима приказаним на слици 3-12 овог прлога. Изузетак могу бити интензивни токови левих скретања са вероватном појавом истовременог скретања тешких теретних возила (AV, VV) и/или аутобуса када се провера врши пропусност два меродавна возила под условима заштитних одстојања од контурних кривих, као што је приказано на слици 3-12 овог прлога.



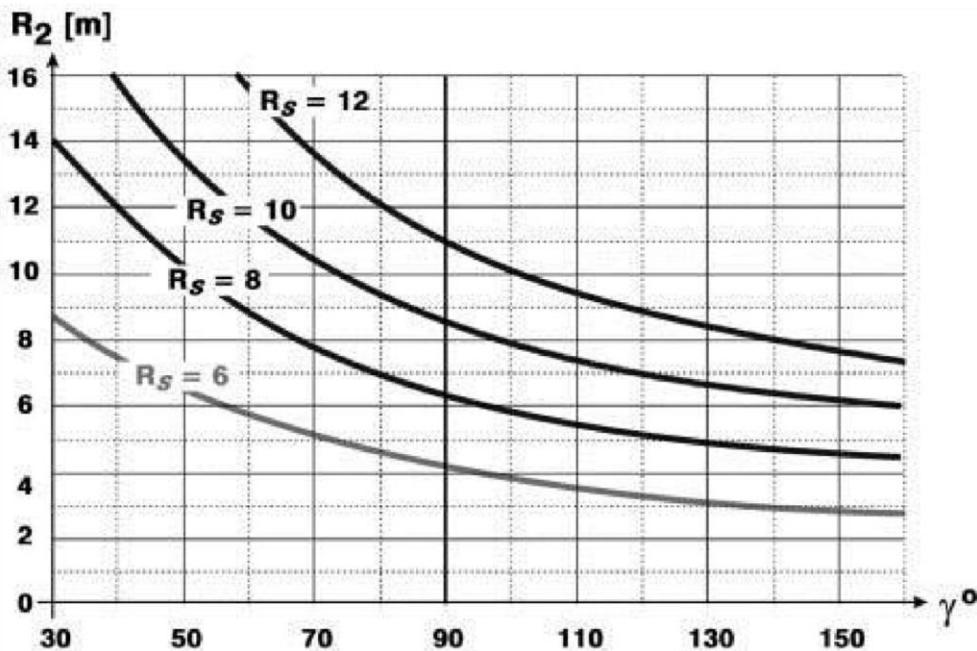
Slika 3-12: Granični uslovi propusnosti за десно и лево скретања.

Standardni tipovi trocentričnih krivih za oblikovanje ivičnih i vodećih linija na površinskoj raskrsnici sa presecanjem saobraćajnih struja prikazani su na slici 3-13. One se mogu primeniti do vrednosti središnjeg poluprečnika max R2=25 m, a ako su veće vrednosti, primenjuje se kružna krivina s prelaznicama odgovarajućeg parametra.

Merodavni poluprečnik krivine, odnosno R2 trocentrične ili čiste kružne krivine zavisi od merodavnog vozila i skretnog ugla, odnosno ugla koji formiraju ivične ili vodeće linije priključnih pravaca (slika 3-14 ovog priloga).



Slika 3-13: Standardni tipovi trocentričnih krivih za oblikovanje ivičnih i vodećih linija.



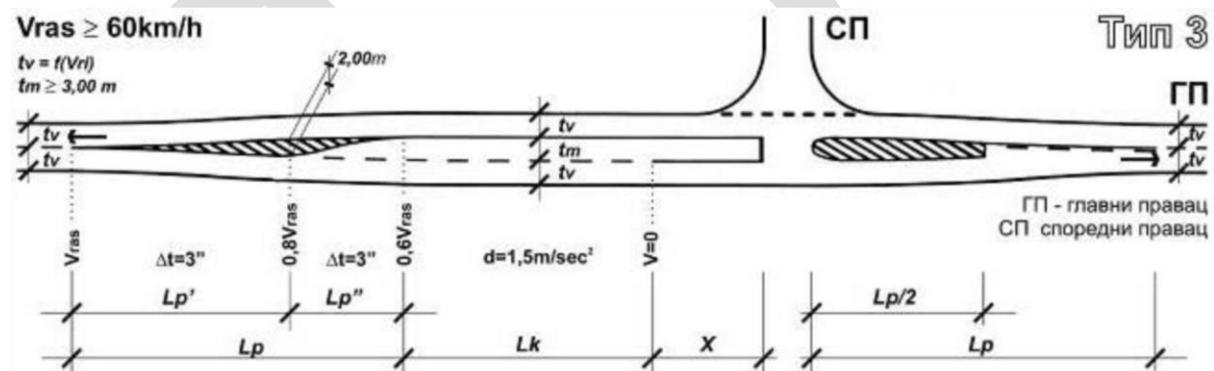
Slika 3-14: Izbor poluprečnika krivine (R_2) u zavisnosti od skretnog ugla (γ) i merodavnog vozila:

$R_s = 6$ - Putničko vozilo (PA); $R_s = 8$ - Kombi (DV); $R_s = 10$ - Kamion, Autobus (TV, BUS); $R_s = 12$ - Auto voz, Vučni voz (AV, VV).

3.5.4. Geometrijsko oblikovanje levih skretanja na glavnom pravcu

Geometrijsko oblikovanje levih skretanja na glavnom pravcu zavisi od tipa površinske raskrsnice i izvodi se kao što je prikazano na slikama 3-15 i 3-16 ovog priloga.

Posebne manipulativne trake koje se formiraju za leva skretanja na površinskim raskrsnicama sa presecanjem saobraćajnih struja izvode se u istoj ravni kao i vozne trake i označavaju se odgovarajućom horizontalnom signalizacijom. Na glavnom pravcu (GP) ove grupe raskrsnica, s obzirom na to da se vangradski putevi ne osvetljavaju, nije dozvoljeno fizičko izdvajanje ostrva jer bi se time bitno ugrozila bezbednost saobraćaja. Od tog principa može se odstupiti samo kada se osvetljavaju deonice vangradskih puteva (područja denivelisanih raskrsnica, objekti za komercijalnu eksploataciju puteva ili u tranzicionej zoni prelaska s vangradskog na gradski režim saobraćaja i sl.) i kada se ta područja tretiraju kao da se radi o raskrsnicama u gradskom području.



Lp - zona proширења коловоза за лева скретања

Lp' - припрема за раздвајање саобраћаја

Lp'' - промена возне траке (за лева скретања)

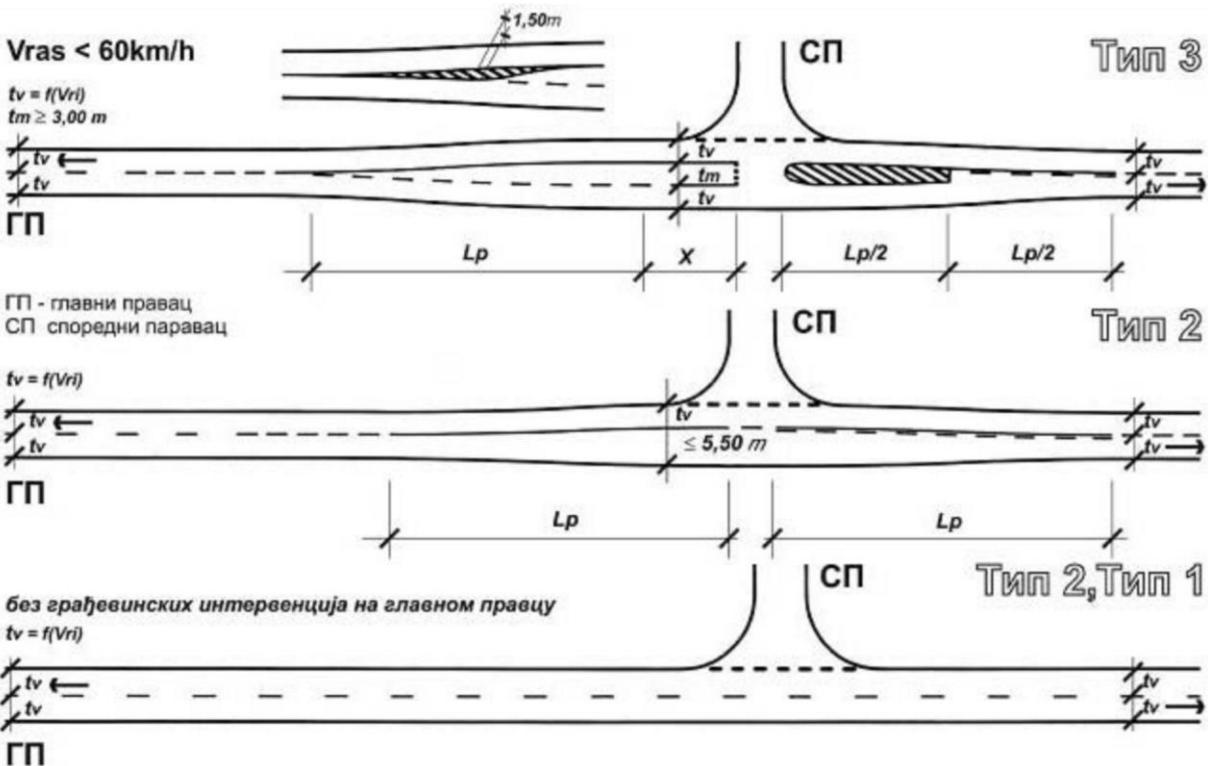
Lk - кочење до заустављања

X - чекање на повољну временску празнину

V_{ras} - меродавна брзина у зони раскрнице

V_{ras}	40 m	30 m	25 m	2 x 6 m
50	40	30	25	2 x 6
60	45	35	35	2 x 6
70	50	40	45	2 x 6
80	60	45	60	3 x 6
90	70	50	75	3 x 6

Slika 3-15: Geometrijsko oblikovanje levih skretanja na glavnom pravcu (Tip 3).

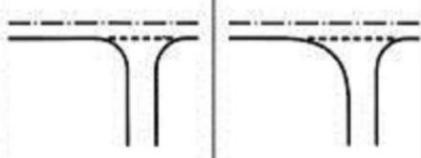
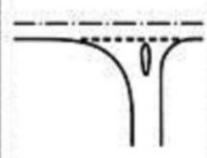


Slika 3-16: Geometrijsko oblikovanje levih skretanja na glavnom pravcu (Tipovi 1, 2, 3).

3.5.5. Geometrijsko oblikovanje desnih skretanja

Desni izliv sa glavnog (GP) na sporedni pravac (SP), uz obaveznu proveru prohodnosti merodavnog vozila, može se geometrijski oblikovati: 1) bez posebnih ulivnih traka, 2) s klinastom izlivnom trakom i 3) s paralelnom izlivnom trakom (slika 3-17 ovog priloga).

Ulivne trake sa sporednog (SP) na glavni pravac (GP) oblikuju se prostom ili trocentričnom krivinom bez posebnih ulivnih traka, uz obaveznu proveru prohodnosti za merodavno vozilo.

	ТИП 1	ТИП 2	ТИП 3
1.			
	$R = 8; 12 \text{ m}$ или $R_2 = 8 \text{ m}$	$R_2 = 12; 15 \text{ m}$	$R_2 = 15 \text{ m}$
2.	—	—	 клинаст излив $I_k = 35 \text{ m}$ $R = 25 \text{ m}$
3.	—	—	 паралелни излив $I_p = 50 \text{ m}$ $R = 20 \text{ m}$
			 паралелни излив $I_p = 100 \text{ m}$ $R = 25 \text{ m}$

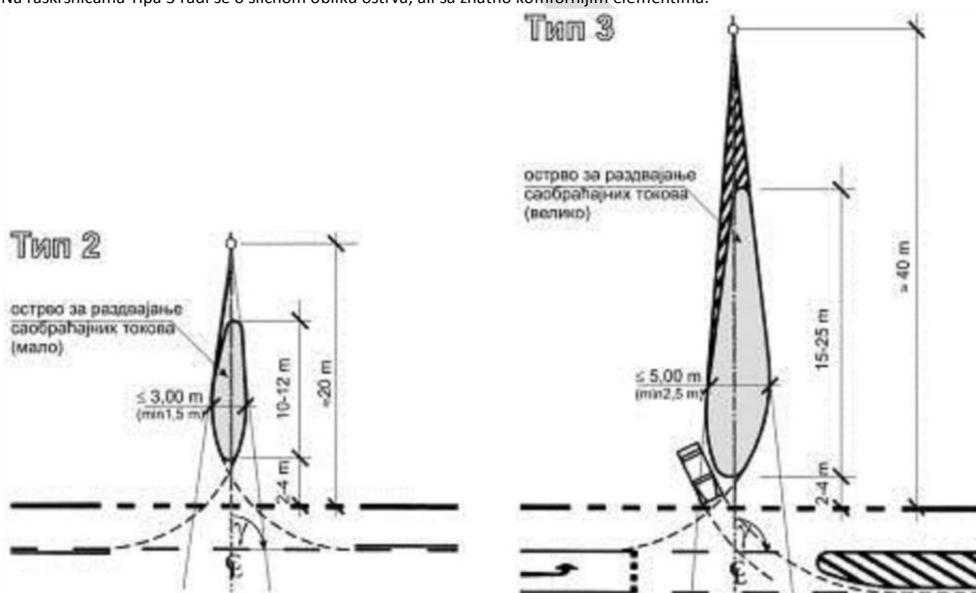
R - радијус кружне кривине за преломни угао $\gamma=90^\circ$
 R_2 - централни радијус троцентричне кривине за меродавно возило
 I_k / I_p - изливна трака (клинаста или паралелна)

Slika 3-17: Uslovi za oblikovanje desnih skretanja na površinskim raskrsnicama sa presecanjem saobraćajnih struja.

3.5.6. Ostrva za kanalisanje tokova

Ostrva za kanalisanje saobraćajnih tokova prikazana na slici 3-18 ovog priloga primenjuju se na površinskim raskrsnicama sa presecanjem saobraćajnih struja tipa 2 i 3. Kao što se uočava (slika 3-18 ovog priloga) na raskrsnici Tipa 2, ostrvo je dužine do 12,00 m i širine do 3,00 m. Odstojanje od ivice vozne trake za kretanje pravo ograničava s na 2-4 m. Apsolutni minimum širine tog ostrva iznosi 1,5 m.

Na raskrsnicama Tipa 3 radi se o sličnom obliku ostrva, ali sa znatno komfornijim elementima.

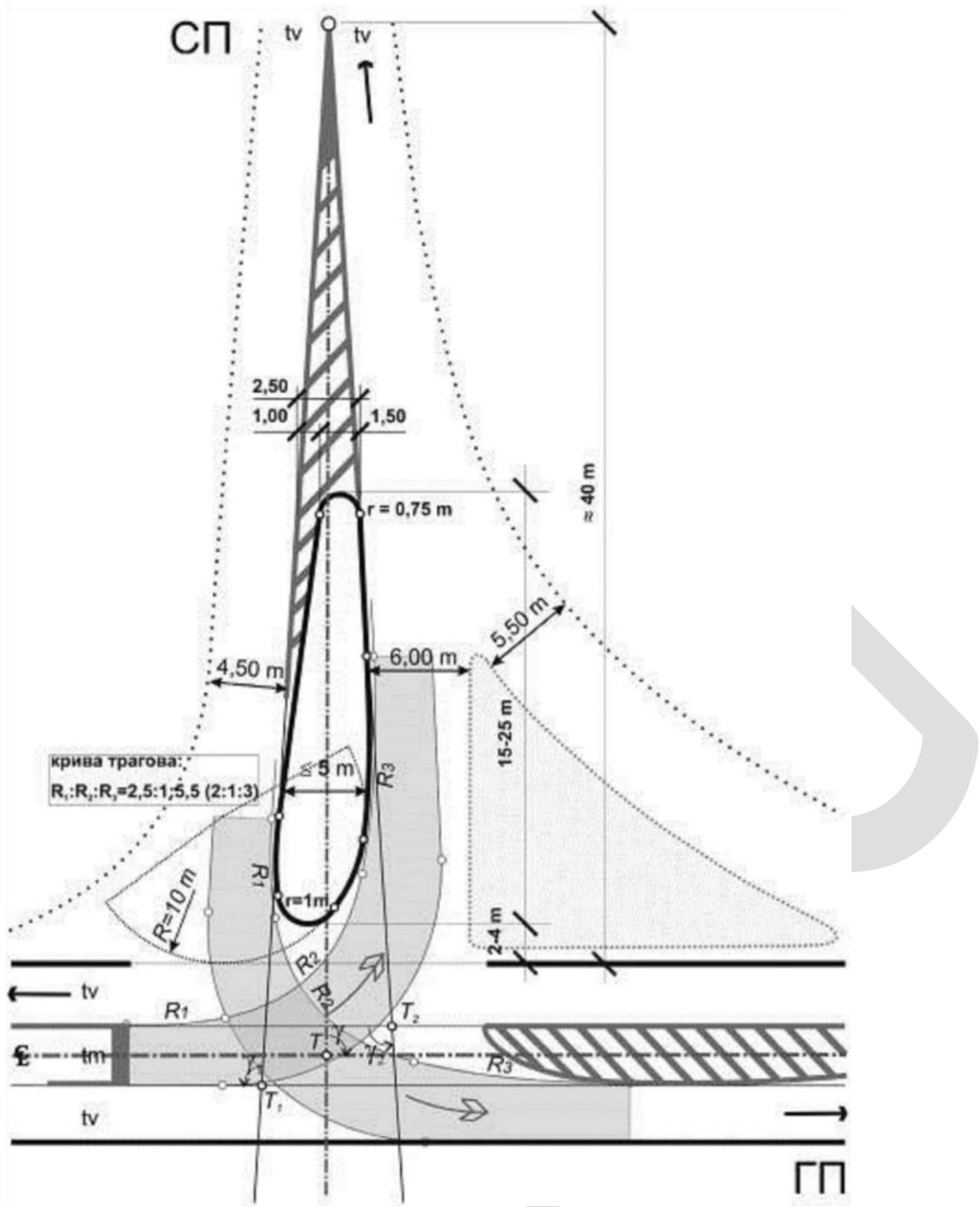


Slika 3-18: Uslovi za geometrijsko oblikovanje ostrva za razdvajanje saobraćajnih tokova na sporednom pravcu.

Na slici 3-19 ovog priloga prikazana je detaljna konstrukcija ostrva za razdvajanje saobraćajnih tokova na sporednom pravcu i prikazan je način provere prohodnosti za merodavno vozilo u toku.

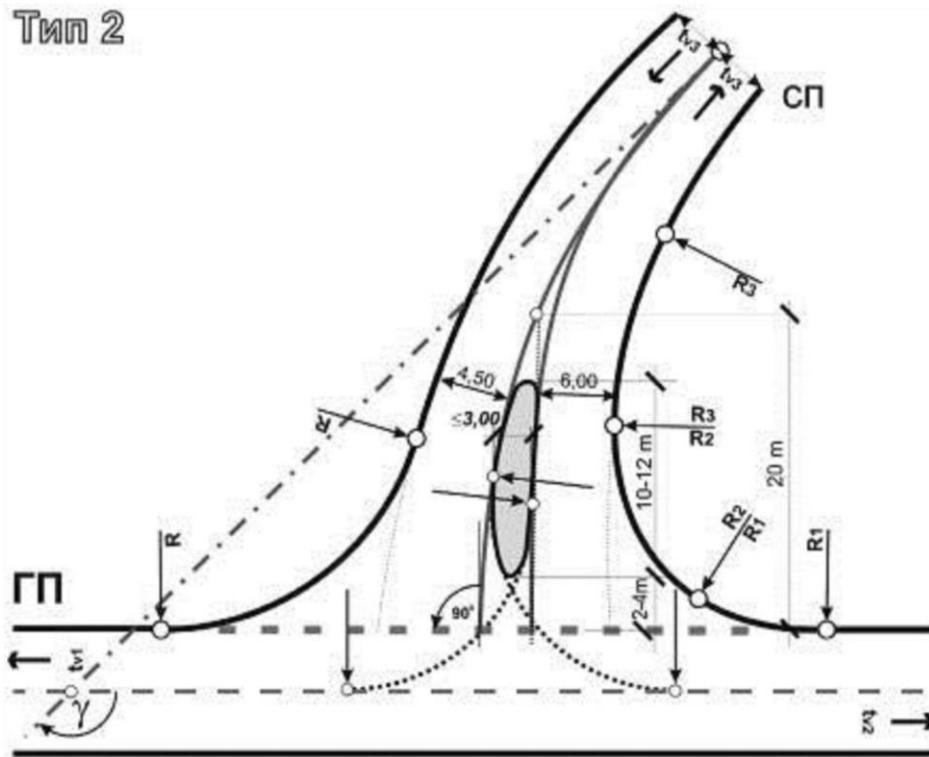
Prikazana ostrva se građevinski realizuju pa se izvode izvan osnovne ravni kolovoza ukrasnog, odnosno priključnog pravca i tako znatno doprinose kanalisanju saobraćajnih struja za leva skretanja s glavnog na sporedni pravac i obrnuto. Treba da se ta ostrva izdignu u odnosu na ravan kolovoza tipskim, prefabrikovanim ivičnjacima da bi se u potpunosti ostvarila projektovana geometrija, a samo ostrvo poploča ili kaldrmiše. Formiranje zelenih zatravljenih ostrva dolazi u obzir na raskrsnici Tipa 3 i na ukrštaju (priključku) putnih deonica najvišeg ranga. Odluku o građevinskom oblikovanju treba doneti vodeći računa o funkcionalnom (letnjem i zimskom) održavanju predmetnih deonica vangradske putne mreže.





Slika 3-19: Konstrukcija ostrva za razdvajanje saobraćajnih tokova na sporednom pravcu.

Тип 2

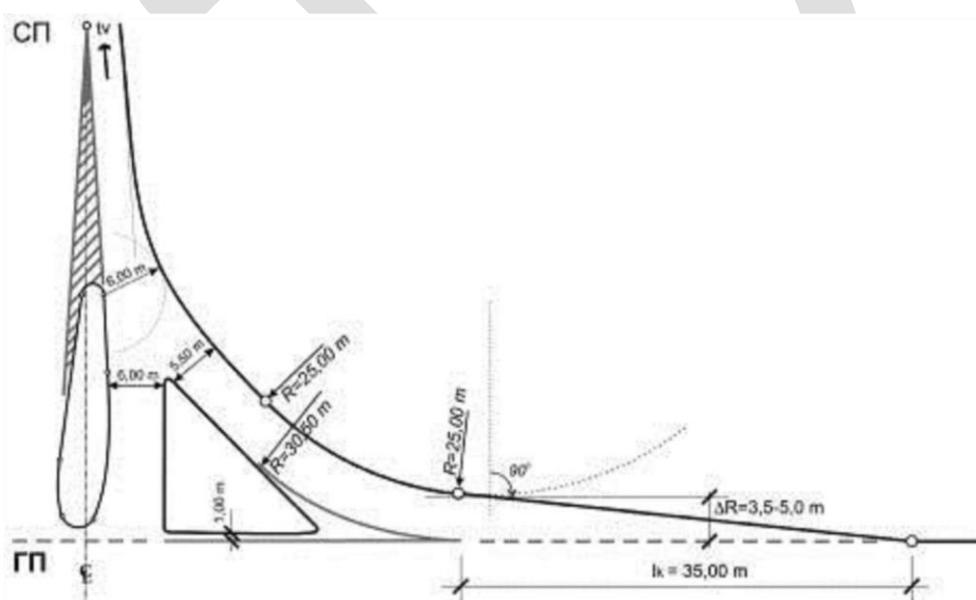


Slika 3-20: Primer geometrijske konstrukcije vodećih linija za raskrsnicu Tipa 2 s korekcijom ugla priključivanja sporednog pravca.

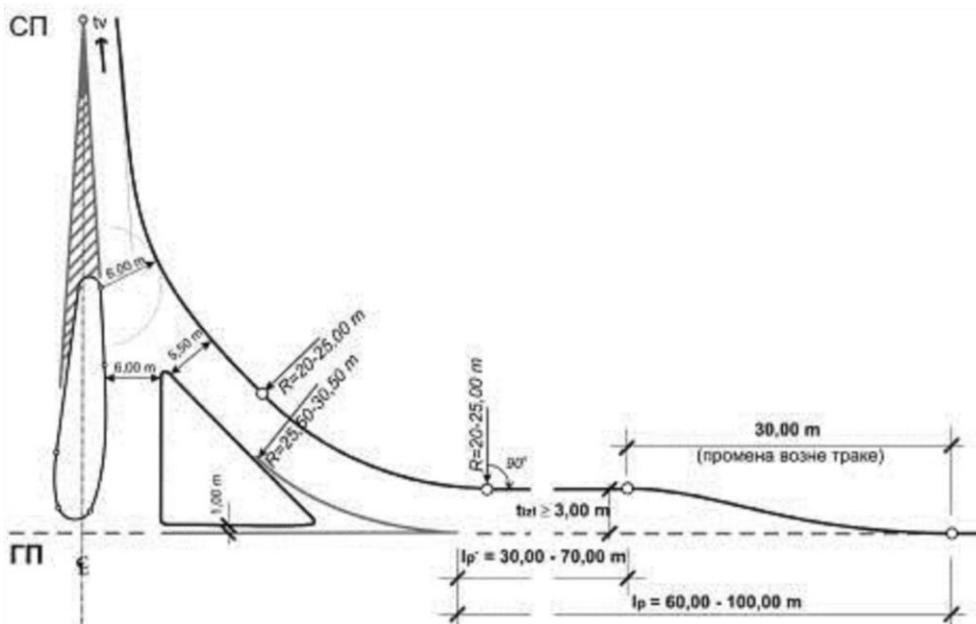
Formiranje usmeravajućeg ostrva s glavnog na sporedni pravac u direktnoj vezi sa izborom rešenja posebne izlivne trake s glavnog na sporedni pravac; klinasta ili paralelna na raskrsnicama Tipa 3.

Na slici 3-21 ovog priloga prikazana je geometrijska konstrukcija usmeravajućeg ostrva ako se primene klinasta izlivna traka za desna skretanja s glavnog na sporedni pravac, što je u praksi pokazalo veoma dobre rezultate u pogledu bezbednosti vožnje budući da svojom geometrijom direktno upućuje učesnike u saobraćaju na desno skretanje.

Na slici 3-22 ovog priloga prikazana je geometrijska konstrukcija usmeravajućeg ostrva ako se primeni paralelna izlivna traka za desna skretanja s glavnog na sporedni pravac. Preporučuje se za primenu kada su opterećenja desnih skretanja izuzetno velika i kada paralelna traka služi za prihvatanje vozila koja skreću desno ka sporednom pravcu.



Slika 3-21: Primer konstrukcije klinaste izlivne trake i usmeravajućeg ostrva.

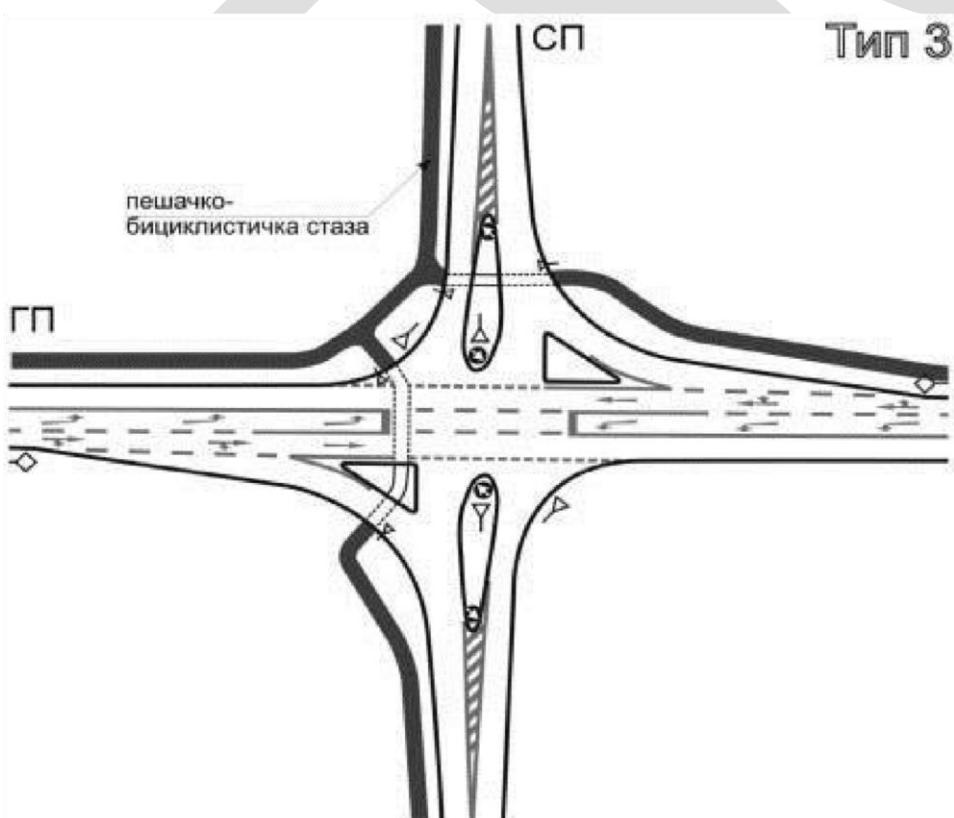


Slika 3-22: Primer konstrukcije paralelne izlivne trake i usmeravajućeg ostrva.

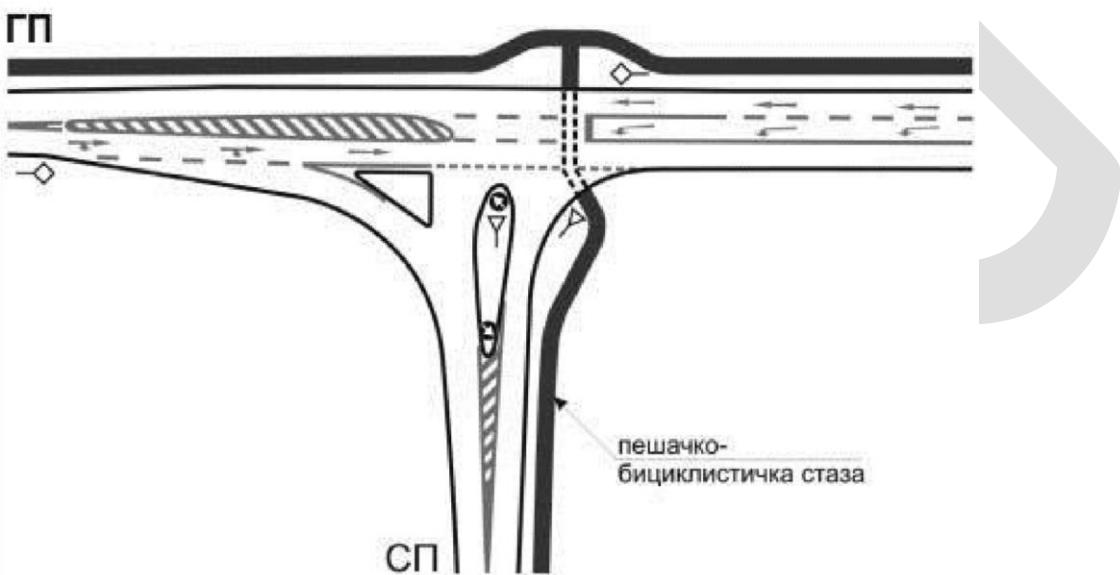
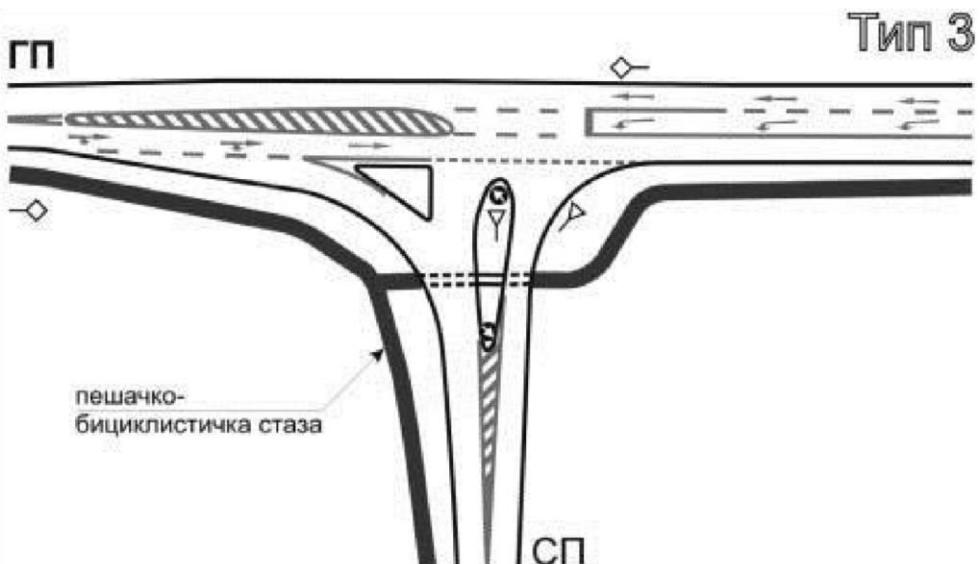
3.5.7. Biciklistički i pešački saobraćaj

Biciklistički saobraćaj na vangradskoj putnoj mreži vodi se paralelno sa osnovnim pravcem puta i najčešće se ta posebna traka, odvojena ivičnom razdelnim trakom od protočnog dela kolovoza, koristi i za eventualni pešački saobraćaj. Dimenzije te staze određuju se na osnovu priloga 2 - Trasa vangradskih puteva, s osnovnom težnjom da se u zonama raskrsnica smanji broj konfliktnih tačaka sa motornim vozilima. Na slikama 3-23 i 3-24 ovog priloga prikazana su moguća rešenja vođenja biciklističkog i pešačkog saobraćaja u zonama četvorokrakih i trokrakih površinskih raskrsnica.

Ako topografija i prostorna pozicija ukrasnih (priključnih) pravaca dopuštaju, najpogodnije je ukrštaje sa biciklistima, odnosno pešacima rešavati denivelacijom pomoću pločastih propusta u trupu nasipa. Ako su pešačka kretanja intenzivna, pre svega u tranzicionoj zoni, na raspolaganju su rešenja kao u gradskim uslovima (semaforizacija i osvetljenje raskrsnica) ili denivelacijom iznad puta, tzv. pasareлом.



Slika 3-23: Pešačko-biciklistička staza u zoni četvorokrake raskrsnice.



Slika 3-24: Pešačko-biciklistička staza u zoni trokrake raskrsnice.

3.5.8. Nivelaciono uklapanje glavnog i sporednog pravca

Poduzni i poprečni nagibi, odnosno nivelacioni elementi konfliktne zone površinske raskrsnice sa presecanjem saobraćajnih struja treba da omoguće sledeće:

1. bezbedan prolaz motornih vozila koja se ne zaustavljuju na raskrsnici približno računskim brzinama priključnih pravaca;
2. prihvatljive uslove ubrzavanja motornih vozila koja se zaustavljuju na raskrsnici ($V = 0$);
3. prihvatljive uslove za kretanje pešaka i biciklista (ako ih ima);
4. efikasno odvodnjavanje konfliktne zone, odnosno površina kolovoza i ostrva za razdvajanje i kanalisanje tokova.

Najmanja vrednost poprečnog nagiba kolovoznih površina u području raskrsnice ograničava se na min ip = 1,00 %. Najveće vrednosti rezultujućeg nagiba (max irez) zavisno od funkcionalnog nivoa ukrasnih, odnosno priključnih pravaca, kao što je prikazano na slici 3-25 ovog priloga.

	ДАЛЬИНСКИ ПУТ ДП	ВЕЗНИ ПУТ ВП	САБИРНИ ПУТ СП	ПРИСТУПНИ ПУТ ПП
ДАЛЬИНСКИ ПУТ ДП	2,5% (3%)	3% (3,5%)	3% (4%)	-
ВЕЗНИ ПУТ ВП		3% (4%)	3,5% (4,5%)	4% (4,5%)
САБИРНИ ПУТ СП		$i_{rez} = \sqrt{i_N^2 + i_P^2}$ i_N - подужни нагиб i_P - попречни нагиб i_{rez} - резултутујући нагиб	4% (5%)	4,5% (5%)
ПРИСТУПНИ ПУТ ПП				5% (5,5%)

() могућа примена ако су оштрија просторна ограничења и/или ако се изводи реконструкција штири рехабилитација

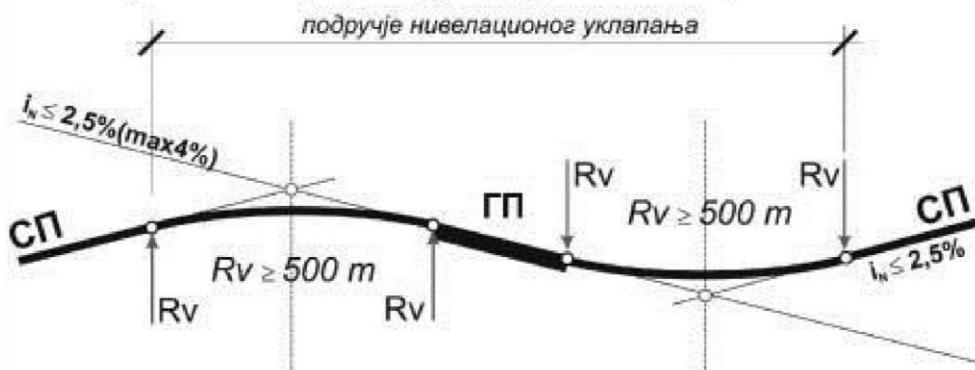
Slika 3-25: Najveće vrednosti rezultujućeg nagiba kolovoza na području površinske raskrsnice sa presecanjem saobraćajnih struja.

Niveleta sporednog pravca (SP) uskladjuje se u zoni površinske raskrsnice sa zahtevima oblikovanja poprečnog profila glavnog pravca (GP) da bi se omogućila potpuna prohodnost i protočnost raskrsnice.

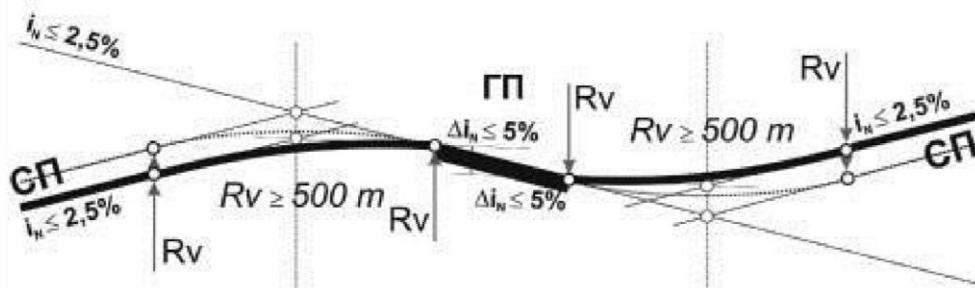
Za raskrsnice višeg funkcionalnog nivoa - Tip 2 i Tip 3 rešenje se postiže bez preloma na kontaktu GP/SP (slika 3-26.1 ovog priloga), a na raskrsnicama Tipa 1 (slika 3-26.2 ovog priloga) dozvoljava se prelom oštchine koji ne sme biti veći od 5 %. Radijusi vertikalnog zaobljenja sporednog pravca dimenzioniju se u funkciji merodavne brzine sporednog pravca.

Detaljno rešenje nivelačionog uklapanja glavnog i sporednog pravca u zoni površinske raskrsnice prikazuje se tzv. nivelačionim planom ($E = 5, 2 \text{ cm}$) pogodnim za građevinsku realizaciju raskrsnice prema unapred definisanoj položajnoj i visinskoj tačnosti.

1. без прелома споредног правца (тип 2 и тип 3)



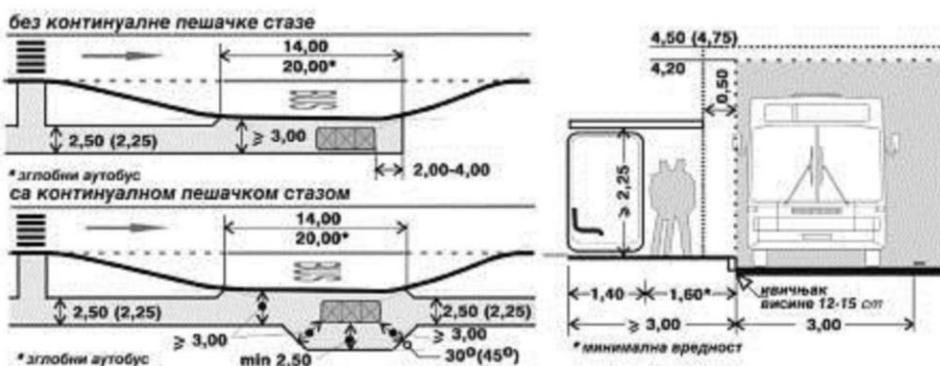
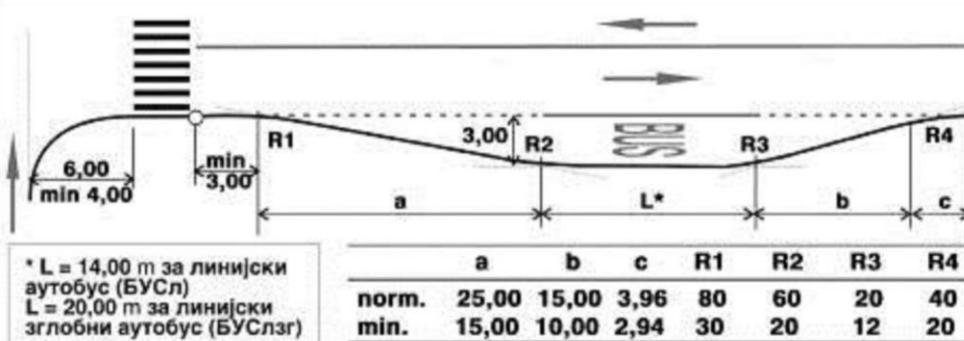
2. прелом споредног правца (само за тип 1)



Slika 3-26: Primer vođenja podužnog profila sporednog pravca u zoni površinske raskrsnice sa presecanjem saobraćajnih struja.

Na vangradskoj putnoj mreži moguć je linijski autobuski saobraćaj manjeg ili većeg intenziteta. U cilju obezbeđenja pešačkih prelaza, autobuska stajališta je najbolje postaviti u zoni površinske raskrsnice uz odgovarajuće intervencije na protočnom kolovozu, formiranjem posebnih niša za autobuska stajališta i obradu trotoara i prostora za stajalište saglasno zahtevima korisnika, kao što je prikazano na slici 3-27 ovog priloga.

Ako se autobuska stajališta formiraju na slobodnim deonicama između raskrsnica, primenjuju se principi izneti u prilogu 2 - Trasa vangradskih puteva.



Slika 3-27: Primer oblikovanja autobuskog stajališta u zoni površinske raskrsnice sa presecanjem saobraćajnih struja.

4. KRUŽNE RASKRSNICE

Kružne raskrsnice, odnosno raskrsnice sa kružnim tokom predstavljaju posebnu grupu raskrsnica koje se primenjuju na vangradskim putevima. Polazni koncept i generalni pristup primeni kružnih raskrsnica definisani su u poglavlu 2 ovog priloga - Osnove za projektovanje. U ovom poglavљу definišu se tipologija, projektni elementi, postupci provere projektnih rešenja, uslovi oblikovanja, kao i posebni elementi koji se primenjuju u specifičnim uslovima, a obuhvaćene su i kružne raskrsnice koje se zasnivaju na preplitanju tokova, odnosno raskrsnice s većim prečnikom.

4.1. Tipologija kružnih raskrsnica

Tipologija površinskih raskrsnica sa kružnim tokom zasniva se na osnovnom kriterijumu funkcionalnog nivoa raskrsnice koji je usklađen s veličinom prečnika upisanog kruga (D). Ako je prečnik upisanog kruga $D > 70$ m, tokovi na kružnom kolovozu se prepliću (tzv. velike kružne raskrsnice), pa takve raskrsnice čine posebnu podgrupu (poglavlje 4.6. ovog priloga).

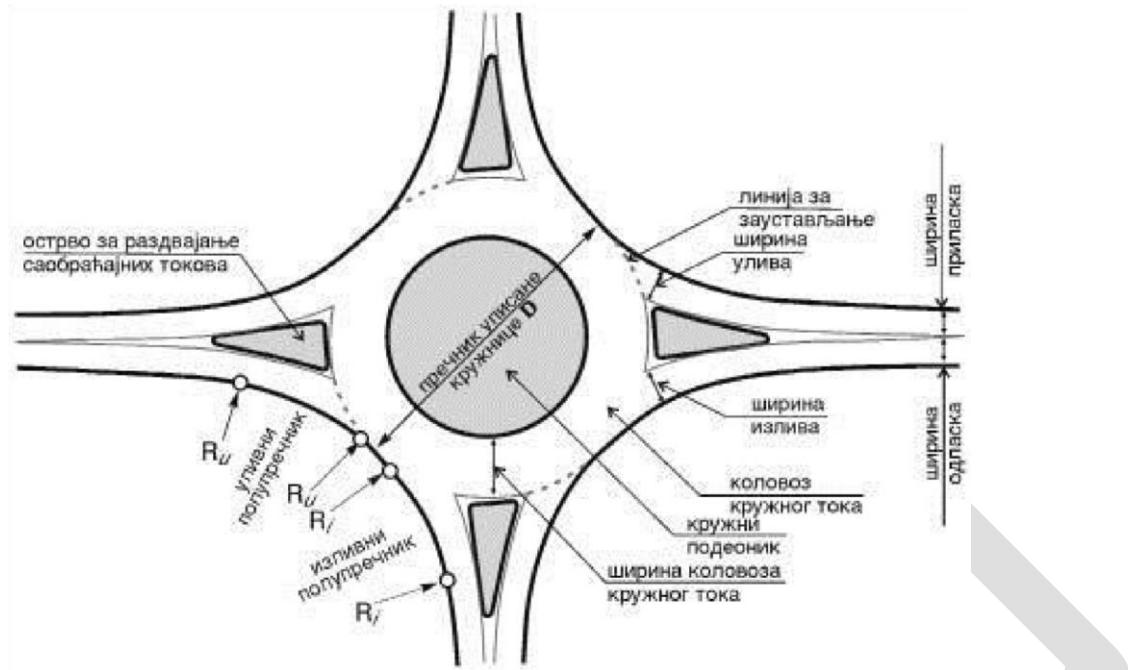
4.1.1. Osnovne postavke kružnih raskrsnica

Projektovanje kružnih raskrsnica (bez preplitanja) i njihovo prostorno oblikovanje počiva na sledećim polaznim postavkama:

1. broj priključnih pravaca se ograničava na tri ili četiri (trokrake ili četvorokrake kružne raskrsnice), postojanje više od četiri priključna pravca rešava se preuređenjem mreže (tačka 2.2.1 ovog priloga) ili primenom specifičnih kružnih raskrsnica većeg prečnika;
2. ugao presecanja približan pravom uglu (tačka 2.2.1 ovog priloga), odstupanja od pravog ugla moguća su do najveće vrednosti oštrog ugla od 80° uz dodatni uslov da je oštri ugao na mestu uliva u kružni kolovoz;
3. nema podele na glavni i sporedni pravac, a sve saobraćajne struje (pravo, levo, desno) imaju isti projektni tretman sa identičnim merama regulative (prioritet imaju vozila u kružnom toku);
4. saobraćajne struje razvrstavaju se samo u zonama uliva, i to na priključnim pravcima sa dve ulivne vozne trake;
5. nema prioritetnih tokova, odnosno primarne saobraćajne struge (tokovi pravo) imaju relativni diskontinuitet u odnosu na elemente deonice (poprečni profil, situacioni i niveliacioni plan), pre svega u pogledu uslova ulivanja u kružni tok i brzinu kretanja vozila;
6. kružne raskrsnice se ograničavaju na najviše dve ulivne vozne trake po svakom priključnom pravcu;

7. na kružnim raskrsnicama se ne uvodi svetlosna signalizacija budući da je suprotna osnovnom konceptu neprekinutih tokova sa smanjenom brzinom;
8. zajednička površina kružnog kolovoza, odnosno koliziona zona treba da omogući prolaz merodavnog vozila na jednotračnim raskrsnicama ili njihovu paralelnu vožnju u istom smeru na dvotračnim raskrsnicama.

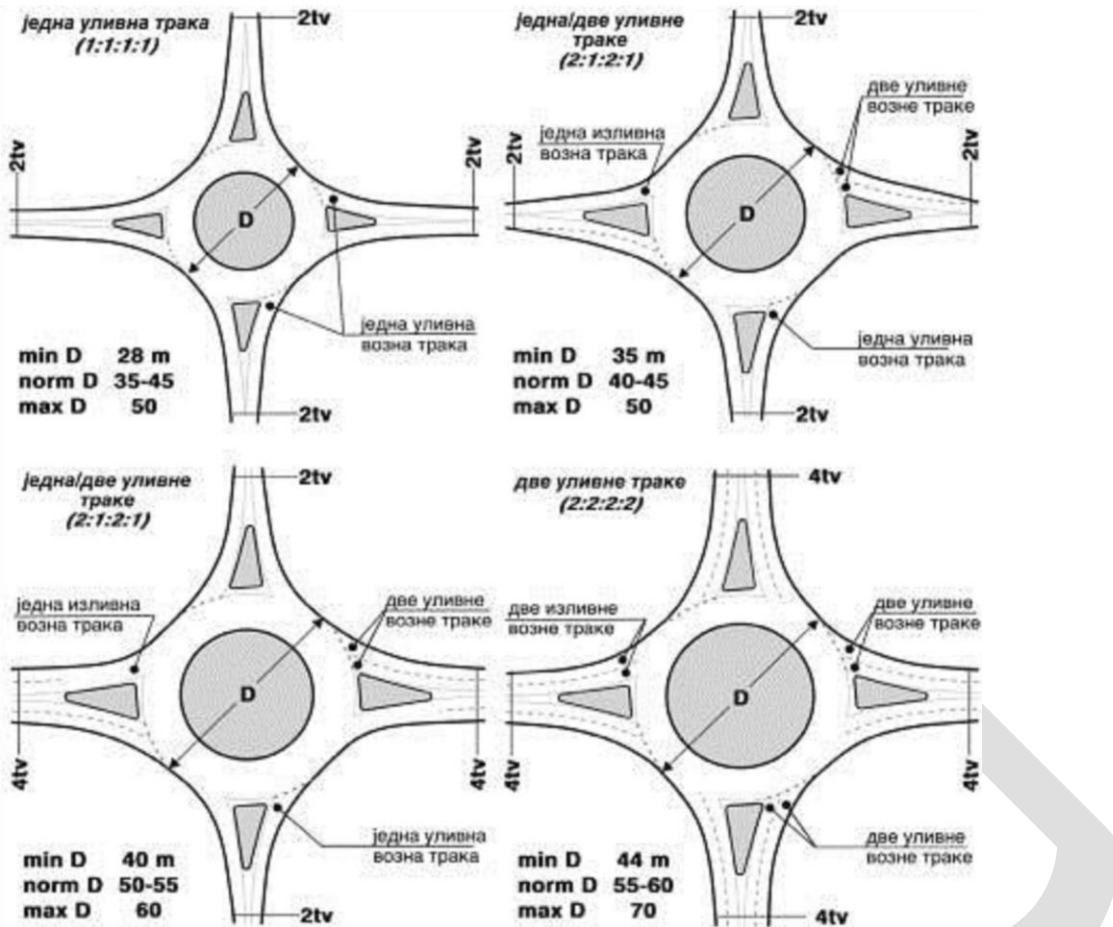
Osnovni elementi i pojmovi za kružne raskrsnice prikazani su na slici 4-01 ovog priloga.



Slika 4-01: Osnovni elementi i pojmovi za kružne raskrsnice na vangradskim putevima.

4.1.2. Osnovni tipovi kružnih raskrsnica

Osnovni tipovi kružnih raskrsnica (slika 4-02 ovog priloga) razlikuju se po broju ulivnih voznih traka i veličini prečnika upisane kružnice (D), iz čega slede i ostali elementi (npr. prečnik kružnog podeonika, širina kružnog kolovoza, usmeravanje izliva/uliva i sl.). Pojedinačna odstupanja od tipskih rešenja su moguća, pre svega kao posledica konkretnog saobraćajnog programa raskrsnice i ograničenja lokacije, uz odgovarajuće dodatne analize i obrazloženja.



Slika 4-02: Tipovi kružnih raskrsnica vangradske putne mreže.

Na vangradskim putevima ne primjenjuju se kružne raskrsnice s prečnikom upisane kružnice $D < 28$ m. Izuzetno mogu se primeniti kružne raskrsnice manjeg prečnika samo na deonicama pristupnih (PP) i sabirnih puteva (SP) u prigradsko-gradskom području, kada se primenjuju Tehnička uputstva za projektovanje saobraćajnica u gradovima - Projektovanje površinskih raskrsnica.

Broj ulivnih traka definije se na osnovu provere propusne moći, dok veličina prečnika upisane kružnice zavisi od najveće vrednosti merodavne brzine raskrsnice (Vras), odnosno ona treba da omogući brzinu kretanja vozila u kružnom toku $V_k = 0,5 - 0,6$ Vras, gde je merodavna najveća brzina na bilo kom priključnom pravcu (max Vras). Ako na bilo kom priključnom pravcu postoji dvotračni uliv, veličina kružnog kolovoza se dimenzioniše kao za dvotračni.

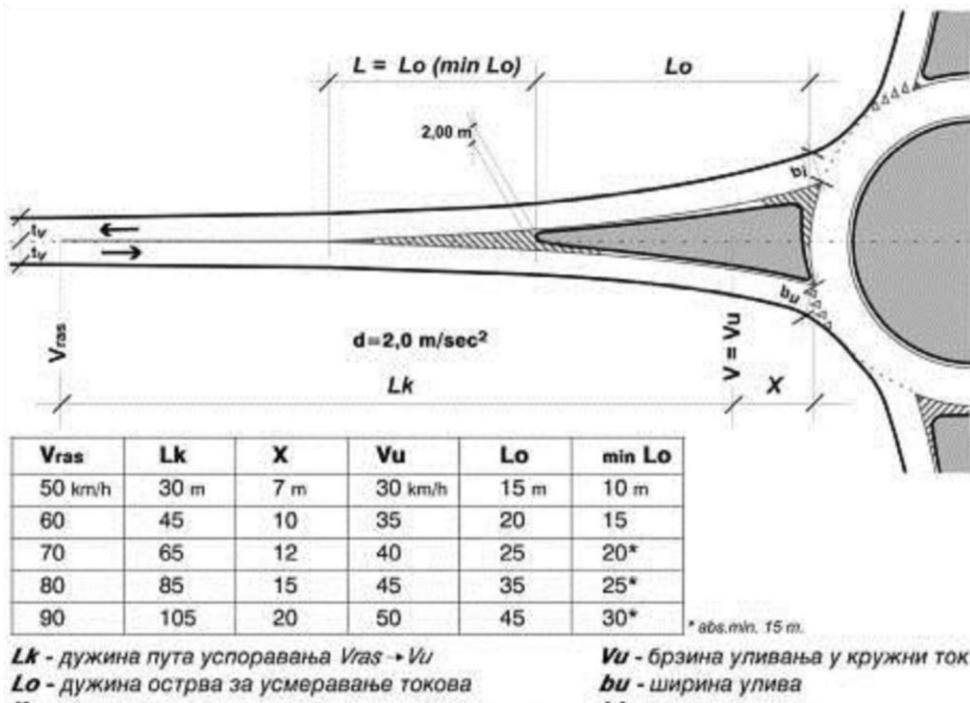
Kružne raskrsnice s preplitanjem, odnosno s velikim prečnikom upisane kružnice ($D > 70$ m) nisu prikazane budući da su posebno obrađene u poglavju 4.6. ovog priloga. Njihova primjena ograničava se na presecišta najviših funkcionalnih rangova (DP/DP) ili kao sekundarni elementi denivelisanih raskrsnica.

4.1.3. Početni uslovi oblikovanja kružnih raskrsnica

Početni uslovi oblikovanja kružnih raskrsnica podrazumevaju uslove kojima se obezbeđuje potreban nivo funkcije i bezbednosti. Oni obuhvataju uslove oblikovanja priključaka, ujednačeni projektni tretman saobraćajnih struja i relativnu homogenost brzina na kružnoj raskrsnici.

4.1.3.1. Uslovi oblikovanja priključka kružnih raskrsnica

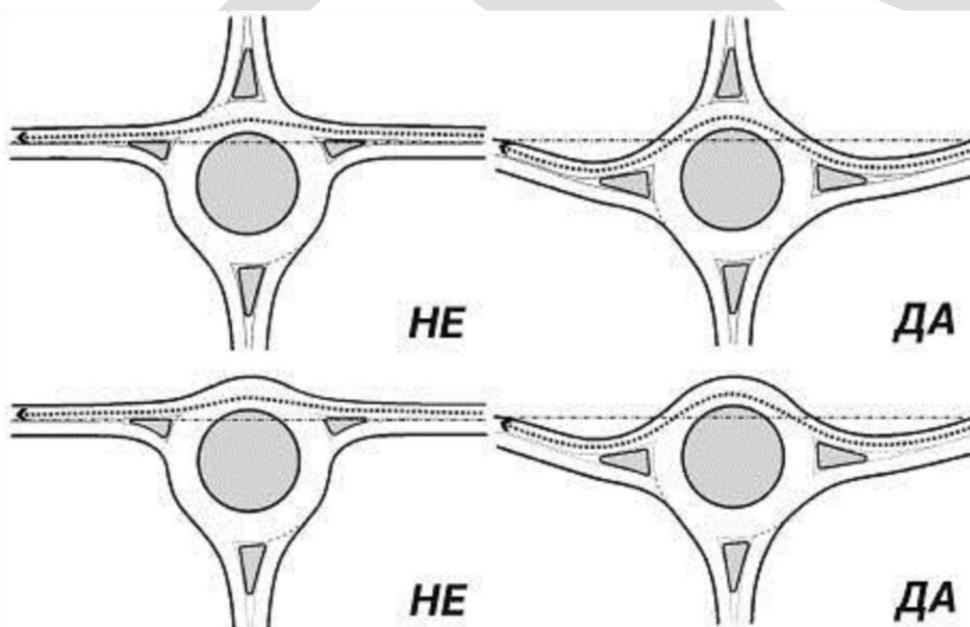
Početni uslovi oblikovanja priključaka kružne raskrsnice prikazani su na slici 4-03 ovog priloga. Kanalisanje kružnih raskrsnica podrazumeva oblikovanje kružnog podeonika i ostrva za razdvajanje saobraćajnih tokova na svim priključnim prvcima da bi se razdvojili i usmerili tokovi ulivanja i izlivanja u cilju prostornog definisanja kolizionih tačaka s kružnim tokom. Oblikovanje tih ostrva definisano je u poglavju 4.4. ovog priloga.



Slika 4-03: Uslovi oblikovanja priključaka kružnih raskrsnica.

4.1.3.2. Ujednačen projektni tretman saobraćajnih struja

Sve saobraćajne struje (pravo, levo, desno) iz svih priključnih pravaca zahtevaju ujednačen projektni tretman da bi se izbegla pojava tzv. privilegovanih pravaca i/ili struja koji imaju bitno povoljniju trajektoriju i veće brzine kretanja nego druge saobraćajne struje, što je preduslov za ispunjenje zahteva relativne homogenosti karakterističnih brzina (tačka 4.1.3.3. ovog priloga). Svi priključni pravci se stoga moraju usmeriti ka centru upisane kružnice uz ujednačeno odstojanje susednih priključaka (slika 4-04 ovog priloga).



Slika 4-04: Vođenje priključnih pravaca na kružnoj četvorokrakoj i trokrakoj raskrsnici.

Privilegovani pravci i/ili nastaju ako se umesto kružnice primeni elipsa pa ako prostorna ograničenja ne omogućavaju primenu kružnice, ograničava se odnos poluprečnika ellipse na Ra : Rb = 1 : 1,15. Ako su prostorna ograničenja oštrelja i/ili ako se izvodi rekonstrukcija, odnos poluprečnika ellipse može iznositi Ra : Rb = 1 : 1,20.

4.1.3.3. Homogenost brzina na kružnoj raskrsnici

Kružne raskrsnice uvek zahtevaju da sva vozila smanje brzinu nezavisno od merodavnih brzina na priključnim pravcima i orientacije saobraćajnih struja (pravo, levo, desno). Za efikasno i bezbedno funkcionisanje kružne raskrsnice, neophodno je obezbiti relativnu homogenost brzina kretanja vozila u slobodnom saobraćajnom toku, tj. brzina ulivanja (Vu), brzina kretanja u krugu (V_k) i brzina izlivanja (Vi) treba da budu ± 10 km/h najviše ± 15 km/h.

Za raskrsnice na kojima najveća brzina na bilo kom priključnom pravcu iznosi max Vras < 60 km/h gornja granica može iznositi ± 20 km/h. Brzina izlivanja treba da je veća od brzine ulivanja ($V_i \geq V_u$). Provera projektnog rešenja sa stanovišta ispunjenja uslova relativne homogenosti karakterističnih brzina u kružnoj raskrsnici sprovodi se u skladu s tačkom 4.3.2. ovog priloga.

4.2. Projektni elementi kružnih raskrsnica

Raskrsnice sa kružnim tokom, odnosno kružne raskrsnice su drugi osnovni tip površinske raskrsnice koji počiva na ravnopravnom tretmanu primarnih (tokovi pravo) i sekundarnih (tokovi levo ili desno) saobraćajnih struja kada se svi interni odnosi rešavaju ulivanjem i izlivanjem. U ovom poglavljiju se definišu projektni elementi poprečnih profila, situacionog i nivacionog plana kružnih raskrsnica na vangradskim putevima u skladu s utvrđenim principima.

4.2.1. Elementi situacionog plana kružne raskrsnice

Elementi situacionog plana kružne raskrsnice definišu se u skladu s utvrđenim principima koji se osim na prečnik upisane kružnice, širinu kružnog kolovoza i elemente uliva ili izliva, odnose i na elemente oblikovanja priključnih pravaca, da bi se obezbedio prostor za formiranje ostrva za kanalisanje tokova. Osnovni elementi situacionog plana dati su u tabeli 4-01 ovog priloga, dok je širina kružnog kolovoza (bk) u funkciji prečnika upisane kružnice (D) utvrđena u tački 4.2.2. ovog priloga. Tabela 4-01: Elementi situacionog plana kružne raskrsnice.

	једнотрачне	двотрачне
пречник D (м)	28	40 (35)
минимум	35-45	50-55 (40-45)
нормално	50	60 (50)
максимум	1	2
број трака улива	3,50-4,00	6,50-7,00
ширина улива b_u (м)	12-16	14-16 (12-16)
полупречник улива R_u (м)	1	1
број трака излива	3,75-4,50	3,75-4,50
ширина излива b_i (м)	14-18	16-18 (14-18)
полупречник излива R_i (м)		7,00-7,50

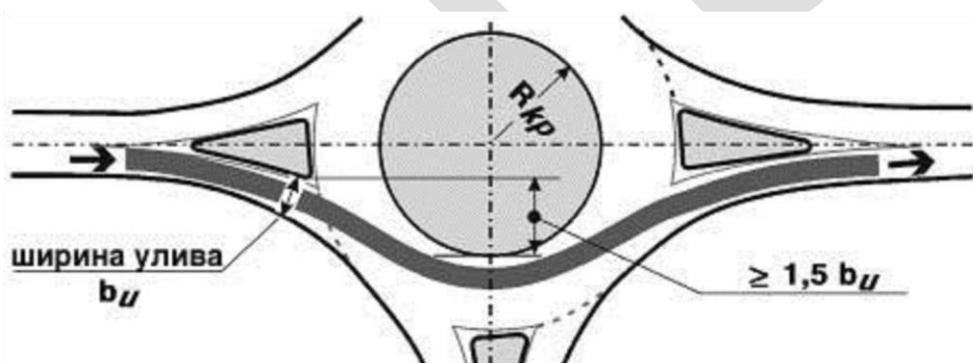
напомена: вредности у () за тип 1:2:1:2 где је двотрачни улив на једном од прикључних правца формиран проширењем двотрачног двосмерног коловоза у подручју улива

4.2.2. Kružni podeonik i širina kružnog kolovoza

Dominantni elementi kružnih raskrsnica su kružni podeonik i kružni kolovoz budući da se njihovim dimenzionisanjem definišu novne razmere, kao i nivoi funkcije i bezbednosti kružne raskrsnice.

4.2.2.1. Osnovni uslov dimenzionisanja kružnog podeonika

U osnovi koncepta kružnih raskrsnica podrazumeva se da svi tokovi iz ulivnih pravaca imaju smanjene brzine kretanja kroz koliziono područje. Glavni element je kružni podeonik čije dimenzije (poluprečnik Rkp) i centralno simetrični položaj u odnosu na sve priključne pravce uslovjava prekid kretanja vozila pravo (slika 4-05 ovog priloga).



Slika 4-05: Diskontinuitet toka vozila kroz kružnu raskrsnicu i granični uslovi za poluprečnik kružnog podeonika (Rkp).

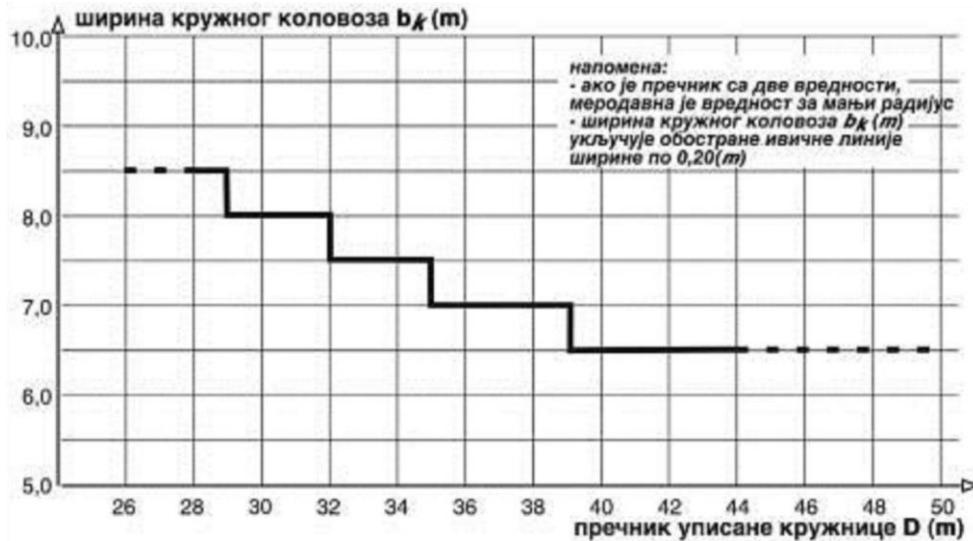
Za različite širine uliva po pojedinačnim priključnim pravcima (npr. raskrsnica tipa 1:2:1:2) merodavna je najveća širina uliva na priključnim pravcima ($b_u = \max b_u$). Odstupanje od centralnog položaja kružnog podeonika moguće je samo dok se ne ispune uslovi diskontinuiteta ($Rkp \geq 1,5 b_u$) na priključnim pravcima.

4.2.2.2. Širina kružnog kolovoza

Širina kružnog kolovoza (bk) proizlazi iz zahteva prohodnosti merodavnog vozila i uslova kretanja. Ona se može u određenoj meri standardizovati za tipične uslove vangradske putne mreže za jednotračne (1:1:1:1) i dvotračne kružne raskrsnice (2:1:2:1 ili 2:2:2:2). Primena standardnih vrednosti širina kružnog kolovoza ne isključuje potrebu provere prohodnosti.

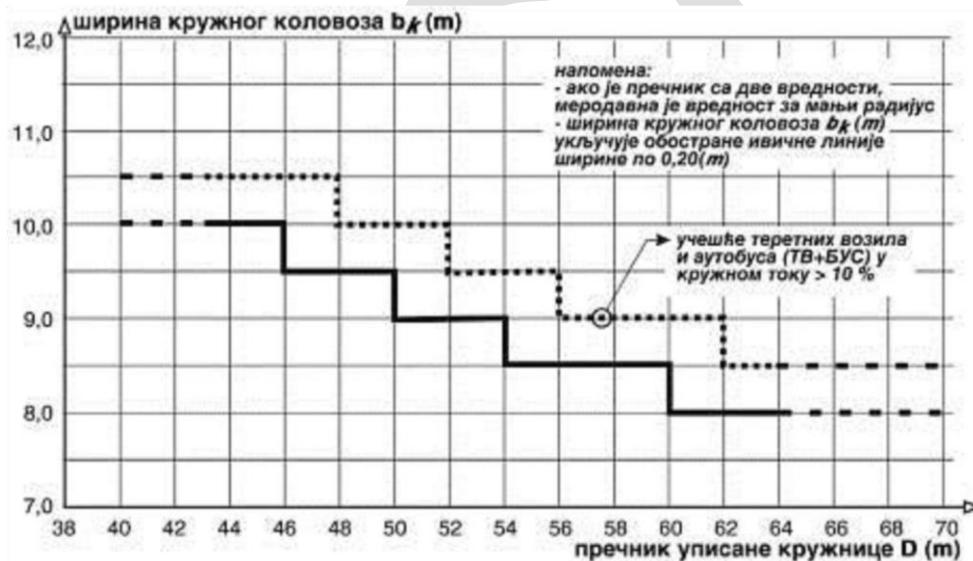
Standardne širine kružnog kolovoza (bk) za jednotračne kružne raskrsnice (slika 4-06 ovog priloga) definisane su u funkciji prečnika upisane kružnice (D); one uključuju i obostrane ivične linije širine po 0,20 m.

Standardne širine kružnog kolovoza (bk) dvotračne kružne raskrsnice (slika 4-07 ovog priloga) koje uključuju i obostrane ivične linije širine po 0,20 m, definisane su u funkciji prečnika upisane kružnice (D) i kombinacije merodavnih vozila za istovremenu paralelnu vožnju.



Slika 4-06: Širine kružnog kolovoza jednotračne kružne raskrsnice.

Za najveći broj dvotračnih kružnih raskrsnica na vangradskim putevima struktura saobraćajnog toka je tipična, pa je merodavna paralelna vožnja autovoza ili vučnog voza (AV, VV) i putničkog automobila (PA). Širine kružnog kolovoza u paralelnom kretanju merodavnih teretnih vozila (TV + TV) ili autobusa (BUS + BUS) dužine do 12,00 m obuhvaćene su proširenjem od 0,50 m, a primenjuju se ako tih vozila ima više od 10 % na najmanje jednom preseku kružnog toka.



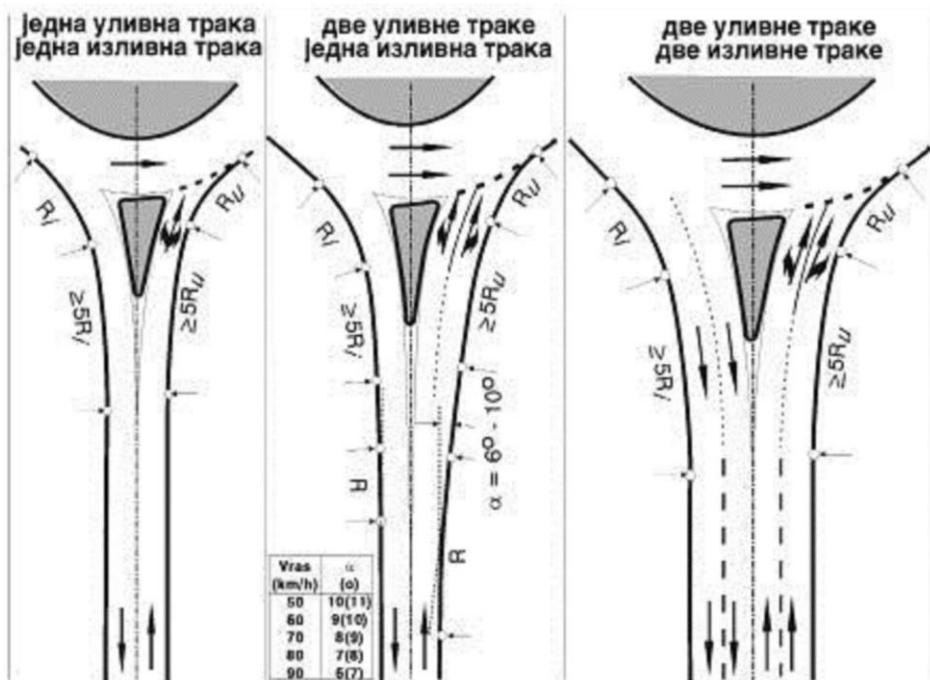
Slika 4-07: Širine kružnog kolovoza dvotračne kružne raskrsnice.

4.2.3. Ulivi i izlivi

Ulivi i izlivi su, pored osnovnog pokazatelja prečnika upisane kružnice (D), ključni elementi kojima se definišu osnovni tipovi (tj. preko broja ulivnih traka tipovi 1:1:1:1, 2:1:2:1 i 2:2:2:2). Geometrijski elementi uliva i izliva su osnova za definisanje trajektorija vozila i karakterističnih brzina, pa tako direktno utiču na protočnost i bezbednost kružne raskrsnice. Geometrijski elementi priključnog pravca stvaraju preduslove za oblikovanje zone uliva i izliva kao i oblikovanje ostrva za razdvajanje tokova.

4.2.3.1. Konfiguracije ulivnih i izlivnih traka

Kao što je definisano u tački 4.1.1. ovog priloga, ulivi u kružni kolovoz se ograničavaju na jednu ili dve ulivne trake. Dve ulivne trake se mogu formirati proširenjem jedne vozne trake priključnog pravca u zoni uliva ili su na priključnim pravcima s dve vozne trake po smjeru normalan slučaj (slika 4-08 ovog priloga). Konfiguracija ulivnih traka dvotračnih uliva zavisi od ukupnog saobraćajnog opterećenja uliva i raspodele po saobraćajnim strujama (pravo, levo, desno) s posebnim naglaskom na intenzitet levih skretanja. Za izliv moguća je primena jedne izlivne trake, čime se umanjuje mogućnost pogrešnog manevra (tj. izlivanje iz leve trake kružnog kolovoza).



Slika 4-08: Tipske konfiguracije ulivnih i izlivnih traka kružne raskrsnice (maksimalno usmeravanje uliva i izliva).

4.2.3.2. Geometrija priključnih pravaca i usmeravanje uliva i izliva

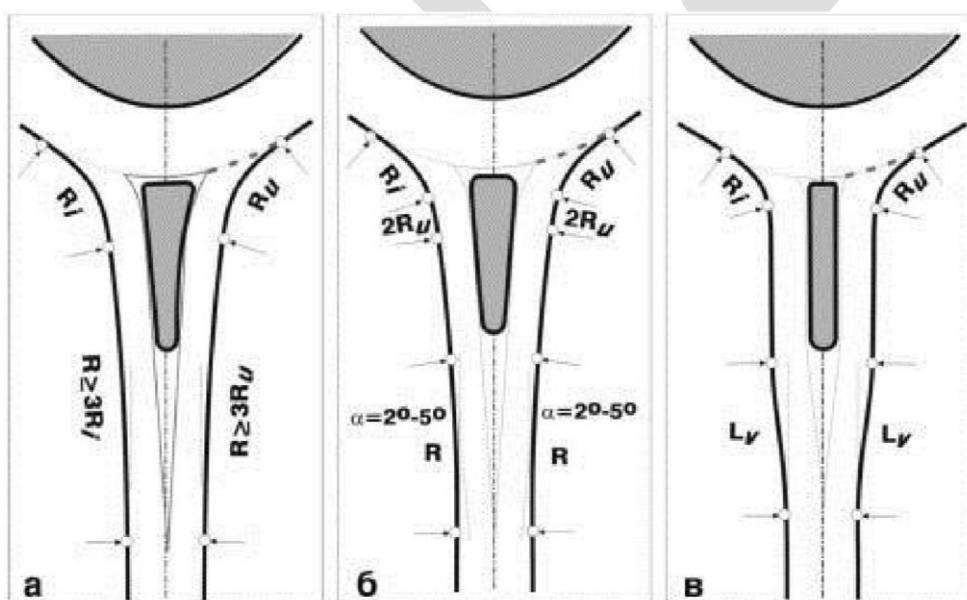
Geometrijski elementi priključnih pravaca direktno su uslovjeni zahtevima usmeravanja vozila koja se ulivaju u kružni tok ili se izlivaju iz kružnog toka, tj. oblikovanja ostrva za razdvajanje uliva i izliva.

Najveće usmeravanje uliva i izliva (slika 4-09/a ovog priloga) primenjuje se na jednotračnim kružnim raskrsnicama (tip 1:1:1:1), obavezno ako je prečnik upisane kružnice $D \geq 40$ m i/ili najveća merodavna brzina max $V_{ras} \geq 60$ km/h.

Srednje usmeravanje (slika 4-09/b ovog priloga) može se primeniti na kružnim raskrsnicama sa $40 > D \geq 28$ m uz najveću merodavnu brzinu $60 > \text{max } V_{ras} \geq 50$ km/h.

Minimalno usmeravanje (slika 4-09/v ovog priloga) izuzetno se primenjuje na raskrsnicama ranga PP / PP i SP / PP, prečnika $D < 30$ m. i najveću merodavnu brzinu max $V_{ras} < 50$ km/h. Dužina razdvajanja suprotno usmerenih voznih traka (L_v) i konstrukcija krive (slika 4-09/v ovog priloga) podležu istim pravilima za razdvajanje primarnih voznih traka raskrsnice sa presecanjem saobraćajnih struja.

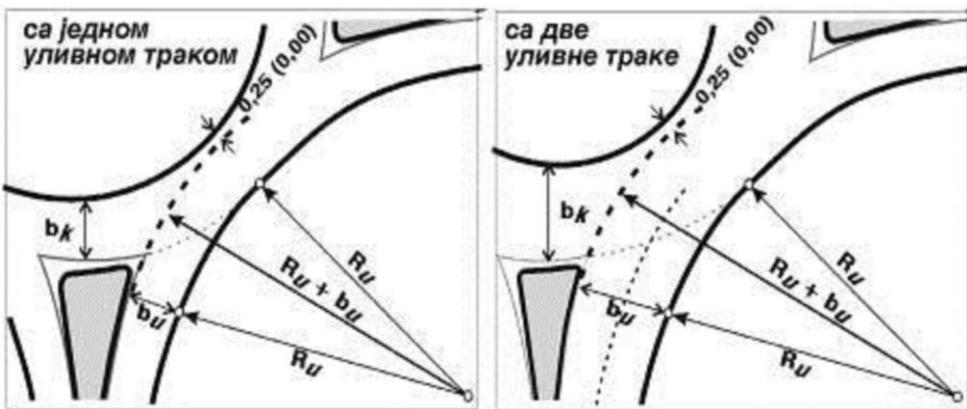
Na dvotračnim kružnim raskrsnicama (tip 1:2:1:2 i tip 2:2:2:2) obavezno je maksimalno usmeravanje uliva i izliva. Oblikovanje ostrva za razdvajanje uliva i izliva zavisi od stepena usmeravanja vozila i obrađeno je u tački 4.4.1. ovog priloga.



Slika 4-09 : Priključni pravci i stepen usmeravanja uliva i izliva: a - maksimalno, b - srednje i v -minimalno.

4.2.3.3. Elementi uliva i izliva

Nezavisno od stepena usmeravanja uliva i izliva početni uslov je da poluprečnik uliva uvećan za širinu ulivne trake ili traka ($R_u + b_u$) u krajnjem slučaju može tangirati spoljnu ivicu kružnog podeonika (slika 4-10 ovog priloga).



Slika 4-10: Početni uslov oblikovanja uliva u kružni kolovoz.

Elementi uliva i izliva prikazani su u tabeli 4-01 ovog priloga. Izlivna brzina veća od ulivne brzine ($V_i > V_u$) uslovljava da poluprečnik izliva bude veći od poluprečnika uliva, tj. $R_i = R_u + 2,00$ m. Primena standardnih elemenata ne isključuje obavezu provere prohodnosti uliva i izliva shodno čl. 4.3.1.2. Ako su prostorna ograničenja oštiri i/ili ako se izvodi rekonstrukcija najmanje standardne vrednosti poluprečnika uliva i izliva (tabela 4-01 ovog priloga) mogu se smanjiti za max 2,00 m.

4.2.4. Elementi nivucionog plana kružne raskrsnice

Kružne raskrsnice odgovaraju relativno ravnom terenu, odnosno malim podužnim nagibima presečnih pravaca ($iN \leq 2,5\%$), pa ih treba locirati u zoni takvih nagiba terena, odnosno podužnih nagiba priključnih puteva ili treba podužne nagibe putne deonice ublažiti u zoni kružne raskrsnice. Poprečni nagib kružnog kolovoza treba da bude usmeren na spoljnju stranu (tj. negativni poprečni nagib), dok se vitoperenje kružnog kolovoza primenjuje samo u izuzetnim uslovima terena i/ili podužnih nagiba priključnih pravaca.

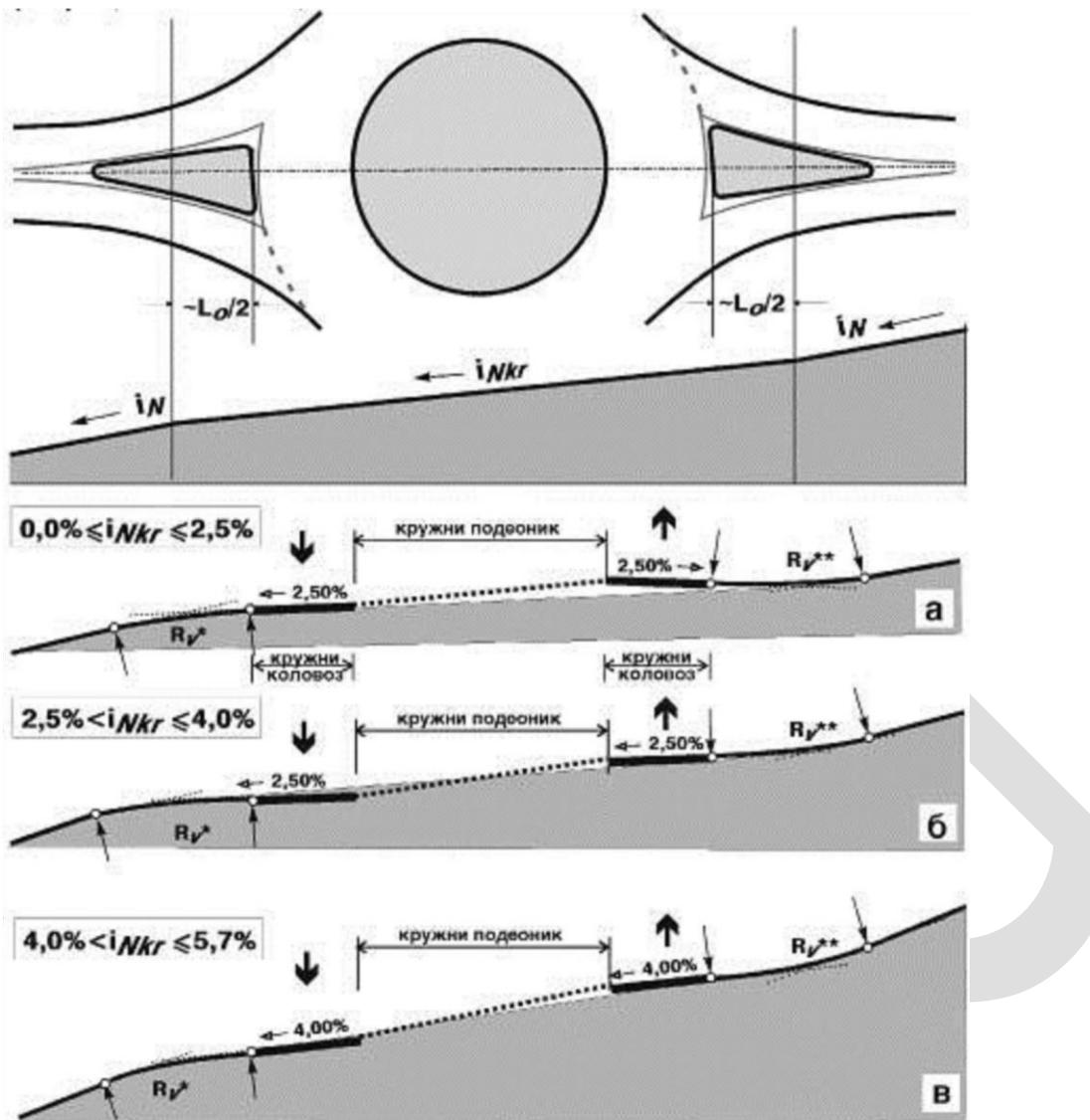
4.2.4.1. Podužni nagibi u području kružne raskrsnice

Ublaženje podužnih nagiba priključnih pravaca u zoni kružne raskrsnice prikazano je na slici 4-11 ovog priloga. Prelomi nivelete ispred, odnosno iza kružne raskrsnice nalaze se na približnom odstojanju $Lo/2$ (tačka 4.1.3.1 ovog priloga) od spoljne ivice kružnog kolovoza. Minimalne vrednosti radijusa zaobljenja preloma nivelete shodno tački 7.2.1. priloga 2 - Trasa vangradskih puteva, za merodavne brzine ulivanja (V_u) ili izlivanja (V_i) definisane su na osnovu analize homogenosti brzina (tačka 4.3.2. ovog priloga). Tangenta vertikalne krivine u krajnjem slučaju treba da se završi na ivici kružnog kolovoza uz ostrvo za razdvajanje izliva i uliva.

Ublaženje podužnih nagiba raskrsnice do vrednosti $iN_{kr} \leq 2,5\%$ (slika 4-11/a ovog priloga) obavezno je na svim dvotračnim kružnim raskrsnicama i jednotračnim kružnim raskrsnicama s prečnikom upisane kružnice $D \geq 40$ m i/ili najvećom merodavnom brzinom $\max V_{ras} \geq 60$ km/h.

Ublaženje podužnih nagiba na vrednosti $2,5\% < iN_{kr} \leq 4,0\%$ (slika 4-11/b ovog priloga) može se primeniti u uslovima prostornih ograničenja na jednotračnim kružnim raskrsnicama s merodavnom brzinom $V_{ras} < 50$ km/h.

Najveći podužni nagibi u zoni kružne raskrsnice (slika 4-11/v ovog priloga) izuzetno se primenjuju pri oštrim prostornim ograničenjima na raskrsnicama funkcionalnog ranga PP / PP i SP / PP s merodavnom brzinom raskrsnice $V_{ras} < 50$ km/h i malom verovatnoćom da će se u kružnom toku pojaviti teretna vozila i autobusi ($TV + BUS \leq 2\%$).



Slika 4-11: Ublaženje podužnih nagiba priključnih pravaca na kružnoj raskrsnici.

4.2.4.2. Poprečni nagibi i vitoperenje kružnog kolovoza

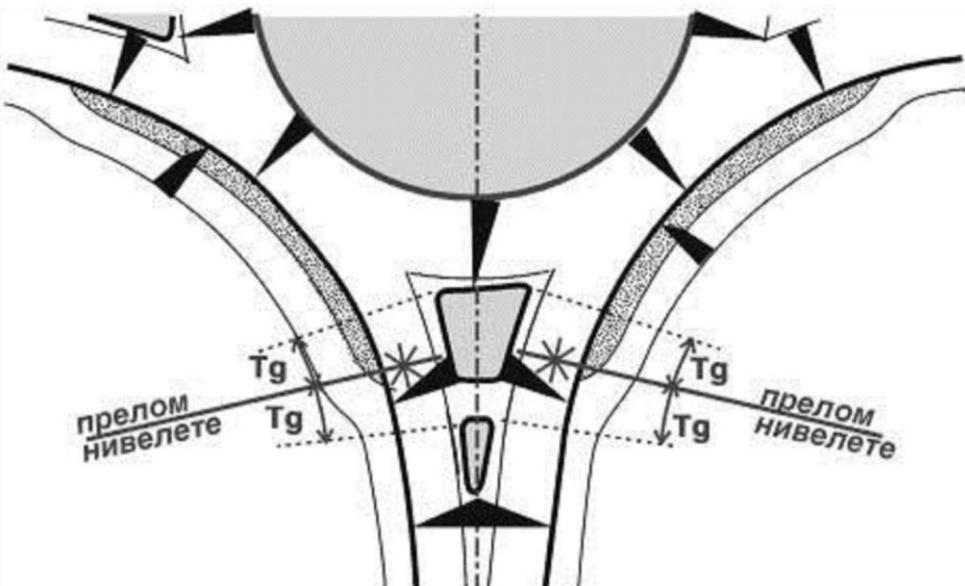
Polažni uslovi, odnosno generalna nivacijacija kružne raskrsnice podrazumeva ublaženje podužnih nagiba kao što je definisano prethodnim članom. Normalan poprečni nagib kružnog kolovoza je 2,50 % i usmeren je ka spoljnoj ivici, odnosno nema vitoperenja kolovoza radi prilagođavanja nagibu terena i/ili niveletama priključnih pravaca.

Tabela 4-02 : Poprečni nagibi kružnog kolovoza.

Nagib iNkr (%)	0 < i ≤ 2,5 ne	2,5 < i ≤ 4,0	4,0 < i ≤ 5,7 da
Vitoperenje Kružnog kolovoza	da		
Maksimalni poprečni nagib ip (%)	-2,5	2,5	4,0

Na kružnim raskrsnicama treba poštovati zahtev najvećeg rezultujućeg nagiba max irez = 4,0 %. Primjenjuje se vitoperenje kružnog kolovoza oko njegove spoljne ivice. Rampe vitoperenja kružnog kolovoza ne smeju ugroziti efikasno odvodnjavanje, za šta je neophodna kontrola slijanja vode po kolovoznoj površini konstruisanjem strujnica i/ili konstruisanjem dijagrama rezultujućih nagiba odvodnjavanja duž spoljne ivice kružnog kolovoza.

Najpovoljniji nivacioni uslovi za kružne raskrsnice postižu se priključivanjem tzv. krovastog nagiba saobraćajnice na kružni kolovoz bez vitoperenja (slika 4-12 ovog priloga). Tangenta vertikalne krivine preloma nivelete priključnog pravca mora biti u okviru ulivnog ili izlivnog kolovoza.



Slika 4-12: Najpovoljniji nivacioni uslovi priključka na kružni kolovoz.

4.3. Provera projektnih rešenja kružne raskrsnice

Projektna rešenja kružne raskrsnice, odnosno primjenjeni elementi poprečnog profila, situacionog i nivacionog plana proveravaju se sa stanovišta uslova prohodnosti merodavnih vozila, homogenost brzina (tačka 4.1.3.3 ovog priloga) i unutrašnje preglednosti. Ako nisu ispunjeni definisani uslovi, neophodna je promena i/ili prilagodavanje primjenjenih projektnih elemenata poprečnog profila i/ili situacionog plana.

4.3.1. Provera prohodnosti kružne raskrsnice

Za proveru prohodnosti kružne raskrsnice neophodno je definisati merodavna vozila (tačka 3.4.2. priloga 2 - Trasa vangradskih puteva) i granične uslove izvođenja manevra, odnosno vožnje kružnim kolovozom i ulivanja i izlivanja. Provera se sprovodi primenom verifikovanog programskog sistema i/ili konstrukcijom trajektorija vozila i/ili korišćenjem krivih minimalne prohodnosti.

4.3.1.1. Merodavna vozila za proveru prohodnosti

Izbor merodavnog vozila za proveru prohodnosti kružne raskrsnice, odnosno proveru mogućnosti i uslova kružnog kretanja i ulivanja i izlivanja zavisi od funkcionalnog ranga puta i/ili strukture saobraćajnog toka. Kao merodavno vozilo (slika 4-13 ovog priloga) usvaja se najveće vozilo sa manjim mogućnostima manevra za koje postoji verovatnoća da će koristiti predmetnu kružnu raskrsnicu (AV, VV). Na raskrsnicama na pristupnim putevima moguće je primeniti merodavna vozila s manjim zahtevima.

	ДАЉИНСКИ ПУТ ДП	ВЕЗНИ ПУТ ВП	САБИРНИ ПУТ СП	ПРИСТУПНИ ПУТ ПП
ДАЉИНСКИ ПУТ ДП	AB, BB	AB, BB	AB, BB (TB1)	-
ВЕЗНИ ПУТ ВП		AB, BB	TB1 (AB, BB)	TB1 (БУСл, TB2)
САБИРНИ ПУТ СП			TB1 (БУСл, TB2)	TB1 (БУСл, TB2)
ПРИСТУПНИ ПУТ ПП	AB, BB 	BUSl, BUSlзг 	TB1, TB2, TB3	TB2 (БУСл,TB1,TB3)

напомена:

- велика разлика функционалних рангова, изузетан случај
- карактеристике меродавних возила чл.3.4.2 ПП-Т/08
- вредности у () могу се применити ако су оштрија просторна ограничења
- у јавном приградском превозу меродавно возило ЈП (БУСл или БУСлзг)

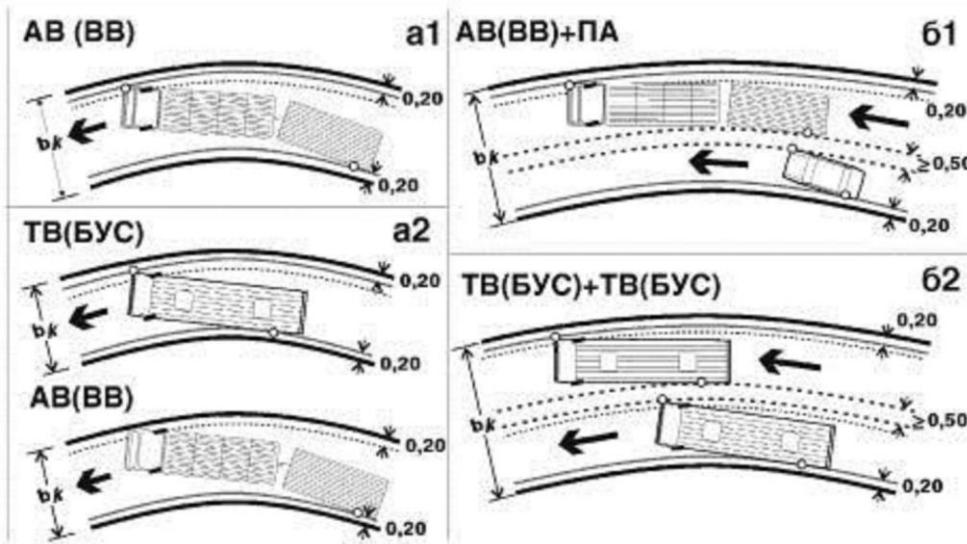
Slika 4-13: Merodavna vozila za proveru prohodnosti kružne raskrsnice zavisno od funkcionalnog ranga presečnih pravaca.

4.3.1.2. Prohodnost kružnog kolovoza

Kružni kolovoz je osnovni element raskrsnice kojim se kreću vozila svih saobraćajnih struja (pravo, levo i desno) relativno homogenim karakterističnim brzinama (tačka 4.1.4. ovog priloga). Razlikuju se uslovi prohodnosti kružnog kolovoza za jednotračne (tip 1:1:1:1) kada je neophodno obezbediti prolaz jednog merodavnog vozila i dvotračne (tipovi 2:1:2:1, 2:2:2:2) kružne raskrsnice kada se vozila kreću paralelno. Granični uslovi provere prohodnosti kružnog kolovoza za jednotračne (1:1:1:1) i dvotračne kružne raskrsnice (2:1:2:1 i 2:2:2:2) prikazani su na slici 4-14 ovog priloga.

Za jednotračne kružne raskrsnice normalno se obezbeđuje prohodnost za najveće vozila (slika 4-14/a1 ovog priloga), pri čemu je merodavna kritična tačka spoljne konture vozila. Izuzetno, ako su oštiri prostorna ograničenja, obezbeđuje se prohodnost spoljne konture za TV (ili BUS), a za veća vozila (AV, VV) merodavna je putanja kritičnog točka (slika 4-14/a2 ovog priloga), odnosno ako prednji prepust zahvata prostor izvan spoljne ivice kružnog kolovoza.

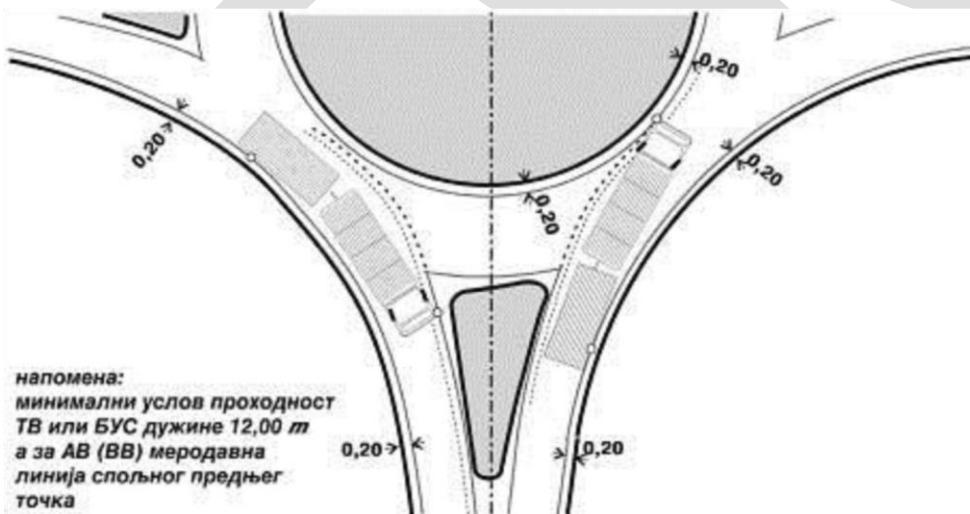
Za dvotračne kružne raskrsnice (tip 1:2:1:2 ili 2:2:2:2) proveravaju se uslovi paralelne vožnje autovoza (AV) ili vučnog voza (VV) spoljnim delom, a putničkog automobila (PA) unutrašnjim delom kružnog kolovoza (slika 4-14/b1 ovog priloga), što omogućava prihvatljuvu prohodnosti za najveći broj kružnih raskrsnica. Na raskrsnicama gde se očekuje relativno visoka koncentracija većih dimenzija (teretna vozila, autobusi) u kružnom toku ($> 10\%$), budući da njihova učestala istovremena pojавa u istom preseku kružnog kolovoza utiče na nivo usluge, brzine kretanja vozila i nivo sigurnosti saobraćaja, prohodnost kružnog kolovoza se proverava za paralelno kretanje TV (ili BUS) dužine 12,00 m. (slika 4-14/b2 ovog priloga).



Slika 4-14: Granični uslovi prohodnosti kružnog kolovoza jednotračnih (a) i dvotračnih (b) kružnih raskrsnica i minimalne širine kolovoza (bk).

4.3.1.3. Prohodnost uliva i izliva

U ulivu u kružni kolovoz i izlivu iz kružnog kolovoza jednotračnih kružnih raskrsnica (1:1:1:1) granični uslov prohodnosti je obezbeđenje najmanje zaštitne širine kritičnih tačaka gabarita merodavnog vozila (AV, VV) od po 0,20 m. u odnosu na fizičku ivicu kolovoza u zoni uliva ili izliva (tj. ivica kolovoza i ostrva za razdvajanje tokova), kao što je prikazano na slici 4-15 ovog priloga. Izuzetno, ako su oštira prostorna ograničenja, obezbeđuje se prohodnost spoljne konture za TV (ili BUS), a za veća vozila (AV, VV) merodavna je putanja kritičnog točka, odnosno ako prednji prepust zahvata prostor izvan spoljne ivice kolovoza. U dvotračnim ulivima i izlivima prohodnost se proverava u uslovima paralelne vožnje kao za kružni kolovoz (tačka 4.3.1.3. ovog priloga).



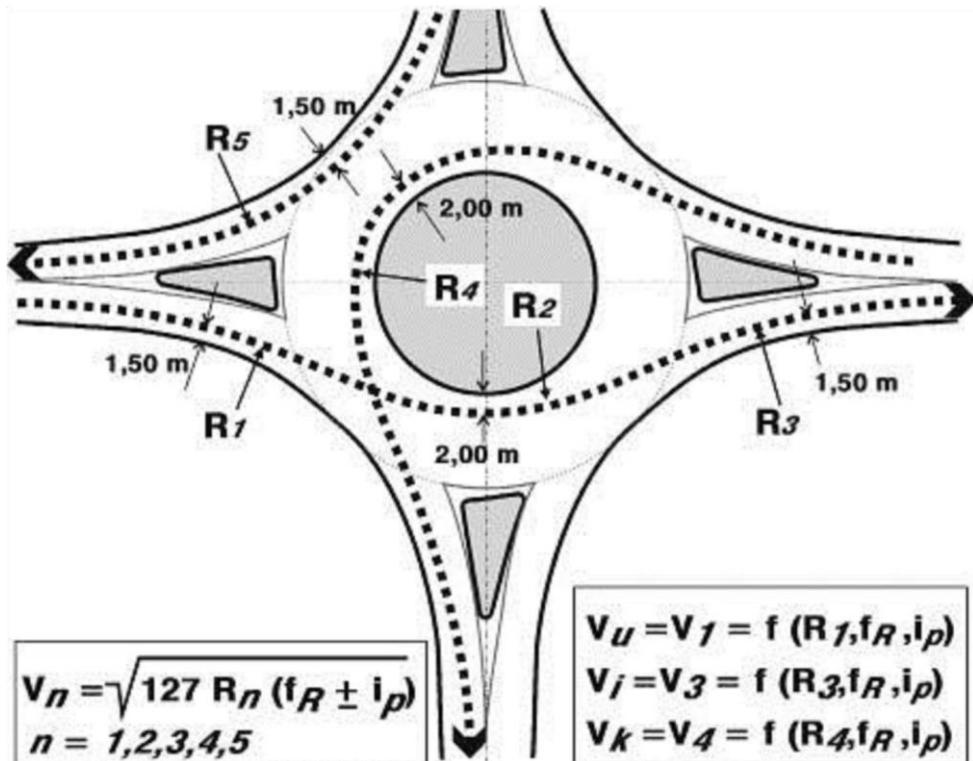
Slika 4-15: Granični uslovi prohodnosti uliva i izliva.

4.3.2. Brzine u području kružne raskrsnice

Polazni uslov projektovanja kružnih raskrsnica je relativna homogenost brzina u skladu s tačkom 4.1.4. ovog priloga. Za definisanje karakterističnih brzina koje se koriste u postupku provere projektnog rešenja, neophodno je standardizovati trajektorije vozila zavisno od vrste manevra (pravo, levo ili desno) i применjenih projektnih elemenata kružne raskrsnice. Detaljnija provera projektnog rešenja (u idejnom projektu) zahteva analizu trajektorija vozila i definisanje karakterističnih brzina.

4.3.2.1. Karakteristične trajektorije vozila

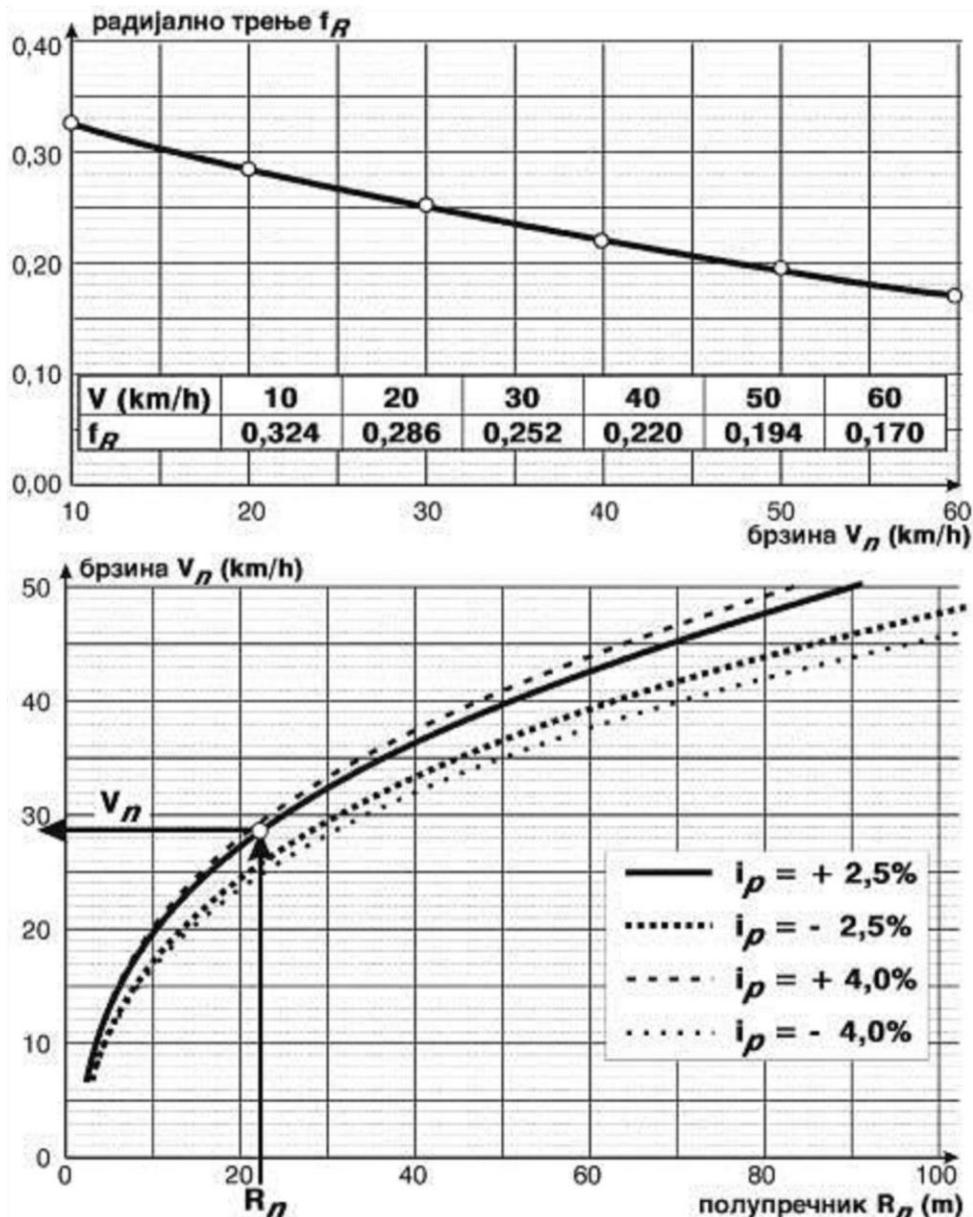
Karakteristične trajektorije vozila definiju se za tokove pravo, levo i desno iz svih priključnih pravaca ako je najmanje odstojanje osovine vozila od ivice kolovoza kao što je prikazano na slici 4-16 ovog priloga. Trajektorije vozila se aproksimiraju sa pet karakterističnih poluprečnika (R_n , $n = 1-5$) a karakteristični poluprečnici su osnov za definisanje karakterističnih brzina (slika 4-16 ovog priloga).



Slika 4-16: Trajektorije prolaska vozila kroz kružnu raskrsnicu i karakteristični poluprečnici (R_n).

4.3.2.2. Karakteristične brzine

Definisane trajektorije vozila i karakteristični poluprečnici čine osnovu za utvrđivanje karakterističnih brzina, odnosno ulivne brzine (V_u), izlivne brzine (V_i) i brzine u krugu (V_k). Konstrukcijom trajektorija vozila za sve ulivne pravce i definisanjem karakterističnih poluprečnika određuju se karakteristične brzine kružne raskrsnice kao funkcija karakterističnog poluprečnika krivine (R_n), normalnog (radijalnog) koeficijenta trenja (f_R) i poprečnog nagiba (i_p) primenom dijagrama na slici 4-17 ovog priloga. Merodavna vrednost poprečnog nagiba je najveći poprečni nagib u području karakterističnog poluprečnika; to je poprečni nagib kružnog kolovoza. Stoga su konstruisane krive na priloženom dijagramu za poprečne nagibe - 4,0 %, - 2,5 %, + 2,5 % i + 4,0 %. Sve brzine ulivanja, izlivanja ili kružnog kretanja (V_u , V_i , V_k) za sve priključne pravce treba da budu relativno homogene u sladu s tačkom 4.1.4. ovog priloga. Ako taj uslov nije ispunjen, neophodno je promeniti projektne elemente kružne raskrsnice.



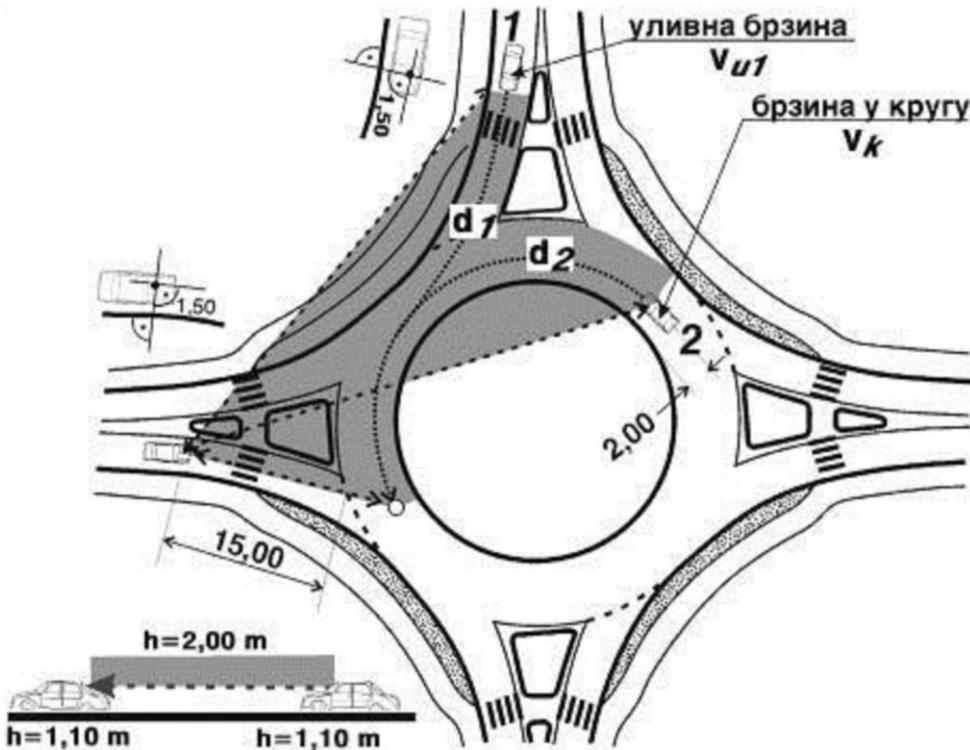
Slika 4-17: Dijagram za definisanje karakterističnih brzina (V_n).

4.3.3. Пreglednost u kružnoj raskrsnici

Zbog diskontinuiteta kretanja na kružnim raskrsnicama spolja preglednost je posebno značajna, granični uslovi prema tački 2.2.1. i 3.5.1. ovog priloga. Složenost manevara u području kružne raskrsnice takođe zahteva da se obezbedi tzv. unutrašnja preglednost kružne raskrsnice da bi se osiguralo efikasno i sigurno kretanje svih korisnika. Na kružnim raskrsnicama nema svetlosne signalizacije, a prioritet prolaska (znak obrnuti trougao) imaju vozila u kružnom toku. Donju granicu predstavlja dužina zaustavne P_z preglednosti prema tački 4.1. priloga 2 - Trasa vangradskih puteva.

4.3.3.1. Preglednost za vozila koja se ulivaju

Ulivanje vozila u kružni tok, pri čemu prioritet ima vozilo u kružnom toku, ključni je manevar na kružnim raskrsnicama (slika 4-18 ovog priloga).



Slika 4-18: Uslovi preglednosti - ulivanje vozila u kružni tok.

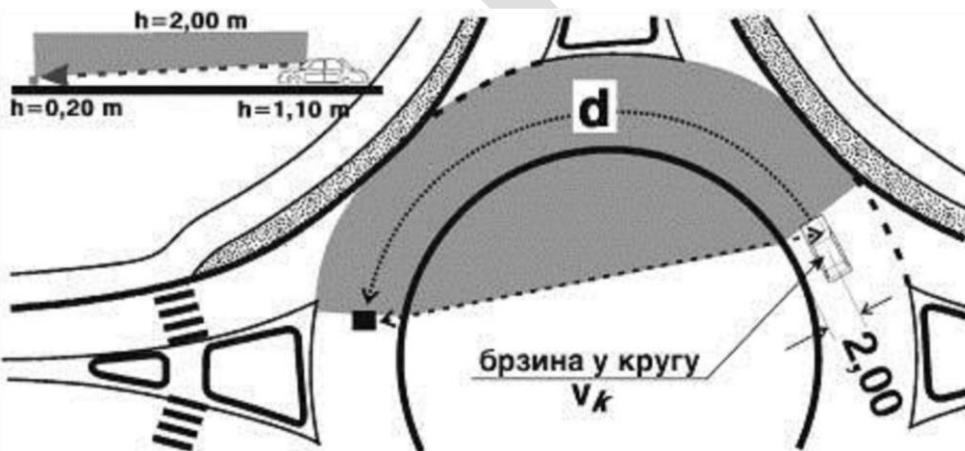
Vozач vozila koje se uliva u kružni tok mora imati obezbeđenu slobodnu vizuru preglednosti (slika 4-18 ovog priloga) ka:

- vozilu 1 koje se uliva u kružni tok neposredno ispred predmetnog uliva (ulivna brzina V_{u1} , dužina zaustavnog puta d_1); - vozilu 2 koje se kreće kružnim kolovozom (brzina u kružnom toku V_k , dužina zaustavnog puta d_2);
- tački moguće kolizije sa oba vozila.

Dužina puta d_1 , odnosno d_2 jednaka je dužini zaustavne preglednosti P_z , odnosno P_z u skladu s tačkom 4.1. priloga 2 - Trasa vangradskih puteva. Formirane zone preglednosti (slika 4-18 ovog priloga) moraju biti oslobođene svih prepreka koje ometaju vizure vozača (tačka 3.5.1. ovog priloga).

4.3.3.2. Preglednost u kružnom toku

Vozila koja se kreću kružnim kolovozom moraju imati slobodnu vizuru preglednosti ka vozilu ispred sebe, kao i mogućnost opažanja niske prepreke na kružnom kolovozu (slika 4-19 ovog priloga).



Slika 4-19: Uslovi preglednosti - vozilo u kružnom toku.

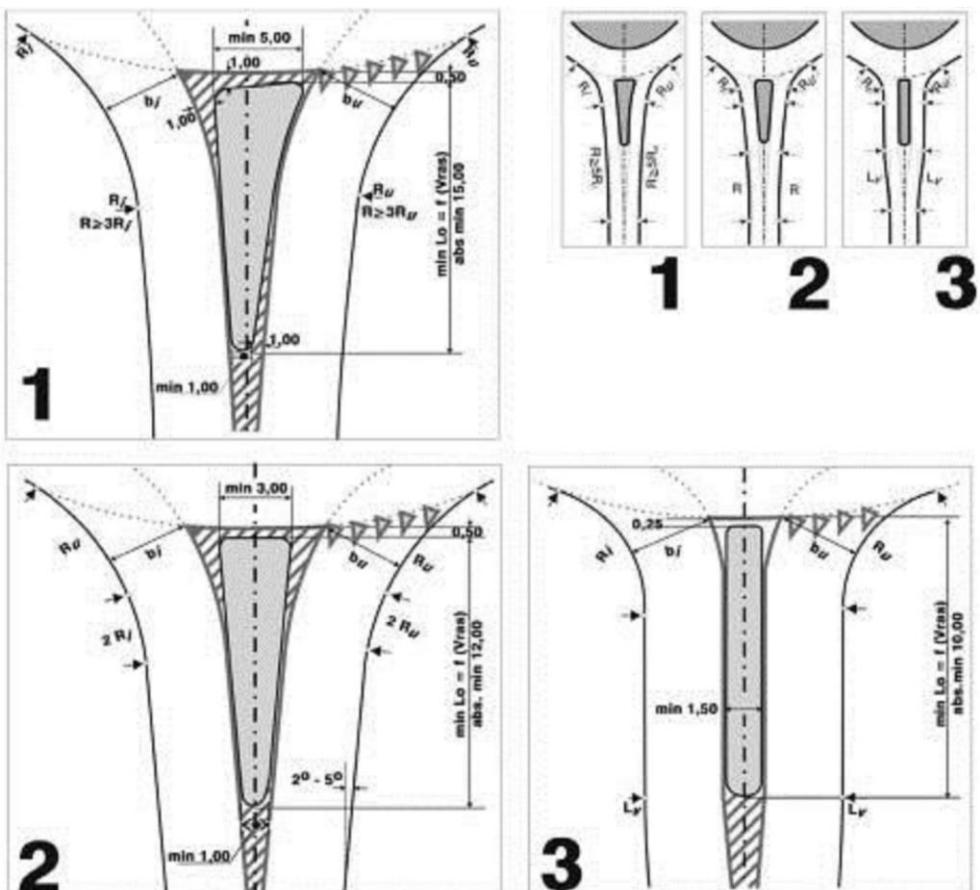
Dužina puta d jednak je dužini zaustavne preglednosti P_z za brzinu V_k u skladu s tačkom 4.1. priloga 2 - Trasa vangradskih puteva. Formirana zona preglednosti (slika 4-19 ovog priloga) mora biti oslobođena svih prepreka koje ometaju vizuru vozača. Ako se kružna raskrsnica formira u useku, vrednosti berme preglednosti su prema tački 4.2. priloga 2 - Trasa vangradskih puteva, s tim što je merodavna odgovarajuća karakteristična brzina ulivanja, izlivanja ili vožnje kružnim kolovozom (u sladu s tačkom 4.3.2.2. ovog priloga).

4.4. Oblikovanje ostrva za kanalisanje

Kanalisanje kružne raskrsnice podrazumeva, pored kružnog podeonika, i ostrva za razdvajanje suprotno usmerenih tokova u zoni uliva i izliva. Osnovni uslovi za te elemente prikazani su u prethodnim poglavljima, uključujući i geometriju priključnih pravaca.

4.4.1. Oblikovanje ostrva za razdvajanje uliva i izliva

Oblikovanje ostrva za razdvajanje uliva i izliva u/iz kružnog toka uslovljeno je stepenom usmeravanja vozila u skladu s tačkom 4.2.3.2. ovog priloga. Tipska rešenja prikazana su na slici 4-20 ovog priloga. Ovičenja ostrva su kao na kružnom podeoniku, a spoljne ivice uliva ili izliva su kao i spoljne ivice kružnog kolovoza (tačka 4.4.2. ovog priloga). Površina ostrva se zatravljuje; ako je ukupna površina ostrva manja od 20 m² primenjuju se elementi za popločavanje ili sitna kocka na celoj površini.



Slika 4-20: Oblikovanje ostrva za razdvajanje uliva i izliva: 1 - maksimalno usmeravanje vozila 2 - srednje 3 - minimalno.

4.4.2. Oblikovanje ivica kružnog kolovoza

Poprečnik kružnog podeonika (R_{kp}) na raskrsnicama vangradske putne mreže dimenzionije se shodno tački 4.2.2.1. ovog priloga. Ivice kružnog kolovoza prema kružnom podeoniku oblikuju se primenom elemenata drugačije strukture (npr. elementi za popločavanje, sitna kocka), uz formiranje ovičenja prema slici 4-21 ovog priloga. Uz spoljnu ivicu kružnog kolovoza treba primeniti dodatne popločane trake širine 0,25 - 0,30 m u ravni kolovoza, širine bankina i poprečnog nagiba je u skladu s tačkom 5.1.2. priloga 2 - Trasa vangradskih puteva, aps. minimum $b = 1,00$ m.



Slika 4-21: Oblikovanje ivica kružnog kolovoza .

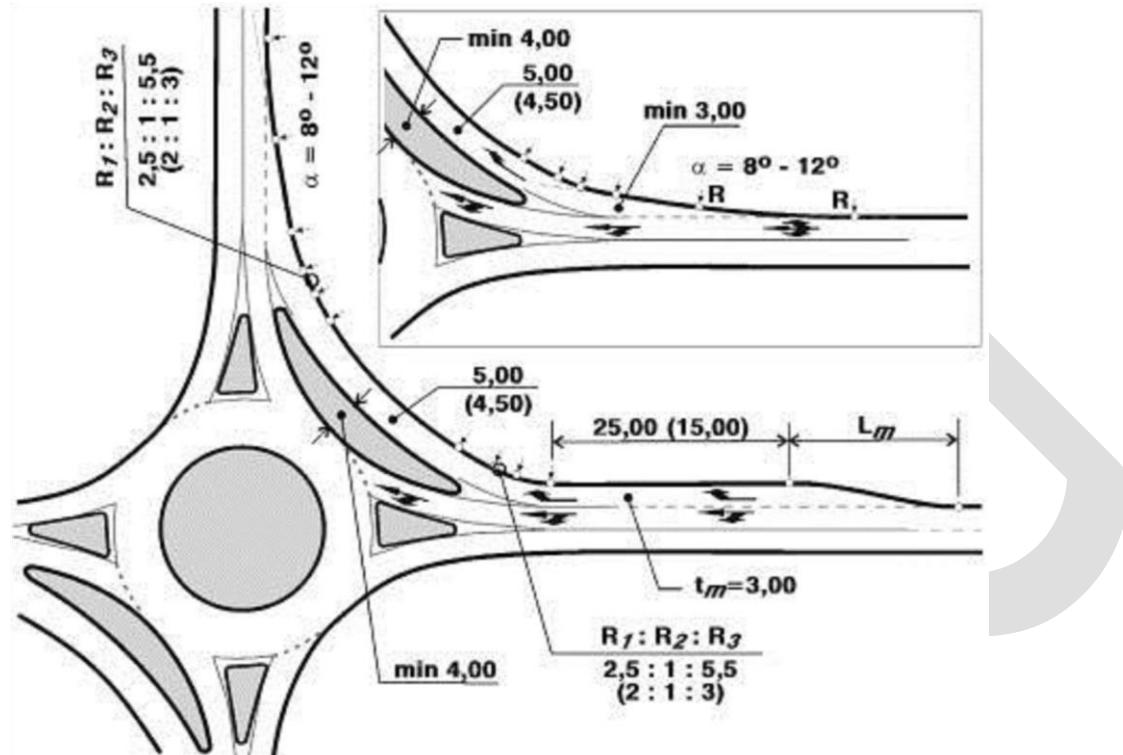
Površina kružnog podeonika se zatravljuje. Nisko zelenilo i/ili vizuelne dominante u centru kružnog podeonika (npr. visoko zelenilo) dozvoljeno je samo ako ne ulazi u obvojnici linija vizura preglednosti vozila u kružnom toku (tačka 4.3.3.2. ovog priloga). Vizuelne dominante u centru kružnog podeonika pozitivno utiče na sagledljivost cele površinske raskrsnice i vizuelno informiše vozače o diskontinuitetu kretanja.

4.5. Posebni elementi kružne raskrsnice

Kružne raskrsnice zahtevaju drugačije elemente i opremu nego raskrsnice sa presecanjem saobraćajnih struja budući da se radi o suštinski različitom konceptu vođenja saobraćajnih tokova. U specifičnim programskim uslovima i/ili prostornim ograničenjima javlja se i potreba za posebnim elementima izvan standardnih, kojima se ispunjavaju specifični programski uslovi i/ili rešenje prilagodava specifičnim prostornim ograničenjima lokacije kružne raskrsnice.

4.5.1. Izdvojeni kolovoz za desna skretanja

Izdvojenim kolovozom za desna skretanja povećava se propusna moć kružne raskrsnice, smanjuje opterećenje kružnog kolovoza i indirektno povećava sigurnost saobraćaja. To rešenje se primenjuje i na priključnim pravcima sa po tri vozne trake po smeru kada se krajnja desna traka nastavlja u poseban kolovoz, a ulivi u kružni kolovoz svode na standardno rešenje sa po dve ulivne trake. Takođe, izdvojen kolovoz za desna skretanja primenjuje se kada susedi uliv i izliv zaklapaju oštar ugao i/ili su međuodstojanja uliva i izliva različita. Standardni elementi izdvojenog kolovoza za desna skretanja na kružnoj raskrsnici prikazani su na slici 4-22 ovog priloga. Direktno izdvajanje desnih skretanja, odnosno bez dodatne manipulativne trake (tm) moguće je ako je uliv s merodavnom brzinom priključka Vras ≤ 60 km/h.



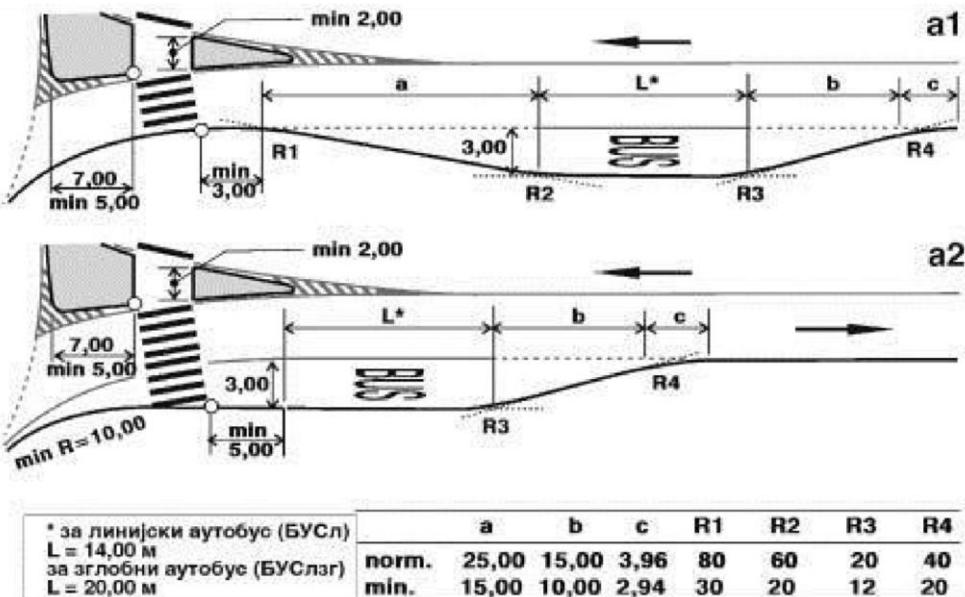
Slika 4-22: Izdvojeni kolovoz za desna skretanja na kružnoj raskrsnici.

4.5.2. Javni prevoz u zoni kružne raskrsnice

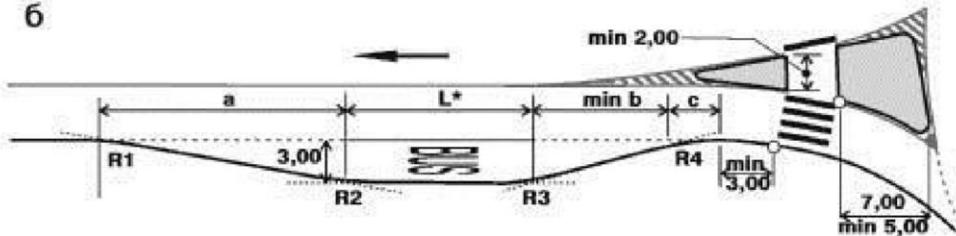
Na vangradskim putevima u skladu s tačkom 6.1.2.2. prologa 1 - Funkcionalna klasifikacija puteva, pojavljuje se linijski prigradski saobraćaj autobusa na sabirnim putevima (SP) uz mogućnosti pojave na veznim (VP) i pristupnim putevima (PP). Njihova stajališta obično su u zonama površinskih raskrsnica kada je potrebno i moguće obezbititi pešačke komunikacije do/od stajališta.

Stajalište prigradskog linijskog autobusa na vangradskim putevima locira se iza kružne raskrsnice sa elementima definisanim na slici 4-23/a1 ovog priloga. Ako nije moguće primenom minimalnih vrednosti formirati stajalište autobusa usled prostornih ograničenja, izuzetno se mogu primeniti elementi definisani na slici 4-23/a2 ovog priloga.

Autobusko stajalište ispred kružne raskrsnice je u sukobu s potrebama ulivanja vozila u kružni tok, pa se primenjuje samo ako su oštiri prostorna ograničenja i/ili ako se izvodi rekonstrukcija i/ili ako su intenzivni tokovi putnika koji presedaju na poprečnu liniju, pa se primenjuje izuzetno na raskrsnicama PP / PP ili SU / PP, a uslov je da je merodavna brzina priključka Vras ≤ 50 km/h.



6

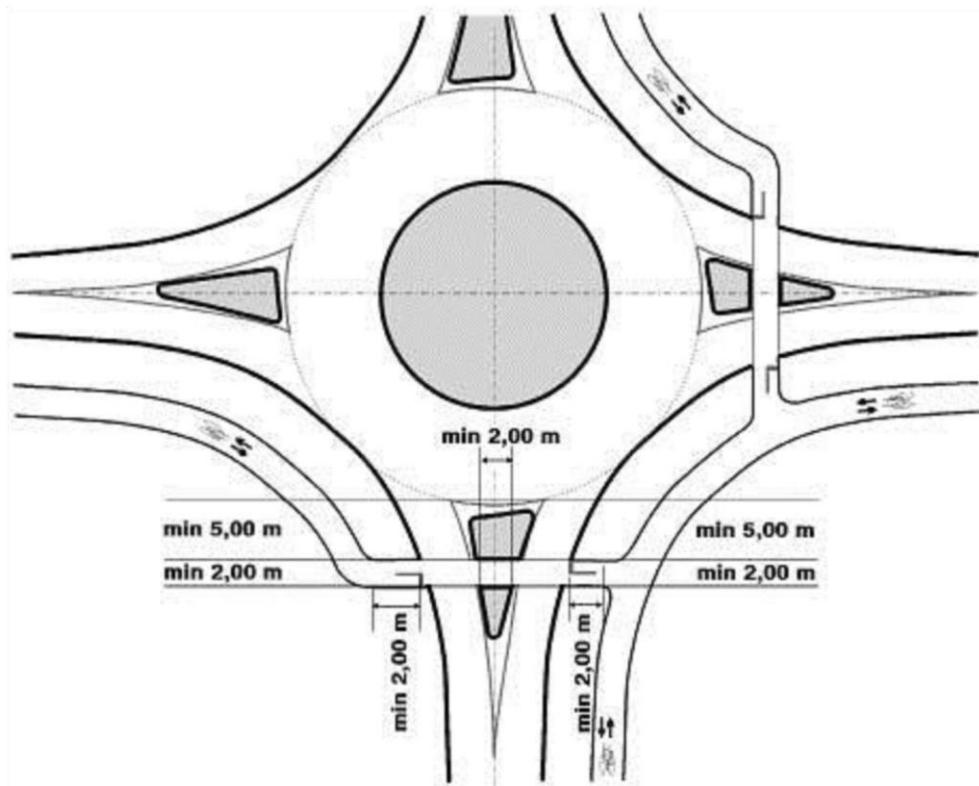


Slika 4-23: Stajalište linijskih autobusa: a - iza i b - ispred kružne raskrsnice.

Pešački prelazi, u skladu s tačkom 4.5.3. ovog priloga, minimalne su širine 2,00 m. Ako se radi o intenzivnijem javnom prigradskom prevozu (> 20 autobusa/vršnom času ukupno na raskrsnici) primenjuje se odgovarajući gradski tip kružne raskrsnice (poglavlje 5 Tehnička uputstva za projektovanje površinskih raskrsnica u gradovima). Peroni se izvode celom dužinom stajališta L (slika 4-23 ovog priloga) sa obaveznom zaštitom putnika od vremenskih uslova i dimenzijama kao na površinskim raskrsnicama sa presecanjem saobraćajnih struja (tačka 3.5.9. ovog priloga).

4.5.3. Pešaci i biciklisti u zoni kružne raskrsnice

Pešaci i/ili biciklisti se javljaju samo u posebnim uslovima vangradskih puteva u prigradskom području i vode se izvan kolovoza s jedne strane vangradskog puta s minimalnom širinom od 2,50 m (2,25 m), pa se i poprečni prelazi preko ulivno/izlivnih traka kružne raskrsnice takođe obezbeđuju jednostrano (slika 4-24 ovog priloga). Ako su intenzivniji tokovi pešaka i/ili biciklista (više od 100 pešaka i/ili biciklista u vršnom času na bilo kom prelazu), primenjuje se odgovarajući gradski tip kružne raskrsnice (poglavlje 5 Tehnička uputstva za projektovanje površinskih raskrsnica u gradovima).



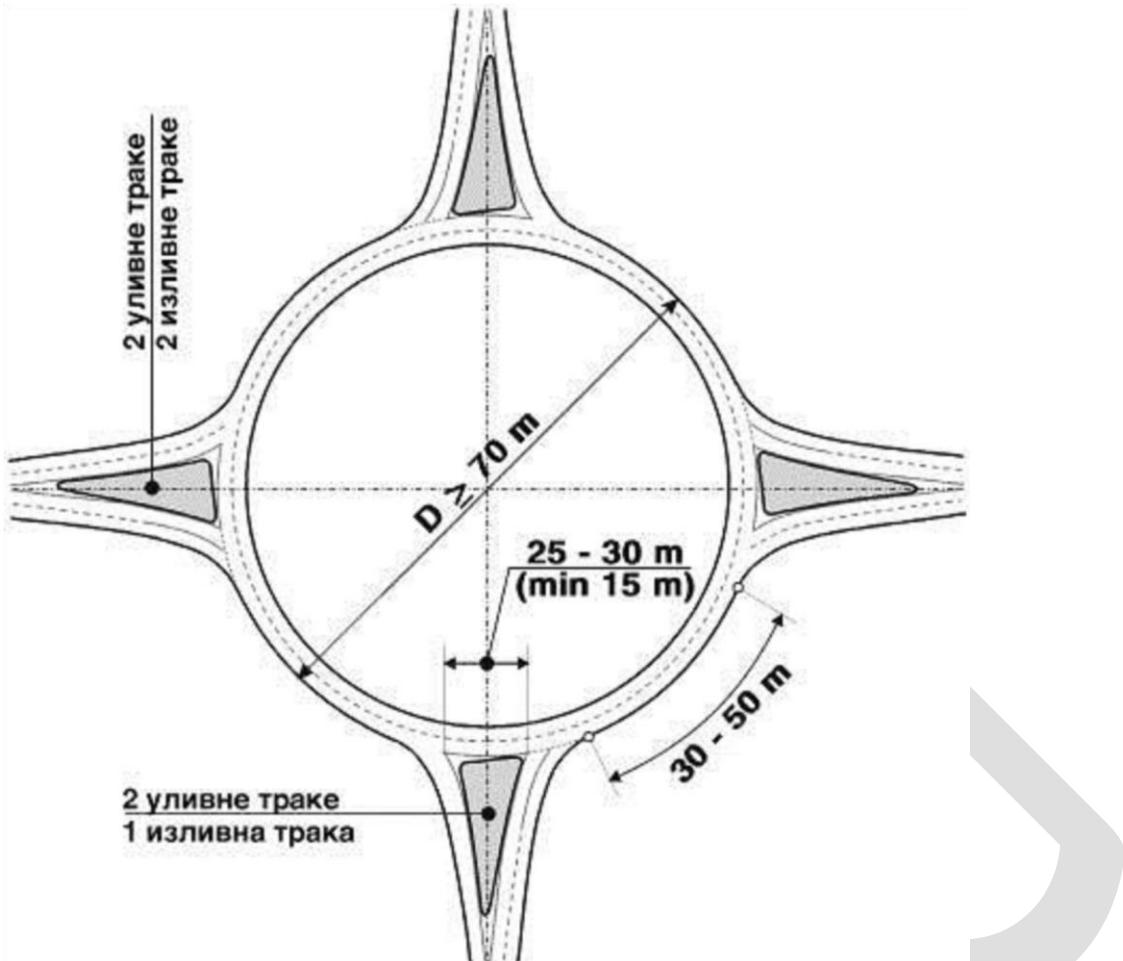
Slika 4-24: Pešačke i/ili biciklističke staze u području vangradske kružne raskrsnice.

4.6. Kružne raskrsnice velikog prečnika

Kružne raskrsnice velikog prečnika ($D \geq 70$ m) primenjuju se samo na raskrsnicama najviših funkcionalnih rangova (DP/DP, eventualno DP/VP) ili kao sastavni element denivelisane kružne raskrsnice. One su uvek četvorokrake raskrsnice. Vozila u kružnom toku imaju prioritet prolaza u odnosu na vozila koja se ulivaju.

4.6.1. Osnovni projektni uslovi

Ovaj tip kružne raskrsnice funkcioniše s manevrom preplitanja na deonici kružnog kolovoza, za šta je neophodno obezbediti dovoljnu čistu dužinu (slika 4-25 ovog priloga).



Slika 4-25: Osnovni projektni uslovi za kružne raskrsnice s preplitanjem saobraćajnih tokova.

Broj ulivnih traka bilo kog priključnog pravca se ograničava na najviše dve, dok su dve vozne trake kružnog kolovoza ili sa značajnim saobraćajnim opterećenjem najviše tri vozne trake. Širina voznih traka kružnog kolovoza je 3,50-3,75 m; prethodne širine uključuju i potrebna proširenja voznih traka, kao i ivične linije od 0,20 m. Elementi nivelačionog plana su kao i na prethodnim tipovima kružnih raskrsnica (tačka 4.2.4. ovog priloga). Projektna rešenja se provjeravaju kao što je utvrđeno u poglavljiju 4.3. ovog priloga.

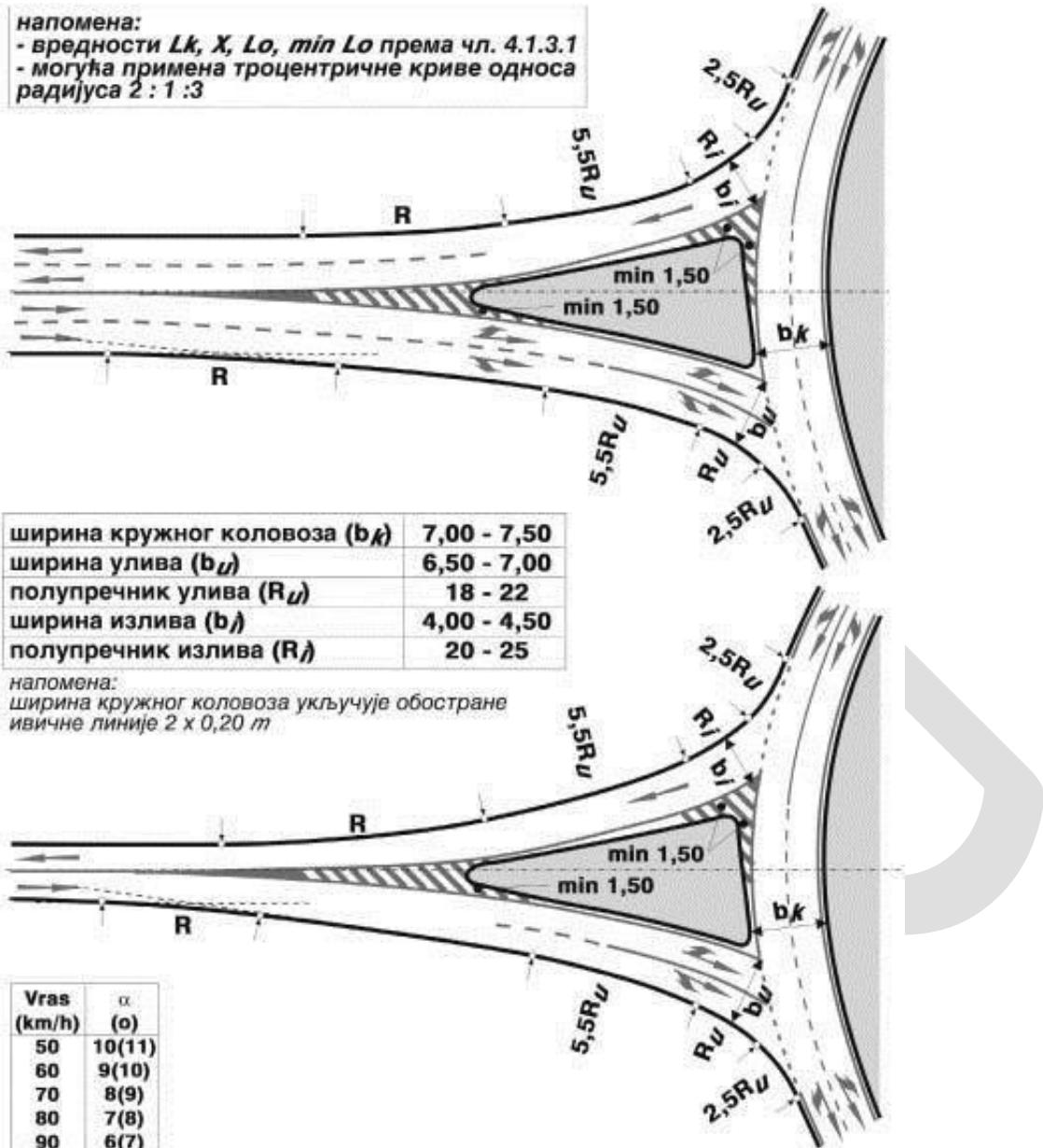
Uli i izli se razdvajaju i maksimalno usmeravaju uz obezbeđenje dovoljne dužine stranice ostrva prema kružnom kolovozu. Primjenjuje se samo jedna vozna traka za izliv čime se smanjuje verovatnoća konfliktata u izlivljanju iz kružnog toka i razvrstavaju se saobraćajne struje na kružnom kolovozu. Dve izlivne vozne trake primjenjuju se u kombinaciji sa tri vozne trake na kružnom kolovozu kada je moguće horizontalnom signalizacijom usmeriti izlivne tokove na krajnju desnu voznu traku kružnog kolovoza.

4.6.2. Projektni elementi i oblikovanje uliva i izliva

Projektni elementi i oblikovanje uliva i izliva dati su na slici 4-26 ovog priloga, za priključne pravce sa dve i jednom voznom trakom u osnovnom profilu, i to za tipsko rešenje sa jednom izlivnom trakom.

напомена:

- вредности L_k , X , L_o , $\min L_o$ према чл. 4.1.3.1
- могућа примена троцентричне криве односа радијуса 2 : 1 : 3



Slika 4-26: Пројектни елементи и обликовање улива и излива за кружне рашдрнице са прелитanjем саобраћајних токова.

5. САОБРАЋАЈНА И ПУТНА ОПРЕМА

5.1. Signalizacija

Horizontalna, vertikalna i putokazna signalizacija predmet su posebnih Tehničkih uputstava u kojima se jednoznačno definisi standardna rešenja za slobodne deonice vangradskih puteva i raskrsnice na njima (površinske i denivelisane). Zbog toga su u ovim tehničkim uputstvima samo naznačeni elementi signalizacije koji su u direktnoj vezi s građevinskim rešenjem pojedinačnih površinskih raskrsnica (sa presecanjem саобраћајних struja ili kružnih).

5.2. Osvetljenje

Površinske raskrsnice na vangradskoj putnoj mreži u principu nisu osvetljene, osim ako nisu u sklopu denivelisanih raskrsnica i/ili objekata za komercijalnu eksploataciju. Ako se površinske raskrsnice primenjuju u tranzicionoj zoni između vangradskih i gradskih deonica, parametri osvetljenja podležu relevantnoj tehničkoj i zakonskoj regulativi za tu oblast. Ako se na površinskoj raskrsnici nalaze pešaci, biciklisti i javni prevoz, obavezno se ona mora osvetliti.

5.3. Ostala putna oprema

Putna oprema, kao što su: sigurnosne ograde, smerokazi i sl. podležu relevantnoj tehničkoj i zakonskoj regulativi za tu oblast sa osnovnim ciljem unapređenja bezbednosti i protočnosti putnog саобраћаја. Projekat te opreme je sastavni deo projektne dokumentacije, kao što su то i projekti odvodnjavanja, pejzažnog uređenja i sl.

PRILOG 4

1. DENIVELISANE RASKRSNICE VANGRADSKIH PUTEVA

Tehnička uputstva za projektovanje denivelisanih raskrsnica vangradskih puteva su koncipirana kao osnovni dokument tehničke regulative iz oblasti projektovanja vangradskih puteva, zasnovan na stavovima i vrednostima definisanim u prilogu 2 - Trasa vangradskih puteva. Ova tehnička uputstva služe za projektovanje objekata (denivelisanih raskrsnica) novogradnje, rekonstrukcije i rehabilitacije.

Upustva su data u sledećim poglavljima:

- 1) Osnove za projektovanje;
- 2) Klasifikacija denivelisanih raskrsnica;
- 3) Principi komponovanja denivelisanih raskrsnica;
- 4) Geometrijsko oblikovanje i dimenzionisanje;
- 5) Uređenje područja denivelisane raskrsnice;
- 6) Saobraćajna i putna oprema; 7) Karakteristični primeri.

Vrednosti projektnih elemenata i predlozi projektnih rešenja definisanih u ovim uputstvima formirani su na osnovu provera vozno dinamičkih, konstruktivnih i saobraćajno-psiholoških (estetskih) kriterijuma uz istovremeno uvažavanje zahteva za minimumom investicionih ulaganja, maksimumom bezbednosti i protočnosti saobraćaja i minimumom ekoloških posledica. Pošto su to složeni i u izvesnom smislu kontradiktorni zahtevi, optimalno rešenje je u njihovom kompromisu uz najveću kreativnost projektanta i uvažavanje specifičnih uslova konteksta pri čemu treba voditi računa o pravovremenoj i adekvatnoj informisanosti najšire javnosti s obzirom na to da je put javno dobro koje se finansira iz zajedničkih sredstava.

Ovim uputstvima obuhvaćena su rešenja za denivelisane raskrsnice izvan neprekidno izgrađenog gradskog područja. To znači da raskrsnice u prelaznoj zoni između vangradskog područja i područja neprekidne izgrađenosti urbanih celina podležu Tehničkim uputstvima za projektovanje saobraćajnica u gradovima - denivelisane raskrsnice, uz uvažavanje specifičnih uslova lokacije i saobraćajnih zahteva (motorni, javni gradski, biciklistički, pešački saobraćaj).

Od utvrđenih vrednosti pojedinačnih elemenata može se odstupiti samo ako se tehničkim i ekonomskim analizama dokaže opravданost drugačijeg rešenja i ako se garantuje zahtevani nivo bezbednosti, protočnosti i zaštite životne sredine, kao i ako je utrošak investicionih sredstava u skladu s projektnim zahvatom.

Ovaj dokument se oslanja na prilog 1 - Funkcionalna klasifikacija vangradskih puteva, prilog 2 - Trasa vangradskih puteva, kao i na Zakon o javnim putevima.

2. OSNOVE ZA PROJEKTOVANJE

Na denivelisanim raskrsnicama se vrši distribucija korisnika na željene pravce kretanja, što prepostavlja određene manevre (usporjenje, ubrzanje i sl.) i usklađeno ponašanje svih učesnika u saobraćaju. Taj zadatak se može uspešno obaviti planiski uređenim građevinskim osnovama i uz poštovanje osnovnih ciljeva u realizaciji tog građevinskog poduhvata: minimum investicionih ulaganja, najveća bezbednost, najveća protočnost i minimum ekoloških posledica. To takođe podrazumeva i dosledno poštovanje i sprovođenje jedinstvene metodologije projektovanja, bilo da se radi o denivelisanoj raskrsnici kao samostalnom objektu ili ka objektu u sastavu određenog putnog poteza novogradnje ili rekonstrukcije.

Osnove za projektovanje denivelisanih raskrsnica zasnivaju se na principu održanja režima kontinualnih tokova glavnog i sporednog pravca. To podrazumeva nezavisno vođenje glavnog i sporednog pravca u različitim građevinskim nivoima, čime se obezbeđuje prostorno razdvajanje konfliktnih struja. Takvim rešenjem postižu se bitni efekti po bezbednost vožnje, protočnost saobraćaja i umanjenje negativnih efekata na životnu okolinu.

Kada je u pitanju bezbednost vožnje, saobraćajne statistike pokazuju da se prostornim razdvajanjem konfliktnih saobraćajnih struja mogu u potpunosti ukloniti presečne tačke i time otkloniti glavni uzroci saobraćajnih nezgoda. Pored povećanja bezbednosti, drugi značajan čimilac u eksploraciji jeste povećanje propusne moći, što se bez sumnje ostvaruje primenom denivelisanih raskrsnica, koje su višestruko većeg kapaciteta od površinskih. Primenom denivelisanih raskrsnica postižu se i značajni efekti u pogledu smanjenja zagadnja okoline, pre svega zato što su tokovi kontinualni i sledstveno tome mnogo manja emisija zagadivača (buka, aerozagađenje, i dr.).

Pored tih nesporno pozitivnih efekata, izgradnja denivelisanih raskrsnica podrazumeva i angažovanje značajnog prostora od 20 do 50 puta veći prostor nego za površinske raskrsnice), što zahteva i odgovarajuća finansijska sredstva. Stoga se primena tih raskrsnica može opravdati samo na onim putnim pravcima, gde je ukupni PGDS veći od 12.000 vozila/dan, i to ako je PGDS sporednog putnog pravca veći od 3.000 vozila/dan.

2.1. Programski uslovi

Programski uslovi za projektovanje denivelisanih raskrsnica na vangradskim putevima obuhvataju funkcionalne zahteve presečnih (ukrsnih) pravaca u pogledu kontinuiteta i brzine kretanja vozila, polazne stavove o vrstama i tipovima denivelisanih raskrsnica, prostornoj organizaciji područja, kao i merodavne pokazatelje za projektovanje i kontrolu projektnih rešenja sa stanovišta investicionih ulaganja, propusne moći, bezbednosti saobraćaja i ekoloških posledica.

Zakon o javnim putevima, prilog 1 - Funkcionalna klasifikacija puteva, prilog 2 - Trasa vangradskih puteva, prilog 3 - Površinske raskrsnice vangradskih puteva, predstavljaju osnovnu zakonsku i tehničku regulativu za planiranje i projektovanje denivelisanih raskrsnica.

U studiji koncepcije projekta za novoprojektovane deonice ili deonice koje se rekonstruišu na postojećoj mreži formiraju se programski uslovi i projektni zadatak zavisno od faze izrade projektne dokumentacije. Projektni zadatak predstavlja osnovni dokument ugovornih obaveza između investitora i projektanta i, za državne puteve I i II reda, podleže odgovarajućoj stručnoj kontroli.

2.1.1. Funkcija u mreži

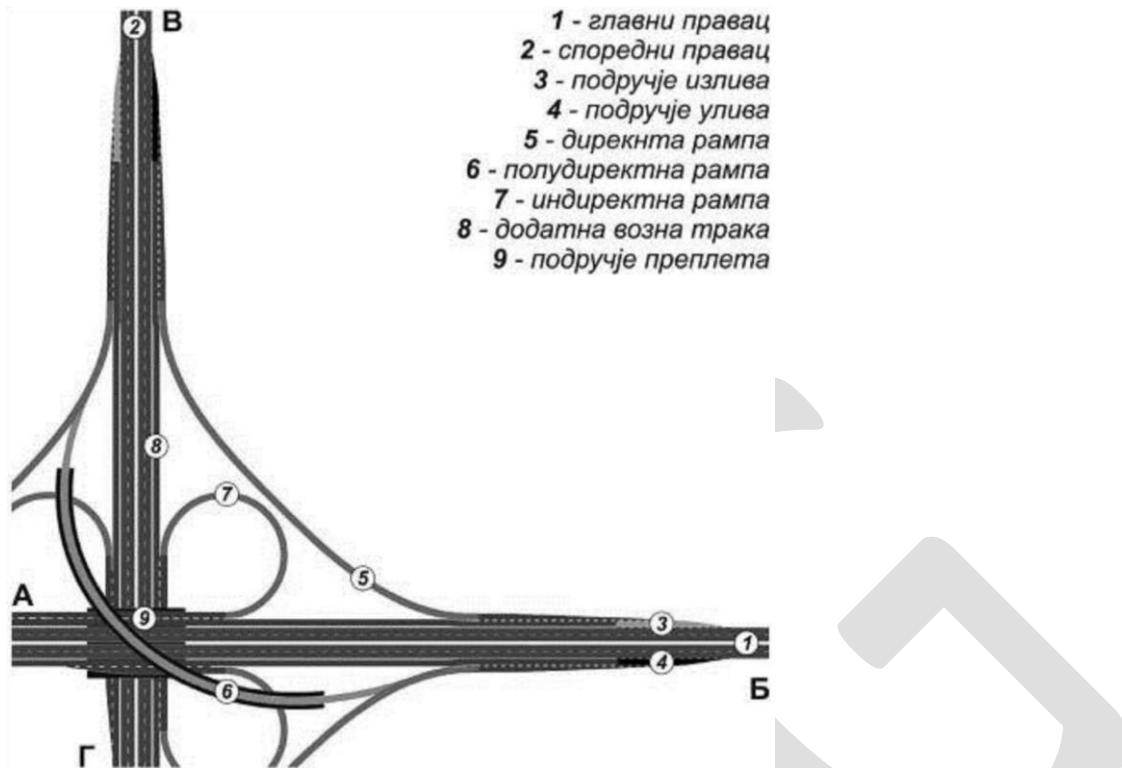
Na denivelisanim raskrsnicama obavlja se dominantna distribucija tokova na putnoj mreži u skladu sa stavovima iznetim u tački 2.1. ovog priloga. Stoga se opravdanje za primenu denivelisanih raskrsnica nalazi na daljinskim i veznim putevima odgovarajućeg saobraćajnog opterećenja. Pošto se na autoputu zahteva potpuni kontinuitet saobraćajnih tokova, to znači da je obavezna primena denivelisanih raskrsnica na toj kategoriji puteva. Na ostalim putevima (višetračni putevi (VP) / dvotračni putevi (P)) denivelisana raskrsnica opravdana je samo kada su ispunjeni uslovi u pogledu saobraćajnog opterećenja definisanog u tački 2.1. ovog priloga.

Kao izuzetak od navedenog, a kada se vrši denivelacija ukrštaja glavnog i sporednog pravca (prirodne uslovljenošti), moguće je specifičan tip površinske raskrsnice (tzv. tip 3B), koji je dvostruka kombinacija priključka tipa 3A za rešenje ukrštaja navedenog visinskog razdvajanja ukrsnih pravca. U tom slučaju denivelisu se protočne struje glavnog i sporednog pravca, a sve druge struje podležu zakonitostima projektovanja površinskih raskrsnica.

Detaljna funkcionalna klasifikacija denivelisanih raskrsnica prikazana je u tački 3.1. ovog priloga.

2.1.2. Prostorna organizacija denivelisanih raskrsnica

Denivelisana raskrsnica obuhvata (slika 2-01 ovog priloga) pored glavnog i sporednog pravca i priključne rampe i različite dodatne vozne trake, kao i odgovarajuće putne objekte (mostove) u širem području raskrsnice. U tom području postoje različiti uticaji: od topografskih i morfoloških do specifične namene prostora koji mora uticati i na samo rešenje. Stoga svaka denivelisana raskrsnica ima svoje specifičnosti koje proizlaze iz programskih uslova i prostornih ograničenja, uz neophodnost unifikacije u najširem smislu da bi se na putnoj mreži, što je više moguće, obezbedila maksimalna protočnost i bezbednost saobraćaja uz minimizaciju ekoloških posledica.



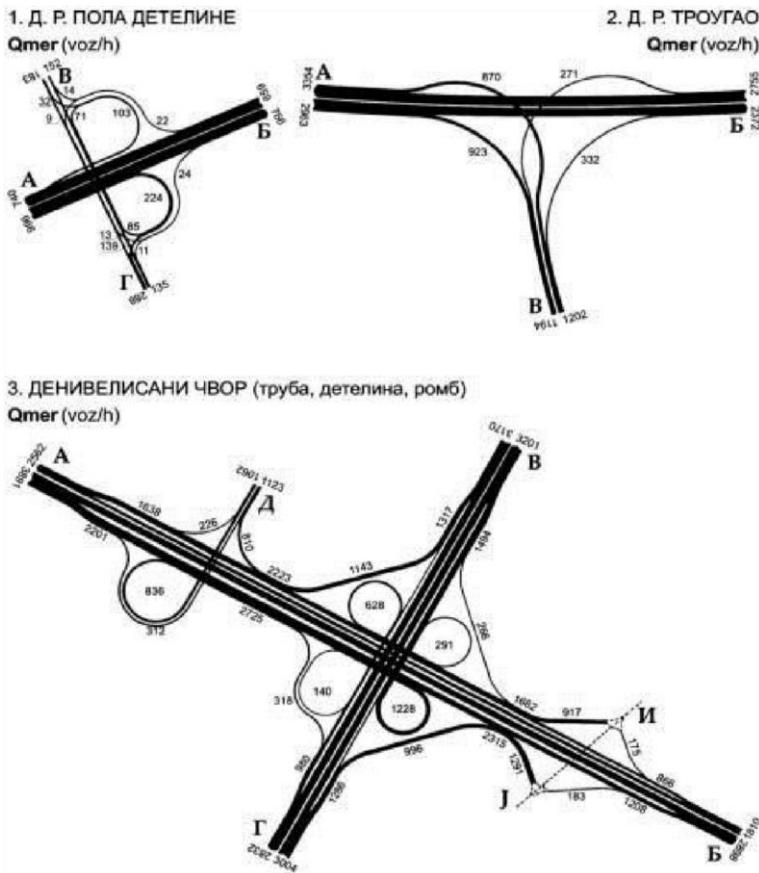
Slika 2-01: Osnovni elementi denivelisane raskrsnice.

Polazni uslov za optimalnu prostornu organizaciju denivelisane raskrsnice je formiranje sintezne karte (plana) ograničenja. Osnov za izradu tog dokumenta, u početnim fazama projektovanja, vezan je za kvalitet informacija o ograničenjima: prirodnim (topografija, geotehnika, klima, hidrologija, hidrografija, zone i uslovi zaštite) i stvorenim (namena površina i korišćenje zemljišta, saobraćajna i infrastrukturna osnova, prostorni planovi). Na osnovu definisane sintezne karte ograničenja, moguća su varijantna rešenja denivelisane raskrsnice zavisno od sistema eksplotacije ukrsnih (priključnih) pravaca, distribucije saobraćajnih tokova i funkcionalnog nivoa same raskrsnice.

Optimalno funkcionalno rešenje bira se primenom ekonomskih metoda vrednovanja ili primenom metoda višekriterijumskega vrednovanja.

2.1.3. Saobraćajno opterećenje

Za projektovanje denivelisanih raskrsnica merodavna saobraćajna opterećenja u skladu su sa definisanim u prilogu 1 - Funkcionalna klasifikacija vangradskih puteva, na nivou protoka merodavnog časa, utvrđena verifikovanim metodama za analizu i prognozu saobraćajnog opterećenja.



Slika 2-02: Saobraćajna slika tokova na denivelisanoj raskrsnici.

Merodavna saobraćajna opterećenja za projektovanje denivelisanih raskrsnica raščlanjuju se po saobraćajnim strujama (slika 2-02 ovog priloga) s detaljnom strukturu po vrstama vozila. Merodavni parametar za projektovanje denivelisanih raskrsnica definiše se u skladu s programskim uslovima i zahtevanim nivoom usluge denivelisane raskrsnice (NUDR), koji mora biti obezbeđen na istom nivou (izuzetno za 1 nivo niži ako je rekonstrukcija) kao i za deonice između raskrsnica.

2.1.4. Merodavne brzine u projektovanju

U projektovanju denivelisanih raskrsnica polazne merodavne brzine su računske brzine deonica (Vri) koje se sustiču u čvoru, a na osnovu je dimenzionisani veličina graničnih elemenata plana i profila ukrasnih (priključnih) pravaca. Primenjeni elementi projektne geometrije ukrasnih (priključnih) pravaca dimenzionišu se i proveravaju na osnovu rezultujućih vrednosti projektnih brzina (VpGP, odnosno VpSP).

Za denivelisane raskrsnice definišu se dodatne merodavne brzine za pojedine elemente zavisno od tipa raskrsnice (tačka 5.3. ovog priloga) i koncepcije vođenja sekundarnih tokova. Razlikuju se sledeći slučajevi:

- 1) Za izlive i ulive na potezu s kontinualnim protokom merodavna je projektna brzina ($Vp=0,8VpGP$) u području izlivanja ili ulivanja (tj. potez s kontinualnim protokom). Ako je na celom potezu predviđeno ograničenje brzine, projektna brzina je jednaka najvećoj dozvoljenoj brzini ($Vp = \max Vd$).
- 2) Za spojne rampe merodavna je projektna brzina rampe (Vp,R), koja zavisi od funkcionalnog nivoa denivelisane raskrsnice (tačka 3.1. ovog priloga), odnosno tipa rampe. Detaljniji prikaz primene i granične vrednosti dati su u pogl. 5 ovih uputstava.
- 3) Za površinske raskrsnice u sastavu denivelisane raskrsnice merodavne brzine u skladu s tački 2.1.4. priloga 3 - Površinske raskrsnice vangradskih puteva.

2.1.5. Merodavna vozila

Denivelisane raskrsnice moraju obezbiti prolaz svim vrstama merodavnih vozila, koja se kao merodavna definišu za projektovanje pojedinih putnih poteza (deonica) u skladu s prilogom 1 - Funkcionalna klasifikacija vangradskih puteva i prilogom 2 - Trasa vangradskih puteva. Prema navedenoj tehničkoj regulativi, definisana su odgovarajuća merodavna vozila za konkretnu kategoriju puta (daljinski, vezni, sabirni) za koja se moraju obezbititi uslovi prohodnosti.

Definisanje merodavnog vozila za projektovanje i oblikovanje elemenata denivelisanih raskrsnica i eventualno površinskih raskrsnica na sporednom pravcu, zavisi od funkcionalnog tipa puta i od učestalosti vozila u merodavnom času za dimenzionisanje.

2.2. Kriterijumi za projektovanje

Projektovanje denivelisanih raskrsnica obuhvata niz veoma kompleksnih metoda, postupaka i procedura u cilju formiranja optimalnog rešenja za prirodna i stvorena ograničenja uz minimum investicionih ulaganja (građenje i održavanje), maksimum protočnosti i bezbednosti saobraćaja i minimum ekoloških posledica. Definisane kriterijume, pojedinačno i skupno, treba u procesu projektovanja i oblikovanja dosledno poštovati, i kad god je to moguće, izraziti pojedinačnim pokazateljima koji mogu poslužiti kao relevantni parametri za vrednovanje varijantnih rešenja. Odstupanje od navedenih kriterijuma mora biti temeljno obrazloženo tehničkim, ekonomskim i oblikovnim analizama uvažavajući nivo projekta i značaj ukrasnih (priključnih) pravaca.

2.2.1. Uslovi lokacije

Projektovanje denivelisanih raskrsnica počinje na osnovu definisanih programskih uslova i projektnog zadatka za projekte novogradnje ili rekonstrukcije, bilo da je raskrsnica (raskrsnice) sastavni deo deonice puta i/ili putnog poteza, ili izolovan projekt raskrsnice kao poseban objekat. Izbor makro i mikro lokacije kao i utvrđivanje prostornih odnosa ukrasnih (priključnih) pravaca mora biti u skladu s merodavnim saobraćajnim opterećenjem i njihovom značaju u putnoj mreži, što je polazna aktivnost u projektovanju površinskih raskrsnica.

Denivelisana raskrsnica mora da bude sagledljiva s glavnog pravca (spoljašnja preglednost) najmanje s daljine slobodne preglednosti $PsGP=6VpGP$. Taj uslov isključuje deonice glavnog pravca s nedovoljnom preglednošću i graničnim vrednostima trasiranja (tačka 4.1. ovog priloga).

Za uslove preglednosti sa sporednog pravca za funkcionalni nivo „A“ i „B“ stavovi u pogledu preglednosti su, kao i na glavnom pravcu, ali u funkciji merodavne brzine sporednog pravca $PsSP=6VpSP$. Za funkcionalni nivo „C“ denivelisanih raskrsnica, koji podrazumeva površinske raskrsnice na sporednom pravcu, važe uslovi definisani u prilogu 3 - Površinske raskrsnice vangradskih puteva.

Zbog protočnosti i bezbednosti denivelisanih raskrsnica, broj priključnih pravaca se ograničava na tri (priključak), odnosno na četiri (ukrštaj). U standardnim uslovima formiranja mreže vangradskih puteva i uz poštovanje načela hijerarhijskog ustrojstva mreže, (prilog 1 - Funkcionalna klasifikacija vangradskih puteva) napred navedeni stavovi o ograničavanju broja priključnih (ukrasnih) pravaca se podrazumevaju. Kad god se ne primeni navedeni princip, posledica je povećanje broja ukrasnih (priključnih) pravaca, pa je neophodno dekomponovati takav čvor i formirati dve ili više denivelisanih raskrsnica.

Organizacija prostora i pravila regulative denivelisanih raskrsnica treba da budu ostvarena jednostavnim, logičnim i po mogućnosti uniformnim sredstvima koja su pregledna i jasna za sve korisnike da bi se ostvarili maksimalni efekti vezani za protočnost i bezbednost saobraćaja.

U pogledu ekoloških zahteva, rešenje se prvenstveno postiže adekvatnim planerskim i projektnim rešenjima koja su u skladu sa uslovima i ograničenjima, ali i primenom neophodnih tehničkih mera zaštite kada su vrednosti zagađenja veće od zakonom propisanih.

2.2.2. Odstojanje raskrsnica - kontrola pristupa

Denivelisane raskrsnice treba locirati tako da zadovolje funkcionalne zahteve odvijanja saobraćaja na nivou raskrsnice, ali i uz uvažavanje zahteva protočnosti i bezbednosti saobraćaja ukrasnih (priključnih) pravaca na makro nivou. Između dve susedne raskrsnice treba obezbititi deonice za kontinuitet saobraćajnog toka i samim tim uspostaviti i logičnu vezu funkcionalnih zahteva saobraćaja i organizacije prostora (namena površina) u uticajnoj zoni puta. To znači da regulacioni plan puta treba da obuhvati prostor znatno širi od pojasa eksproprijacije, i da uključi i sve urbanističke i građevinske aktivnosti u neposrednoj zoni pojasa kontrolisane izgradnje da bi se obezbedila odgovarajuća kontrola pristupa na osnovnoj putnoj mreži državnih puteva I, odnosno II reda.

Poštovanje hijerarhijskog principa uređenja putne mreže, (prilog 1 - Funkcionalna klasifikacija vangradskih puteva) jedan je od najvažnijih činilaca kojim se obezbeđuje zahtevani nivo usluge i unapređuje bezbednost saobraćaja.

Minimalno odstojanje između denivelisanih raskrsnica zavisi pre svega od usaglašenosti namene površina i organizacije putne mreže (optimalna pristupačnost), odnosno za puteve sa slobodnom eksplotacijom za denivelisane raskrsnice funkcionalnog nivoa „A“ ili „B“ iznosi 8 km, dok za raskrsnice funkcionalnog nivoa „C“ iznosi 5 km, tačka 3.1. ovog priloga.

Na autoputevima s komercijalnom eksplotacijom najmanje odstojanje između denivelisanih raskrsnica iznosi 10 km. Apsolutno minimalno odstojanje između denivelisanih raskrsnica može se primeniti samo izuzetno i uz posebno obrazloženje, prepiske su date na slici 2-03 ovog priloga.

2.2.3. Bezbednost

Da bi denivelisana raskrsnica ispunila zahteve bezbednosti, ona mora biti:

- 1) blagovremeno uočena;
- 2) sagledljiva i shvatljiva;
- 3) pregledna;
- 4) prikladna za vožnju, odnosno prohodna za merodavna vozila u toku.



Врста денивелисане раскрнице	Пожељно најмање одстојање ΔL_{min} (m)* врло оптерећене деонице	Дозвољено најмање одстојање ΔL_{min} (abs. min.)
Денивелисана раскрница на аутопуту	2700 + lizi + lul (a_{min})	2700 + lizi + lul (a_{min})
Аутопут/ВП, П	2200 + lizi + lul (a_{min})	1700 + lizi + lul (a_{min})
		600 + lizi + lul (a_{min})

* Odstojanje od vrha do
vrha ostrive
(osnovni slučaj)

Slika 2-03: Minimalno odstojanje denivelisanih raskrsnica na vangradskoj putnoj mreži.

Navedeni principi se moraju proveravati od nivoa utvrđivanja makro lokacije raskrsnice do analize prohodnosti pojedinačnih vozila za definisanu geometriju elemenata raskrsnice.

Bilo da se radi o projektovanju novih raskrsnica ili o rekonstrukciji, mora se stalno proveravati bezbednost raskrsnice u svim fazama izrade projektne dokumentacije, kao i prilikom tehničkog pregleda i utvrđivanja nultog stanja, što je osnova za dobijanje upotrebe dozvole puta.

Ključni elementi koji utiču na projektna rešenja jesu spoljna i unutrašnja preglednost denivelisane raskrsnice, brzina kretanja vozila kroz raskrsnicu, efikasno oticanje i prihvatanje površinskih voda s kolovoza i efikasno odvođenje pribrežnih i podzemnih voda.

2.2.4. Nivo usluge i propusna moć

Za denivelisane raskrsnice vangradske putne mreže obavezno se proverava nivo usluge i propusne moći. Provera podrazumeva definisanje potrebnih pokazatelia za sve korisnike po postupku i kriterijumima koji će biti definisani posebnim pratećim tehničkim uputstvima zasnovanim na inostranim i domaćim saznanjima i eksperimentalnim istraživanjima. Dok ne budu izrađena ta uputstva provere, saobraćajno dimenzionisanje treba vršiti nekim od verifikovanih postupaka analiza koje se primenjuju u evropskim i/ili vanevropskim zemljama uz kritički osrvt na sličnosti i razlike koji proističu iz uslova odvijanja saobraćaja.

Posebno je značajno to da se inicijalno funkcionalno rešenje denivelisane raskrsnice (tj. osnovna geometrija elemenata situacionog plana, podužnih i poprečnih profila) proveri sa stanovišta propusne moći i izvrše odgovarajuće ispravke da bi se na optimalan način uskladili zahtevi saobraćaja sa obimom investicionih ulaganja.

Zavisno od faze izrade projektne dokumentacije, te provere variraju od grubih procena ukupnih mogućnosti denivelisane raskrsnice do dimenzionisanja pojedinačnih elemenata (npr. potrebne dužine preplitanja, broja traka izliva i uliva i sl.).

2.2.5. Ekološke posledice

Projektovanje denivelisane raskrsnice (pojedinačno i/ili u sklopu trase puta) podleže svim proverama i analizama kao i slobodne deonice puta u skladu sa usvojenom metodologijom projektovanja vangradskih puteva, kao i važećoj zakonskoj i tehničkoj regulativi iz oblasti zaštite životne sredine.

Pošto se na denivelisanim raskrsnicama obavljaju složeni manevri vožnje (usporenje, ubrzanje i sl.), neophodno je proračunati zagađenja, po različitim kriterijumima, za realne uslove vožnje koristeći tehniku rezultujućeg profila projektne brzine za svaki pojedinačni element raskrsnice (izlivi, rampe, ulivi, deonice preplitanja i sl.).

2.2.6. Investiciona ulaganja

Kao i kod drugih građevinskih projekata, tako i kod projekata denivelisanih raskrsnica težnja da se za minimum investicionih ulaganja dobije što je moguće viši kvalitet projekta i projektnih rešenja, uključujući troškove građenja i troškove održavanja.

Denivelisane raskrsnice su najslodeniji objekti na putnoj mreži i da zauzimaju značajan prostor (od 2 do 10 i više hektara), pa je od posebnog interesa da se u procesu vrednovanja variantnih rešenja tom problemu posveti posebna pažnja.

Za projektovanje denivelisanih raskrsnica važe isti uslovi u pogledu preciznosti iskazivanja troškova (predračun) zavisno od faze izrade projektne dokumentacije kao i za slobodne deonice vangradskih puteva prema prilogu 2 - Trasa vangradskih puteva.

2.3. Uslovi primene

Izbor tipa denivelisane raskrsnice zavisi od funkcionalnog ranga priključnih pravaca, uslova toka na glavnom pravcu, opterećenja priključnih pravaca, propusne moći, zadržavanja na raskrsnici, bezbednosti vožnje i zauzimanja prostora.

2.3.1. Prostorna ograničenja

Prostorna ograničenja za projektovanje denivelisanih raskrsnica mogu biti dvojaka: prirodna i stvorena. Ako se razmatraju prirodna ograničenja, prevashodno se moraju analizirati topografska, geotehnička, hidrološka, hidrografska i klimatska ograničenja, kao i ograničenja proistekla iz uslova i zona zaštite životne sredine. Stvorena ograničenja obuhvataju namenu površina i korišćenje zemljišta, saobraćajnu i infrastrukturnu osnovu i prostorne planove kojima se uređuje budući razvoj šireg okruženja za planski period od 20 godina.

Osnovni dokument koji treba formirati u početnim fazama izrade projektne dokumentacije za projektovanje denivelisane raskrsnici jeste Sintezna karta (plan) ograničenja, u kojoj se jednoznačno definišu područja povoljna za buduću izgradnju, uslovno povoljna ili pak nepovoljna za dalju građevinsku aktivnost. Na osnovu tog dokumenta preduzimaju se dalje projektantske aktivnosti u pogledu zadovoljenja funkcionalnih, konstruktivnih i oblikovnih zahteva za projekat denivelisane raskrsnice.

Jedinstvo funkcije, konstrukcije i forme (oblikovanja) osnovni je postulat u projektovanju denivelisanih raskrsnica, kao i u projektovanju svih građevinskih objekata.

Planski period za koji se projektuje objekat (novogradnja, rekonstrukcija) definisan je u prilogu 1 - Funkcionalna klasifikacija vangradskih puteva i prilogu 2 - Trasa vangradskih puteva.

2.3.2. Kriterijumi za izbor denivelisane raskrsnice

U početnim fazama koncepcijskih analiza rešenja treba ustanoviti koji je predlog optimalan za određenu kategoriju denivelisane raskrsnice vodeći računa o funkcionalnim zahtevima i mogućnostima lokacije (minimum investicionih ulaganja, najveća bezbednost raskrsnice, najveća protočnost uz minimum troškova korisnika i minimum ekoloških posledica).

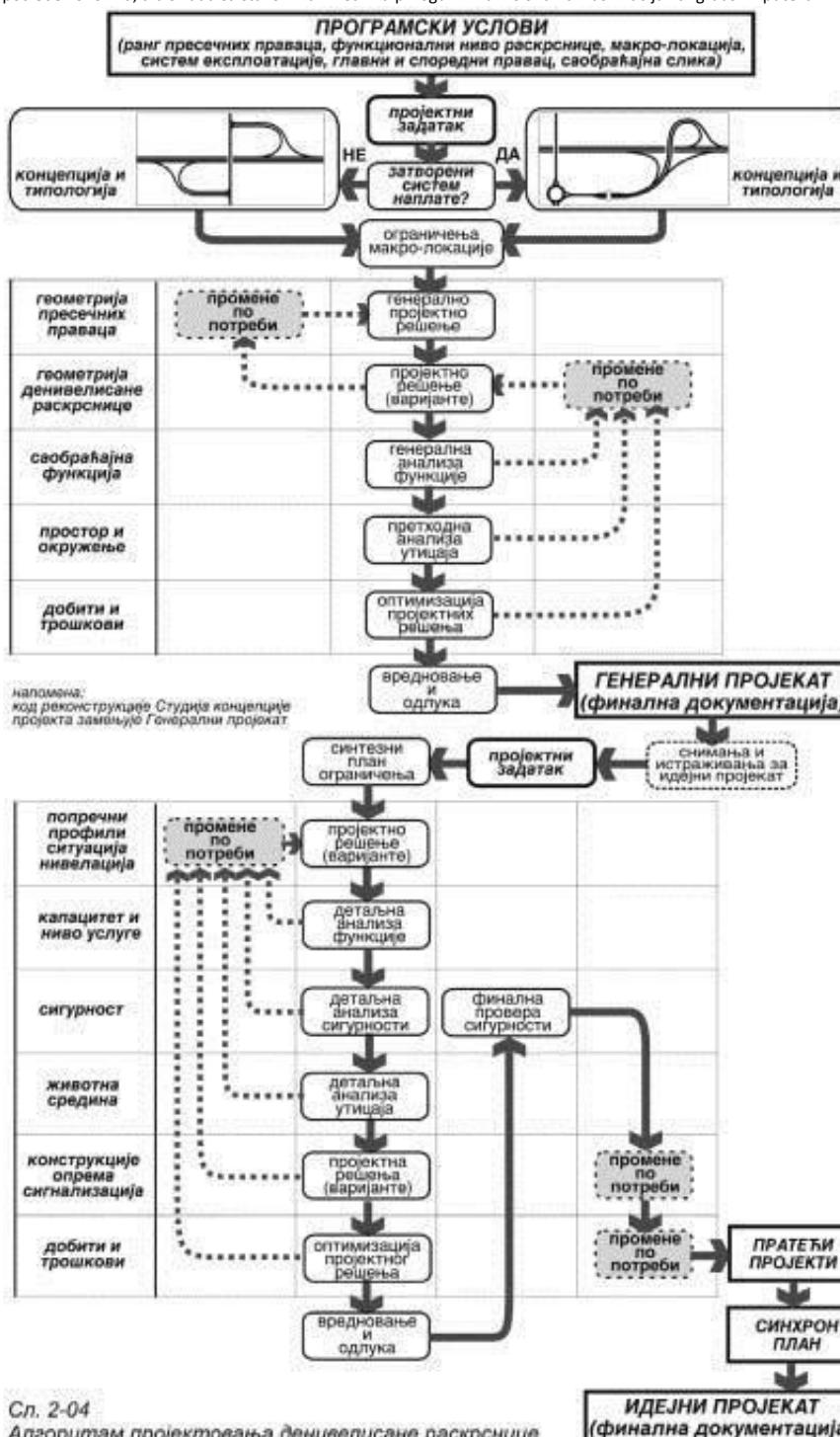
Pored opštih parametara za izbor optimalne varijante navedene kriterijume treba izraziti u novcu i/ili na osnovu numeričkih pokazatelia da bi odluka o određenoj kategoriji raskrsnice bila što pouzdanija. Iz tog razloga neophodno je da se na nivou svake projektantske faze (generalni, idejni i glavni projekat) na odgovarajući način vrednuju varijantna rešenja i argumentovano utvrdi optimalno rešenje.

2.3.3. Algoritam projektovanja denivelisanih raskrsnica

Proces projektovanja denivelisanih raskrsnica na vangradskoj putnoj mreži zasniva se na precizno utvrđenoj hijerarhiji procesa: od generalnog, preko idejnog i glavnog projekta do arhivskog projekta, po istoj logici kao i za slobodne deonice trase. U Metodologiji projektovanja puteva, definisane su osnovne aktivnosti procesa, dok je na slici 2-04 ovog priloga prikazana algoritmatska struktura za generalni i idejni projekat, pri čemu se sustinski problemi projektovanja denivelisanih raskrsnica rešavaju upravo na nivou koncepcije i funkcije kojima je posvećen taj algoritam.

Bitna odluka koja se u početnim fazama projektovanja mora doneti odnosi se na sistem eksplotacije, optimalno odstojanje denivelisanih raskrsnica na mreži i funkcionalni nivo.

Minimalna odstojanja denivelisanih raskrsnica definisana su u tački 2.2.2. ovog priloga i važe i za preće sadržaje, bilo da su to funkcionalni prateći sadržaji, ili sadržaji za potrebe korisnika, a u skladu sa stavovima iznetim u prilogu 1 - Funkcionalna klasifikacija vangradskih puteva.



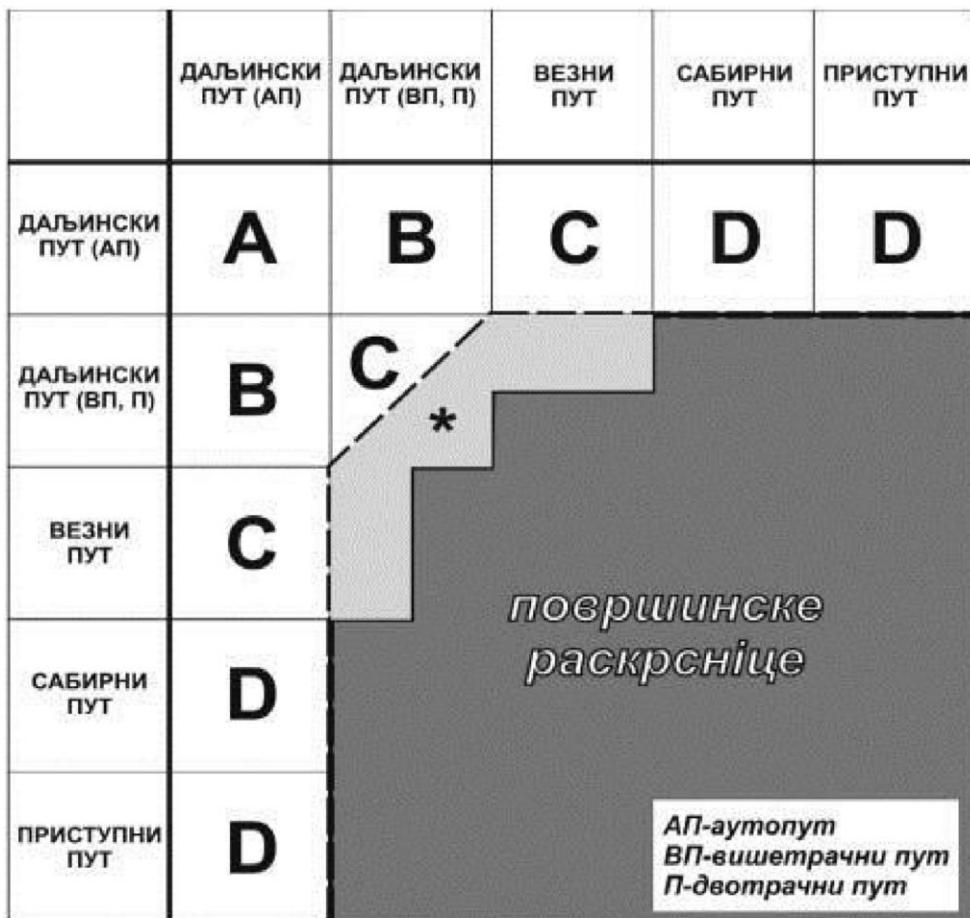
Сл. 2-04
Алгоритам пројектовања денивелисане ресурсне

3. КЛАСИФИКАЦИЈА ДЕНИVELISANIH RASKRSNICA

Projektna rešenja denivelisanih raskrsnica zavise od njihove uloge u putnoj mreži i sistema eksplotacije (slobodno ili komercijalno). Zbog toga su utvrđene polazne pretpostavke za definisanje funkcionalnih nivoa denivelisanih raskrsnica i specifični zahtevi za odgovarajuća projektna rešenja.

3.1. Funkcionalna klasifikacija

Denivelisane raskrsnice na putnoj mreži mogu se razvrstati u okviru četiri funkcionalna nivoa „A”, „B”, „C”, „D”, zavisno od kategorije (funkcionalne klasi-fikacije) ukrsnih pravaca i merodavnog saobraćajnog opterećenja (slika 3-01 ovog priloga).



*) зависно од оптерећења главног и споредног правца

Slika 3-01: Funkcionalni nivoi denivelisanih raskrsnica.

Funkcionalni nivo „A“ vezuje se za ukrštaje (priključke) daljinskih autoputeva približno jednakih eksplotacionih karakteristika. Taj funkcionalni nivo obezbeđuje potpunu kontrolu pristupa na glavnom i sporednom pravcu i zahteva pun program denivelacije i prostornog kanalisanja sa komformnim geometrijskim elementima koji omogućavaju da se interne veze ostvare s brzinama $V_p, R \sim 0,5 V_p, GP$.

Vezne rampe za taj funkcionalni nivo pripadaju kategoriji „rampi 1. reda“ (tačka 5.3. ovog priloga).

Funkcionalni nivo „B“ vezuje se za ukrštaje (priključke) daljinskih autoputeva i daljinskih puteva (višetračni, dvotračni) koje karakteriše sličan saobraćajni režim, a različito saobraćajno opterećenje. Taj funkcionalni nivo obezbeđuje potpunu kontrolu pristupa na glavnom i sporednom pravcu i sadrži pun program prostornog razdvajanja. Vezni elementi denivelisane raskrsnice (rampe) izvode se skromnijim geometrijskim elementima u režimima brzina $V_p, R \sim 0,4 V_p, GP$.

Vezne rampe za taj funkcionalni nivo pripadaju kategoriji „rampi 1. reda“ (tačka 5.3. ovog priloga).

Funkcionalni nivo „C“ vezuje se za ukrštaje (priključke) daljinskih autoputeva i veznih puteva, odnosno daljinskih puteva (višetračni, dvotračni) koje karakteriše različit saobraćajni režim i znatne razlike u saobraćajnom opterećenju. Rešenje ovih denivelisanih raskrsnica je kombinovano. Denivelacijom se obezbeđuje potpuna kontrola pristupa, kontinualna protočnost i planirani nivo usluge glavnog pravca (GP), dok se sporedni pravac (SP) opterećuje površinskim raskrsnicama, u skladu s prilogom 3 - Površinske raskrsnice vangradskih puteva pomoću kojih se rešava do jedne polovine priključnih veza. Zavisno od režima saobraćaja na sporednom pravcu, te raskrsnice mogu biti izvedene kao površinske raskrsnice sa presecanjem saobraćajnih struja ili kao kružne raskrsnice.

Vezne rampe za taj funkcionalni nivo pripadaju kategoriji „rampi 2. reda“ (tačka 5.3. ovog priloga).

Funkcionalni nivo „D“ podrazumeva samo prostorno razdvajanje ukrsnih pravaca, a ne i izgradnju priključnih veza. To rešenje je karakteristično za odnos daljinskih autoputeva sa sabirnim i pristupnim putevima, odnosno lokalnom putnom mrežom. Sporedni i glavni pravac se povezuju indirektno kroz putnu mrežu.

Lokalna mreža se ukršta (bez kontakta) sa autoputem natputnjacima ili potputnjacima zavisno od topografskih uslova, a u cilju omogućavanja veza koje su prekinute izgradnjom autoputa na svakih 1-3 km.

Funkcionalni nivoi raskrsnica definišu se u izradi generalnog projekta, kada se u varijantnim rešenjima analiziraju i njihove moguće varijacije, a u cilju obezbeđenja zahtevane protočnosti, bezbednosti, ekoloških posledica i ukupnih investicionih ulaganja.

3.2. Eksplotaciona klasifikacija

Eksplotaciona klasifikacija denivelisanih raskrsnica utvrđuje se u generalnom projektu i pored definisanog optimalnog koridora predstavlja jedan od ključnih rezultata rada na tom dokumentu.

Zavisno od definisanog sistema eksplotacije glavnog i sporednog pravca razlikuju se dva osnovna tipa:

- 1) denivelisane raskrsnice za komercijalnu eksplotaciju; 2) denivelisane raskrsnice za slobodnu eksplotaciju

Denivelisane raskrsnice za komercijalnu eksploataciju vezuju se za zatvoreni i/ili kombinovani sistem naplate putarine klasičnog tipa. Osnovni uslov za izgradnju tih raskrsnica jeste da se na jednom naplatnom mestu obuhvate svi učesnici u saobraćaju, tj. oni koji se isključuju ili uključuju na glavni (komercijalni) pravac. Funkcionalne šeme tih raskrsnica prikazane su u tački 4.4. ovog priloga.

Denivelisane raskrsnice za slobodnu eksploataciju primenjuju se na onim delovima putne mreže gde se ne naplaćuje putarina, ili u tzv. otvorenom sistemu naplate putarine, gde se putarina naplaćuje samo za tranzitni saobraćaj. Funkcionalne šeme tih raskrsnica prikazane su u tački 4.4. ovog priloga.

4. PRINCIPI KOMPONOVANJA DENIVELISANIH RASKRSNICA

Svaka denivelisana raskrsnica sadrži tri osnovne grupe funkcionalnih elemenata iz kojih se komponuje prostorno rešenje: 1) ukrsni pravci [glavni pravac (GP) - sporedni

pravac (SP)];

2) izlivi i ulivi;

3) spojne rampe.

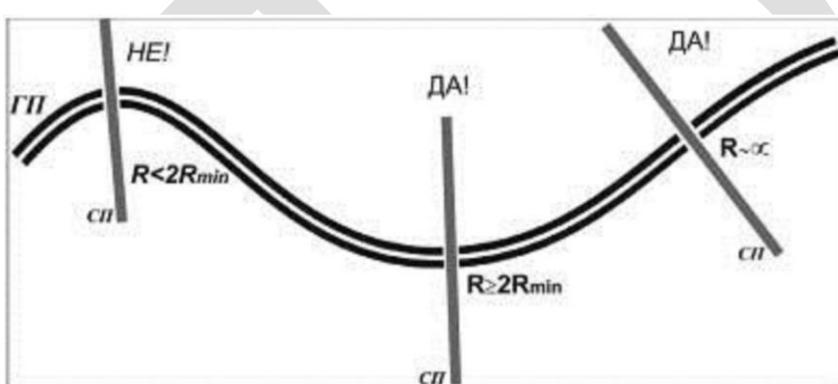
U kombinovanim rešenjima (funkcionalni nivo „C“) dodatni elemenat su i sekundarne površinske raskrsnice, a na komercijalnim autoputevima i naplatna platforma.

Koncept denivelisane raskrsnice, odnosno njeno funkcionalno rešenje nastaje kroz proces prostornog usklađivanja navedenih elemenata pri čemu se poštuju ograničenja i zahteva u pogledu maksimalne bezbednosti saobraćaja, maksimalne protočnosti saobraćaja, minimuma ekoloških posledica i minimuma investicionih ulaganja (izgradnja i održavanje).

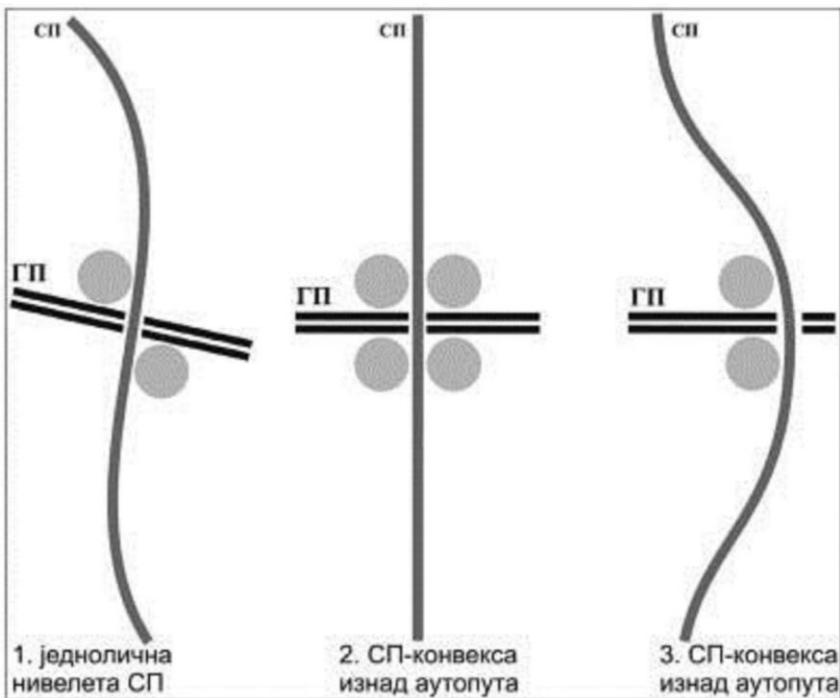
4.1. Ukrnsni pravci

Situacioni i nivacioni tok ukrsnih pravaca u široj zoni denivelisane raskrsnice zavisi od realnih topografskih uslova, prirodnih i stvorenih ograničenja i potreba denivelacije. Pošto su ti činioci promenljivi od lokacije do lokacije, neophodno je u procesu definisanja pozicije raskrsnice, pridržavati se sledećih principa:

- 1) Presečni pravaca u široj zoni ukrštaja (priključka) treba da budu vođeni projektnim linijama koje pored komformnih uslova vožnje omogućuju i spoljni preglednost čvora (tačka 2.2.1. ovog priloga), što podrazumeva sagledljivost dominantnih objekata (natputnjak, rampa i sl.) koji formiraju prostornu konturu denivelisane raskrsnice (slike 4-01 i 4-02 ovog priloga). Taj kvalitet rešenja, postiže se osmišljenim trasiranjem ukrsnih (priključnih) pravaca, tako da se denivelacija ostvaruje natputnjakom iznad glavnog pravca (GP). Sagledljivost tog objekta rešava se prikladnim tipom „S“ krivine glavnog pravca. Od tih principa može se odstupiti samo kada topografski uslovi diktiraju drugačije rešenje.
- 2) Najpovoljnija pozicija ukrštaja na glavnom pravcu (slika 4-01 ovog priloga) nalazi se u infleksionoj zoni ili horizontalnoj krivini $R \geq 2R_{min}$. Tako je moguće bez većih nivacionih problema ukomponovati priključne veze, a ostvarenje zahteva iznetog u stavu 1. se podrazumeva.
- 3) Situacioni tok sporednog pravca (SP) u području ukrštaja (priključka) (slika 4-02 ovog priloga) mora biti usaglašen s nivacionim rešenjem i planiranim programom denivelisane raskrsnice.



Slika 4-01: Karakteristični primeri mogućih pozicija ukrštaja (priključka) u odnosu na situacioni tok glavnog pravca.



Slika 4-02: Situacioni tok sporednog pravca zavisno od nivelacionog rešenja i programa denivelisane raskrsnice.

- 4) Poduzni nagib nivelete glavnog pravca (GP) ograničava se na $iN \leq 3\%$. U pogledu nagiba nivelete sporednog pravca (SP), odnosno oštine preloma nivelete, važe vrednosti iznete u prilogu 2 - Trasa vangradskih puteva.
- 5) Ugao ukrštaja glavnog (GP) i sporednog (SP) pravca treba da bude oko 90° . Time se obezbeđuju neophodne pretpostavke za optimalno oblikovanje denivelisane raskrsnice (funkcionalnost, simetričnost, likovni kvaliteti i sl.).

4.2. Izliv i ulivi

Saobraćajne struje na denivelisanim raskrsnicama ulivaju se i izlivaju prema strogo utvrđenim pravilima. Zbog toga za ispravan funkcionalni koncept posebno su značajne odluke vezane za položaj izliva i uliva, njihov broj, poredak i kapacitet; odnosno za ispravan projektantski pristup moraju s e poštovati sledeći principi:

- 1) izlive i ulive treba projektovati isključivo s desne strane glavnog putnog pravca;
- 2) za svaki putni smer treba organizovati samo po jedan izliv i jedan uliv;
- 3) ispravan poredak je prvo izliv, pa uliv.

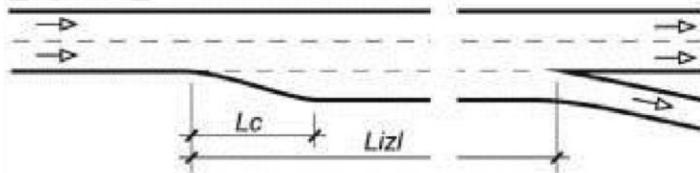
Odstupanja su dozvoljena samo izuzetno kada to uslovi lokacije i/ili ograničenja diktiraju. U svakom tom slučaju neophodno je tehničkim i ekonomskim analizama dokazati opravdanost drugačijeg rešenja i garantovati zahtevan nivo bezbednosti, protočnosti i zaštite životne sredine, kao i to da je utrošak investicionih sredstava u skladu s projektnim zahvatom.

Izlivi odnosno ulivi mogu biti jednotračni ili dvotračni sa dodatnim voznim trakama ili bez njih na osnovnom kolovozu (slike 4-03 i 404 ovog priloga). Osnovna konfiguracija su jednotračni izlivi odnosno ulivi bez dodatnih voznih traka na osnovnom kolovozu. Broj voznih traka osnovnog kolovoza menja se između uliva (dodavanje) i izliva (ukidanje) susednih raskrsnica. Kreće se u granicama ± 1 vozna traka (tv). Promena broja voznih traka osnovnog kolovoza između uliva i izliva susednih raskrsnica može se promeniti u sledećim slučajevima:

- 1) veliko opterećenje uliva, odnosno izliva koje bitno povećava ukupno opterećenje deonice između njih;
- 2) nedovoljno odstojanje uliva i izliva susednih raskrsnica koje ugrožava propusnu moć i bezbednost deonice (manevar preplitanja);
- 3) ugrožena bezbednost u zonama uliva.

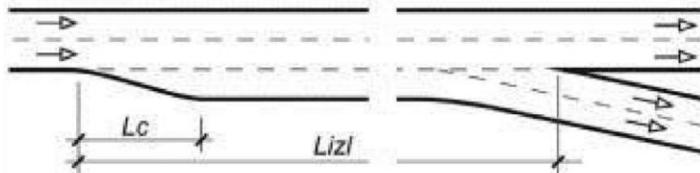
Osnovne i posebne konfiguracije izliva i uliva prikazane su na slikama 4-03 i 4-04 ovog priloga, zajedno sa uslovima njihove primene.

2-1 → 2



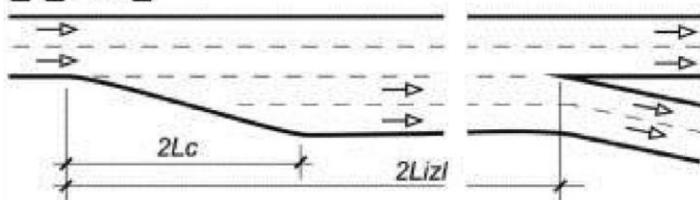
једнотрачни излив,
паралелна трака
за успорење

2-2 → 2



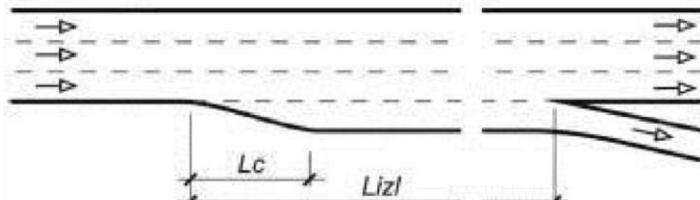
двотрачни излив,
паралелна трака
за успорење

2-2 → 2



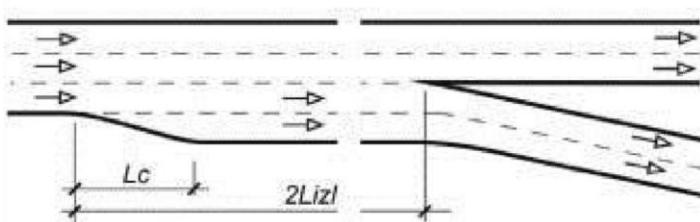
двотрачни излив,
паралелне траке
за успорење

3-1 → 3



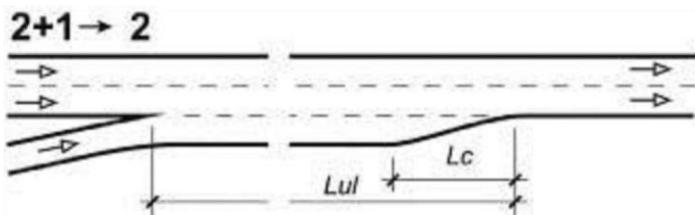
једнотрачни излив,
паралелна трака
за успорење

3-2 → 2

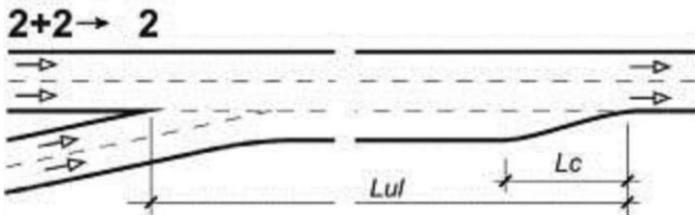


двотрачни излив,
паралелне траке
за успорење

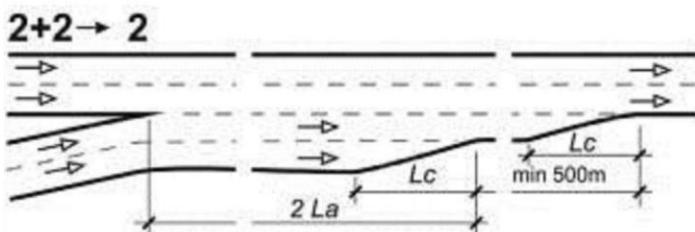
Slika 4-03: Tipske konfiguracije izliva s mogućim varijacijama broja voznih traka.



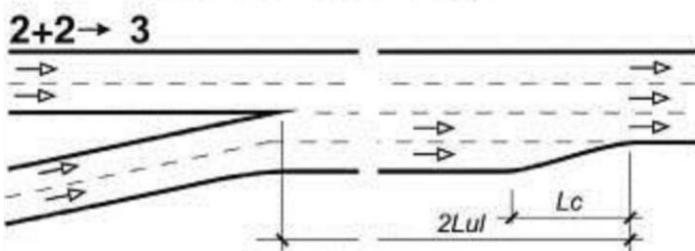
једнотрачни улив,
паралелна трака
за убрзање



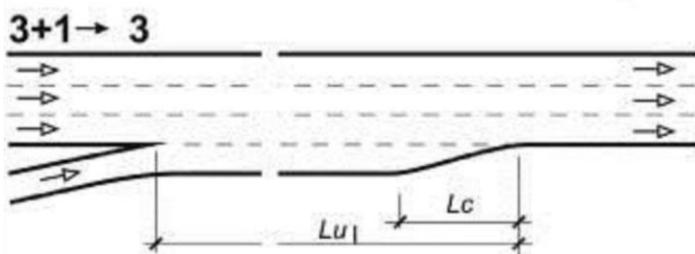
двотрачни улив,
паралелна трака
за убрзање



двотрачни улив,
паралелне траке
за убрзање



двотрачни улив,
паралелне траке
за убрзање



једнотрачни улив,
паралелна трака
за убрзање

Slika 4-04: Tipske konfiguracije uliva s mogućim varijacijama broja voznih traka.

4.3. Spojne rampe

Za povezivanje ukrasnih pravaca koriste se rampe, odnosno samostalni putevi za vođenje saobraćajnih struja koje na raskrsnici menjaju putni pravac. Po funkciji, razlikuju se dve vrste: vezne rampe koje opslužuju samo jednu saobraćajnu struju između izliva i uliva i priključne rampe koje, preko sekundarne površinske raskrsnice, opslužuju dve saobraćajne struje.

Vezne rampe koriste se na denivelisanim raskrsnicama istog funkcionalnog ranga i režima protoka (funkcionalni nivoi „A“ i „B“), dok se priključne rampe koriste na denivelisanim raskrsnicama različitog funkcionalnog ranga i režima protoka (funkcionalni nivo „C“).

Tipovi rampi po prostornom obliku dati su na slici 4-05 ovog priloga, a njihova kombinacija je osnov funkcionalno-prostornog rešenja denivelisane raskrsnice.

Analiza merodavnih brzina za projektovanje rampi i njihove projektne karakteristike (elementi poprečnog profila, situacionog plana i podužnog profila) dati su u tački 5.2. ovog priloga.

4.3.1. Direktne rampe

Skretni ugao direktnih rampi je $\gamma \sim 90^\circ$. Njima se ostvaruju najjednostavnije veze i služe za desna skretanja. Koriste se na svim tipovima denivelisanih raskrsnica, bez obzira na funkcionalni nivo. Kapacitet jednotračne direktne rampe je od 1.300 do 1.600 vozila na čas.

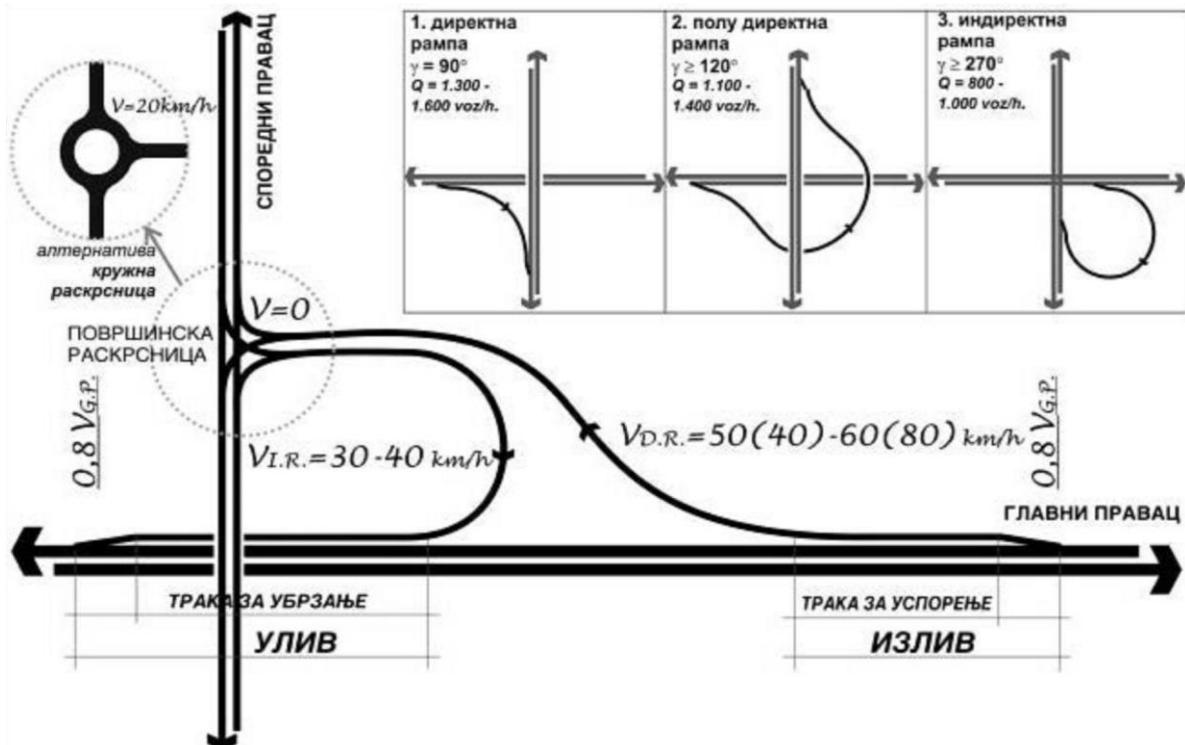
4.3.2. Poludirektne rampe

Poludirektne rampe formiraju se pomoću složenih krvinskih oblika koji se razvijaju u okviru skretnog ugla $\gamma \geq 120^\circ$. I u nivelacionom pogledu, te rampe, izazivaju niz složenih prostornih odnosa sa obaveznom upotrebom samostalnih mostovskih konstrukcija.

Primenjuju se za komforntije vođenje značajnih levih skretanja na raskrsicama višeg funkcionalnog nivoa. Kapacitet jednotračne poludirektne rampe je od 1.100 do 1.400 vozila na čas.

4.3.3. Indirektne rampe

Indirektna rampa se razvijaju u okviru skretnog ugla $\gamma \geq 270^\circ$, zbog čega imaju spiralni oblik koji izaziva povratnu vožnju i ograničenu brzinu. Taj tip rampe je standardno rešenje za vođenje levih skretanja. Kapacitet jednotračne indirektni rampe je od 800 do 1.000 vozila na čas.



Slika 4-05: Merodavne brzine i kapaciteti za projektovanje pojedinačnih elemenata denivelisanih raskrsnica.

4.4. Tipovi denivelisanih raskrsnica

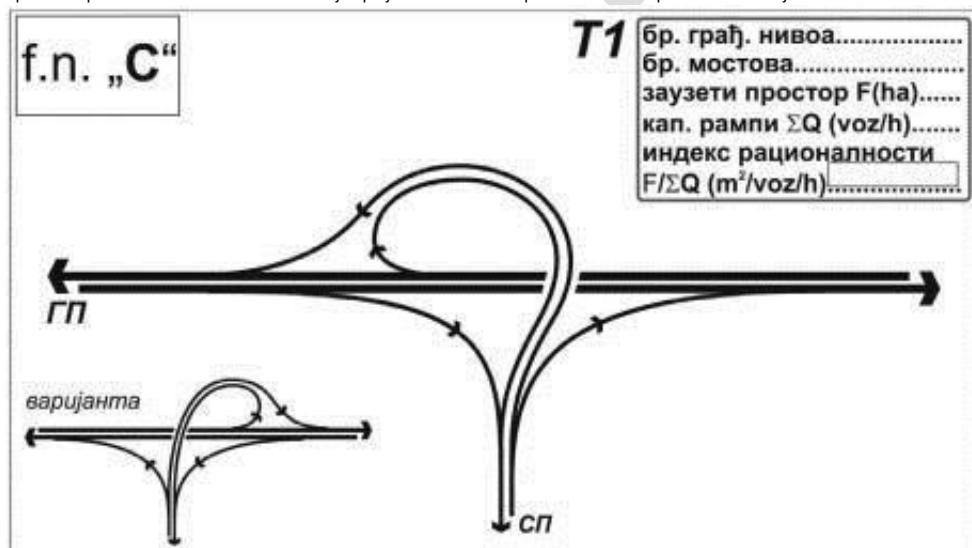
Tipovi denivelisanih raskrsnica, odnosno njihova funkcionalna rešenja sistematizovana su u skladu sa slučajevima koji se najčešće javljaju na vangradskoj putnoj mreži. Iako svaka denivelisana raskrsnica ima svoju osobenost koja mora biti uvažena u procesu planiranja i projektovanja. Izuzetno je značajno što je moguće više unificirati rešenja da bi se uticalo na povećanje bezbednosti i protočnosti saobraćaja i minimiziranje negativnih efekata po okolini.

Prikazana funkcionalna rešenja denivelisanih raskrsnica su prvi korak u formirajući projektnog rešenja pri čemu su potpuno uvaženi zahtevi saobraćaja, ograničenja konkretnе lokacije i rasploživih investicionih sredstava. Bitna odluka, kada je reč o funkcionalnom rešenju denivelisanih raskrsnica donosi se na nivou generalnog projekta i zavisi od načina eksploatacije autoputnih deonica (slobodna ili komercijalna eksploatacija) i primenjenog sistema naplate putarine (zatvoreni, otvoreni, kombinovani).

4.4.1. Priključci

4.4.1.1. Truba

Denivelisana raskrsnica „TRUBA“ (slika 4-06 ovog priloga) je najjednostavniji oblik priključka (trokraka denivelisana raskrsnica) i pripada funkcionalnom nivou „C“. Sadrži sve tipove rampi: dve direktne za desna skretanja i po jednu indirektnu i poludirektnu rampu za leva skretanja.



Slika 4-06: Denivelisana raskrsnica oblika „TRUBA”.

Orientacija indirektnе rampe (izlivna ili ulivna) utvrđuje se prema intenzitetu saobraćaja, ugлу ukrštaja i uslovima preglednosti. Geometrijske forme prikazane na slici 4-06 ovog priloga kontinualni krvinski oblici poludirektnе i indirektnе rampe, proizlaze iz zahteva prostorne preglednosti. Te dve rampe vode se razdvojenim kolovozima da bi se bitno poboljšali uslovi bezbednosti i onemogućio ulazak u suprotni smer vožnje na glavnom pravcu.

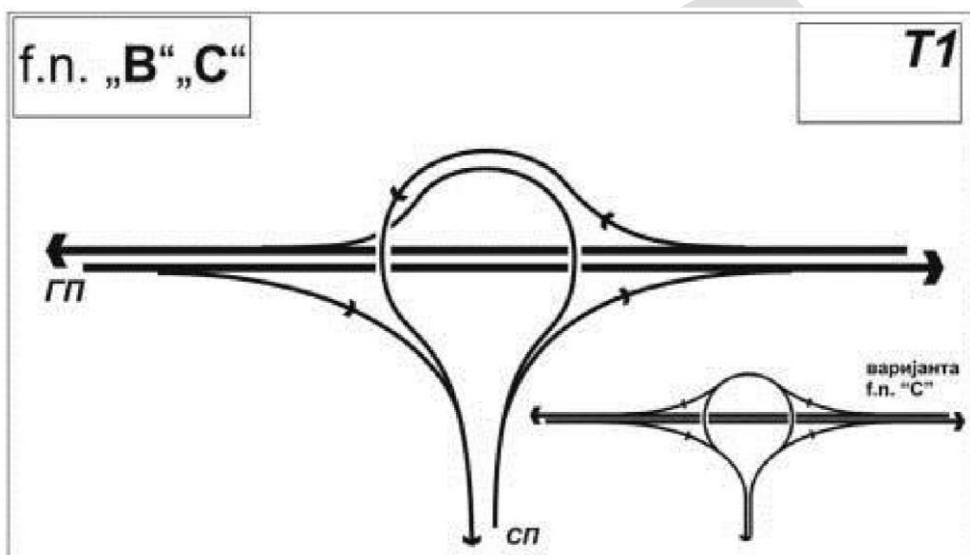
Pravolinijski objekat nad autoputem primenjuje se kada se u rekonstrukciji denivelisane raskrsnice i/ili njenoj izgradnji na postojećoj deonici primenjuje montažna gradnja, da bi se minimalno remetilo odvijanje saobraćaja.

Za sve denivelisane raskrsnice neophodno je definisati i vrednosti date u tablici „T1” da bi se vrednovanjem varijantnih rešenja izabralo optimalno.

4.4.1.2. Kruška

Priklučak „KRUŠKA“ je komforne rešenje od „TRUBE“ (slika 4-07 ovog priloga). Ima simetričnu funkcionalnu šemu sa dve direktne i dve poludirektnе rampe. Kada se te poludirektnе rampe vode prostorno nezavisno, radi se o funkcionalnom nivou „B“, a kada se interna preplića saobraćaj na zajedničkom kolovozu (centralni deo poludirektnih rampi), to je rešenje funkcionalnog nivoa „C“.

U eksploatacionom pogledu mogućnosti tog rešenja su iznad mogućnosti „TRUBE“, ali zbog znatno većih investicionih troškova treba pažljivo odmeriti odluku o primeni priključka tipa „KRUŠKA“.

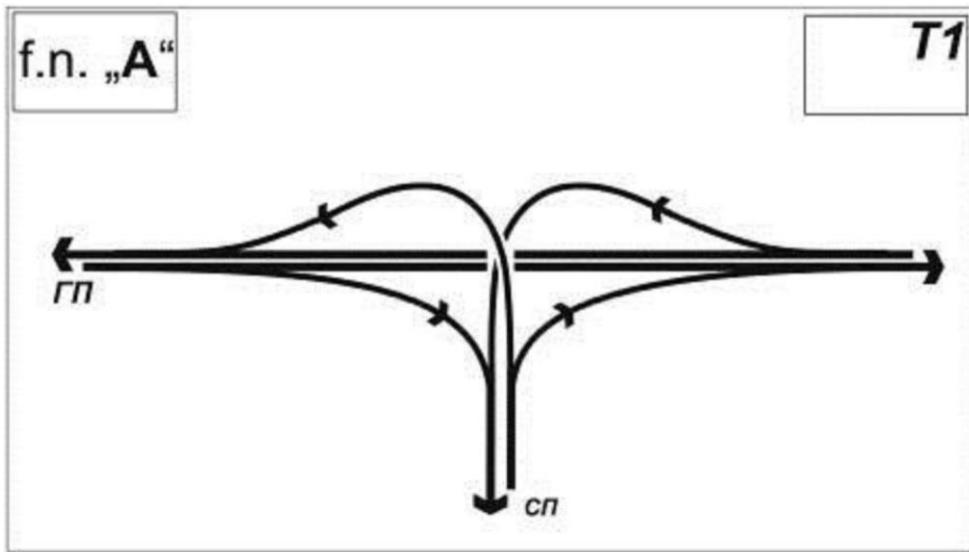


Slika 4-07: Denivelisana raskrsnica „KRUŠKA“.

4.4.1.3. Trougao

Trokraka raskrsnica „TROUGAO“ predstavlja najviši standard za denivelisani priključak i pripada funkcionalnom nivou „A“. Povezivanje se izvodi dvema direktnim i dvema poludirektnim rampama koje su prostorno samostalne. Tu je denivelacija u tri građevinska nivoa sa dva mosta (glavni pravac u središtu) ili dva građevinska nivoa sa tri mosta (dva na glavnom pravcu i jedan na ukrštaju poludirektnih rampi). To rešenje ima veoma komforne elemente projektne geometrije u planu i profilu, što omogućuje visoku eksploatacione efekte. Primjenjuje se isključivo na autoputevima visokog saobraćajnog značaja.

Zavisno od konkretnih uslova lokacije (prirodnih ili stvorenih ograničenja), kao i distribucije saobraćajnih tokova, razmatraju se moguća varijantna rešenja, centralna pozicija mostovskih konstrukcija (tri građevinska nivoa) ili razdvojeni mostovi (3) u dva građevinska nivoa.

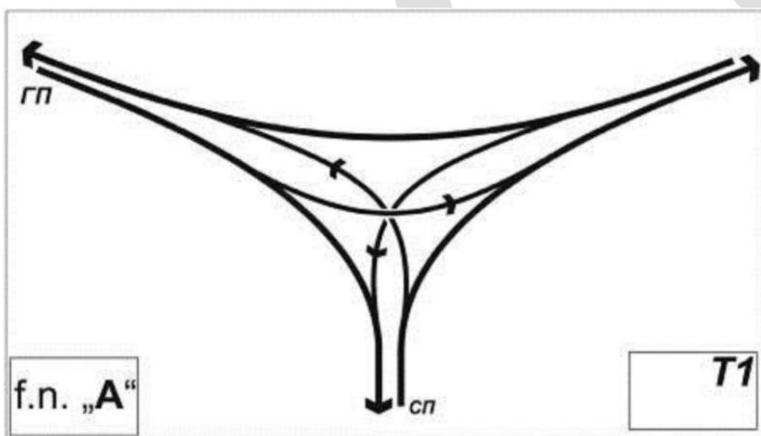


Slika 4-08: Denivelisana raskrsnica „TROUGAO”.

4.4.1.4. Račva

Trokraka raskrsnica „RAČVA” je rešenje kojim se spajaju odnosno razdvajaju autoputni pravci ravnopravni po funkcionalnom nivou i saobraćajnom opterećenju. Podjednak značaj svih orientacija isključuje klasične oblike rampi sa izlivima i ulivima. Umesto toga, račvanje i združivanje se vrši slobodnim grananjem ili spajanjem, a leva skretanja se nivaciono razdvajaju u tri građevinska nivoa sa dva mosta.

Denivelisana raskrsnica „RAČVA” pruža najviši nivo saobraćajnog komfora svim učesnicima. Ona podjednako favorizuje sve saobraćajne struje, pa u skladu s tim opravdana njenja izgradnja na čvornim tačkama putne mreže na kojima se razrešuju odnosi visokokapacitetnih putnih pravaca za daljinski saobraćaj (autoput / autoput).



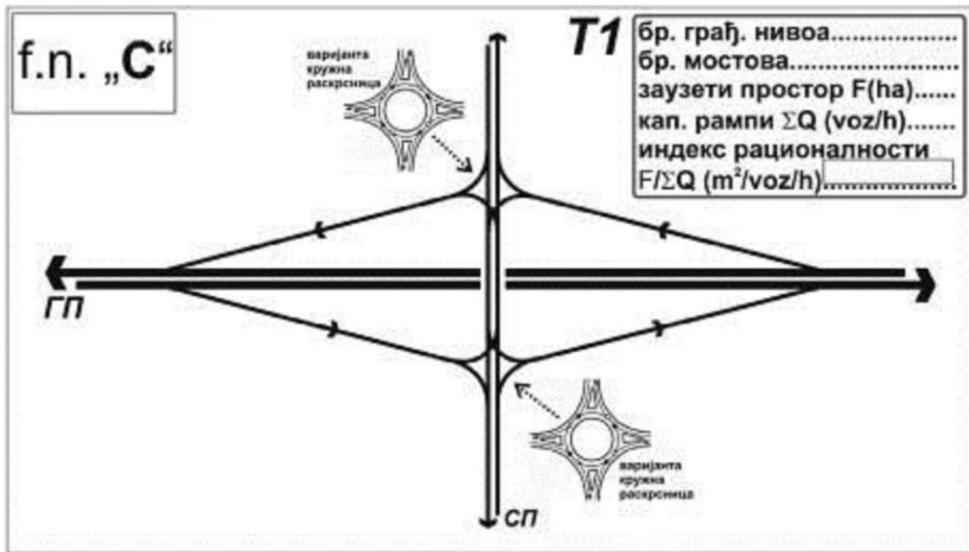
Slika 4-09: Denivelisana raskrsnica oblika „RAČVA”.

4.4.2. Ukrštaji

Četvorokrake raskrsnice (ukrštaji) dominiraju na mreži vangradskih puteva, kako po broju tako i po složenosti saobraćajnog programa. U odnosu na trokrake raskrsnice (priključci), tu postoji dvostruko veći broj saobraćajnih struja (12:6) sa približno pet puta više presečnih tačaka (16:3). To ukazuje na težinu zadatka i potrebu racionalnog komponovanja samostalnih elemenata denivelisane raskrsnice. Kao i u priključcima i ukrštajima potrebna je maksimalna uniformnost rešenja i ekonomičnost u pogledu prostora i investicionih ulaganja, kao i zadovoljenje uslova bezbednosti, protočnosti i zaštite okoline.

4.4.2.1.Romb

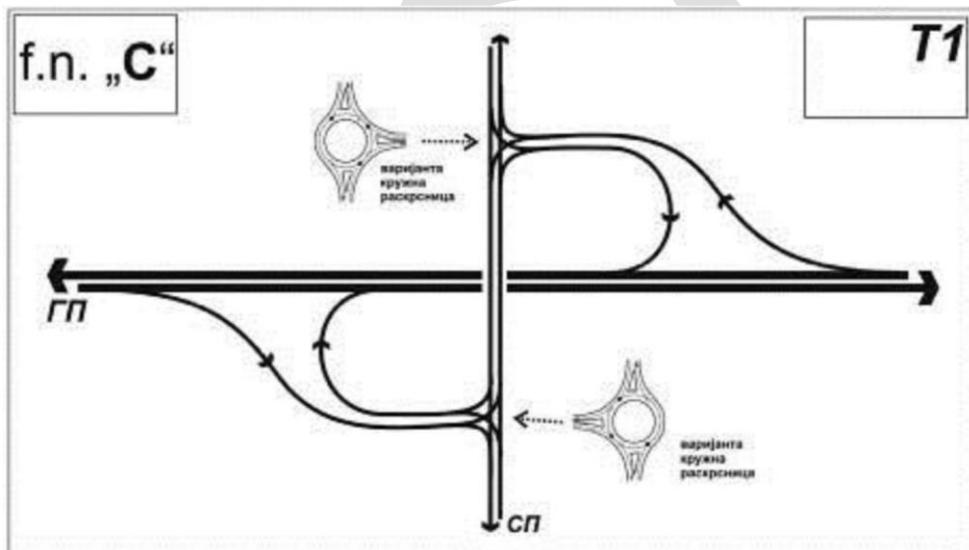
Ukrštaj „ROMB” je najjednostavnije i najekonomičnije rešenje denivelisanog ukrštaja. Ova četvorokraka denivelisana raskrsnica je funkcionalnog nivoa „C”. Sastoji se iz četiri direktnе priključne rampe koje se postavljaju na minimalnom rastojanju od glavnog pravca, isključivo prema nivacionim uslovima. Rampe se priključuju na sporedni pravac dvema površinskim raskrsnicama (raskrsnice sa presecanjem saobraćajnih struja ili kružne raskrsnice) koje su kritičan element ukrštaja. Te raskrsnice treba planirati na preglednom delu sporednog pravca s jednolikom nivoom koja je blizu horizontali. Po građevinskim razmerama i zauzetom prostoru rešenje tipa „ROMB” je izrazito racionalno, ali je ograničenih eksploatacionih mogućnosti. Primjenjuje se kada saobraćajno opterećenje sporednog pravca ne prelazi 6.000 vozila na dan.



Slika 4-10: Denivelisana raskrsnica „ROMB”.

4.4.2.2. Pola deteline

Ukrštaj „POLA DETELINE“ je četvorokraka raskrsnica s poluprogramom prostornog razdvajanja (slika 4-11 ovog priloga). Priklučne veze ostvaruju se dvema direktnim i dvema indirektnim rampama, koje se za sporedni pravac vezuju dve površinske raskrsnice. Te površinske raskrsnice mogu biti sa presecanjem saobraćajnih struja ili kružne raskrsnice. Tip i sistem površinskih raskrsnica treba u svemu izabrati prema prilogu 3 - Površinske raskrsnice vangradskih puteva.



Slika 4-11: Denivelisana raskrsnica oblika „POLA DETELINE”.

Disposition rampa određuje se prema uslovima lokacije (prostorna ograničenja) i/ili prema usmerenosti i intenzitetu saobraćajnih tokova. Raspored rampi treba da bude po dijagonali jer se tako prednost daje levim skretanjima (dominantna) iz jednog putnog pravca i stvaraju povoljniji odnosi za formiranje površinskih raskrsnica.

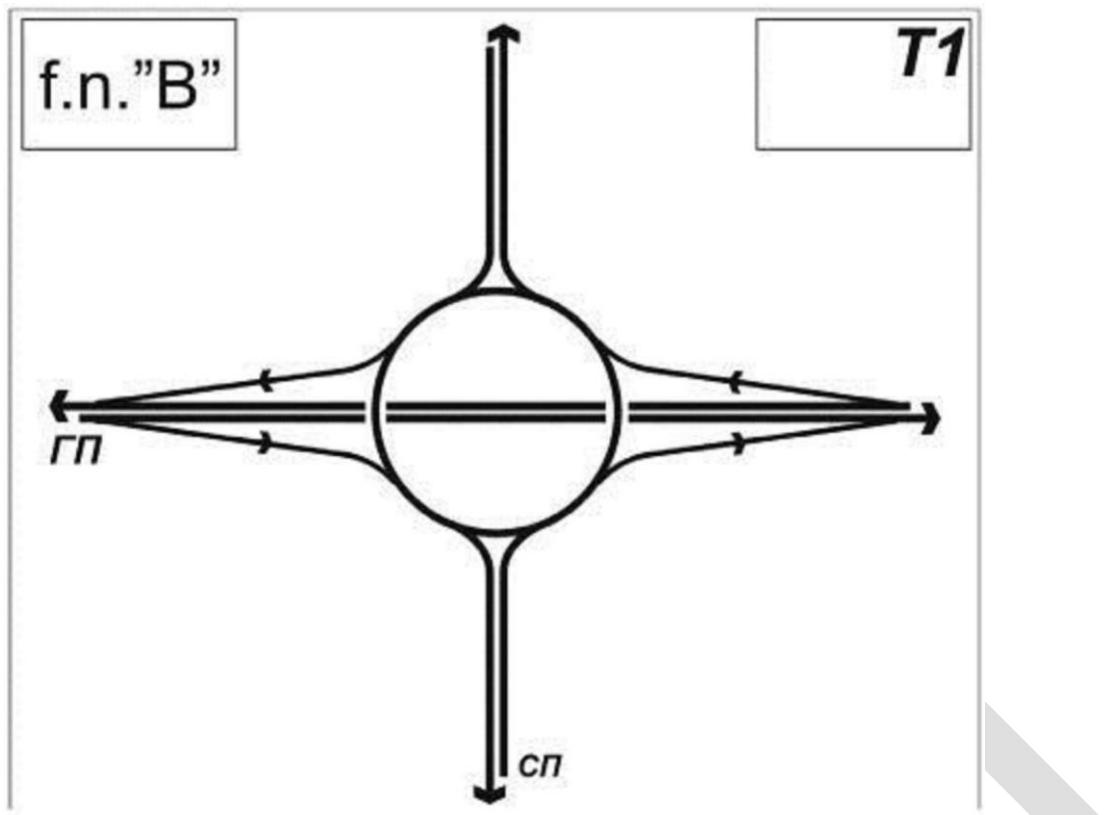
Četvorokraka raskrsnica „POLA DETELINE“ podrazumeva denivelaciju u dva građevinska nivoa sa jednom mostom iznad glavnog pravca i primenjuje se za ukrštaje puteva različitog saobraćajnog značaja, funkcionalni nivo „C“. To rešenje, dogradnjom odgovarajućih elemenata, može se unaprediti do punog programa denivelacije, što proširuje njegovu primenu za slučaj etapne izgradnje i značajnog povećanja protočnosti i bezbednosti saobraćaja.

4.4.2.3. Kružni podeonik

Ukrštaj „KRUŽNI PODEONIK“ (slika 4-12 ovog priloga) protočno je rešenje četvorokrake raskrsnice sa kružnim kretanjem prestrojavanjem, preplitanjem saobraćajnih struja. Podeonik se zbog bolje preglednosti nalazi u jedinstvenoj ravni iznad glavnog pravca, a priključne veze se ostvaruju direktnim „paralelnim“ rampama.

Eksplotacione mogućnosti tog ukrštaja su u funkciji dimenzija kružnog podeonika, a u uslovima ravnomernog dotoka saobraćajnih struja obezbeđuje se kontinualno kretanje sa ograničenom brzinom, što u odgovara funkcionalnom nivou „B“.

Kružni podeonik se oblikuje shodno uslovima definisanim za površinske kružne raskrsnice velikog prečnika u prilogu 3 - Površinske raskrsnice vangradskih puteva.



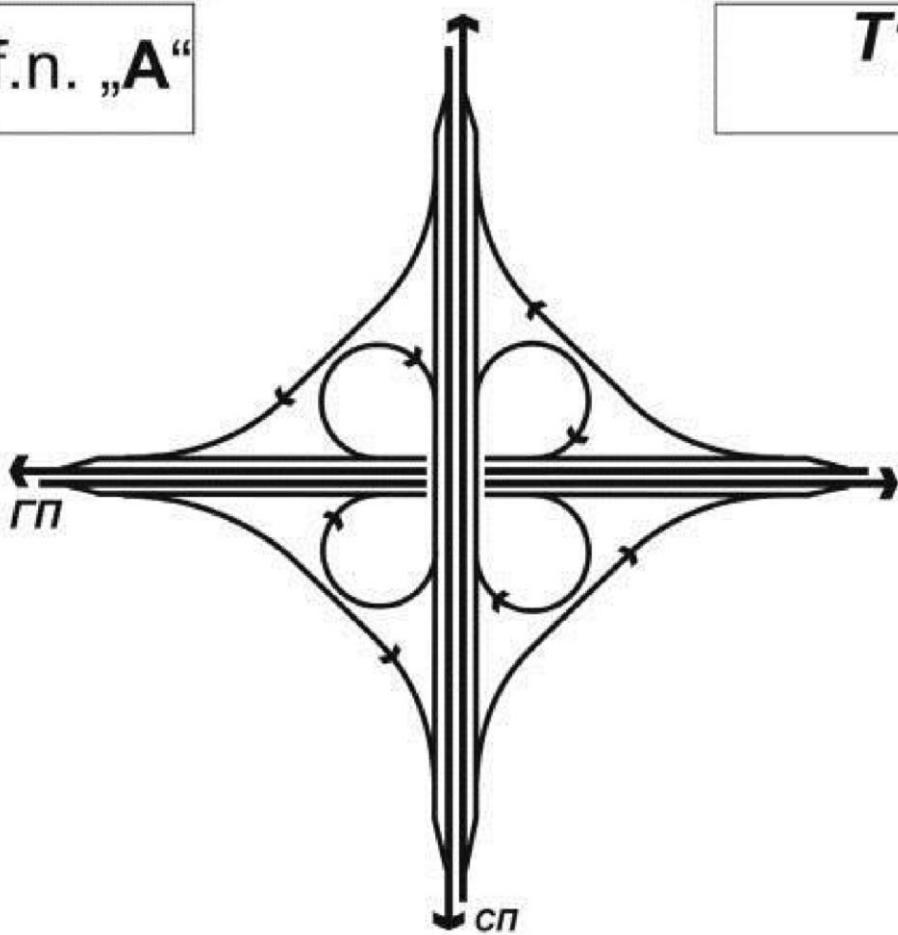
Slika: 4-12: Denivelisana raskrsnica „KRUŽNI PODEONIK”.

4.4.2.4. Detelina

Četvorokraka raskrsnica „DETELINA” je u građevinskom pogledu najjednostavnije rešenje ukrštaja s punim programom prostornog razdvajanja (slika 4-13 ovog priloga). Rešenje te denivelisane raskrsnice podrazumeva četiri direktne rampe za desna skretanja i isti broj indirektnih rampi za leva skretanja, funkcionalni nivo „A”. U skladu s principima iznetim u poglavlju o projektovanju područja izliva i uliva (tačka 4.2. ovog priloga) neophodno je uvesti prateće - paralelne kolovoze duž čitave izlivno-ulivne zone glavnog i sporednog pravca. Osnovni zadatak tih pratećih traka je da distribuiraju izlivni saobraćaj i organizovano uključe ulivni saobraćaj u glavni, odnosno sporedni pravac.

f.n. „A“

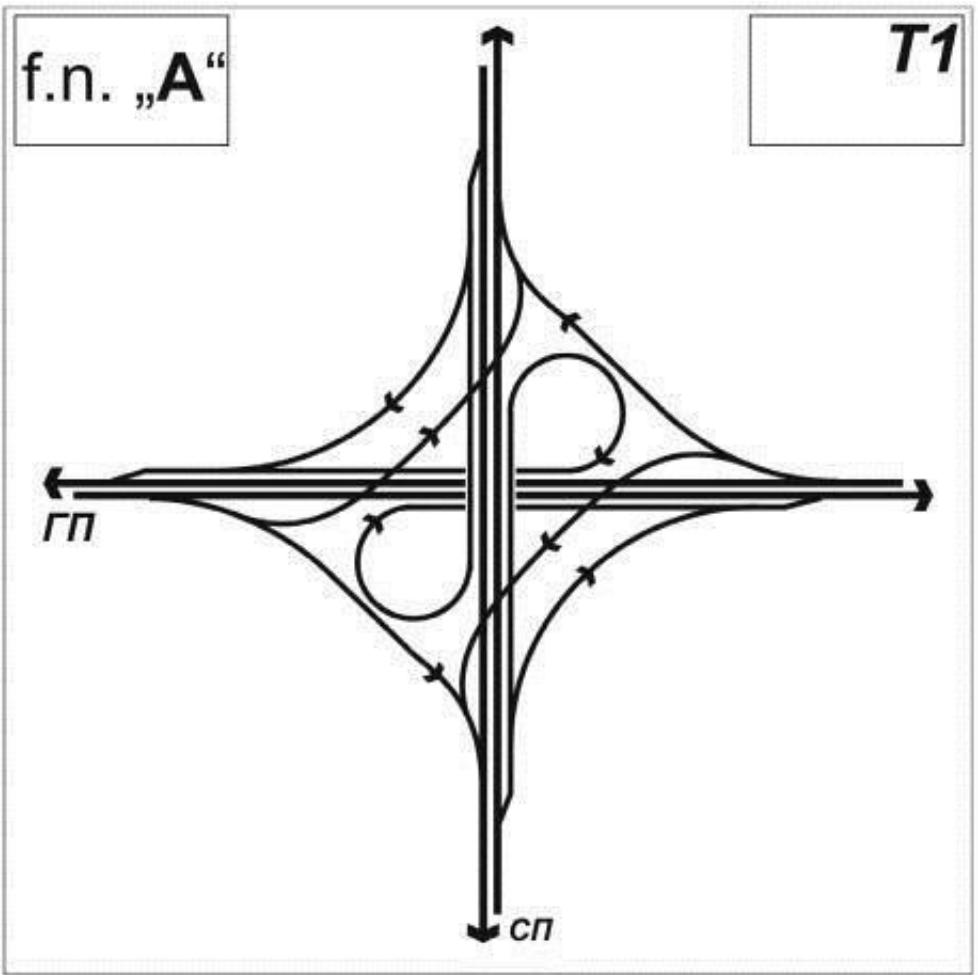
T1



Slika 4-13: Denivelisana raskrsnica „DETTELINA“.

4.4.2.5. Modifikovana detelina

Ukrštaj „MODIFIKOVANA DETELINA“ je složeno prostorno rešenje denivelisane raskrsnice nastalo usavršavanjem funkcionalne šeme „DETTELINA“ (slika 4-14 ovog priloga). Suština tog rešenja je zamena jedne ili više indirektnih rampi spiralnog oblika poludirektnim rampama za favorizovana leva skretanja. Taj tip denivelisane raskrsnice je funkcionalnog nivoa „A“ i realizuje se u tri građevinska nivoa s velikim brojem mostovskih konstrukcija. To rešenje omogućava veze visokog kapaciteta i komfora i primenjuje se na ukrštajima daljinskih autoputeva najvišeg funkcionalnog nivoa.

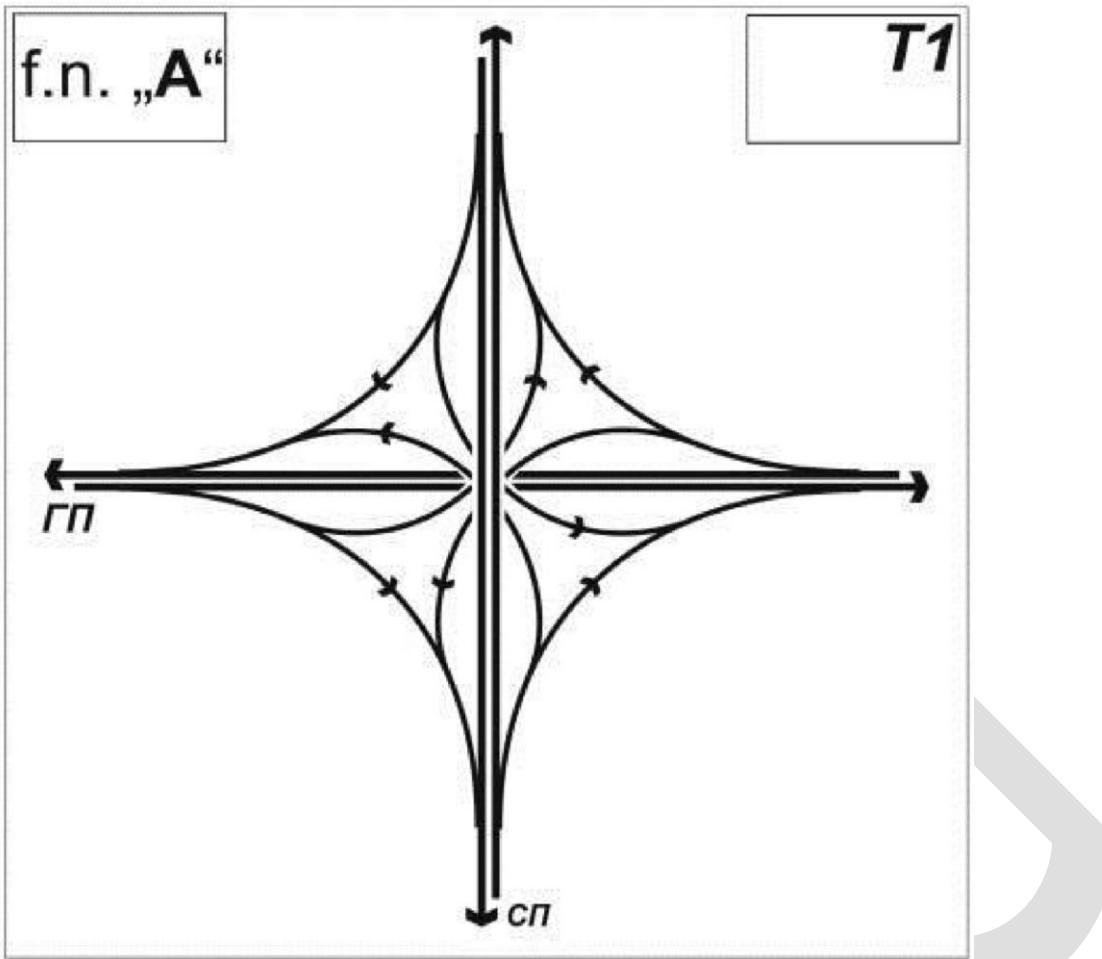


Slika 4-14: Denivelisana raskrsnica „MODIFIKOVANA DETELINA“.

4.4.2.6. Malteški krst

Četvorokraka denivelisana raskrsnica „MALTEŠKI KRST“ je ukrštaj najvišeg funkcionalnog standarda na kojem su sva leva skretanja rešena poludirektnim rampama (slika 4-15 ovog priloga). Parovi tih rampi (sa istog putnog pravca) vode se na istom građevinskom nivou kroz presećiše ukrštaja. Tako se u jezgru raskrsnice stvara složena trospratna mostovska konstrukcija, a saobraćaj se obavlja na četiri građevinska nivoa, u skladu s brojem ukrsnih pravaca, funkcionalni nivo „A“.

Sažimanje para poludirektnih rampi na jednom građevinskom nivou doprinosi tome da se funkcionalni program denivelisane raskrsnice ostvari komformnim geometrijskim elementima na relativno malom prostoru.



Slika 4-15: Denivelisana raskrsnica „MALTEŠKI KRST”.

Ovo rešenje nudi maksimalne eksplotacione efekte, ali po cenu visokih investicionih ulaganja. Zbog toga se denivelisana raskrsnica „MALTEŠKI KRST” primjenjuje samo izuzetno na putnoj mreži i to na ukrštanju najznačajnijih autoputeva za daljinski saobraćaj s velikim brojem levih skretanja.

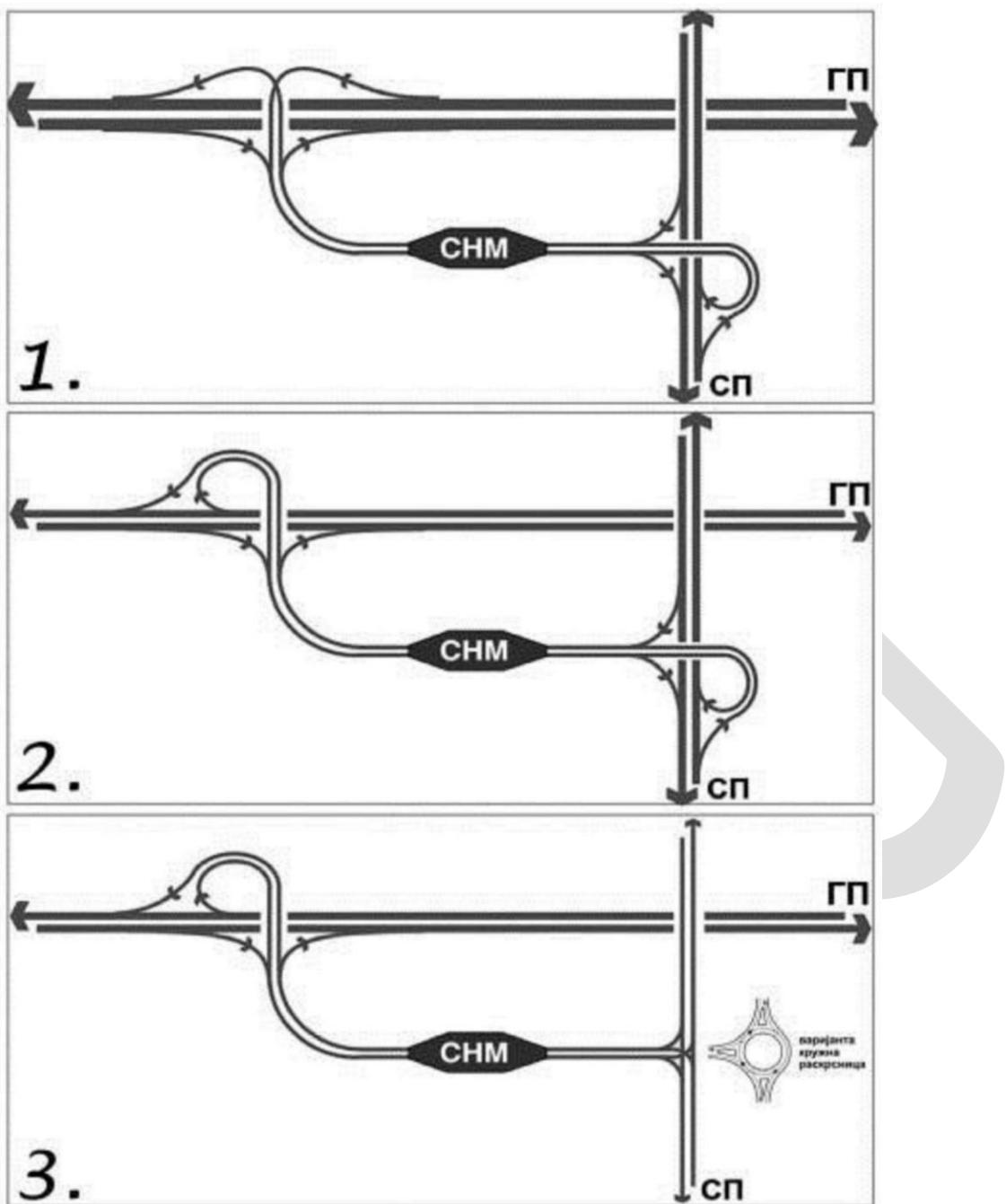
4.4.2.7. Denivelisane raskrsnice u komercijalnoj eksplotaciji autoputeva

Na autoputnoj mreži s naplatom putarine definisani su posebni zahtevi u pogledu projektovanja i oblikovanja denivelisanih raskrsnica. Uvođenjem tog sistema eksplotacije uslovjavaju se promene i u planerskom i u projektantskom tretmanu, pa je neophodno da stav o komercijalnoj eksplotaciji odredene deonice, odnosno putnog poteza bude utvrđen u generalnom projektu. Posebno je značajno da se programski uslovi za projektovanje denivelisanih raskrsnica za tzv. zatvoreni i kombinovani sistem naplate putarine jednoznačno definišu u početnim fazama planiranja i projektovanja. Iz uslova minimizacije troškova naplate, takve denivelisane raskrsnice moraju imati samo jedno naplatno mesto (plato) kojim su obuhvaćeni svi učesnici u saobraćaju, oni koji se isključuju i oni koji se uključuju na autoput kojima se naplaćuje putarina. Vežna deonica i naplatni plato dimenzionisu se prema uslovima i sistemu naplate putarine za merodavno saobraćajno opterećenje i uslove nakupljanja vozila. Na slici 4-16 prikazane su varijante denivelisanih raskrsnica za navedene uslove eksplotacije.

Tip 1. „TROUGAO - TRUBA“ je najviši funkcionalni nivo denivelisane raskrsnice kada je saobraćaj na autoputu s komercijalnom eksplotacijom intenziteta koji zahteva priključak tipa „TROUGAO“, funkcionalnog nivoa „A“. Sekundarni ukrnsni pravac je autoput ili višetračni put s manjim saobraćajnim opterećenjem, pa ke odgovarajući priključak na taj pravac „TRUBA“ funkcionalnog nivoa „C“. Sve saobraćajne struje sustiću se na zajedničkom naplatnom platou koji se postavlja u središtu svih veza.

Tip 2. „DUPLA TRUBA“ je prostorno raščlanjen ukrštaj sa indirektnim povezivanjem pomoću dva denivelisana priključka tipa „TRUBA“. Taj tip denivelisane raskrsnice primjenjuje se na ukrštajima autoputeva ili višetračnih puteva sličnog saobraćajnog značaja, ali drugačijeg sistema eksplotacije saobraćaja. U prostoru indirektne rampe moguće je organizovati neki od potrebnih funkcionalnih sadržaja autoputa (baza za održavanje i dr.).

Tip 3. „INDIREKTNA TRUBA“ je rešenje kojem se međusobno povezuju dva putna pravca posredstvom jedne denivelisane raskrsnice tipa „TRUBA“ na glavnom pravcu i jedne površinske raskrsnice (sa presecanjem saobraćajnih struja ili kružnom raskrsnicom) na sporednom pravcu koji pripada kategoriji dvotračnih ili višetračnih puteva. Sve saobraćajne struje sustiću se na zajedničkom naplatnom platou.



Slika 4-16: Tipovi denivelisanih raskrsnica kod komercijalne eksploatacije autoputeva:

1. Trugao-truba; 2. Dupla truba; 3. Indirektna truba.

5. GEOMETRIJSKO OBLIKOVANJE DENIVELISANIH RASKRSNICA

Projektni elementi denivelisanih raskrsnica odabiraju se u skladu s funkcionalnim rangom i uslovima lokacije, a neposredno se oblikuju i dimenziionišu na osnovu vozno dinamičkih, konstruktivnih i estetskih kriterijuma. U cilju unifikacije rešenja i jednoobraznosti u tretiranju pojedinačnih elemenata, izvršena je određena generalizacija i na osnovu teorijskih i empirijskih istraživanja predložena su rešenja za primenu na mreži javnih vangradskih puteva.

5.1. Izlivi i ulivi

Izlivi i ulivi su ključni projektni elementi denivelisanih raskrsnica iz dva razloga: 1) uticaja na osnovni saobraćajni tok

u pogledu protočnosti i bezbednosti saobraćaja ;

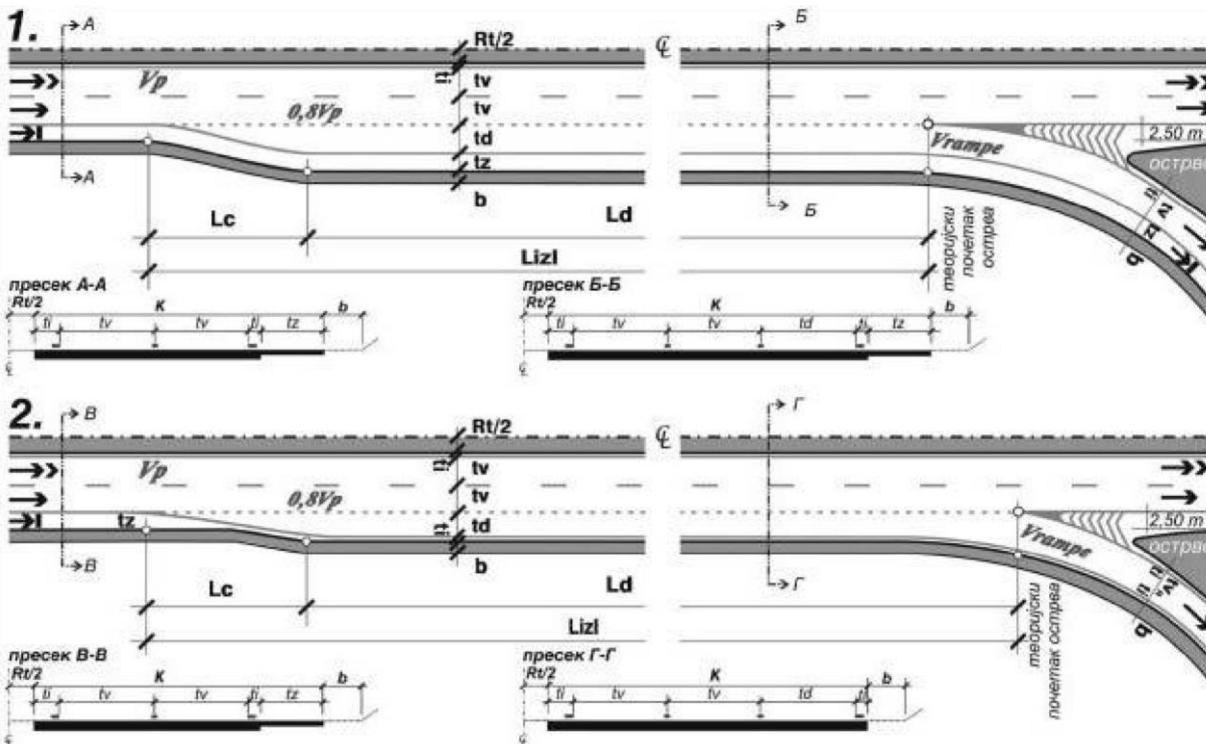
2) ukupne efikasnosti denivelisane raskrsnice.

5.1.1. Izlivi

Izlivanje sa osnovnog pravca na spojnu rampu sastoji se iz promene vozne trake (Lc) uz prilagođavanje brzine vožnje na dužini trake za usporenje (Ld). Usporenje je 1,5-2 m/sec². Standardna dužina izliva (Lizl = Lc + Ld) je dužine od 250 m, od čega se promena vozne trake obavi na dužini od Lc = 60 m, a usporenje na dužini od Ld = 190 m. Na dvotračnim izlivima dužina „Lizl“ iznosi 500 m. Izlivanje treba da se obavi tako da se ne poremete saobraćajni uslovi osnovnog pravca, što zahteva posebno građevinsko i saobraćajno uređenje (slika 5-01 ovog priloga). Odstupanje od navedenih standardnih dužina treba argumentovati odgovarajućim vozno dinamičkim i saobraćajnim analizama.

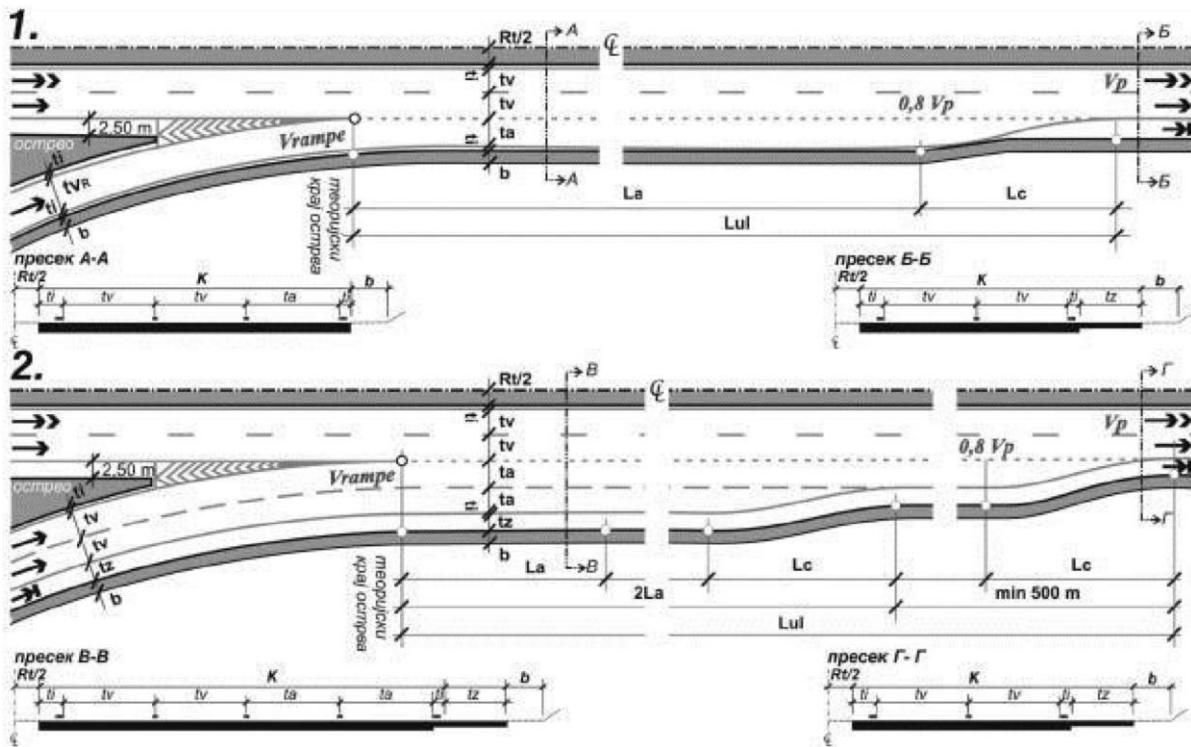
5.1.2. Ulivi

Ulivanje u osnovni pravac je komplikovaniji manevr koji uključuje ubrzanje vozila do brzine približno jednake brzini na osnovnom pravcu i bočno pomeranje vozila pri čemu treba da postoji prihvatljiva vremenska praznina u desnoj voznoj traci osnovnog pravca. Pri tom je neophodno obezbediti zahtevanu preglednost u skladu s tačkom 5.3. ovog priloga. Intenzitet ubrzanja na području uliva je 0,8-1 m/sec². Standardna dužina uliva (Lul = La + Lc) je 250 m, od čega na manevr ubrzanja otpada La=190 m, a promena vozne trake obavi se na dužini od Lc = 60 m. Na dvotračnim ulivima dužina „Lul“ iznosi 500 m. Zavisno od intenziteta saobraćaja na osnovnom pravcu, neophodno je proveriti propusnu moć na kritičnim tačkama uliva i konačnu dužinu utvrditi na osnovu sprovedenih saobraćajnih i vozno dinamičkih analiza. Oblikovanje područja uliva za neke karakteristične situacije prikazano je na slici 5-02 ovog priloga, dok je na slici 5-03 ovog priloga prikazano oblikovanje završetaka ostrva na području izliva i uliva.

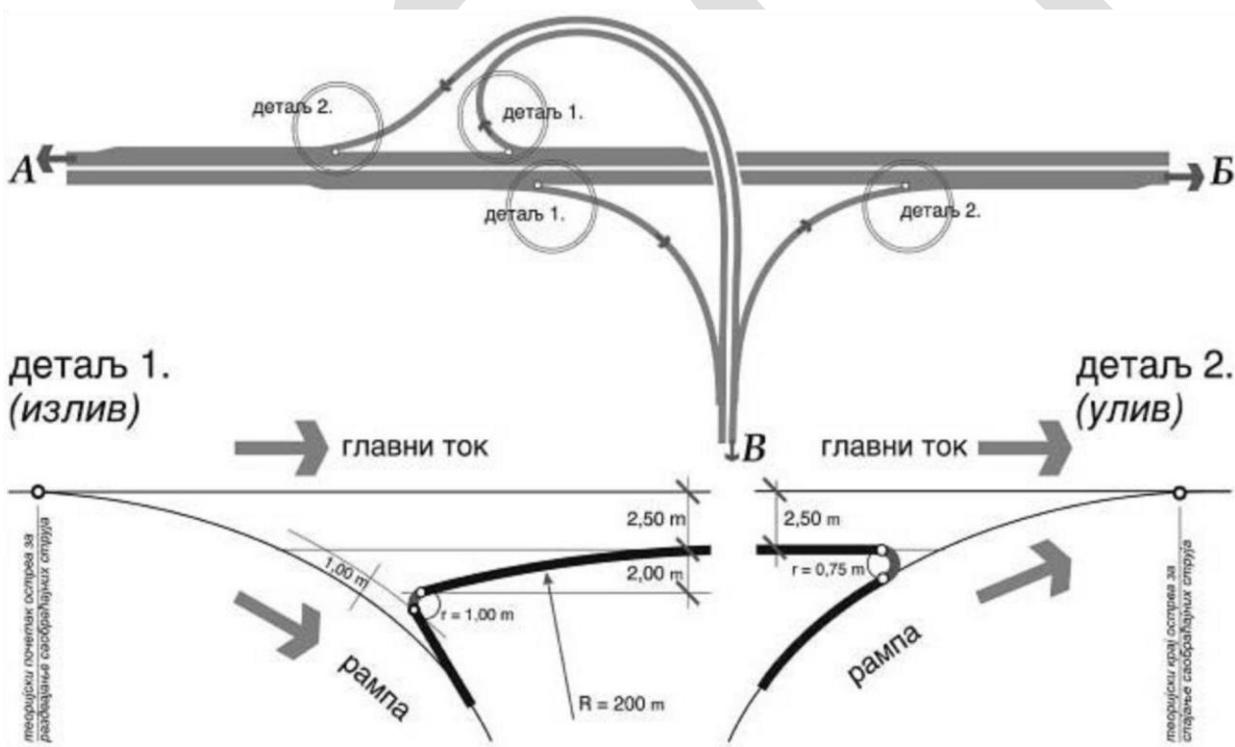


Slika 5-01: Oblikovanje izliva:

- 1) glavni i sporedni pravac sa zaustavnom trakom u poprečnom profilu;
- 2) glavni pravac sa zaustavnom trakom, sporedni pravac bez nje.



Slika 5-02: Oblikovanje uliva: 1) jednotračni uliv; 2) dvotračni uliv s postepenim ulivanjem u glavni tok.



Slika 5-03: Oblikovanje završetaka ostrva na području izliva i uliva.

5.2. Spojne rampe

Rampe na denivelisanim raskrsnicama su kratki samostalni putevi koji se razvijaju na ograničenom prostoru. One imaju ulogu posrednika u povezivanju dva putna pravca, glavnog (GP) i sporednog (SP).

5.2.1. Poprečni profil

Geometrijski poprečni profili rampi utvrđuju se prema merodavnom saobraćajnom opterećenju i dužinama rampi. Na slici 5-04 ovog priloga prikazani su karakteristični tipovi poprečnih profila jednosmernih rampi sa uslovima za njihovu primenu.

Profil „R1“ ima jednotračni kolovoz ukupne širine 5,50 m, (minimum 5,00 m), koji omogućuje vožnju u koloni uz minimalne uslove za obilaženje zaustavljenog vozila. Primjenjuje se na relativno kratkim rampama ($L < 250$ m) za $Q_{mer} \leq 1.000$ voz/č ili na srednje dugim rampama malog saobraćajnog opterećenja na ukrštaju (priključku) autoputa s dvotračnim (višetračnim) putem.

Profil „R2“ sadrži jednotračni kolovoz sa zaustavnom trakom ukupne širine 6,00 m i primjenjuje se na srednje dugim i dugim rampama opterećenja $Q_{mer} \leq 1.000$ voz/č. Taj profil primjenjuje se na ukrštaju (priključku) dva autoputa ili autoputa i višetračnog puta.

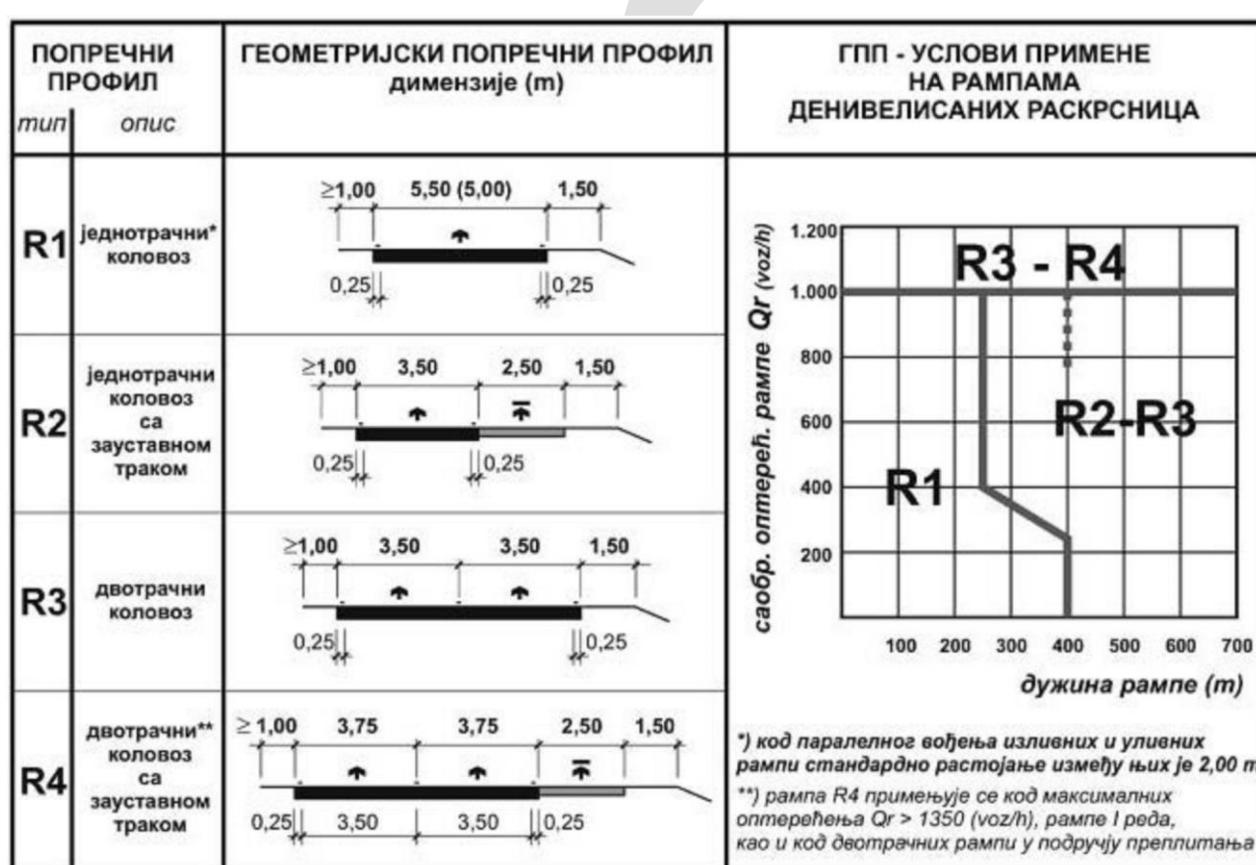
Profil „R3“ sadrži kapacitetan dvotračni kolovoz širine 7,00 m bez zaustavne trake namenjen saobraćajnom opterećenju $Q_{mer} > 1.000$ voz/č, ili manjem saobraćajnom opterećenju $Q_{mer} > 800$ voz/č na dugim jednosmernim rampama. Taj profil primjenjuje se na ukrštaju (priključku) dva autoputa.

Navedeni profili za jednosmerni saobraćaj ne zahtevaju proširenje kolovoza u krivinama.

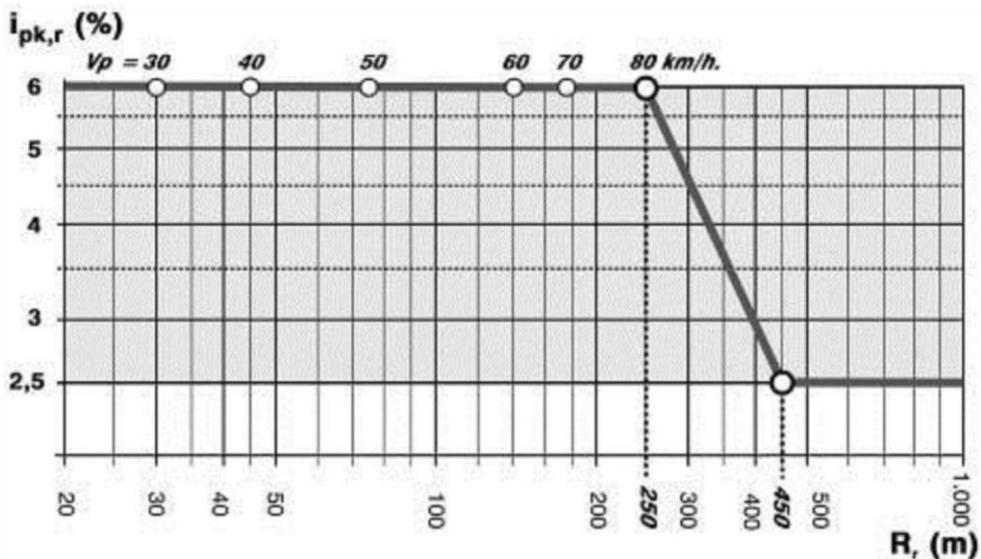
Kada se paralelno vode ulivne i izlivne (dvosmerne) rampe npr. denivelisana raskrsnica „TRUBA“ ili „POLA DETELINE“, standardna širina razdelne trake između njih radi bezbednosti iznosi $R_t \geq 2,00$ m.

Dimenzionisanje poprečnog nagiba kolovoza u kružnim krivina na spojnim rampama vrši se prema dijagramu na slici 5-05 ovog priloga. Najveća vrednost poprečnog nagiba - $i_{pk,r}$ iznosi 6 %, a rezultujući nagib kolovoza iznosi - $i_{Nrez} \leq 9$ %.

Sva dimenzioniranja i provere geometrijskih elemenata spojnih (vezne i priključne) rampi na denivelisanim raskrsnicama vrše se prema rezultujućim vrednostima projektnе brzine - $V_{prez,r}$.



Slika 5-04: Geometrijski poprečni profili rampi na denivelisanim raskrsnicama.



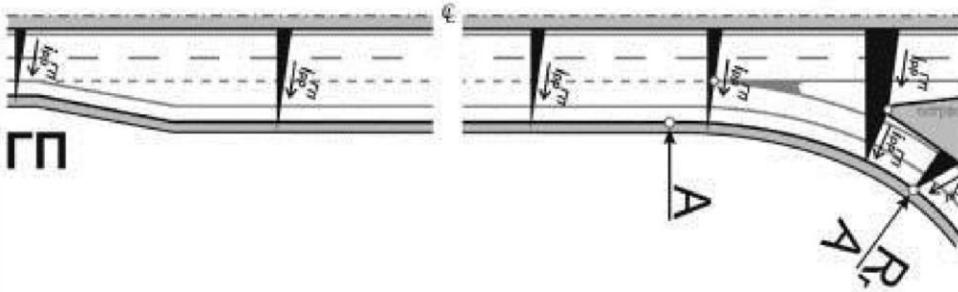
Slika 5-05: Dijagram za određivanje veličine poprečnog nagiba kolovoza u kružnim krivinama rampi denivelisanih raskrsnica.

U nivelačionom pogledu izlivno-ulivne trake prate osnovni kolovozni profil, slika 5-06. Te trake zadržavaju poprečni nagib osnovnog putnog pravca, koji se prostire sve do fizičke granice rampe (slika 5-06 ovog priloga) slučaj 1 i slučaj 2.

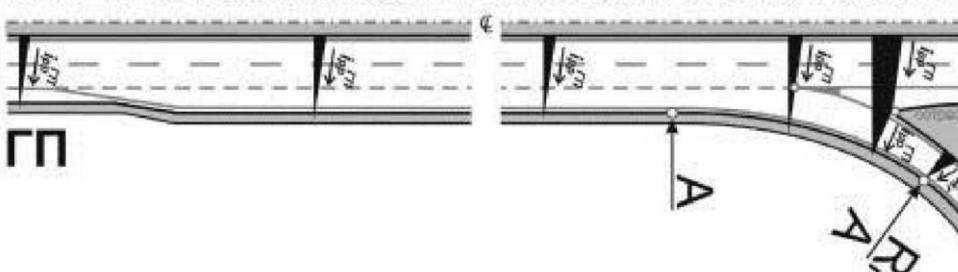
Odstupanje je dozvoljeno samo kada se rampa izdvaja iz suprotno orientisane krivine osnovnog pravca (slika 5-06 ovog priloga) slučaj 3. U tom slučaju poprečni nagib kolovoza osnovnog pravca zadržava se do teorijskog početka ostrva, a zatim se kolovoz izlivne, odnosno ulivne trake vitoperi do građevinskog početka ostrva, na poprečni nagib do +2,5 %. Dodatni uslov je da u toj tački oštrina preloma (Dipk) između kolovoza osnovnog pravca i kolovoza spojne rampe bude manja ili jednaka 6 %. Od te tačke vrši se samostalno vitoperenje kolovoza izlivne (ulivne) rampe na poprečni nagib kolovoza - ipk,i koji odgovara poluprečniku - Ri i projektnoj brzini - Vpk,i te kružne krivine.

Nagib rampe vitoperenja izlivno-ulivnih traka i spojnih rampi na denivelisanim raskrsnicama ograničava se na $irv \leq 1,5\%$.

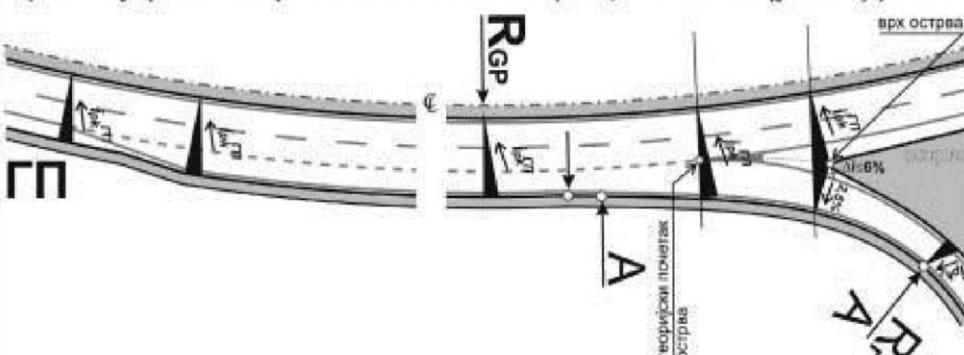
1. главни и споредни правац са зауставним тракама - истосмерна закривљеност главног правца и изливне (улисне) рампе



2. главни правац са зауставном траком, а споредни правац без зауставне траке - истосмерна закривљеност главног правца и изливне (улисне) рампе



3. главни правац са зауставном траком, а споредни правац без зауставне траке - супротна закривљеност главног правца и изливне (улисне) рампе



Slika 5-06: Osnovni načini nivelačionih rešenja kolovoza u zoni izliva - uliva.

5.2.2. Elementi situacionog plana

U oblikovanju spojnih rampi denivelisanih raskrsnica koriste se osnovni elementi projektne geometrije: pravci, kružni lukovi i prelazne krivine oblika klotoide. Za primenu pravca ne postavljaju se nikakva ograničenja, a dopušta se i slobodnije kombinovanje krivinskih elemenata u odnosu na trase vangradskih puteva (primena „S”, „O”, „C” i drugih geometrijskih formi). S obzirom na ograničen prostor u kome se razvijaju geometrijski elementi horizontalne projekcije direktnih, poludirektnih i indirektnih rampi, osnovna provera je provera bezbednosti i protočnosti saobraćaja, što ne znači da treba zanemariti likovne i estetske kvalitete kako pojedinačnih elemenata, tako i čvora u celini, jer svaka denivelisana raskrsnica daje pečat prostoru u kome se nalazi i predstavlja prepoznatljivu vizuelnu dominantu konkretne lokacije. Kao i u planiranju drugih građevinskih objekata, tako je i u planiranju i projektovanju denivelisanih raskrsnica osnovni preduslov kvaliteta ostvarenje jedinstva funkcije, konstrukcije i oblika (forme), čime se ispunjavaju preduslovi za optimizaciju rešenja u funkciji investicija, bezbednosti, protočnosti i zaštite životne sredine.

Polazni osnov za konstruisanje i dimenzionisanje spojnih rampi pruža projektna brzina Vp,r. Ona u načelu zavisi od tipa rampe (slika 5-07 ovog priloga) funkcionalnog nivoa raskrsnice (tačka 3.1. ovog priloga) i principa komponovanja denivelisanih raskrsnica (tačka 4.3. ovog priloga).

Sve rampe razvrstane su u dve kategorije:

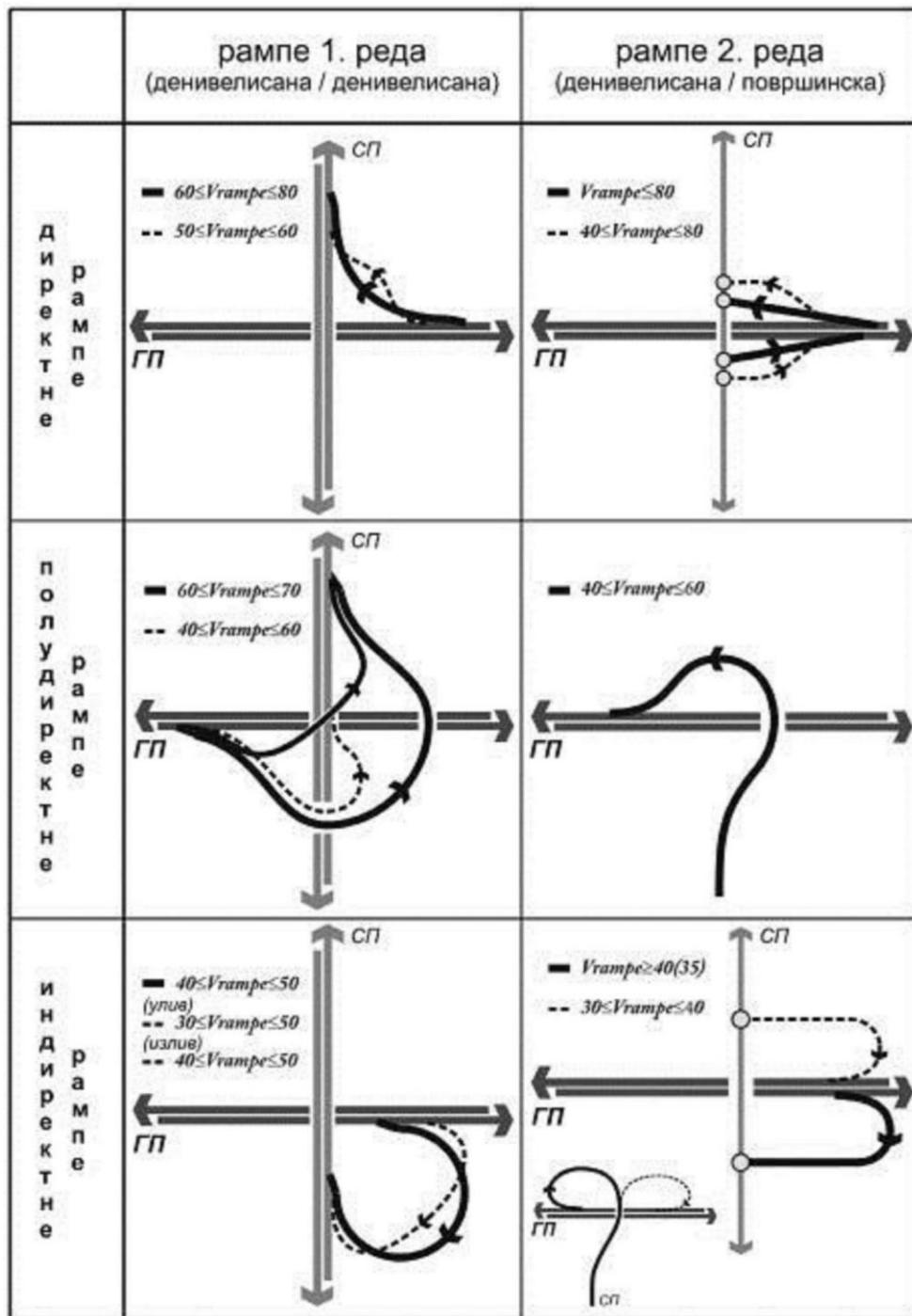
1) rampe 1. reda, koje se vezuju za denivelisane raskrsnice funkcionalnog nivoa „A” i „B”; 2) rampe 2. reda, koje se vezuju za

denivelisane raskrsnice funkcionalnog nivoa „C”.

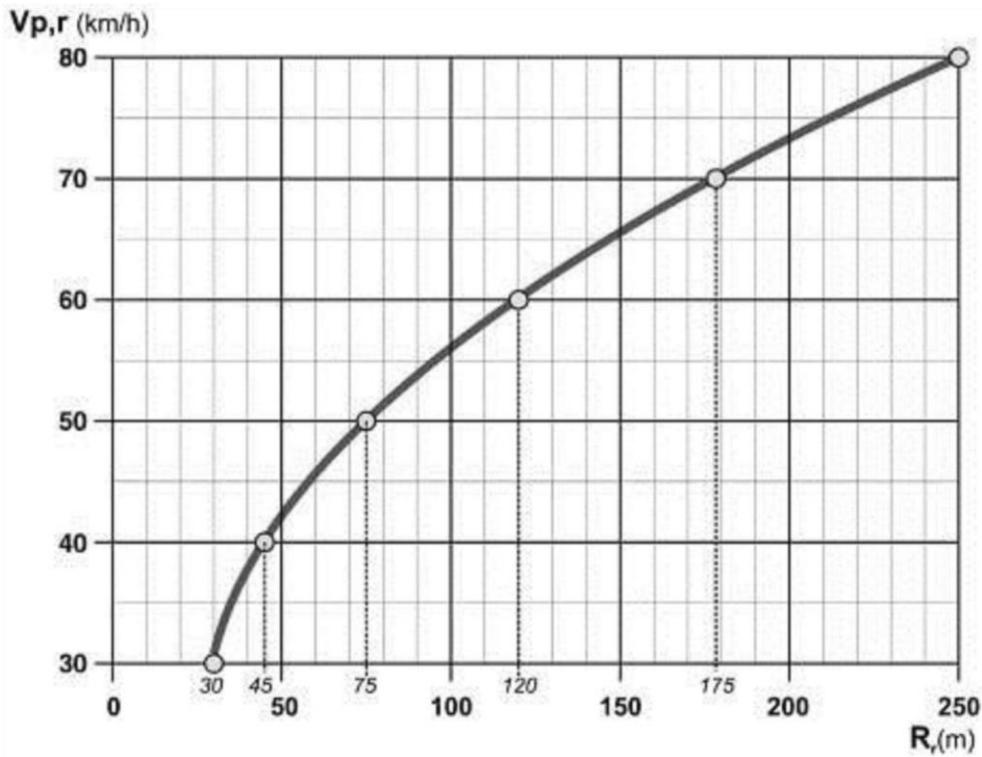
Različitost brzina direktnih, poludirektnih i indirektnih rampi zavisi od geometrijskog kontinuiteta krivinskih oblika i koncepcije izlivnih, odnosno ulivnih područja (slika 5-07 ovog priloga). To znači da se veće brzine uslovjavaju za područje izliva, a nešto manje vrednosti za područje uliva.

Osnov za dimenzionisanje i proveru primenjenih geometrijski elemenata jesu rezultujuće vrednosti projektne brzine na spojnim rampama - Vprez, r (tačka 5.2.1. ovog priloga).

Vrednosti projektne brzine u kružnim krivinama Vpk,i na rampama denivelisanih raskrsnica određuju se na osnovu dijagrama na slici 5-08 ovog priloga. Te brzine su uslovljene vrednošću poprečnog nagiba ipk=6 % i odgovarajuće vrednosti radikalne komponente trenja fR(V).



Slika 5-07: Programski uslovi za projektovanje rampi na denivelisanoj raskrsnici.



Slika 5-08: Teorijska zavisnost projektne brzine od primjenjenog radijusa spojnih rampi.

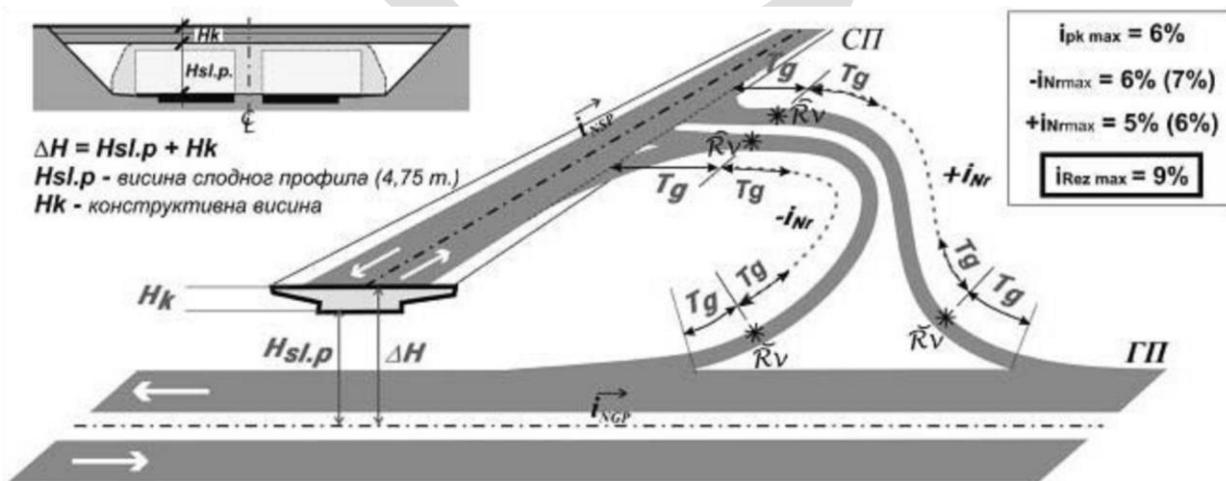
5.2.3. Podužni profil

Vertikalna projekcija rampi se primenom graničnih elemenata nivelacije da bi se smanjila dužina rampi, a time i zauzeti prostor. Generalni prostorni odnos na denivelisanoj raskrsnici (slika 5-09 ovog priloga) posledica je funkcionalnog nivoa i primjenjenog osnovnog tipa raskrsnice.

Minimalna visinska razlika na mestu presecaњa trasa iznosi: $\Delta H = H_{sl,p} + H_k$, где je: $H_{sl,p}$ - visina slobodnog profila koji treba ostvariti iznad najviše tačke kolovoza (4,75 m), a H_k konstruktivna visina natputnjaka uključujući i potrebna nadvišenja.

Maksimalni nagibi nivelete ne treba da pređu sledeće vrednosti: za rampe u usponu $i_{pk} \max = 6\%$, a za rampe u padu $i_{nr} \max = 7\%$. Dodatni uslov odnosi se na rezultujući nagib kolovozne površine koji ne sme da pređe vrednost $i_{rez} \max = 9\%$. Za rampe u tunelu maksimalni podužni nagib $i_{l} \max = 4\%$.

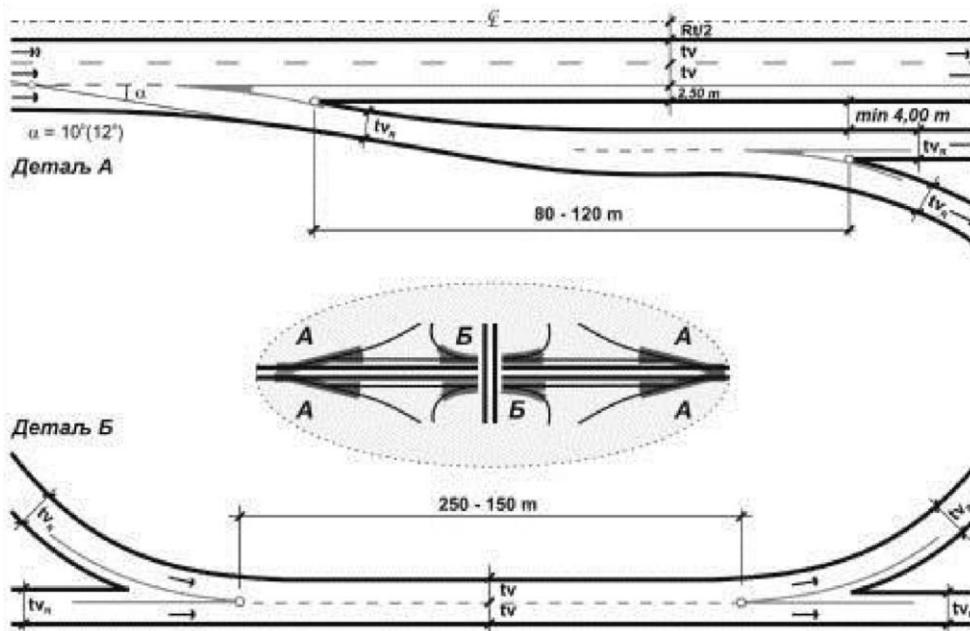
Granične vrednosti elemenata projektne geometrije spojnih rampi denivelisanih raskrsnica date su u tački 8, na slici 8-01 ovog priloga.



Slika 5-09: Generalna dispozicija denivelisanih raskrsnica s prikazom graničnih elemenata nivete.

5.2.4. Područja preplitanja

U složenim prostornim rešenjima (funkcionalni nivo „A“ i „B“) moguće su združene deonice dveju istosmernih rampi, na kojima se saobraćajne struje račvaju, spajaju i prepliću (slika 5-10 ovog priloga). Navedene dimenzije račvi, odnosno prepleta treba proveriti u analizi propusne moći i bezbednosti na kritičnim tačkama.



Slika 5-10: Tipska rešenja račvana i preplitanja jednotračnih rampi.

5.3. Analiza preglednosti

Ključni elementi koji utiču na projektna rešenja jesu uslovi spoljne i unutrašnje preglednosti denivelisane raskrsnice.

Spoljna preglednost denivelisane raskrsnice (P_s) definisana je u tački 2.2.1. ovog priloga.

Unutrašnja preglednost denivelisane raskrsnice podrazumeva uslove preglednosti vozilo-vozilo na svim ulivima (slika 5-11 ovog priloga). Trouglovi preglednosti, minimalni i poželjni, moraju biti oslobođeni svih prepreka koje ometaju vizure vozača u skladu s prilogom 3 - Površinske raskrsnice vangradskih puteva. Duž rampi obezbeđuje se slobodna vizura na dužini zahtevane preglednosti u skladu s prilogom 2 - Trasa vangradskih puteva, pri čemu je merodavna projektna brzina spojne rampe ($V_{p,r}$).

Preglednost u zoni sekundarne površinske raskrsnice na funkcionalnom nivou „C“ analizira se u svemu prema prilogu 3 - Površinske raskrsnice vangradskih puteva.



Напомена: Код улива са рампе на пратећу саобраћајницу „Детелина“ примењује се одговарајућа брзина меродавна за тај случај.

Slika 5-11: Konstrukcija zone preglednosti na području uliva denivelisane raskrsnice.

6. UREĐENJE PROSTORA DENIVELISANE RASKRSNICE

Uređenje prostora denivelisane raskrsnice obuhvaćeno je granicama zaštitnog pojasa, odnosno pojasa kontrolisane izgradnje u skladu s prilogom 2 - Trasa vangradskih puteva. Posebno je značajno da se u dokumentima prostornog planiranja - Prostorni plan puta (infrastrukturnog koridora), odnosno Regulacionog plana puta obuhvati navedeni prostor i uspostavi veza sa sadržajima u kontaktnoj zoni u cilju optimizacije korišćenja prostora (namena površina) i raspoložive saobraćajne osnovne.

6.1. Etapnost realizacije

Etapnost realizacije denivelisane raskrsnice razmatra se tokom procesa izrade Generalnog projekta, kada se donosi odluka o načinu realizacije širih poteza putne (autoputne) mreže. I kada se predviđa etapnost realizacije profila autoputa (izgradnja tzv. polauputova u prvoj etapi), denivelisane raskrsnice se realizuju u konačnom obliku. Od ovog pravila se može odstupiti ako se saobraćajnim analizama utvrdi da se kao prva etapa realizuje niži funkcionalni nivo denivelisane raskrsnice „C”, koji će se u konačnoj etapi dograditi na viši funkcionalni nivo „A” (npr. pola deteline u prvoj etapi, a detelina kao konačno rešenje). Pri razmatranju etapnosti izgradnje treba se rukovoditi činjenicom da izgradnja (dogradnja) denivelisane raskrsnice pod saobraćajem značajno povećava investiciona ulaganja.

6.2. Lokalna putna mreža

U planiranju i projektovanju denivelisanih raskrsnica, kao i u planiranju i projektovanju osnovnih poteza državnih puteva 1. i 2. reda, neophodno je obezbediti funkcionalisanje lokalne putne mreže (opštinski putevi i nekategorisani putevi) čiji nivo ne može biti manji od nivoa na kome je funkcionalisala ta mreža pre izgradnje novih kapaciteta. Eventualne rekonstrukcije lokalne putne mreže, uzrokovanе izgradnjom jedne ili više denivelisanih raskrsnica i/ili deonica državnog puta obaveza su investitora novog projekta. U projektu preuređenja lokalne putne mreže u zoni denivelisane raskrsnice treba se rukovoditi opravdanim zahtevima lokalne sredine ako to ne umanjuje nivo osnovnog projekta.

6.3. Infrastruktura u zoni denivelisane raskrsnice

U zoni denivelisane raskrsnice posebnu pažnju treba posvetiti eventualnoj rekonstrukciji javne i/ili komunalne infrastrukture koja je na toj lokaciji postojala pre donošenja odluke o njenoj izgradnji. Ti radovi padaju na teret novog projekta i moraju se obuhvatiti u svim fazama izrade projektne dokumentacije i izgradnje.

6.4. Pejzažno uređenje denivelisane raskrsnice

S obzirom na značaj denivelisane raskrsnice u ukupnom vizuelnom doživljaju učesnika u saobraćaju, kao i stanovnika u njenoj neposrednoj okolini, neophodno je taj prostor pejzažno urediti. Pored estetskog unapređenja prostora raskrsnice, pejzažnim uređenjem se u velikoj povećava stabilnost objekata (zemljanog trupa pre svih), kao i efikasnost prihvatanja i kanalisanja pribrežnih (čistih) voda.

Sa stanovišta izrade projektne dokumentacije denivelisane raskrsnice, neophodno je da odgovorni projektant formira sinteznu kartu (plan) sa ograničenjima za izradu projekta pejzažnog uređenja (preglednost, uslovi prihvatanja voda, zaštitne konstrukcije i dr.).

6.5. Posebni uslovi za održavanje denivelisanih raskrsnica

U procesu izrade projektne dokumentacije posebnu pažnju treba posvetiti uslovima efikasnog i racionalnog održavanja denivelisane raskrsnice i upravljanja denivelisanom raskrsnicom, kao sastavnim delom celokupne putne mreže. Zbog toga je važno funkcionalne prateće sadržaje (baze za održavanje, kontrolne stанице, naplatne platforme i dr.) i sadržaje za potrebe korisnika (parkirališta, odmorišta, pumpe za gorivo, servisi, moteli) prostorno uskladiti s lokacijama denivelisanih raskrsnica. To je posebno značajno na autoputevima s komercijalnom eksploatacijom, gde je moguće neke slobodne prostore (prostor omeden indirektnom rampom) iskoristiti za smeštaj pratećih sadržaja (npr. baze za održavanje, istureni punktovi i sl.).

Neki prostori denivelisane raskrsnice mogu se, ako se na odgovarajući način ponovo modelira teren, iskoristiti i za smeštaj objekata za zaštitu okoline (npr. taložnik i prečišćivač prljave vode s kolovoza moguće je locirati u prostor indirektne rampe i dr.).

Da bi se efikasno odvijao saobraćaj i u vanrednim situacijama (ekstremni klimatski uslovi, rehabilitacija jedne kolovozne trake, prevoz specijalnog tereta i dr.), potrebno je da se u zoni denivelisane raskrsnice prekine razdelna traka (pojas) autoputeva koji se ukrštaju (priključuju), odnosno da se prekine razdelna traka (pojas) glavnog autoputnog pravca ako se ukrštaj (priključak) izvodi dvotračnim (višetračnim) putem. Geometrijsko oblikovanje i dimenzionisanje tih prekida podleže proveri sa stanovišta vrednosti odgovarajuće projektnе brzine Vp.

7. SAOBRAĆAJNA I PUTNA OPREMA

7.1. Signalizacija

Horizontalna, vertikalna i putokazna signalizacija predmet su posebnih tehničkih uputstava u kojima se jednoznačno definišu standardna rešenja za slobodne deonice vangradskih puteva i raskrsnice na njima (površinske i denivelisane). Zbog toga su u ovim tehničkim uputstvima samo naznačeni oni elementi signalizacije koji su u direktnoj vezi s građevinskim rešenjem pojedinačnih denivelisanih raskrsnica.

7.2. Osvetljenje

Denivelisane raskrsnice na vangradskoj putnoj mreži se osvetljavaju da bi se povećala bezbednost saobraćaja, poboljšao komfor vožnje, estetski doživljaj i dr. Osvetljenjem se mora obezbediti da vozač jasno vidi, sa sigurnošću locira i pravovremeno uoči sve pokretne i nepokretne smetnje u svom vidnom polju koje utiču na njegove odluke u vožnji.

Izvori svetlosti, intenzitet osvetljenja i drugi tehnički uslovi za osvetljenje denivelisanih raskrsnica definisani su odgovarajućom zakonskom i tehničkom regulativom i nisu obuhvaćeni ovim uputstvima.

7.3. Ostala putna oprema

Putna oprema kao što su: sigurnosne ograde, smerokazi i sl. podležu tehničkoj i zakonskoj regulativi za tu oblast sa osnovnim ciljem unapređenja bezbednosti i protočnosti putnog saobraćaja. Projekat te opreme je sastavni deo projektne dokumentacije denivelisane raskrsnice, kao što su to i drugi projekti utvrđeni Metodologijom projektovanja puteva.

8. GRANIČNI ELEMENTI PLANA I PROFILA RAMPI

ЕЛЕМЕНТИ ПРОЈЕКТНЕ ГЕОМЕТРИЈЕ		Проектна брзина на рампи $V_{p,r}$ (km/h)					
		30	40	50	60	70	80
минимални полупречник хоризонталне кривине	min R (m)	30	45	75	120	175	250
минимални параметар клотоиде	min A (m)	30	35	55	75	100	125
минимални полупречник конвексног заобљења	min R_v konv (m)	750 (500)*	1.000 (500)*	1.500 (800)*	2.000 (1250)*	2.500 (2000)*	3.500
минимални полупречник конкавног заобљења	min R_v konk (m)	500	750 (550)*	1.000 (900)*	1.250	1.800	2.500
захтевана прегледност	P _{zp} (m)	30	40	55	70	90	115
границне вредности подужних нагиба	max i _N (%) успон	+ 6					
	max i _N (%) пад	- 7					
минимални попречни нагиб изван подручја витоперења	min i _P (%)	2,5					
максимални попречни нагиб у кривини	max i _{Pk} (%)	6					
минимални нагиб рампе витоперења	min i _R (%)	0,4 (в.о.и.), 0,2 (в.о.о.)					
максимални нагиб рампе витоперења	max i _R (%)	1,5					
максимални резултујући нагиб коловозне површине	max i _{rez} (%)	9					

()* вредности у загради *abs. min.*!

Slika 8-01: Границни елементи пројектне геометрије рампи денивелисаних растарсница.

