

REPUBLIKA SRBIJA
PROJEKAT REHABILITACIJE TRANSPORTA

**PRIRUČNIK ZA PROJEKTOVANJE
PUTEVA U REPUBLICI SRBIJI**

**5. FUNKCIONALNI ELEMENTI I POVRŠINE
PUTEVA**

5.2 DENIVELISANE RASKRSNICE I PRIKLJUČCI

BEOGRAD, 2012.

Izdavač: Javno preduzeće Putevi Srbije, Bulevar kralja Aleksandra 282, Beograd

Izdanja:

Br.	Datum	Opis dopuna i promena
1	30.04.2012.	Početno izdanje

SADRŽAJ

5.2.1	UVOD	1
5.2.1.1	PODRUČJE PRIMENE	1
5.2.1.2	KLJUČNI POJMOVI	1
5.2.2	OSNOVNE SMERNICE ZA PROJEKTOVANJE DENIVELISANIH PRIKLJUČAKA I RASKRSNICA.....	4
5.2.2.1	OPŠTE.....	4
5.2.2.2	SAOBRAĆAJNA BEZBEDNOST	4
5.2.2.3	SAOBRAĆAJNA PROPUSNOST	5
5.2.2.4	SAOBRAĆAJNA EKONOMIČNOST	5
5.2.2.5	VOĐENJE SAOBRAĆAJA (SAOBRAĆAJNOM OPREMOM)	5
5.2.3	OSNOVNI PARAMETRI.....	5
5.2.3.1	ULAZNI PODACI	5
5.2.3.2	ODREĐIVANJE PRIMARNOG PUTA	5
5.2.3.3	RAČUNSKA BRZINA U RASKRSNICI.....	6
5.2.3.4	RASTOJANJA IZMEĐU DENIVELISANIH PRIKLJUČAKA ILI RASKRSNICA	6
5.2.3.5	POLOŽAJ DENIVELISANOG PRIKLJUČKA ILI RASKRSNICE U ODNOSU NA PRIMARNI PUT	7
5.2.4	SISTEMI DENIVELISANIH PRIKLJUČAKA I RASKRSNICA	7
5.2.4.1	OSNOVE ZA IZBOR SISTEMA PRIKLJUČAKA I RASKRSNICA	7
5.2.4.2	TIPOVI RAMPI	8
5.2.4.3	DENIVELISANI PRIKLJUČCI I RASKRSNICE	8
5.2.5	DENIVELISANI PRIKLJUČCI.....	13
5.2.5.1	TROKRAKI PRIKLJUČCI	13
5.2.5.2	ČETVOROKRAKI PRIKLJUČCI.....	14
5.2.6	DIMENZIONISANJE I OBLIKOVANJE	15
5.2.6.1	OPŠTE.....	16
5.2.6.2	RAMPE	16
5.2.6.3	IZLAZI	21
5.2.6.4	ULAZI.....	27
5.2.6.5	TRAKE ZA PREPLITANJE.....	31
5.2.6.6	PRIKLJUČCI RAMPI NA SPOREDNI PUT	32
5.2.6.7	DUŽINA PREGLEDNOSTI	35
5.2.6.8	DENIVELISANI PRIKLJUČCI NA PUTEVIMA SA DVE SAOBRAĆAJNE TRAKE.....	37
5.2.7	OPREMA.....	38
5.2.7.1	NAČELA	38
5.2.7.2	OZNAKE ZA USMERAVANJE SAOBRAĆAJA.....	38
5.2.7.3	RASVETA DENIVELISANIH PRIKLJUČAKA I RASKRSNICA.....	38
5.2.7.4	PEJZAŽNO OBLIKOVANJE DENIVELISANIH PRIKLJUČAKA I RASKRSNICA.....	38
5.2.7.5	ODVODNJAVANJE DENIVELISANIH PRIKLJUČAKA I RASKRSNICA.....	38

5.2.1 UVOD

Denivelisane priključke i raskrsnice koristimo pri ukrštanju puteva istog ili različitog ranga, gde je zbog ranga povezivanja puteva u mrežu ili zbog veličine saobraćajnih tokova nemoguće izvesti površinske raskrsnice.

Denivelisani priključak i raskrsnicu čine: kolovozi puteva koji prolaze kroz raskrsnicu, ulivi, izlivi i povezujuće rampe (u daljem tekstu samo: rampe). Pošto se denivelisani priključci i odvajanja zbog izvođenja trase i niveleta rampi uglavnom prostiru na većim površinama i najmanje na dva visinska nivoa, nisu za vozače nikada u celosti pregledni i zbog toga je cela konstrukcija priključka ili raskrsnice nevažna za protok saobraćaja i bezbednost saobraćaja.

Međutim, područja uliva, izliva i preplitanja, te delimično i same rampe denivelisanih priključaka i raskrsnica za vozače predstavljaju posebna područja koja zahtevaju specifične tehnike vožnje i veliki oprez. Zbog toga se u ovom priručniku preciziraju i unifikuju ta područja, te se samo načelno ukazuje na pravila za njihovo integrisanje u denivelisane priključke ili raskrsnice, jer svaka raskrsnica odnosno priključak predstavlja jedinstveno izvođenje koje zavisi od mnogih specifičnosti u vezi sa lokacijom.

Same rampe se, po pravilu, izvode sa smanjenim elementima nego putevi na otvorenim trasama, delom zbog

ekonomičnosti, ali prvenstveno zbog njihove funkcije spajanja i razdvajanja saobraćajnih tokova. Opravdano je, naime, umiriti saobraćajne uslove i ostvariti veću homogenost saobraćajnog toka, tako da vozači mogu bezbednije da izvode potrebne saobraćajne operacije.

5.2.1.1 Područje primene

Ovaj priručnik koristimo za novogradnje i rekonstrukcije priključaka i raskrsnica na spoju dva autoputa ili brza puta, koji su po pravilu izvedeni sa razdvojenim kolovoznim trakama. Koriste se i na svim spojevima autoputa i brzih puteva sa putevima nižeg ranga.

Na ostalim putevima: glavnim putevima I reda, gradskim brzim putevima i drugim putevima, ovaj priručnik koristimo tamo gde je to zbog saobraćajnog opterećenja, bezbednosti ili drugih uzroka potrebno. U takvim slučajevima moramo pojedinačne elemente prilagoditi nameni odnosno potrebi. Po pravilu biramo niže ili najniže vrednosti koje su u ovom priručniku date u pojedinačnim poglavljima, ili su takvi slučajevi ponegde posebno označeni.

Radi lakšeg donošenja odluke, u tabeli 1 date su smernice za upotrebu denivelisanih raskrsnica i priključaka.

5.2.1.2 Ključni pojmovi

Značenje osnovnih pojmova može da se vidi na slici 5.2.1.

Tabela 5.2.1: Saobraćajne i voznotehničke karakteristike puta

Kategorija puta	Tehnička grupa	Karakteristični kvaliteti za planiranje i korišćenje puta					
		Vrsta saobraćaja	V_{dov}	V_{pot}	Kolovoz	Raskrsnice ²	Moguća projektna brzina ^{3,4}
1	2	3	4	5	6	7	8
Van naselja							
1	A	motorni	130	80-100	razdvojeni smerovi ⁴	denivelisane	130 120 110 100
2	A	motorni	90	60-80	dvosmeran	denivelisane	90 80
3	A	motorni	110	70-90	razdvojeni smerovi	denivelisane	110 100 90 80
4	B	mešoviti	90	50-70	dvosmeran	površinske proš.	90 80 70 60
5	B	mešoviti	90	60-80	razdvojeni smerovi	površinske proš.	90 80 70 60
6	B	mešoviti	90	50-70	dvosmeran	površinske proš.	90 80 70 60 50 40
7	B,C	turistički	70	Specif.	dvosmeran	površinske opr.	70 60 50 40 30
8	B	mešoviti	70	40-60	dvosmeran	površinske opr.	70 60 50 40 30
9	C	mesni	50	-	dvosmeran	površinske min.	60 50 40 30
10	D	za snabdevanje	50	-	dvosmeran	površinske bez	nije određena
U naseljima							
11	A	motorni	100	60-90	razdvojeni smerovi	denivelisane	100 90 80
12	A	motorni	90	50-70	dvosmeran	denivelisane	90 80 70 60
13	B	motorni	80	50-60	razdvojeni smerovi	površinske proš.	80 70 60
14	B	mešoviti	70	40-50	dvosmeran	površinske proš.	70 60 50 40
15	C	mešoviti	50	-	dvosmeran	površinske opr.	50 40 30
16	D	mešoviti	50	-	dvosmeran	površinske min.	nije određena
17	D	lokalni	30	-	dvosmeran	površinske bez	nije određena
18	D	lokalni	korak	-	-	-	nije određena

Legenda:

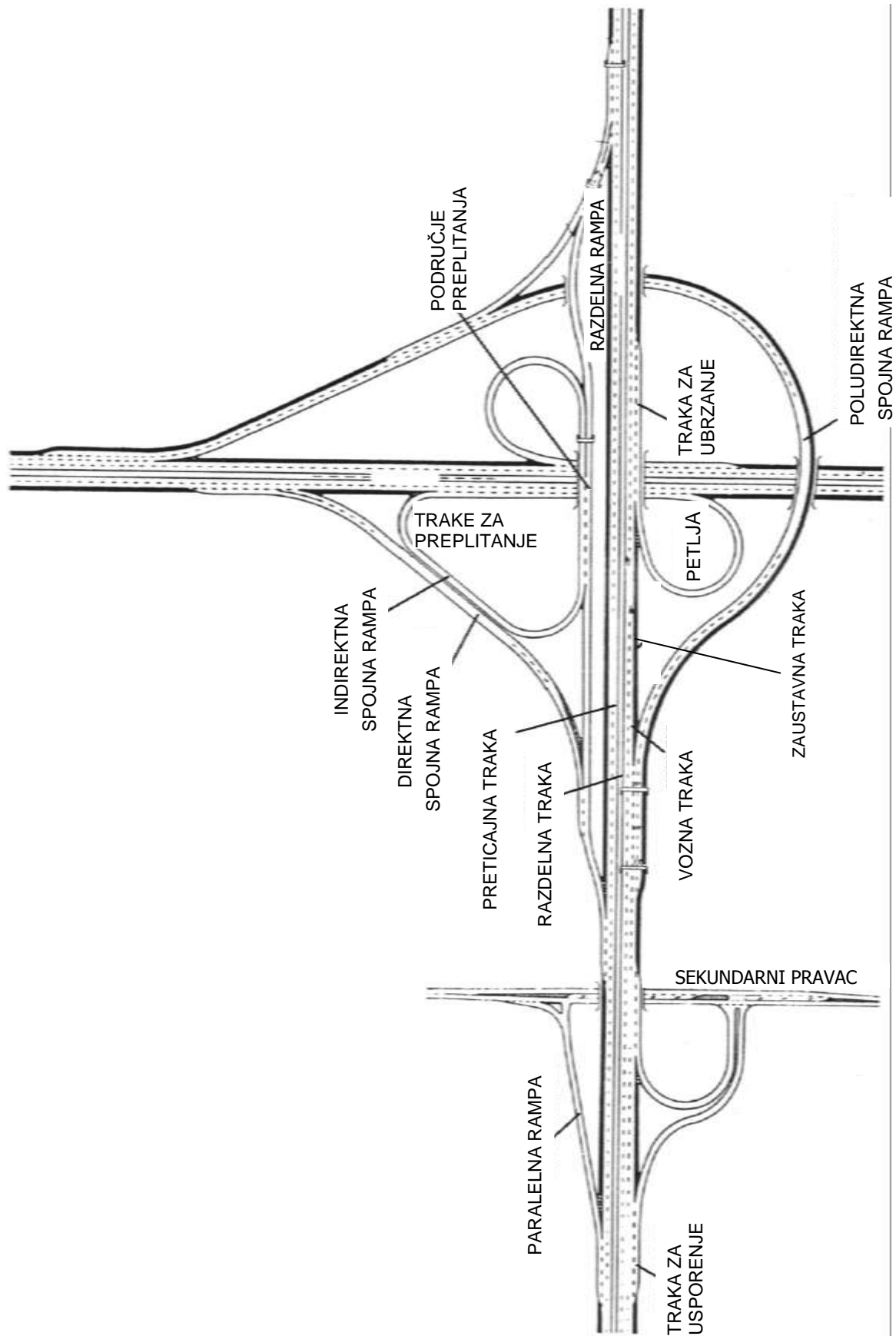
¹ izabrati u odnosu na udaljenosti između centara saobraćajnog potencijala (veća udaljenost - veća V_{pot})

² proš. (proširenja u raskrsnici), opr. (kompletna saobraćajna oprema), min. (minimalna saobraćajna oprema),

bez (bez saobraćajne opreme – samo saobraćajni znak)

³ izabrati u odnosu na prostorne uslove i kontinuitet

⁴ manje V_{zasn} izabrati samo tamo gde uticaji okruženja nedvosmisleno utiču na vozača i ograničenje obavezno označiti dopunskom tablom »za vreme kiše«



Slika 5.2.1: Osnovni pojmovi

5.2.2 OSNOVNE SMERNICE ZA PROJEKTOVANJE DENIVELISANIH PRIKLJUČAKA I RASKRSNICA

5.2.2.1 Opšte

Denivelisani priključci i raskrsnice moraju biti izvedeni tako da zadovolje sledeća osnovna načela:

- Prilagođavanje saobraćajnog spoja kategoriji puteva u mreži radi ostvarivanja jedinstvenih uslova vožnje i svih saobraćajnih operacija na dužim deonicama.
- Obezbeđivanje saobraćajne bezbednosti svih operacija ispred, unutar i posle spoja puteva.
- Saobraćajni protok pojedinačnih elemenata priključka ili raskrsnice i ukupan protok kompletnog denivelisanog priključka odnosno raskrsnice moraju odgovarati protoku puteva koji se ukrštaju.
- Pri obezbeđivanju potrebne bezbednosti i protočnosti raskrsnice, mora se postići ekonomska opravdanost priključka ili raskrsnice.

5.2.2.2 Saobraćajna bezbednost

Denivelisani priključak ili raskrsnica su saobraćajno bezbedni tada, kada se njihovi suštinski elementi mogu pravovremeno razaznati i razumeti, te na taj način postanu prohodni bez teškoća ili dilema o ispravnosti i bezbednosti vožnje.

Zbog visokog nivoa usluge koju nude autoputevi i zbog velikih brzina, kao i sve veće gustine saobraćaja, gorenavedeni uslovi su izuzetno važni. U načelu, ti uslovi se zadovoljavaju na sledeće načine:

- Raspoznavanje priključka ili raskrsnice ostvarujemo tako, da ih više puta označimo izrazitom i pravovremeno postavljanom vertikalnom signalizacijom. Tačke u kojima se saobraćajni tokovi razdvajaju ili spajaju moraju biti izrazito i jasno označene prvenstveno samim vođenjem pojedinačnih elemenata. Osim toga, moramo ih dodatno obeležiti tablama za smer i horizontalnom signalizacijom.
- Preglednost priključka ili raskrsnice je obezbeđena ako su na pojedinačnim saobraćajno važnim elementima obezbeđene dovoljne dužine preglednosti i polje preglednosti (pregled nad događanjem na drugim delovima koji se

približavaju elementu koji je predviđen za saobraćajnu operaciju).

- Razumljivost priključka ili raskrsnice ostvaruje se standardizovanim izvođenjem pojedinačnih elemenata raskrsnice, gde se razdvaja, spaja ili prepliće više saobraćajnih tokova. Izbor sistema denivelisanog priključka ili raskrsnice je od sekundarnog značaja.

Pravilnu i pre svega pravovremenu reakciju vozača možemo ostvariti samo pravilnom i pravovremenom najavom takvih elemenata celovitom saobraćajnom signalizacijom. U projektu moramo, u odnosu na predviđene brzine, odnosno u vezi sa predviđenim promenama brzine obezbediti i dovoljna odstojanja između pojedinačnih elemenata. Ovde je potrebno naglasiti da prelaz iz manjih elemenata u veće zahteva manja međusobna odstojanja, nego u obrnutom slučaju. Minimalne elemente, koji omogućavaju i najmanje brzine, moramo načinom trasiranja prethodno najaviti iako bismo time pokvarili estetsko vođenje pojedinačnih sastavnih elemenata. Takva građevinska izvođenja su primarna za ostvarivanje razumljivosti, a saobraćajna oprema može takve izvedbe samo da dopuni.

- Preglednost priključka ili raskrsnice ostvarujemo dovoljnim rastojanjima za bezbednu i povezanu promenu brzine koja je potrebna između pojedinačnih elemenata. Svakako, sve geometrijske promene priključka, kao što su, pre svega: smanjenje broja saobraćajnih traka i razdelna ostrva, moraju biti jasno obeležene. Od izuzetne je važnosti, takođe, da se na svim područjima sa predviđenom promenom brzine uradi dobro odvodnjavanje kolovoza.

U načelu, kod denivelisanih priključaka izlazi moraju biti ispred ulaza. Operaciju preplitanja je bolje predvideti na razdelnim rampama, a ne na putu koji prolazi kroz priključak. Opravdano je i dodavanje ili oduzimanje saobraćajnih traka u odnosu na predviđeno saobraćajno opterećenje.

Pošto su saobraćajne prognoze često nesigurne, prvenstveno što se tiče saobraćajnih tokova koji skreću, to uzimamo u obzir pri projektovanju denivelisanih priključaka – mogućnost dodatnih traka barem za saobraćajne tokove koji skreću.

Denivelisane priključke i raskrsnice je potrebno projektovati na takav način, da se uravnoteže saobraćajni i saobraćajno-bezbednosni efekti sa troškovima izgradnje.

5.2.2.3 Saobraćajna propusnost

Saobraćajna propusnost denivelisanih priključaka i raskrsnica još uvek nije u potpunosti istražena, zato je za pojedinačne elemente moguće dati samo približne kritične vrednosti koje takođe zavise od svih saobraćajnih dešavanja, saobraćajnih navika i saobraćajnih očekivanja na širem području (u našem slučaju na području cele države).

Zbog toga je ovde i u svim narednim poglavljima u kojima su dati grafikoni za saobraćajno dimenzionisanje pojedinačnih elemenata potrebno preuzimati niže vrednosti, odnosno potrebno je, ako je moguće, u odnosu na date vrednosti za jedan stepen predimenzionisati pojedinačne elemente.

Saobraćajna propusnost (za nivo usluge D) za jednu saobraćajnu traku iznosi 1800 vozila/čas. Ako se ta količina ostvari ili čak premaši, na izlazima, ulazima i na mestima preplitanja nastajace konfliktne situacije ili potpuni zastoji.

Pri svakom planiranju denivelisanog priključka odnosno raskrsnice, pre dalje detaljnije obrade potrebno je izraditi saobraćajnu analizu na bazi strukovno priznate metodologije.

5.2.2.4 Saobraćajna ekonomičnost

Zbog ograničenja u prostoru, udaljenosti između denivelisanih priključaka i ekonomičnosti, nije moguće za rampe denivelisanog priključka zahtevati iste elemente kao na otvorenoj trasi. Upotrebom manjih elemenata saobraćajna propusnost se, po pravilu, ne pogoršava, a saobraćajna bezbednost se čak poboljšava.

5.2.2.5 Vođenje saobraćaja (saobraćajnom opremom)

Sve veći obim saobraćaja i brzine izuzetno utiču na pravilno vođenje saobraćaja. Pri ovom najvažnijem ulogu imaju saobraćajne table i putokazi za najavu promene načina vožnje i za pravovremeno obaveštavanje vozača da se približavaju području gde će oni ili drugi vozači u saobraćajnom toku promeniti način vožnje.

Od pravilnog vođenja saobraćaja suštinski zavise elementi saobraćajne bezbednosti kao što su: raspoznavanje, preglednost i

razumljivost denivelisanih priključaka i razdvajanja.

Table za usmeravanje saobraćaja moraju biti usklađene sa drugim elementima saobraćajne opreme.

Mogućnost za pravilno postavljanje tabli za usmeravanje saobraćaja (ispred i unutar denivelisanih priključaka i razdvajanja) određuje i minimalno odstojanje do sledećeg priključka ili raskrsnice, te suštinski utiče i na izbor sistema priključaka odn. raskrsnica. Zato mogućnost postavljanja putokaza mora da bude ispoštovana već prilikom planiranja razvrstavanja i izbora denivelisanih priključaka i raskrsnica.

5.2.3 OSNOVNI PARAMETRI

5.2.3.1 Ulazni podaci

Za planiranje denivelisanog priključka ili raskrsnice su potrebni sledeći podaci i podloge:

- podatak o sadašnjim i prognoziranom karakteristikama puteva koji se ukrštaju u mreži;
- podatak o sadašnjoj i prognoziranoj funkciji priključka ili odvajanja u mreži;
- podatak o sadašnjim i prognoziranom saobraćajnim tokovima, kako u ukupnom iznosu, tako po pojedinačnim predviđenim pravcima u priključku sa strukturom saobraćaja i podatkom o vršnom opterećenju;
- podaci o lokaciji priključka ili odvajanja, kao što su: topografija, urbanizam, geološke i geomehaničke karakteristike terena, vodotoci i podzemne vode, postojeća i predviđena namena zemljišta, podzemni i nadzemni komunalni vodovi, prirodna i kulturna baština, eventualni posebni zahtevi o vođenju saobraćaja u toku izgradnje, pristup zemljištu itd.

5.2.3.2 Određivanje primarnog puta

Određivanje primarnog puta u denivelisanoj raskrsnici zavisi od:

- položaja priključka odn. raskrsnice u mreži;
- ranga puteva koji se ukrštaju;
- saobraćajnih opterećenja;
- tokova koji skreću.

U denivelisanim priključcima dva autoputa primarni je onaj koji ima viši rang u mreži.

Ako u nekom priključku dominiraju saobraćajni tokovi za skretanje, samo u izuzetnim slučajevima im prilagođavamo tok primarnih puteva kroz priključak.

5.2.3.3 Računska brzina u raskrsnici

Primarni putevi u priključku moraju, u načelu, da imaju elemente kakve imaju i van priključka, te da tako omoguće i jednake brzine. U pojedinačnim slučajevima je moguće predvideti i smanjenje brzine ako je to nužno zbog saobraćajne bezbednosti usled jako opterećenih ulaza, izlaza i preplitanja.

Na rampama denivelisanih priključaka predviđamo za određivanje elemenata rampi najmanje računске brzine. Da bi se postigli isti uslovi vožnje u različitim priključcima, za pojedinačne tipove rampi predviđamo brzine koje su date na slikama i u tabelama u sledećim poglavljima ovih SRDM.

Ulazi na rampe sa puteva koji se ukrštaju moraju biti izvedeni tako, da je vozačima jasno da će se uslovi vožnje promeniti. Takvo građevinsko izvođenje je potrebno naglasiti označavanjem brzine koja je dozvoljena na rampama.

5.2.3.4 Rastojanja između denivelisanih priključaka ili raskrsnica

Rastojanje između pojedinačnih denivelisanih priključaka i raskrsnica dato je planiranom putnom mrežom u zavisnosti od pojedinačnih primarnih i priključnih puteva šireg područja.

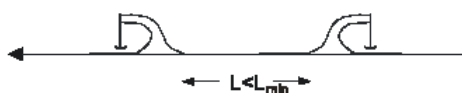
Minimalno rastojanje između denivelisanih priključaka odn. raskrsnica proizlazi iz mogućnosti postavljanja signalizacije za usmeravanje saobraćaja i od željenog ili još dopuštenog kvaliteta saobraćajnog toka između dva denivelisana priključka.

Minimalna rastojanja između dva denivelisana priključka, koja još ne utiču na pravila za postavljanje signalizacije za usmeravanje saobraćaja i na kvalitet saobraćajnog toka, data su u tabeli 2, kolone 1 i 2. Rastojanja navedena u tabeli predstavljaju rastojanja između ulaznih i izlaznih ostrva dva uzastopna priključka odn. raskrsnica. Ako rastojanja iz kolona 1 i 2 u pojedinačnim izuzetnim slučajevima nije moguće izvesti, onda se, izuzetno, dopušta korišćenje rastojanja iz kolone 3, koje smemo

upotrebiti najviše između dva susedna priključka odn. raskrsnica.

Ako ne uspemo obezbediti ni ovo minimalno rastojanje, onda susedni priključci odn. raskrsnice utiču jedan na drugi kako po toku saobraćaja, tako i po uređenju. Ako možemo da dozvolimo takav uticaj i ako nisu moguća druga rešenja (eliminacija jednog priključka i paralelno povezivanje puteva), moguće je upotrebiti jedan od sistema prikazanih na slici 2. Upotreba posebne rampe za preplitanje zahteva, po pravilu, specifično oblikovane i postavljene table za usmeravanje saobraćaja. Kod oblika 4 i 5 sa slike 2 odričemo se punih priključaka na primarni put. Te veze moramo nadoknaditi paralelnim putevima.

Ako je $L < L_{\min}$ minimalno dozvoljeno



Onda:



1. Promena pravca



2. Dodatna rampa za preplitanje



3. Razdelna rampa



4. Ukrsna rampa



5. Produžena rampa

Slika 5.2.2: Pomoćna rešenja za $L < L_{\min}$ minimalno dopušteno

Tabela 5.2.2: Minimalna rastojanja između denivelisanih priključaka i odvajanja

Rang denivelisanog priključka ili odvajanja	Preporučeno minimalno odstojanje (m)		Minimalno dozvoljeno odstojanje sa samo jednom tablom za najavu (m)
	jako opterećena deonica	manje opterećena deonica	
	1	2	3
Odvajanje dva autoputa	2700+Lu+Li*)	2700+Lu+Li*)	600+Lu+Li**)
Priključak	2200+Lu+Li	1700+Lu+Li	600+Lu+Li
*) Lu – dužina trake za usporenje Li – dužina trake za ubrzanje **) Izvodljivo samo sa saobraćajnim tablama na portalima			

5.2.3.5 Položaj denivelisanog priključka ili raskrsnice u odnosu na primarni put

5.2.3.5.1 Opšte

Na području priključka ne smemo za primarni put upotrebiti minimalne elemente koji su dozvoljeni na otvorenoj trasi.

Za obezbeđivanje osnovnih načela oblikovanja denivelisanih priključaka iz tačke 2, moramo naročito poštovati sledeća načela:

5.2.3.5.2 Trasa

- ulazi i izlazi treba da se nalaze na razvučenim delovima puta;
- ulazi treba da se nalaze u oštrim desnim krivinama zbog nepovoljnih uslova (pogled unazad u retrovizoru);
- ako ne možemo izbeći postavljanje izlaza iz leve krivine, moramo naglasiti pravac primarnog puta. Izlazna rampa mora se zbog toga izvesti sa raspoznatljivom desnom krivinom i nikako ne tangencijalno na levu krivinu primarnog puta.

5.2.3.5.3 Niveleta

- Dobra preglednost se dobija, kada ključne tačke denivelisanog priključka ili raskrsnice leže konkavno.
- Podužni nagibi ukrštenih puteva treba da budu što manji, ali ne manji nego što je potrebno za dobro odvodnjavanje. Propusnost i saobraćajna bezbednost se pogoršavaju sa povećanjem nagiba u

priključku. Ako je pad veoma veliki, nastaju u pojedinačnim kvadrantima priključka teškoće sa niveletnim vođenjem rampi.

- Uspinjući izlazi i padajući ulazi su povoljni sa aspekta dinamike vožnje i preglednosti, ali je potrebno voditi računa da se obezbedi preglednost na sekundarnom putu priključka.
- Na područjima gde primarni put prelazi dolinu u visokim nasipima ili na vijaduktu, položaj priključka je nepovoljan. U takvim slučajevima najsmislenije je postaviti priključni put na ivicu doline.

5.2.3.5.4 Održavanje denivelisanih priključaka i raskrsnica

Održavanje denivelisanih priključaka i raskrsnica je u suštini identično kao kod puteva koji se ukrštaju. Javlja se samo dodatni problem pristupa vozila za održavanje. Pristupi na pojedinačne rampe, kao i pristupi na površine unutar priključnih rampi moraju biti predviđeni tako da se onemogući saobraćaj u suprotnom smeru na jednosmernim rampama. Priključci pristupnih puteva moraju biti izvedeni na preglednih mestima, a mora biti onemogućen pristup neslužbenim vozilima.

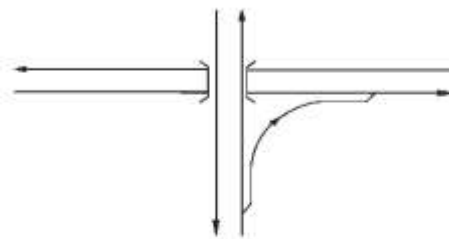
5.2.4 SISTEMI DENIVELISANIH PRIKLJUČAKA I RASKRSNICA

5.2.4.1 Osnove za izbor sistema priključaka i raskrsnica

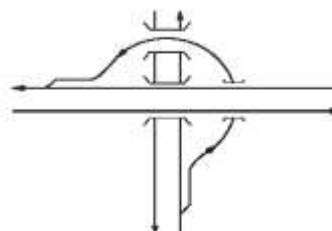
Pored temeljnih smernica i osnovnih parametara denivelisanih priključaka i odvajanja u tačkama 2 i 3, potrebno je pri izboru sistema denivelisanog priključka odnosno odvajanja uzeti u obzir i sledeće:

- Puteve koji se ukrštaju ili spajaju u denivelisanom priključku moramo projektovati u odnosu na njihov rang u putnoj mreži.
- Izlazi i ulazi moraju biti predviđeni uvek sa desne strane ulivnih puteva. Izuzeci su dozvoljeni između rampi unutar priključaka i kod gradskih puteva i brzih puteva.
- Preovlađujućim saobraćajnim tokovima za skretanje u denivelisanoj raskrsnici potrebno je nameniti povoljnije rampe izabranog tipa priključka. Pritom je potrebno uzeti u obzir eventualne sezonske (dnevne, mesečne ili godišnje) saobraćajna tokove.

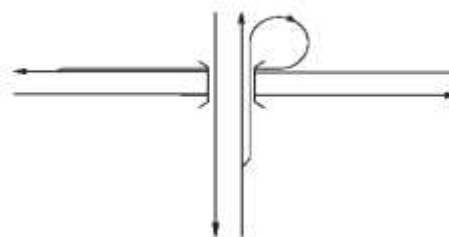
- Na putevima koji se ukrštaju izlazi sa tih puteva moraju se nalaziti ispred ulaza na te puteve.
- Po pravilu, svi saobraćajni tokovi koji sa jednog puta izlaze u denivelisani priključak, moraju da zajedno izlaze sa tog puta u denivelisani priključak. Više uzastopnih izlaza je teško jasno obeležiti, a i propusnost saobraćaja je u glavnom loša. Između više uzastopnih izlaza između rampi unutar denivelisanih raskrsnica potrebno je predvideti barem minimalna potrebna rastojanja.
- Po pravilu, svi saobraćajni tokovi koji ulaze u denivelisani priključak moraju se spojiti i zajedno voditi na ulaz puta koji se ne ukršta. U izuzetnim slučajevima predviđa se više uzastopnih ulaza, ako je razdelna rampa preopterećena ili u slučaju kada bi spajanje unutar priključka zahtevalo posebne i skupe mere.
- Po pravilu, pri udruživanju rampi ili rampi i razdelnih rampi, ukupan broj sabranih traka smemo smanjiti samo za jednu traku. Izuzeci od ovog pravila su dozvoljeni samo u izuzetnim slučajevima i to sa naglašenom brigom o izvođenju i označavanju takvog udruživanja.
- Izvođenje usmeravajuće signalizacije ispred i unutar denivelisanog priključka može suštinski da utiče na izbor tipa denivelisanog priključka. Zbog toga moramo pravovremeno da proverimo sistem postavljanja te signalizacije i po potrebi već pri samom planiranju prilagodimo tip denivelisanog priključka.



Direktna rampa



Poludirektna rampa



Indirektna rampa

Slika 5.2.3: Tipovi rampi denivelisanih priključaka i odvajanja

5.2.4.2 Tipovi rampi

Za vođenje rampi u denivelisanom priključku ili raskrsnici imamo tri mogućnosti (pogledajte slike 5.2.3 i 5.2.25):

- direktna rampa
- poludirektna rampa
- indirektna rampa

Raspoznavanje, tekuće vođenje trase rampe i propusnost saobraćajnog toka su najbolji kod direktnih rampi, a najlošiji kod indirektnih rampi.

5.2.4.3 Denivelisani priključci i raskrsnice

5.2.4.3.1 Opšte

Denivelisane priključke i raskrsnice koristimo za spajanje dva puta istog ili sličnog ranga, odnosno približno jednakih načina saobraćajnih opterećenja (dva autoputa, autoput i brzi put, autoput i glavni put I reda sa jakim saobraćajnim opterećenjem).

Poznajemo više osnovnih tipova denivelisanih priključaka i raskrsnica. Razlikuju se u glavnom prema vođenju rampi. Smislaone varijacije osnovnih tipova u

odnosu na lokalne uslove ili saobraćajne tokove su dozvoljene, ali je potrebno voditi računa o dobrom vođenju saobraćaja i orijentaciji pomoću saobraćajne opreme, tako da vozači budu pravovremeno obavješteni o promenjenim uslovima vožnje. Za postizanje tih ciljeva je mnogo važnije pravilno izvođenje specifičnih delova denivelisanog priključka ili raskrsnice nego sam tip priključka ili raskrsnice.

5.2.4.3.2 Trokraki denivelisani priključci i raskrsnice

5.2.4.3.2.1 Truba

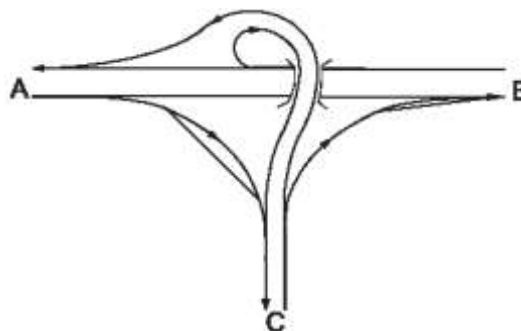
Truba je sa aspekta potrošnje prostora i investicionih troškova najpovoljniji tip trokrakih denivelisanih priključaka (najmanje zauzimanje prostora, samo jedan objekat).

Njena loša strana je unutrašnja indirektna rampa koja je po pravilu izvedena i sa najmanjim elementom, te tako predstavlja veliku promenu brzine, što negativno utiče na raspoznavanje, propusnost i saobraćajnu bezbednost. Ta unutrašnja indirektna rampa određuje i veličinu tog tipa priključka.

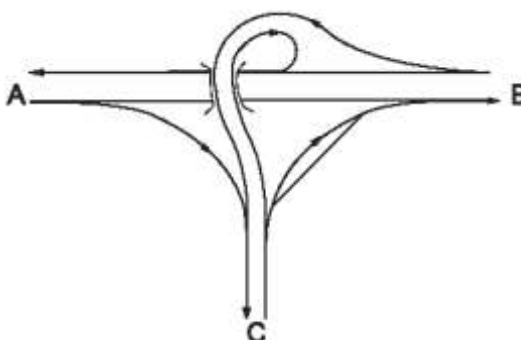
Zbog toga trubu koristimo kao denivelisani priključak samo u onim slučajevima, kada je obim saobraćajnih tokova u pravcima A-C i B-C veoma različit. To znači, da su u jednom od tih pravaca saobraćajni tokovi veoma jaki, a u drugom suštinski manji. U odnosu na veličinu preovlađujućih saobraćajnih tokova usmeravamo trubu i tako dobijamo levo i desno izvođenje trube (slika 5.2.4 i 5.2.5).

Radi pravovremene najave unutrašnje indirektno rampe, veoma je povoljno ako u kraku C predvidimo relativno manju pretkrivinu, tako da vozila već ovde delimično smanje brzinu.

Spoljašnja rampa koja obuhvata unutrašnju indirektnu rampu se najpovoljnije oblikuje kao trocentrična krivina koja unutrašnju rampu samo tangira. Tako dobijamo povoljnije elemente i možemo obezbediti zadovoljavajuće brzine.

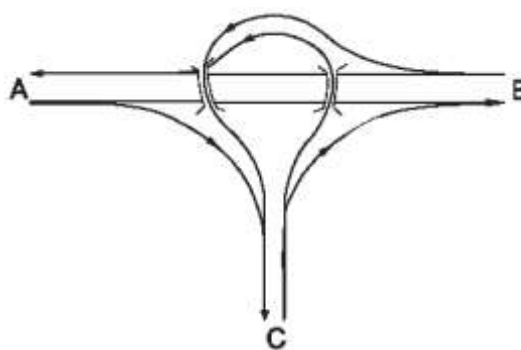


Slika 5.2.4: Leva truba

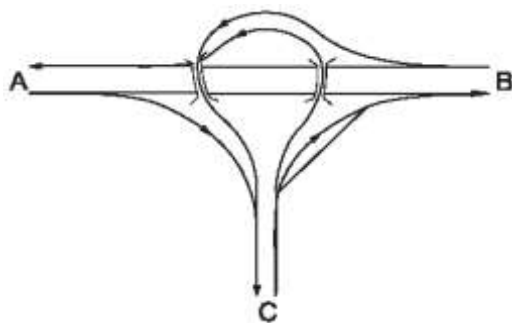


Slika 5.2.5: Desna truba

Varijacija trube je tip kruška, koji zahteva više prostora, ali poboljšava uslove vožnje po unutrašnjoj rampi. Ovaj tip priključka zahteva i dva objekta. Kod kruške postoje dve varijante: pravac B-C je prioritetni (slika 5.2.6) i tip sa prioritetnim pravcem C-A (slika 5.2.7).



Slika 5.2.6: Kruška sa prioritetnim pravcem B-C



Slika 5.2.7: Kruška sa prioritetskim pravcem A-C

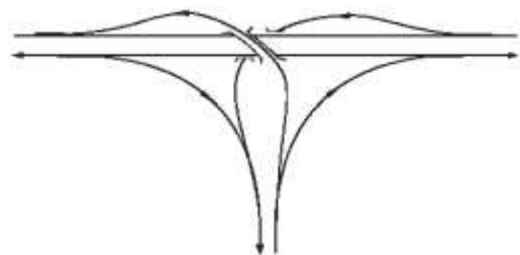
5.2.4.3.2 Trougao

Kod trougla su sva leva skretanja vođena poludirektnim rampama. Ovaj tip zahteva tri objekta (slika 5.2.8) ili jedan dvoetažni objekat (slika 5.2.9).

Trougao je moguće izvesti sa proizvoljno velikim elementima koji dopuštaju velike (nesmanjene) brzine. Ipak, upotreba rampi za brzine $V \geq 80 \text{ km/h}$ se ne preporučuje, jer je i kod većih elemenata potrebno izvesti izlaze na kojima nije poželjna prevelika izlazna brzina, jer je izvođenje izlaza sa trakom za ubrzavanje radi izjednačenja brzine tipski sistem za sve denivelisane priključke i raskrsnice.



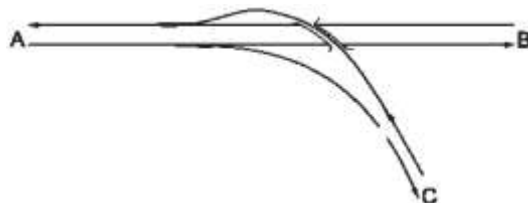
Slika 5.2.8: Trougao sa tri objekta



Slika 5.2.9: Trougao sa jednim dvoetažnim objektom

5.2.4.3.3 Odvajanje

Odvajanje je poseban slučaj trougla gde se iz nekog razloga (podređenost saobraćajnih tokova, lokalne specifičnosti i drugo) isključuje jedan pravac za skretanje. Specifično gledano, možemo nadoknaditi isključene pravce i van područja takvog denivelisanog čvora (slika 5.2.10).



Slika 5.2.10: Odvajanje

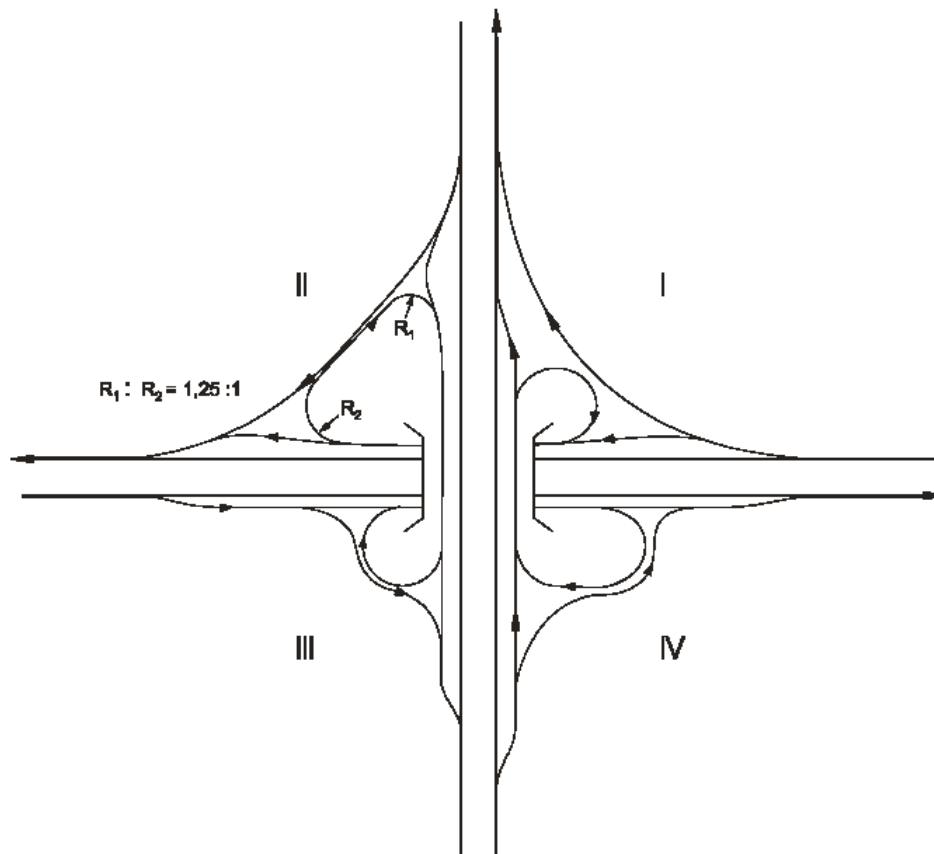
5.2.4.3.3 Četvorokraki denivelisani priključci i raskrsnice

5.2.4.3.3.1 Detelina

U denivelisanom priključku odn. raskrsnici tipa detelina (Slika 11) sva leva skretanja vode se po indirektnim rampama. Potreban je samo jedan objekat, a dužine rampi su relativno male, raspoznavanje i razumljivost priključka je jednostavna, a potrošnja prostora je u odnosu na druge tipove četvorokrakih priključaka odn. raskrsnica relativno mala. Dodatna karakteristika i najveći problem je potreba za preplitanjem saobraćaja sa obe strane oba puta koji se ukrštaju. Prvobitni oblik deteline imao je četiri simetrične indirektno rampe (vidi sliku 5.2.11, III kvadrant) i preplitanje je bilo predviđeno neposredno uz vozne trake. Iz takvog rešenja su proizašle prekratke trake za preplitanje i samim tim velike teškoće u protočnosti i bezbednosti. Za rešavanje tog problema kod inače veoma povoljnog tipa priključka razvijeno je mnogo, sada već standardizovanih, rešenja (oblikovanje unutrašnjih rampi, kao što je prikazano u kvadrantima II i IV, uvođenje traka za preplitanje i uvođenje razdelnih rampi). Sa tim poboljšanjima je detelina najekonomičniji i najčešće korišćen četvorokraki priključak. Možemo ga upotrebiti kada obim preplićućih tokova ne prelazi 1500 vozila/čas i ako za tu saobraćajnu operaciju predvidimo dovoljne dužine rampi za preplitanje.

Po pravilu, u detelinama je potrebno predvideti razdelne rampe. Razdelne rampe možemo nadoknaditi posebnom trakom za preplitanje u sledećim slučajevima:

- ako ne očekujemo probleme u kapacitetu na području preplitanja;
- ako su najveće dozvoljene brzine putevima na koji se ukrštaju između 80 km/h i 100 km/h;
- ako možemo na zadovoljavajući način da rešimo postavljanja signalizacije za usmeravanje saobraćaja;
- ako je moguće obezbediti minimalnu dužinu trake za preplitanje $L \geq 300\text{m}$.



Slika 5.2.11: Detelina sa različitim vođenjem rampi i razdelnih rampi u pojedinačnim kvadrantima

U četiri kvadranta na slici 5.2.11 prikazane su različite mogućnosti izvođenja unutrašnjih indirektnih rampi i razdelnih rampi:

- kružne rampe u I i III kvadrantu omogućavaju ravnomernu vožnju celom dužinom rampe i daju mogućnost za primenu najvećih radijusa pri istoj zauzetosti površina. Ovaj tip rampe se može upotrebiti ako je obezbeđena dovoljna dužina za preplitanje.
- Sa prilagođenim (suženim) oblikom unutrašnje indirektno rampe (II kvadrant) možemo produžiti dužinu prepleta na razdelnoj rampi. Kod tog oblika nastupaju problemi sa neravnomernim uslovima vožnje po rampi koje prouzrokuju nejednaki radijusi rampe sa pravom između njih. Odnosi radijusa smeju biti najviše $R_1:R_2=1.25:1$. Na ulazu u razdelnu rampu moramo uzeti u obzir srazmerno mali radijus, pri istoj potrošnji površine kao kod kružnog oblika rampe.
- Razvučeni oblik indirektno rampe (IV kvadrant) se preporučuje u slučaju kada želimo da dobijemo veću dužinu za preplitanje na razdelnoj rampi, ili samo veću dužinu rampe zbog prevelikih podužnih nagiba.
- Direktno vođene rampe za desno skretanje (I kvadrant) dopuštaju velike brzine vožnje, ali zahtevaju upotrebu većih površina.
- Prilagođeno vođene rampe za desno skretanje (II, III i IV kvadrant) zahtevaju manju potrošnju prostora i po pravilu zahtevaju manje dužine krakova priključka. Prilagođavanje tih rampi je ekonomičnije, a dozvoljavaju manje brzine vožnje. Pri upotrebi načina prilagođavanja lukovima i kontralukovima na samoj rampi mogu nastupiti problemi sa odvođnjavanjem kolovoza na područjima vitoperenja.
- neparalelne razdelne rampe sa većim krivinama koje su prilagođene drugim rampama (I i II kvadrant) povoljnije su od delimično neparalelnih (I i IV, te II i III kvadrant) ili paralelnih razdelnih rampi (III kvadrant)

i IV kvadrant). Kod uliva drugih rampi dobijamo veće dužine za preplitanje i oblikovanje samog izlaza je povoljnije. Izlazi drugih rampi povećavaju dužinu preplitanja na razdelnoj rampi. Usmeravajuću saobraćajnu signalizaciju je moguće tako postaviti, da se poveća njeno raspoznavanje sa manjom potrebnom dužinom krakova denivelisanog priključka. Pored toga, savijanjem trase ispred područja preplitanja postizemo željeno smanjenje brzine.

Pri savijanju trase razdelnih rampi moramo voditi računa da ih izvedemo optički i voznodinamički pravilno i usklađeno. Ispravnu dužinu preplitanja i pravu, koja predstavlja najpovoljniji geometrijski element preplitanja, najuspešnije ostvarujemo tako što savijena prilagođavanja izvedemo na oba kraja između rampi za desno skretanje i unutrašnje indirektno rampe, a međusobno rastojanje treba da teče paralelno sa ukrštenim putevima u pravoj liniji.

5.2.4.3.3.2 Modifikacije deteline

Kao što je već navedeno u prethodnoj tački, kod deteline su problematična leva skretanja. Zbog toga su razvijene razne modifikacije osnovnog oblika deteline za slučaj kada je jedan tok skretanja izuzetno jak. Te modifikacije su prikazane na slikama 5.2.12 i 5.2.13.

Na slikama 5.2.12 i 5.2.13 prikazane su modifikacije za slučaj kada su tokovi skretanja u jednom pravcu veoma jaki i zato ih vodimo po poludirektnim rampama. Na slici 5.2.12 je prikazano vođenje poludirektno rampe unutar deteline tako, da obavlja druge unutrašnje petlje. Na slici 5.2.13 se takva rampa vodi mimo ostalih unutrašnjih petlji deteline.

Navedene modifikacije predstavljaju klasične izvedbe modifikovane deteline. U odnosu na saobraćajne tokove i specifičnosti modifikacija, moguće su i mnoge druge modifikacije (videti stručnu literaturu).

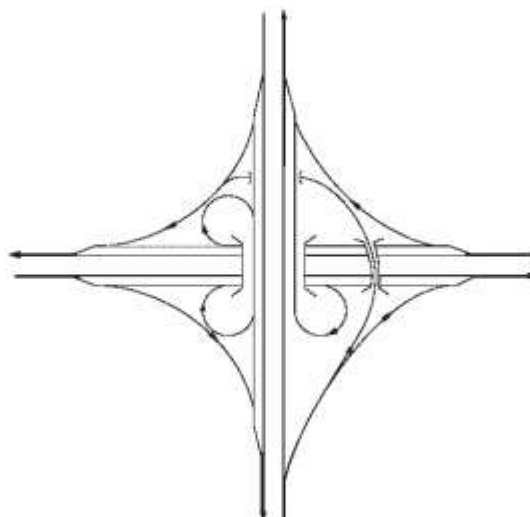
Unutar deteline nastupaju problemi u kvadrantima gde razdelna rampa direktno prelazi u indirektnu unutrašnju rampu. U takvim slučajevima je potrebno izvesti posebno mere, kao što su: horizontalne oznake, usmeravajuća vertikalna signalizacija, više znakova za postepeno

smanjenje brzine, a najbolje je smeštanje kontraluka na razdelnoj rampi ispred uključenja u unutrašnju indirektnu rampu.

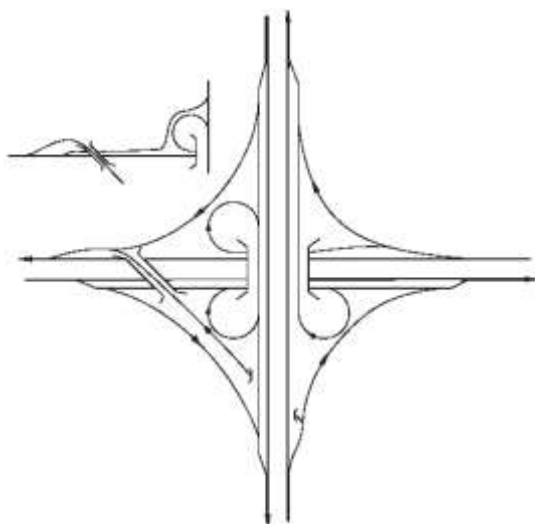
5.2.4.3.3.3 Posebna izvođenja četvorokrakih priključaka i raskrsnica

Kada zbog velikih tokova skretanja ni modifikovane deteline iz tačke 4.3.3.2 ne obezbeđuju dovoljnu propusnost, možemo upotrebiti tzv. »vetrenjaču« (slika 5.2.14) koja vodi sva leva skretanja po poludirektnim rampama. Taj sistem zauzima veću površinu, zahteva pet objekata i suštinski veće građevinske troškove.

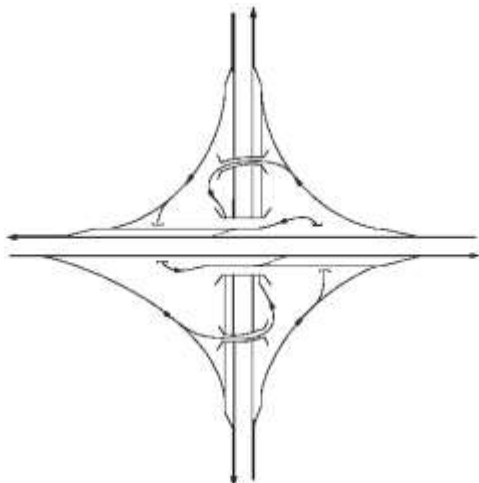
U krajnjem slučaju upotrebljavamo tzv. »malteški krst« (slika 5.2.15), gde su sva skretanja vođena direktno. Ova denivelisana raskrsnica je najzahtevnija kako zbog upotrebe prostora tako i zbog troškova. Zahteva vođenje rampi u četiri nivoa.



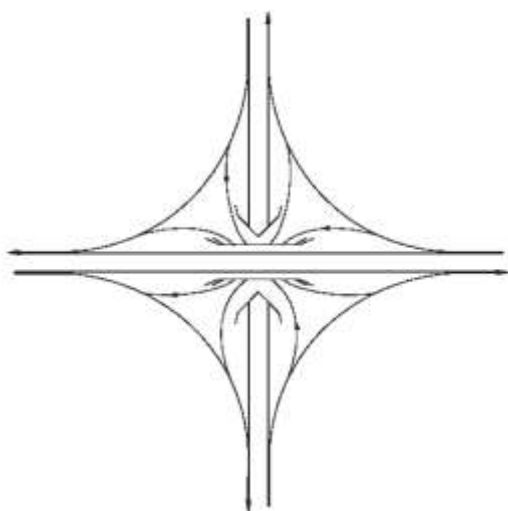
Slika 5.2.12: Modifikovana detelina sa vođenjem jednog levog skretanja po poludirektnoj rampi



Slika 5.2.13: Modifikovana detelina sa vođenjem jednog levog skretanja po direktnoj rampi



Slika 5.2.14: Vetrenjača



Slika 5.2.15: Malteški krst

U tačkama 4.3.2 i 4.3.3. prikazani su osnovni i najčešće korišćeni tipovi denivelisanih raskrsnica. U skladu sa specifičnim saobraćajnim, terenskim, urbanističkim i pejzažnim uslovima, razvijene su mnoge modifikacije ovih osnovnih tipova koji su navedeni u stručnoj literaturi.

5.2.5 DENIVELISANI PRIKLJUČCI

Denivelisane priključke koristimo za priključivanje sekundarnih puteva na primarne puteve.

Za izvođenje denivelisanih priključaka već su razvijeni sistemi, koji su provereni u praksi i zatim usavršeni. Razlikuju se po vođenju rampi i priključivanju na sekundarne puteve.

Rampe moraju biti po obliku i dužini vođene tako da omogućavaju promenu brzine od brzine na primarnom putu (autoputu) do površinske raskrsnice na sekundarnom putu, gde moramo uzeti u obzir slučaj kada vozila moraju da se zaustave. Površinske raskrsnice se izvođe po Priručniku za projektovanje puteva, odeljak Raskrsnice i priključci.

Ukupna propusnost površinske raskrsnice na sekundarnom putu je važna za izbor tipa priključka, jer mora omogućiti da eventualni zastoji u površinskoj raskrsnici ne prouzrokuju zastoje na primarnom putu.

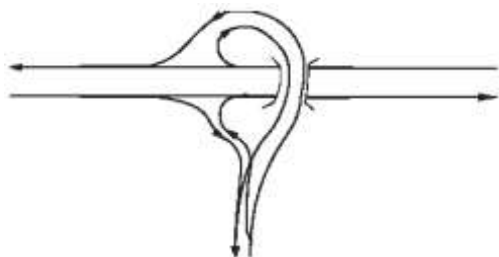
Odluka o tipu denivelisanog priključka uslovljena je lokalnim uslovima i činjenicama. Tip priključka mora biti po mogućstvu izabran tako da se najjači saobraćajni tok u površinskoj raskrsnici na sekundarnom putu vodi kao desno skretanje.

5.2.5.1 Trokraki priključci

Po pravilu, za trokraki denivelisani priključak koristimo tip trube. U načelu važe odredbe iz tačke 4.3.2.1, osim što možemo u odnosu na druge funkcije da izaberemo manje elemente. Razlika je u suštini ta, što su razlike brzina na primarnom i sekundarnom putu veće, te je tako prelaz sekundarnog puta u rampe priključaka potrebno izvesti sa suprotno usmerenim radijusima za već prethodno smanjenje brzine.

Pored trube, koristimo veliki broj specifičnih rešenja koja mogu imati na sekundarnom putu i površinske raskrsnice ili trake za preplitanje.

Kod kraćih rastojanja do susednog priključka ili odvajanja, naročito se primenjuje tip poludeteline (slika 5.2.16).



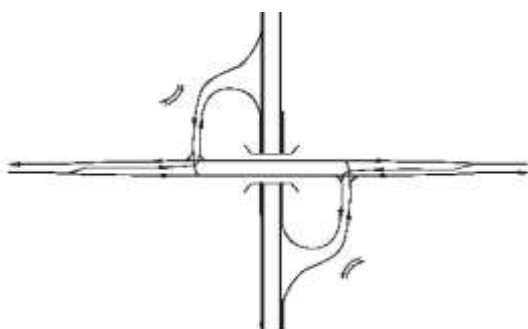
Slika 5.2.16: Priključak u obliku poludeteline – prilagođeni tip izvođenja

5.2.5.2 Četvorokraki priključci

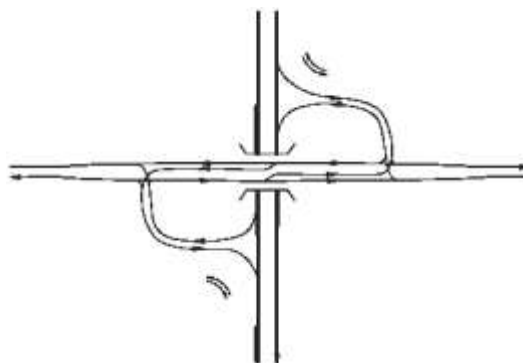
U glavnom za četvorokrake denivelisane priključke koristimo poludetelinu ili romb.

5.2.5.2.1 Poludetelina

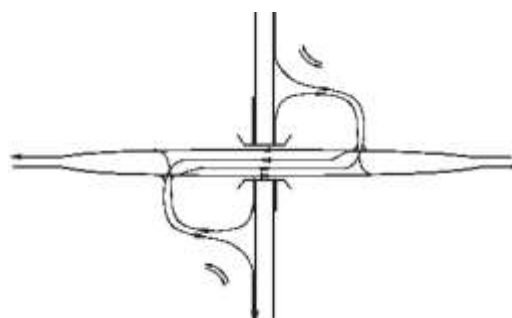
Kod poludeteline su oba puta koji se ukrštaju povezana sa rampama koje leže u dva kvadranta. Položaj i oblik rampi zavise od lokalnih činjenica, saobraćajno tehničkih parametara i visinskog vođenja oba puta. Ta rešenja su u glavnom saobraćajno i prostorno povoljna. Na slikama 5.2.17 do 5.2.20 data su najčešća rešenja.



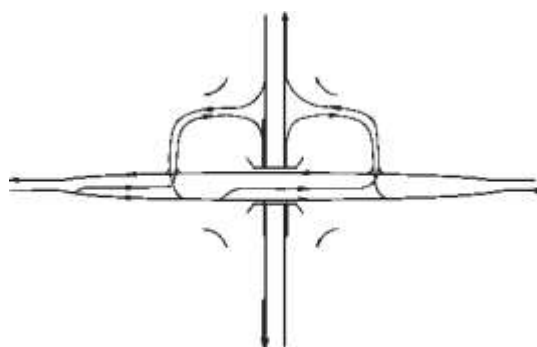
Slika 5.2.17: Nesimetrična poludetelina sa spoljašnjim trakama za levo skretanje



Slika 5.2.18: Nesimetrična poludetelina sa unutrašnjim trakama za vozila koja skreću levo



Slika 5.2.19: Nesimetrična polu-detelina sa unutrašnjim trakama i paralelnim trakama za vozila koja skreću levo



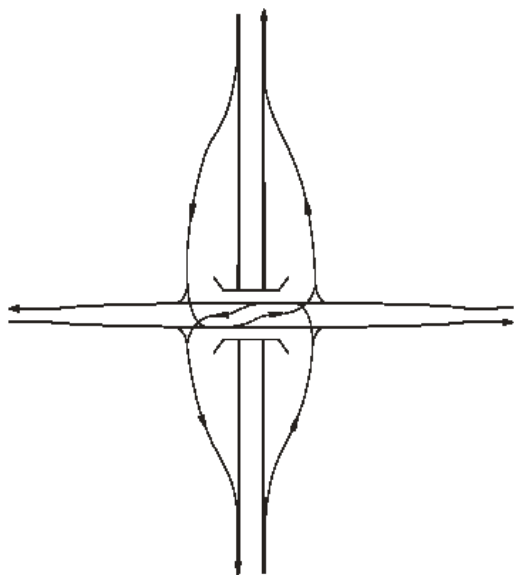
Slika 5.2.20: Simetrična poludetelina

Raspodela rampi u pojedinačne kvadrante zavisi od saobraćajnih tokova (veći saobraćajni tokovi treba da skreću desno na sekundarnom putu), a sam oblik rampi zavisi od dužine koja je potrebna između oba površinska priključka na sekundarnom putu, ili zbog visinskih uslova, ili zbog potrebnog postavljanja traka za levo skretanje. Leva skretanja je moguće između oba priključka razmestiti na različite načine u skladu sa Priručnikom za raskrsnice i priključke.

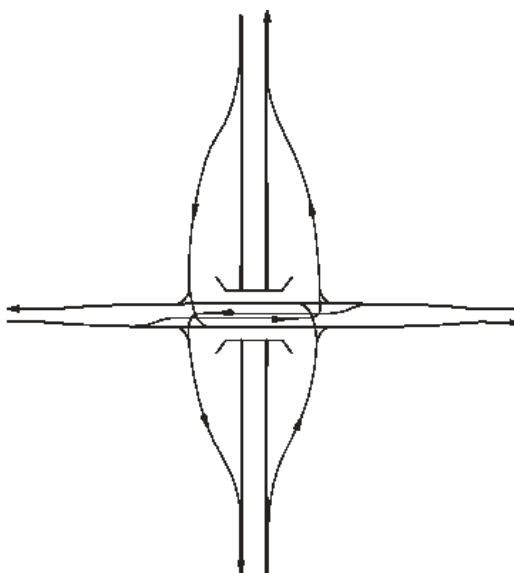
5.2.5.2.2 Romb

Kod romba, oba puta koja se ukrštaju se povezuju jednosmernim rampama u sva četiri kvadranta. Zbog relativno male upotrebe prostora, malih potrebnih rastojanja u pravcu sekundarnog puta i zbog dobre orijentacije na sekundarnom putu, te srazmerno dobre propusnosti rombovi su veoma povoljna rešenja za opterećenije priključke u ograničenim prostornim uslovima (urbanizovana područja).

Na slikama 5.2.21 do 5.2.24 prikazani su osnovni sistemi za izvođenje romba. Skoro po pravilu je potrebno površinske raskrsnice na sekundarnom putu opremiti semaforima.



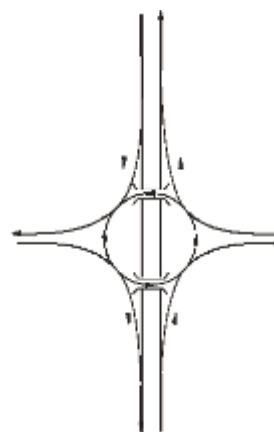
Slika 5.2.21: Romb sa unutrašnjim paralelnim trakama za leva skretanja



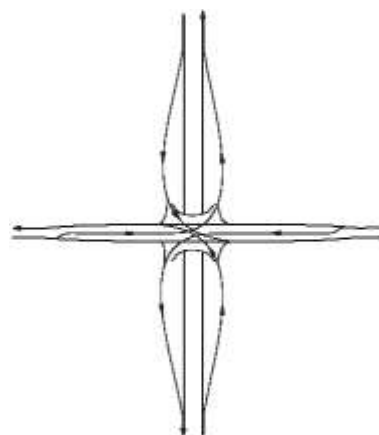
Slika 5.2.22: Romb sa unutrašnjim paralelnim trakama za leva skretanja

Propusnost obe raskrsnice u nivou na sekundarnom pravcu određuje odstojanje između tih raskrsnica, koje čini sastavni deo ovakve vrste denivelisanog kolovoza. Kod većih saobraćajnih opterećenja, gde je u površinskim raskrsnicama potrebno više traka za jedan smer, dolazi do velikih širina na sekundarnom pravcu i do loše orijentacije na ulazima u pojedinačne trake.

Oblik romba po šemi sa slika 5.2.23 i 5.2.24 obezbeđuje veću saobraćajnu propusnost. Oblik na slici 5.2.23 zahteva kružni tok. Oblik na slici 5.2.24, gde su obe površinske raskrsnice sažete u jednu, zahteva semaforizaciju te raskrsnice, a sva desna skretanja mogu da se kreću bez zaustavljanja.



Slika 5.2.23: Romb sa kružnim tokom



Slika 5.2.24: Romb sa spoljašnjim trakama za leva skretanja

5.2.6 DIMENZIONISANJE I OBLIKOVANJE

5.2.6.1 Opšte

Ako je moguće, pojedinačne saobraćajne trake koje se u denivelisanom priključku ili kolovozu razdvajaju ili spajaju je neophodno voditi nepromenjenom trasom i elementom nivelete. Kada to nije moguće ili je tehnički i ekonomski neprihvatljivo, prvenstveno se prilagođavaju saobraćajne trake sekundarnog puta.

Razlikujemo dve grupe:

1. rampe koje povezuju dva autoputa (denivelisano – denivelisano)
2. rampe koje povezuju autoput i sekundarni pravac (denivelisano – površinsko)

Rampe po tipovima delimo kao što je prikazano u tački 5.2.7.2.1.

5.2.6.2 Rampe

Prema načinu vođenja, delimo ih na slobodno vođene rampe i prilagođene rampe.

5.2.6.2.1 Grupe i tipovi rampi

Tabela 5.2.3: Minimalni elementi za dimenzionisanje rampi

ELEMENT	Oznaka	Minimalni elementi za proračun vrednosti v_R [km/h]					
		30	40	50	60	70	80
Minimalni radijus	R [m]	25	50	80	130	190	280
Najveći podužni nagib	uspon +s [%]	5,0					
	pad -s [%]	6,0					
Radijus konveksne krivine	R_{KONVEK} [m]	500	1000	1500	2000	2800	4000
Radijus konkavne krivine	R_{KONKAV} [m]	250	500	750	1000	1400	2000
Minimalni poprečni nagib	q [%]	2,5					
Maksimalni poprečni nagib	qk [%]	6,0					
Minimalni nagib vitoperenja rampe	Δ_s [%]	0,1 *a a ... rastojanje od ose vitoperenja do ivice rampe					
Minimalna zaustavna preglednost	L_z [m]	25	30	40	60	85	115

Na slici 5.2.25 dat je pregled tipova za obe grupe rampi, zajedno sa okvirnim računskim brzinama.

Na slici 5.2.25 prikazane su preporučene računске brzine za različite grupe i tipove rampi.

U pripadajućoj tabeli (tabela 5.2.3) dati su elementi za oblikovanje trase i nivelete u odnosu na računsku brzinu.

Pri oblikovanju rampi ne možemo u celosti zadržati karakteristike koje važe za otvorenu trasu (oblikovanje trase i nivelete u prostoru). Moramo zadržati samo kriterijum oblikovanja sa stanovišta dovoljne preglednosti vožnje. Često je potrebno da svesno oblikujemo rampe nepovezano, tako da naglasimo minimalne elemente koje ne možemo izbeći kod denivelisanih priključaka i raskrsnica.

5.2.6.2.2 Projektni elementi trase i nivelete rampi

5.2.6.2.2.1 Osnove

Elementi za projektovanje trase i nivelete rampi su date za obe grupe i prema pojedinačnim tipovima u tabeli 5.2.3 u odnosu na računsku brzinu ($V_{rac}=30-80\text{km/h}$).

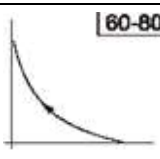
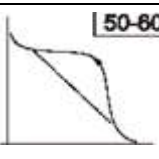
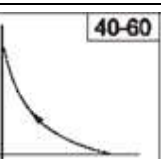
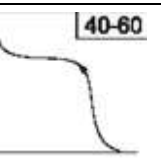
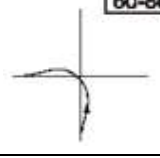
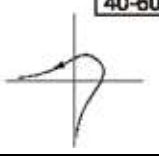
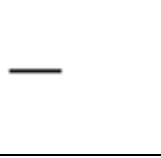
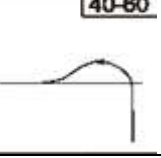
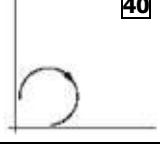
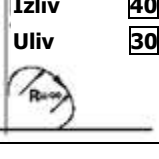
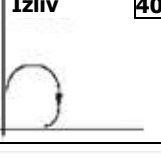
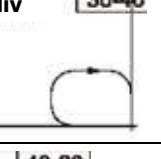
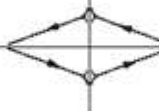
Minimalne elemente trase i nivelete koristimo samo za oblikovanje rampi denivelisanih priključaka i raskrsnica. Za delove u nivou

važje odredbe za oblikovanje površinskih raskrsnica.

Najveće dužine paralelnih rampi ne treba da prelaze 200-300m, kako bi se izbegao utisak jednog puta sa više saobraćajnih traka.

Dužina rampi zavisi od uslova trasiranja, dovoljnih prostornih i vremenskih udaljenosti između pojedinačnih tačaka (izlazi, ulazi, preplitanja), vertikalne signalizacije, raspodele saobraćaja itd.

Izlazne rampe se pre priključivanja na sekundarni put vode tako da se obezbedi preglednost u dužini od najmanje 50m. U suprotnom, mora se već pre i na samoj rampi postaviti odgovarajuća signalizacija za površinsku raskrsnicu na sekundarnom putu.

Tip rampe vođenje saobraćaja	Grupa rampi 1 denivelisano – denivelisano		Grupa rampi 2 (denivelisano – površinsko)	
	Vođenje trase			
	Neprilagođeno	Prilagođeno	Neprilagođeno	Prilagođeno
Direktno	 60-80	 50-60	 40-60	 40-60
Poludirektno	 80-80	 40-60	 40-60	 40-60
Indirektno	 40	 Izliv 40 Uliv 30	 Izliv 40	 Uliv 30-40
Direktno	Razdelna rampa 60-80		 40-80	

Slika 5.2.25: Tipovi rampi i preporučene računске brzine [km/h]

5.2.6.2.2.2 Trasa

Pravu kao element trase moguće je upotrebiti bez ograničenja.

Minimalne radijuse za određenu računsku brzinu uzimamo iz tabele 3 ili grafikona $q=f(R)$ na slici 5.2.26.

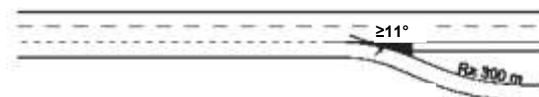
Za sve prelaze između elemenata trase sa različitom zakrivljenošću upotrebljava se prelazna kriva u obliku klotoide, po pravilu u opsegu $R/3 < A < R$.

Kod radijusa $R=30-60m$ moramo često zbog pravilnog vitoperenja kolovoza rampe izabrati prelazne krive sa $A=R$.

Da bi se na izlazima ostvarila zadovoljavajuća i pravovremena preglednost razdelnog trougaonog ostrva i da bi se ostvarilo pravilno smanjenje brzine, prelomni ugao izlazne rampe mora u odnosu na glavni pravac da iznosi minimalno 11° . Kod razdelnih i paralelnih rampi moramo za dostizanje ovog uslova više puta izvesti skretanje rampe, kao što je to prikazano na slici 26a-c. Kada skretanje nije moguće, moramo izvesti paralelnu ili razdelnu rampu sa odmicanjem, tako da prelomni ugao iznosi najmanje $5,5^\circ$ (slika 5.2.26). U takvim slučajevima preplitanje na samoj rampi

izvodimo prema tipovima IR1 i IR3 (slika 5.2.32). Pri izvođenju uvijenih razdelnih i paralelnih rampi, preplitanje izvodimo prema tipovima IR2 i IR4 (Slika 5.2. 32).

Na ulazima se povećava propusnost ako se ispred mesta preplitanja ostvare takvi uslovi da vozila mogu da povećavaju brzinu (elementi trase, preglednost ulaza i primarni putevi). To se postiže time što se pored drugih uslova preglednosti predvidi preplitanje pod što manjim uglom na glavni pravac (3-5°).



a) Paralelna rama



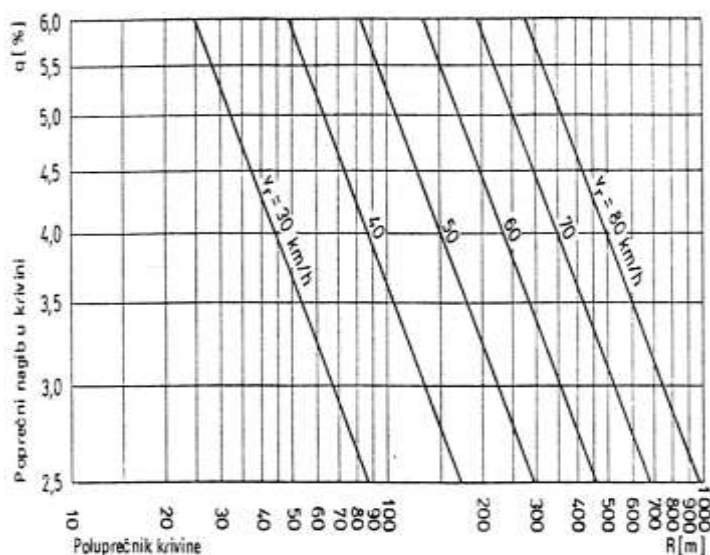
b) Razdelna paralelna rama



c) Razdelna skrenuta rama



Slika 5.2.26: Uvijanje paralelnih i razdelnih rampi

Slika 5.2.27: $q=f(R)$

5.2.6.2.2.3 Niveleta

Najveće produžne nagibe rampi za pojedinačne tipove rampi i računске brzine uzimamo iz tabele 3. Pri većim produžnim

nagibima glavnih pravaca priključka ili raskrsnice moguće je te vrednosti na pojedinačnim rampama prekoračiti do maksimalne vrednosti $s_{max}=10\%$, ali samo u slučajevima kada je posmatrana rama

istegnuto trasno vođena. Ipak, moramo voditi računa da dužina vitoperenja bude dovoljna, tako da rezultujući nagibi budu u dozvoljenim granicama.

Radi zadovoljavajućeg odvodnjavanja rampi moramo voditi računa da na mestima vitoperenja minimalni podužni nagib rampe bude jednak ili veći od nagiba rampe vitoperenja.

Vitoperenje se izvodi oko ose rampe koju biramo u odnosu na NPP rampe, kao što je prikazano na slici 5.2.28. Tako izabrana osovina rampe obezbeđuje ispravno trasno i niveletno uklapanje rampi na i sa glavnih pravaca denivelisanog priključka ili raskrsnice. Osim toga, vitoperenje oko te ose obezbeđuje pravilno uključenje rampi na glavne pravce i isključenje rampi sa glavnih pravaca denivelisanog priključka ili raskrsnice.

Veličinu radijusa vertikalnih krivina uzimamo iz tabele 3. Ti radijusi mogu biti i manji, ako je

zadovoljen uslov zahtevane preglednosti za zaustavnu dužinu pri predviđenoj računskoj brzini.

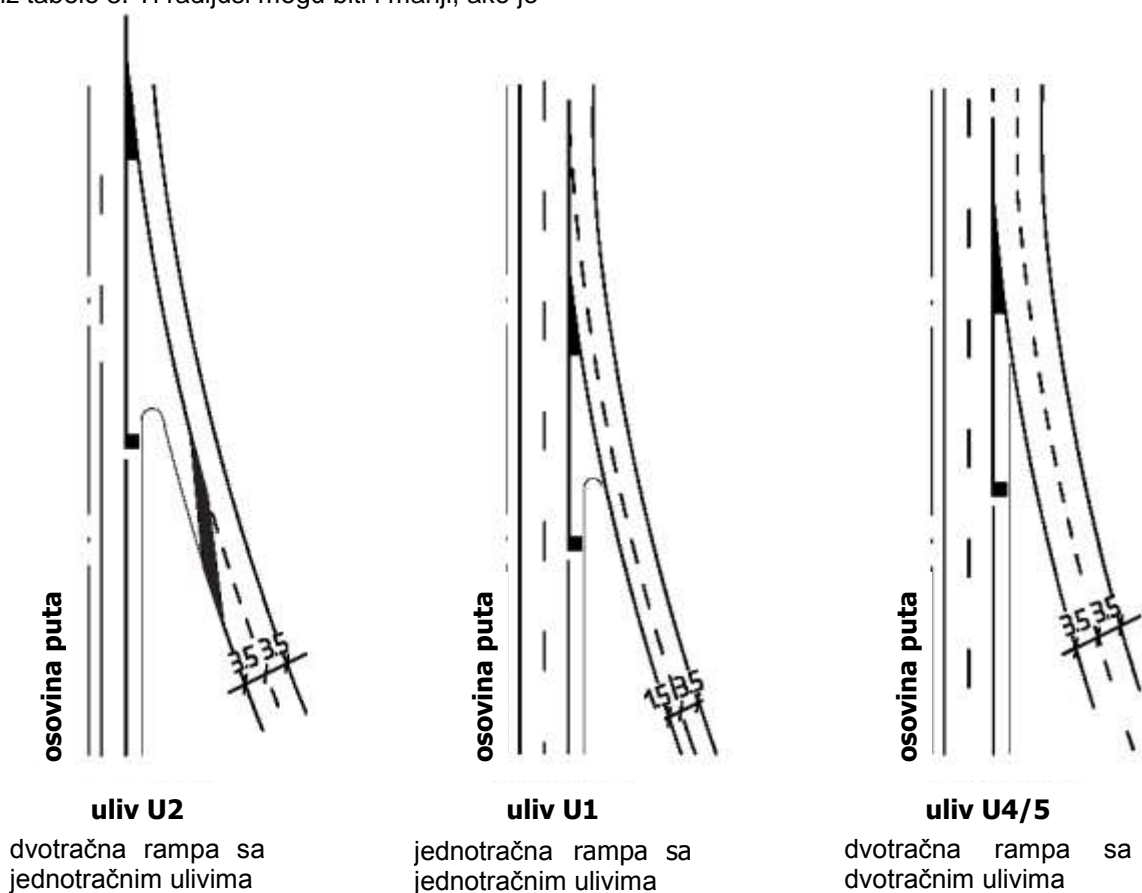
5.2.6.2.3 Elementi poprečnog profila

5.2.6.2.3.1 Normalni poprečni profili

Grupa rampi 1 (denivelisano – denivelisano)

Poprečni profil NPP1 koristimo u slučajevima kada dužina i saobraćajno opterećenje rampe to dopuštaju (grafikon na slici 29). Nezavisno od dužine rampe, ovaj profil koristimo uvek kod petlji, osim kod trokrakih priključaka i raskrsnica, kao i na priključcima sa razdelnim rampama.

Dužina rampe je rastojanje između razdelnih ostrva ulaza i izlaza, odnosno između odvajanja i spajanja rampi na području raskrsnice, gde se saobraćajni uslovi ne menjaju. Taj kriterijum primenjujemo i na trake za preplitanje.



Slika 5.2.28: Položaj ose na rampi denivelisane raskrsnice

Tip NPP2 koristimo kada to zahteva dužina odnosno saobraćajno opterećenje (pogledajte grafikon na slici 29). Tako se pri većoj dužini rampe ostvaruje mogućnost preticanja.

Tip NPP3 koristimo pri saobraćajnim opterećenjima preko 1200 voz/h na posmatranom delu rampe.

Za razdelne rampe se preporučuje upotreba tipa NPP2 ili NPP3. Osnovnom poprečnom profilu rampe se uvek dodaju trake za preplitanje. U slučajevima kada nema prostora za puni profil rampe sa dve saobraćajne trake i za stazu za preplitanje, izvodi se rampa sa jednom saobraćajnom trakom i trakom za preplitanje.

Kod trokrakog denivelisanog priključka odn. raskrsnice ravnopravnih puteva (zvezda) izvode se rampe koje se protežu direktno između glavnih pravaca, sa poprečnim profilima glavnih pravaca ili sa NPP2 i NPP3.

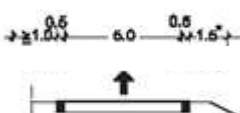
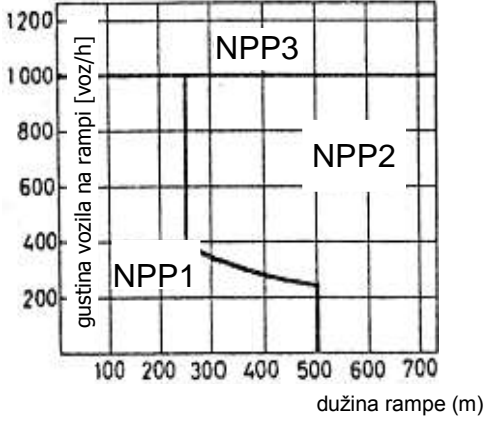
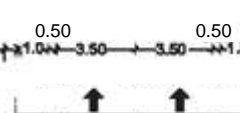
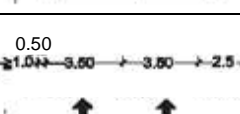
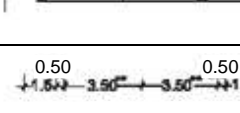
Kod izlaza odnosno ulaza na glavne pravce izvode se jednaki poprečni profili kao i na ostalim delovima rampe. Sužavanja koja su potrebna zbog saobraćajnih operacija

potrebno je izvesti pomoću oznaka na kolovozu.

Ako su glavni pravci raskrsnice izvedeni sa slabijim elementima poprečnog profila nego što je određeno sa NPP2 ili NPP3, onda i za uzastopne rampe koristimo isti profil.

Grupa rampi 2 (denivelisano – površinsko)

Za taj tip rampi možemo upotrebiti poprečne profile NPP1, NPP2 i NPP4. U slučajevima kada se na dvosmernim rampama predviđaju posebne razdelne trake, rampe mogu imati različite profile koji su sačinjeni od elemenata profila NPP2. Priključci na sporedni put oblikuju se u skladu sa Priručnikom za projektovanje puteva, dio Raskrsnice i priključci. Izlazi i ulazi sa glavnih pravaca moraju biti oblikovani prema tipovima NPP1 ili NPP2. Profil NPP2 se koristi prvenstveno kada priključivanje na sekundarni put zahteva više od jedne trake (trake za prestrojavanje na površinskoj raskrsnici). Time se sprečava uticaj zastoja na površinskom priključku na put sa prvenstvom prolaza.

POPREČNI PROFIL OPIS		ELEMENTI POPREČNOG PROFILA	UPOTREBLJIVOST PROFILA
NPP1	jednotračni profil		
NPP2	dvotračni profil		
NPP3	dvotračni profil sa zaustavnom trakom		
NPP4	dvotračni profil sa dva suprotna smeru		
* 1,0m u usecima			
** Pri $R \leq 130m$, saglasno tč. 5.2.3.4 kada je potrebno proširenje kolovoza			

Slika 5.2.29: Normalni poprečni profil rampe

Kada je dovoljan profil sa jednom saobraćajnom trakom, možemo za svaki smer izabrati profil NPP1 sa razdelnom trakom između njih. Kada je paralelni tok duži od 125m, biramo ekonomičniji profil NPP4. Pri upotrebi razdelne trake je dopušteno da svaka vozna traka ima svoju niveletu. Moramo voditi računa da se razlika može savladati razdelnom trakom (odvodnjavanje i poprečni nagib razdelne trake).

5.2.6.2.3.2 Poprečni nagib rampi

Rampe se izvode u jednostranom poprečnom nagibu, zaključno sa ivičnim trakama i trakama za zaustavljanje. Minimalni poprečni nagib je zbog odvodnjavanja 2,5%, a maksimalni u krivinama 7% (8%). Poprečne nagibe za pojedinačne radijuse očitavamo sa grafikona na slici 26. Kod rampi je oblikovanje pojedinačnih ivica u pogledu niveleta veoma osetljivo, zbog čega možemo u krivinama sa radijusima $R > 1000m$ predvideti suprotni poprečni nagib od 2,5%, ako je to povoljnije za vođenje ivica.

Pri sastavljanju istosmernih krivina, možemo u krivini sa većim radijusom predvideti veći poprečni nagib (u odnosu na grafikon) ako je to povoljno za vođenje ivice rampe. Taj princip važi i za pravu između dve istosmerne krivine. Rampa mora imati po pravilu isti poprečni nagib kao put, odnosno rampa, na koju se priključuje. U posebnim slučajevima koje je potrebno ekonomski opravdati, razlika poprečnih nagiba može iznositi maksimalno 5%.

5.2.6.2.3.3 Vitoperenje poprečnog profila

Vitoperenje poprečnog profila se izvodi između područja rampe sa različitim stepenom ili pravcem zakrivljenosti.

Minimalni nagib rampe vitoperenja dat je u tabeli 3. Po pravilu se vitoperenje izvodi na dužini prelazne krive.

Na izlivima i ulivima možemo samo u izuzetnim slučajevima da odstupimo od pravila da sve paralelne trake treba da imaju isti pravac i nagib kao glavni pravci. Ako je na izlazima i ulazima zbog vođenja niveleta rampi ili drugih razloga neophodno vitoperenje, možemo između glavnog pravca i trake za usporenje odn. ubrzanje na početku razdelnog ostrva dozvoliti klinastu površinu koja na stranicama trougla ima nagib od maksimalno 5%. Vitoperenje izlaza

odn. ulaza možemo na takav način produžiti do kraja prelaza u traku za usporenje odn. ubrzanje.

5.2.6.2.3.4 Proširenje rampi u krivinama

Kod rampi tipa NPP1, NPP2 i NPP3 koje su prohodne samo u jednom smeru, proširenja u krivinama nisu potrebna. Kod tipa NPP4 (dvosmerni saobraćaja) izvode se proširenja pomoću radijusa $R \leq 130m$ u skladu sa propisima za projektovanje puteva van naselja.

5.2.6.2.3.5 Dodavanje ili oduzimanje traka

Promenu broja traka moramo izvesti na odgovarajućoj dužini. Posebno moramo voditi računa o tome da kod zakrivljene rampe ne dođe do nepovoljnih optičkih efekata (bez kontra krivina). Povoljan tok je obezbeđen ako za veći radijus na području promene širine važi nejednačina:

$$R < \frac{L_z^2}{4 \cdot i}$$

L_z [m] dužina na kojoj je promenjena širina

i (m) promena širine

Ivice kolovoza mogu se trasirati nezavisno od ose ili se izračunavaju pomoću polaznih vrednosti L_z prema tabeli 3.

5.2.6.3 Izlazi

5.2.6.3.1 Oblikovanje izlaza

Izlazi moraju biti ujednačeno oblikovani prema standardnim tipovima. Izlazi na samim rampama mogu biti oblikovani sa manjom zahtevnošću nego izlazi sa glavnih pravaca.

Za oblikovanje izlaza su, pored saobraćajnih operacija smanjenja brzine i izlaženja sa glavnog pravca, od suštinske važnosti dva svojstva: prepoznatljivost i saobraćajna propusnost. Zbog toga moramo izlaze po pravilu oblikovati sa paralelnim trakama za smanjenje brzine.

Zaustavnu traku na području trake za usporenje gradimo samo izuzetno, ali i bankina do zaštitne ograde treba da bude toliko široka da dozvoljava zaustavljanje u nuždi bez suštinskog ometanja saobraćaja.

Na području trake za usporenje i samog izlaza izvodi se trajna horizontalna signalizacija.

5.2.6.3.1.1 Tipovi izlaza sa glavnog pravca

Izbor tipa izlaza zavisi od poprečnog profila izlazne rampe. Tipovi izlaza prikazani su na slici 30.

- Izlaznu rampu sa jednom trakom i jednom trakom za usporenje oblikujemo prema tipu I1. Izlazna rampa ima profil NPP1.
- Izlaz sa dve saobraćajne trake i jednom trakom za usporenje oblikujemo prema tipu I2, ako je izlazna rampa tipa NPP2. Ovaj tip može imati veoma veliku propusnost, naročito ako na glavnom pravcu pravovremeno i pravilno označimo dvosmerni izlaz. Da bi se ostvarila veća propusnost, otvor izlaza ne treba da bude previše zakrivljen, što dopušta veću brzinu i pre svega veću optičku bezbednost. Elementi trase treba da obezbeđuju jednaku računsku brzinu kao i na glavnoj trasi, ili je potrebno brzinu na glavnoj trasi ispred izlaza ograničiti.
- Tip I3 predstavlja rešenje za izlaznu rampu sa dve saobraćajne trake sa poprečnim profilom NPP3 sa dvostrukom trakom za usporenje. Koristimo je kada je izlazni saobraćaj veoma jak, odnosno veći od saobraćaja na glavnom pravcu. Pri upotrebi ovog tipa izlaza obavezno je označavanje portalima.
- Tip izlaza I4 predstavlja rešenje kada se koristi izlazna rampa sa dve saobraćajne trake tipa NPP3 i kada glavni pravac ima tri ili više saobraćajnih traka, te je stoga, uzimajući u obzir saobraćajno opterećenje, broj saobraćajnih traka moguće posle izlaza smanjiti za jednu. Kod ovog tipa jedna traka glavnog pravca prelazi direktno u rampu za skretanje. Ovoj traci se dodaje sa desne strane i traka za usporenje koja ulazi u drugu traku rampe skretanja sa dve saobraćajne trake. I kod ovog tipa zahteva se označavanje na glavnom pravcu pomoću portala, koje je potrebno dopuniti horizontalnim oznakama - strelicama.
- Kod tipova I2, I3 i I4 izlazne rampe se izvode kao jedan smer autoputa ako on bez izlaza direktno prelazi u drugi (trokrake raskrsnice autoputa I5).
- Tip izlaza I5 je varijanta izlaza tipa I4. Ovaj tip se preporučuje u slučajevima veoma velikih saobraćajnih tokova koji skreću desno i rasterećuje krajnju desnu traku ispred izlaza. Obavezna je upotreba

usmeravajuće signalizacije na portalima. Loša strana ovog tipa izlaza je otežana orijentacija, pa se zato preporučuje postavljanje usmeravajuće table sa unutrašnjim osvetljenjem. Široka (0,5m) isprekidana linija kao produžetak razdelnog ostrva ne treba da bude kraća od 150m, tako da vozila koja su se pogrešno prestrojila još uvek mogu da nastave kretanje u smeru vožnje.

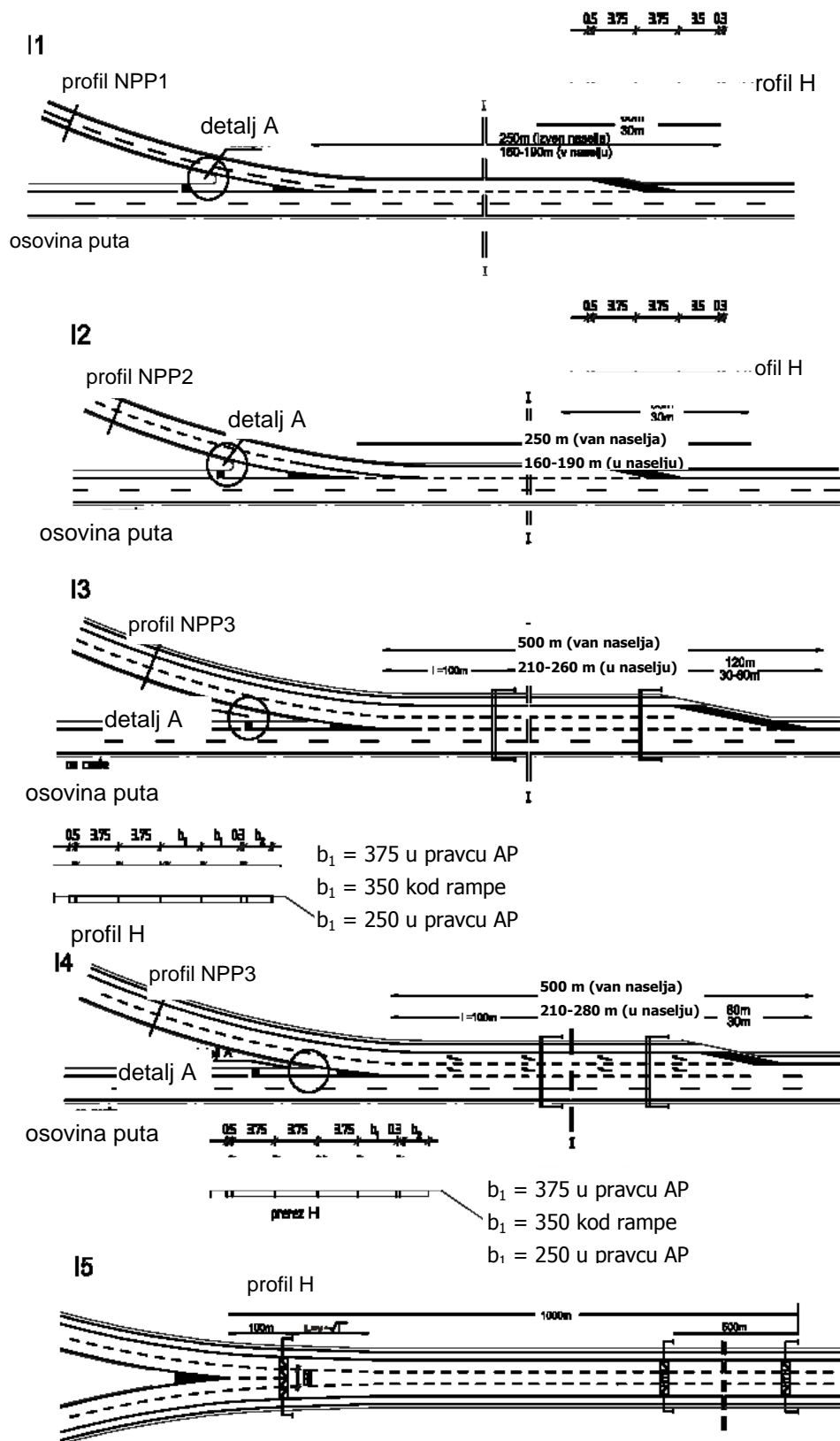
5.2.6.3.1.2 Tipovi izlaza sa rampi

Tip izlaza sa rampe zavisi od zahtevanih profila rampi ispred i iza izlaza. Minimalno rastojanje uzastopnih izlaza sa rampe (rastojanje od razdelnog ostrva do početka markacije ostrva na sledećem izlazu) iznosi 180m za tipove IR1 i IR2, a 260 m za tipove IR3 i IR4 (preplitanje). Tipovi izlaza sa rampi su prikazani na slici 32.

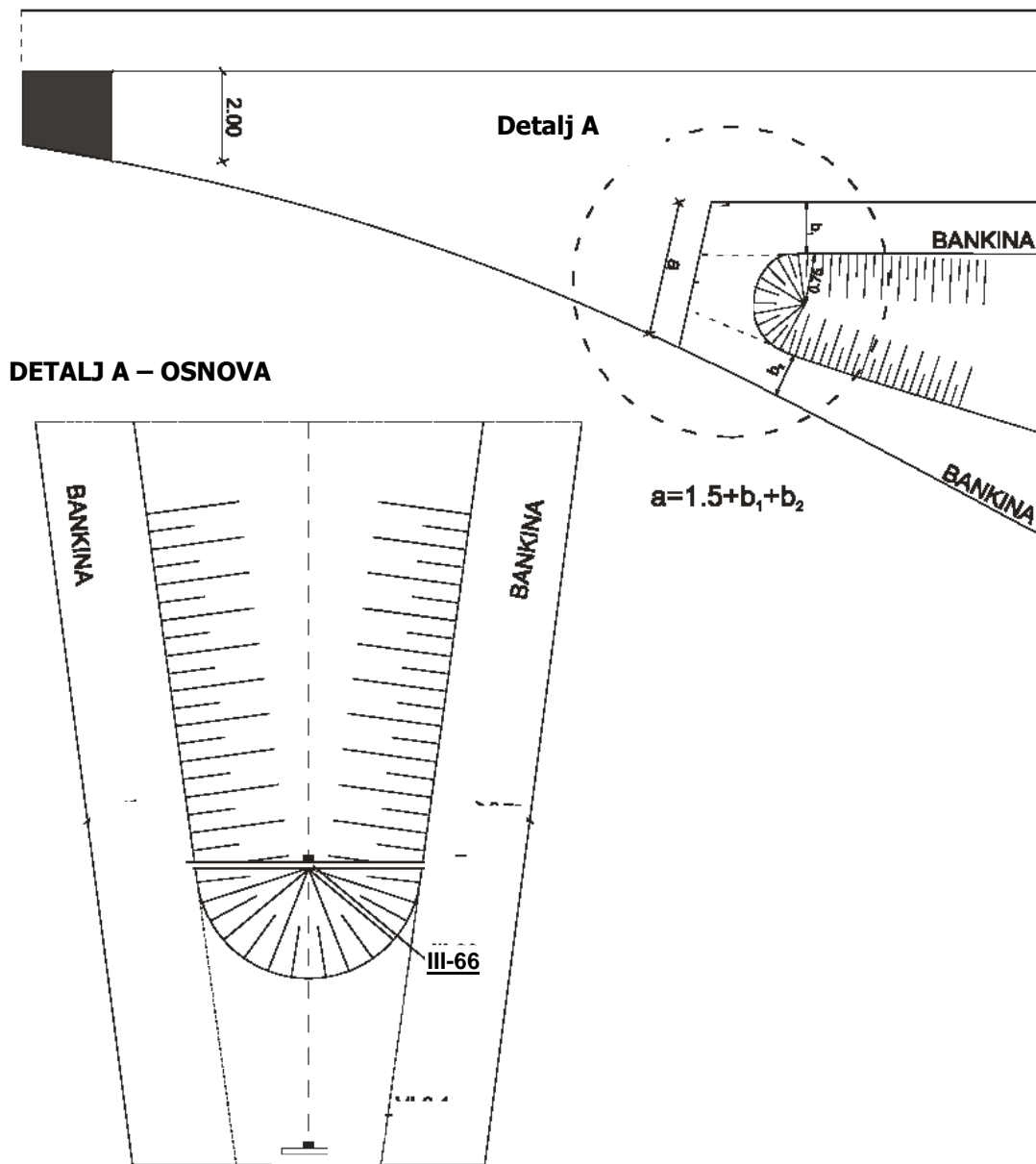
- Tip IR1 sa izlazom sa jednom saobraćajnom trakom sa rampe sa jednom saobraćajnom trakom se koristi kada su obe rampe izvedene sa poprečnim profilom NPP1. Na području trake za usporenje možemo izvesti i tip NPP2, ako je potrebno proširenje i suženje glavne rampe moguće izvesti optički povoljno.
- Tip IR2 je jednostavno račvanje koje se koristi kod dužih rampi (prekoračenje rastojanja zahteva profil sa dve trake) ili kada je ovo izvođenje povoljno zbog vođenja trase rampe (npr. kod uvijenih razdelnih rampi).
- Tip IR3 predstavlja izlaz sa jednom saobraćajnom trakom sa rampe koja ima dve saobraćajne trake. Koristimo ga kada se kratka i manje opterećena rampa (NPP1) odvaja od duge ili jako opterećene glavne neprekidne rampe sa normalnim profilom NPP2 ili NPP3.
- Tip IR3 predstavlja izlaz sa dve saobraćajne trke sa rampe koja ima dve saobraćajne trake. Koristi se u slučajevima kada su saobraćajni tokovi koji skreću jači od saobraćaja na prvobitnom pravcu. Izlaz je oblika račve.

Preporuke za postavljanje saobraćajnih oznaka:

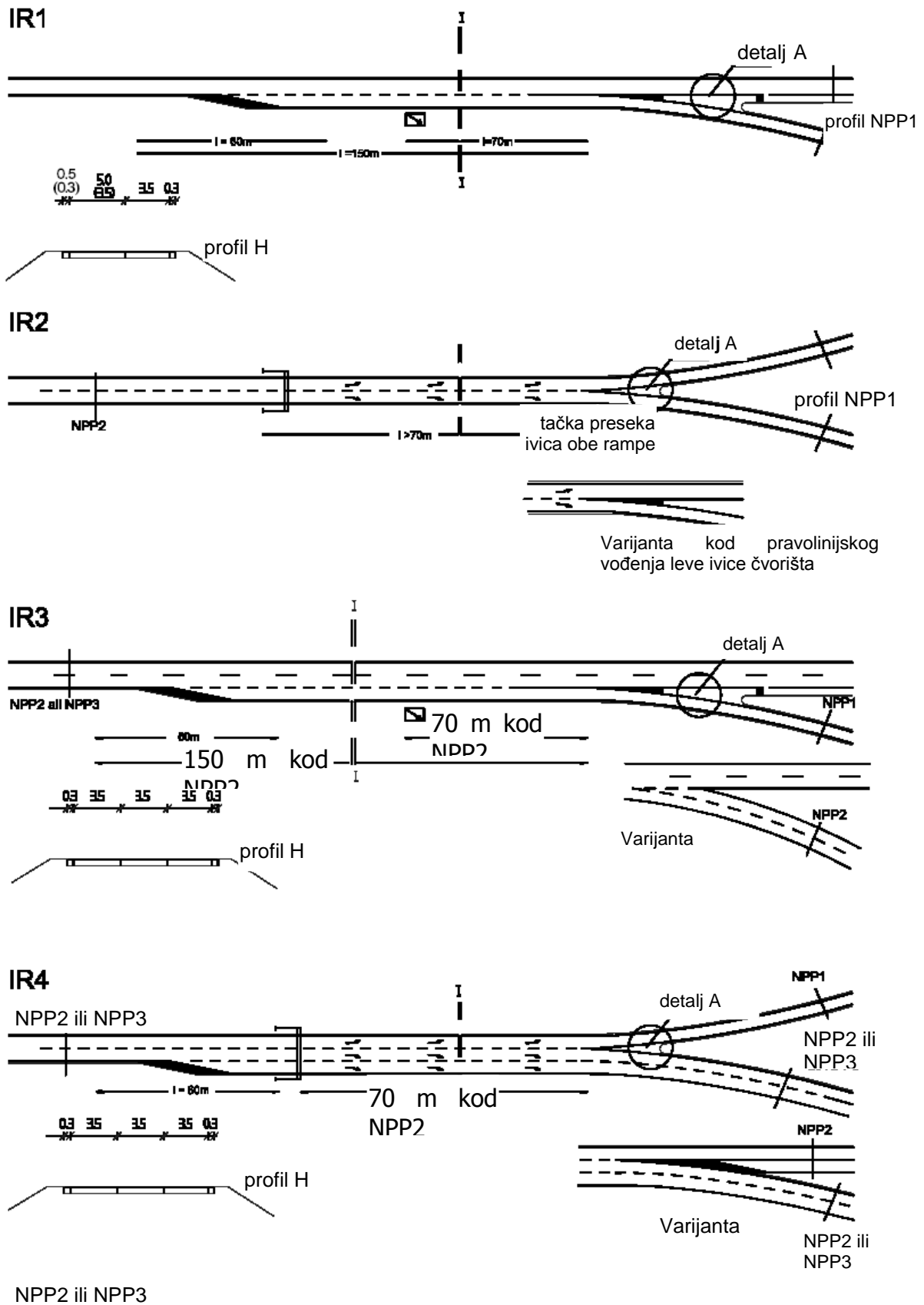
- kod tipova IR2, IR3 i IR4 koriste se saobraćajne oznake na portalima
- kod tipova IR2 i IR4 (račve) koriste se dodatne horizontalne oznake - strelice
- kod tipova IR1 i IR3 možemo upotrebiti i znake za usmeravanje iza razdelnog ostrva (detalj A).



Slika 5.2.30: Tipovi izlaza sa glavnog pravca

**DETALJ A – IZGLED**

Slika 5.2.31: Tipovi izliva iz glavnog pravca – detalj A



Slika 32: Tipovi izlaza sa rampe

5.2.6.3.2 Dimenzionisanje traka za usporenje

Dužine traka za usporenje zavise od dužine potrebne za smanjenje brzine (vozna dinamika) i od dužine potrebne za izvođenje saobraćajnog manevra preplitanja. Iz istraživanja sprovedenih u inostranstvu proizlazi da proračuni, po pravilu, daju prekratke dužine i da predstavljaju preveliko pojednostavljenje poprilično komplikovane i višeslojne problematike, koja može biti obuhvaćena samo statističkom obradom posmatranja celovite saobraćajne operacije. Iz toga proističe da je dužina traka za usporenje 250m za izlaze sa jednom saobraćajnom trakom i 500m za izlaze sa dve saobraćajne trake.

U posebnim slučajevima (veliki podužni nagibi) ima smisla izvesti kontrolu dužine po dinamičkim obrascima s tim, da se uzmu u obzir samo dužine koje su veće od dužina iz prethodnog pasusa odn. od dužina sa slike 5.2.30.

FORMULA:

$$L_z = L_1 + L_2$$

$$L_1 = \frac{V_0}{3,6} \cdot t_r$$

$$L_2 = \frac{1}{3,6^2 \cdot g} \int_{V_1}^{V_2} \frac{V}{f_T(V) + \frac{s}{100} + u(V)} dv$$

$$V_2 = V_0 = V_1 = V_{zasn} \text{ odnosno}$$

gde je:

L_z	[m]	zaustavna dužina
L_1	[m]	pređeni put vozila za vreme t_r
L_2	[m]	dužina u fazi zaustavljanja vozila od trenutka kada vozač pritisne kočnicu do konačne brzine
V	(km/h)	brzina
V_0	[km/h]	početna brzina
V_1	[km/h]	brzina vozila nakon završenog kočenja (konačna brzina)
V_2	[km/h]	brzina vozila pre početka kočenja (početna brzina), $V_2 = 90\%V_0$
t_r	[s]	vreme reagovanja: $t_r = 2,0$ s za tehničku grupu A i $t_r = 1,5$ s za tehničke grupe B i C
g	[m/s ²]	gravitaciono ubrzanje
f_T	[-]	koeficijent trenja klizanja u tangencijalnom smeru (dozvoljena maksimalna vrednost $f_{T dop}$)

s [%] podužni nagib nivelete puta
 u [-] koeficijent otpora vazduha (dinamički otpor vazduha)

$$u = 0,461 \cdot 10^{-4} \left(\frac{V}{3,6} \right)^2$$

Na tako dobijene dužine za ubrzanje i usporenje je potrebno dodati dužinu za izvođenje manevra i dužinu za promenu širine LZ iz tabele 3. Kod izračunavanja dužine za manevar uzimamo u obzir brzinu vožnje istu kao na glavnom putu. Prema pretpostavkama iz literature, vozila treba da obave manevar za tri (3) sekunde.

Pri izvođenju tipa I1 i I2, trake za usporenje mogu biti duže od 250m ako glavni pravac ima više od dve trake ili ako je u strukturi saobraćaja udeo teretnog saobraćaja veći. Ipak, dužina traka za usporenje treba po pravilu da iznosi više od 500m. Izvođenje proširenja za dodatne saobraćajne trake može biti i kraće od prikazanih dužina na slici 30, ako je to zbog ograničavajućih faktora (objekat) opravdano. To smanjenje može iznositi najviše polovinu normalne dužine. Početak proširenja je potrebno dobro obeležiti (detalj A, slika 31), što doprinosi većoj propusnosti i bezbednosti odvijanja saobraćaja.

Širina traka za usporenje treba da bude jednaka širini voznih traka glavnog pravca. Kod saobraćajnih traka širine 3,75m na glavnom pravcu, traka za usporenje može biti široka 3,5m. Za horizontalne oznake nije potrebno predvideti dodatnu širinu.

5.2.6.3.3 Oblikovanje razdelnih ostrva

Prepoznavanje i bezbednost izlaza diktiraju brižljivo oblikovanje razdelnih ostrva na samim izlazima. Sam izlaz zbog toga treba obeležiti odgovarajućim tablama za usmeravanje koje su vidljive i noću. Potrebno je označiti i manje radijuse ako se javljaju iza samog izlaza, ili ako u trasi rampe i samim vođenjem rampe nije data dovoljna garancija za pravovremeno prepoznavanje. Ispred samog ostrva treba predvideti površinu zabranjenu za saobraćaj koju treba uključiti u prethodnu horizontalnu signalizaciju. Vrh ostrva treba da bude širok 1,5m. Treba ga zaokružiti samo u slučaju kada se predviđa izvođenje sa izdignutim ivičnjacima. Površina iza vrha ostrva treba po mogućstvu da bude u istom nivou kao kolovoz.

5.2.6.4 Ulazi

5.2.6.4.1 Oblikovanje ulaza

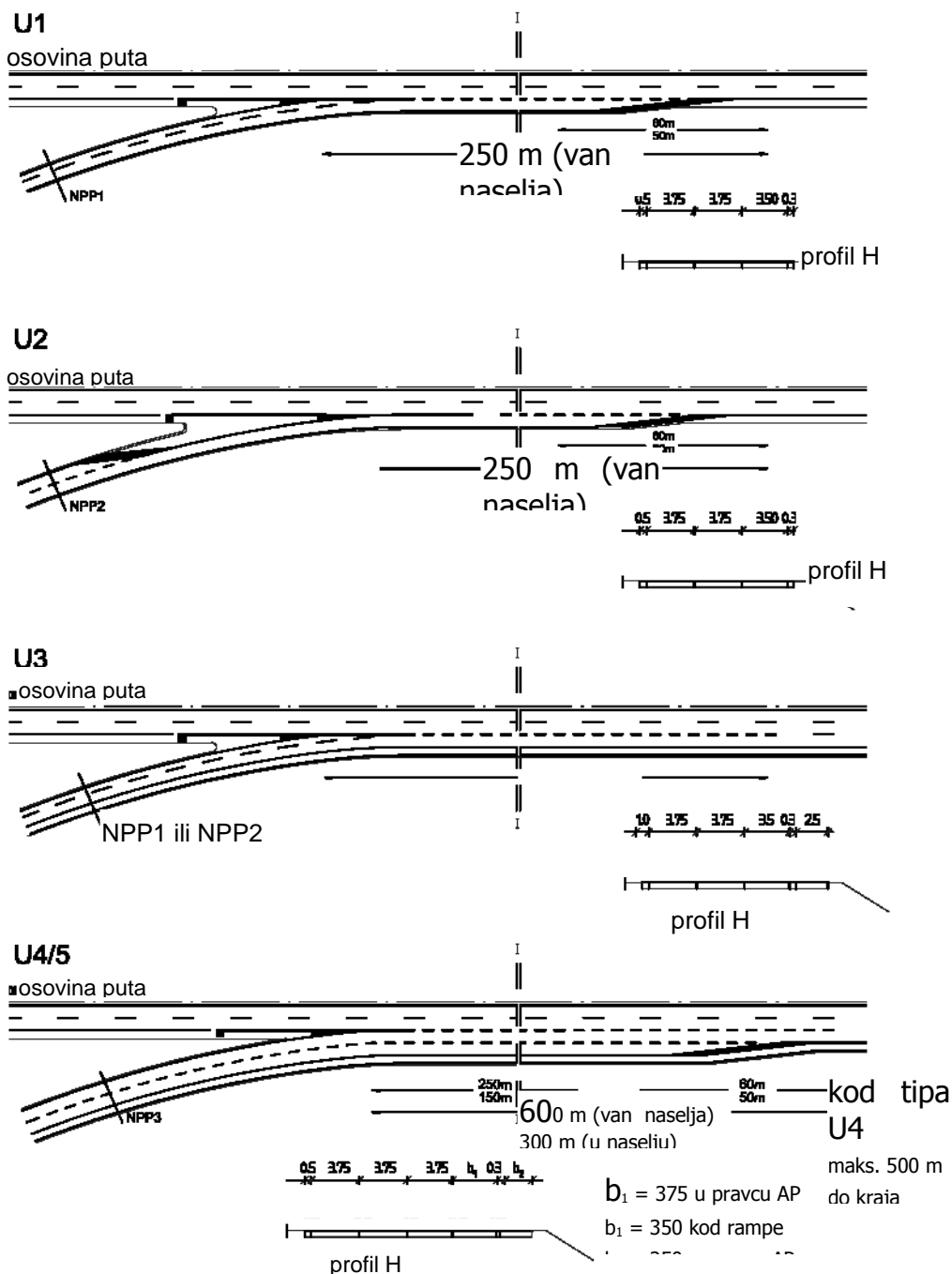
Za oblikovanje ulaza na glavnom pravcu i ulaza na rampe unutar područja raskrsnice neophodno je postići što manje razlike u brzinama vožnje i time veću bezbednost i propusnost. Zbog toga je na svim ulazima potrebno predvideti trake za ubrzanje.

5.2.6.4.2.1 Tipovi ulaza na glavnim pravcima

Tip ulaza pre svega zavisi od normalnih profila glavnih pravaca i ulaznih rampi. Tipovi ulaza prikazani su na slici 5.2.33.

Dozvoljeno saobraćajno opterećenje na ulaznoj rampi u odnosu na saobraćajno opterećenje glavnog pravca i različite odnose brzina očitavamo sa grafikona na slici 5.2.34.

5.2.6.4.2 Tipovi ulaza



Slika 5.2.33: Tipovi ulaza na glavne pravce

Tip U1 predstavlja ulaz sa rampom sa jednom saobraćajnom trakom i jednom trakom za ubrzanje. Rampu sa jednom saobraćajnom trakom i poprečnim profilom NPP1 čija je širina 5,00m sužavamo površinom za usmeravanje saobraćaja ispred razdelnog ostrva ulaza na širinu saobraćajne trake rampe za ubrzanje, koja treba da bude ista kao na glavnom pravcu.

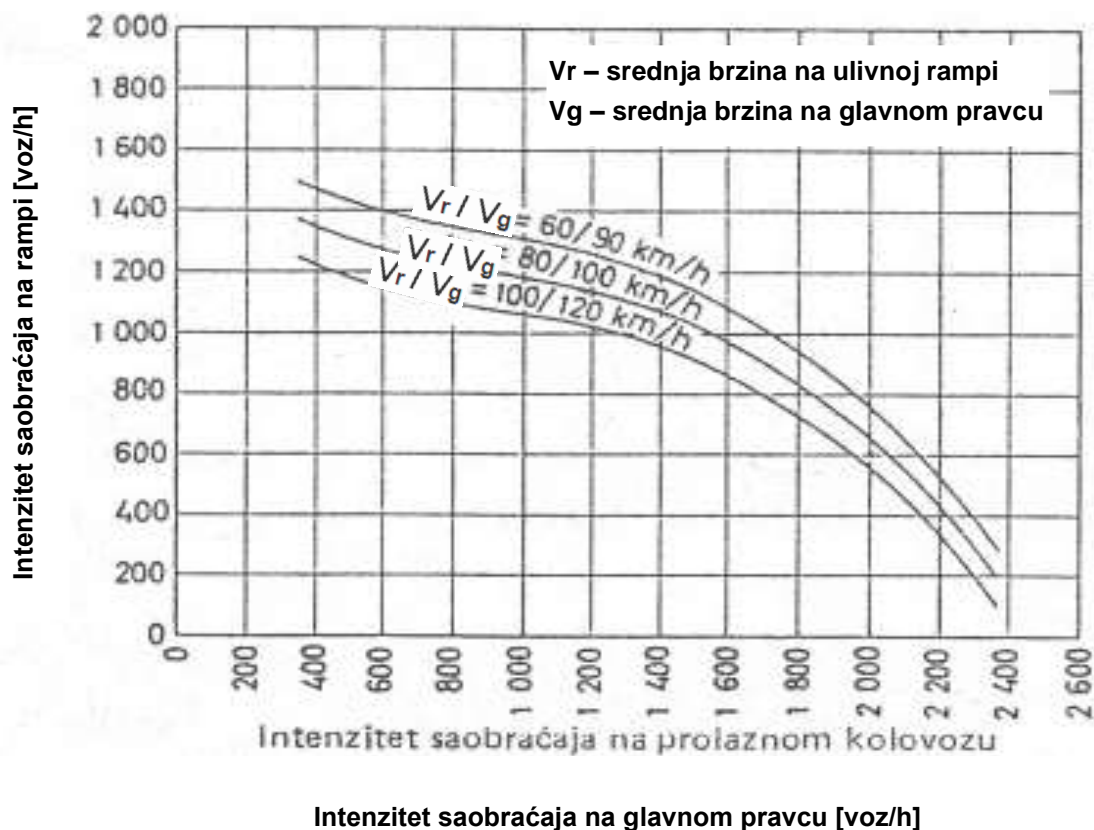
Dozvoljeno saobraćajno opterećenje dato je u grafikonu na slici 5.2.35.

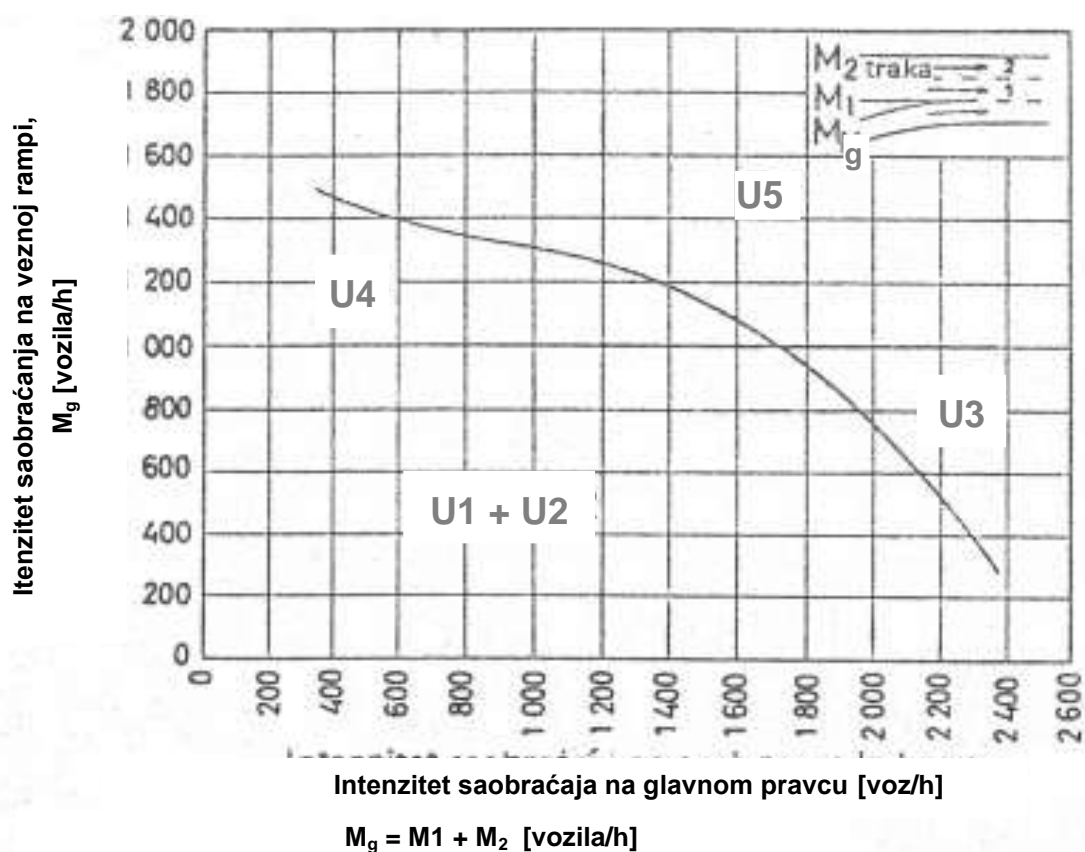
Tip U2 predstavlja ulaz sa jednom trakom za ubrzanje i ulaznom rampom sa dve saobraćajne trake i poprečnim profilom NPP2, koja je ispred ulaza sužena na jednu saobraćajnu traku koja je svedena u traku za ubrzanje. Suženje se izvodi površinom za usmeravanje saobraćaja na levoj traci rampe sa dve saobraćajne trake, čime se ostvaruje preplitanje jedne saobraćajne trake. Kod rampi koje su na delu ulaza nepregledne, a dužina propisane površine za usmeravanje saobraćaja nije dovoljna za pravovremeno prepoznavanje suženja, potrebno je površinu za usmeravanje saobraćaja produžiti.

Tip U3 predstavlja ulaz sa jednom saobraćajnom trakom sa sastavljanjem saobraćajnih traka na glavnom pravcu. Koristi se kada je ulazna rampa izvedena sa poprečnim profilom NPP1 ili NPP2 i kada na jednosmernoj rampi za ubrzanje zbog velikog obima saobraćaja na glavnom pravcu uplitanje više nije moguće.

Tipovi U4 i U5 predstavljaju izvođenja sa rampom sa dve saobraćajne trake i profilom NPP3 i sa dve trake za ubrzanje. Leva saobraćajna traka ulazne rampe se dodaje glavnom pravcu, a desna završava u traci za ubrzanje – tip U5. U slučajevima kada nije potreban put sa tri saobraćajne trake, treću pridodatu traku možemo ukinuti, ali tek 500m nakon završetka trake za ubrzanje tipa U4. Kraj dodatne trake je potrebno pravovremeno obeležiti.

Ako ulazna rampa sa dve saobraćajne trake prelazi direktno u glavni pravac (trokraka raskrsnica autoputa), rampu izvodimo kao jednosmerni autoput.





Slika 5.2.35: Upotrebljivost tipa ulivnih rampi

5.2.6.4.2.2 Uzastopni ulazi

Kada se u izuzetnim slučajevima više uzastopnih ulaznih rampi, jedna za drugom, vodi na glavni pravac treba upotrebiti tipove ulaza ZU koji su prikazani na slici 5.2.36.

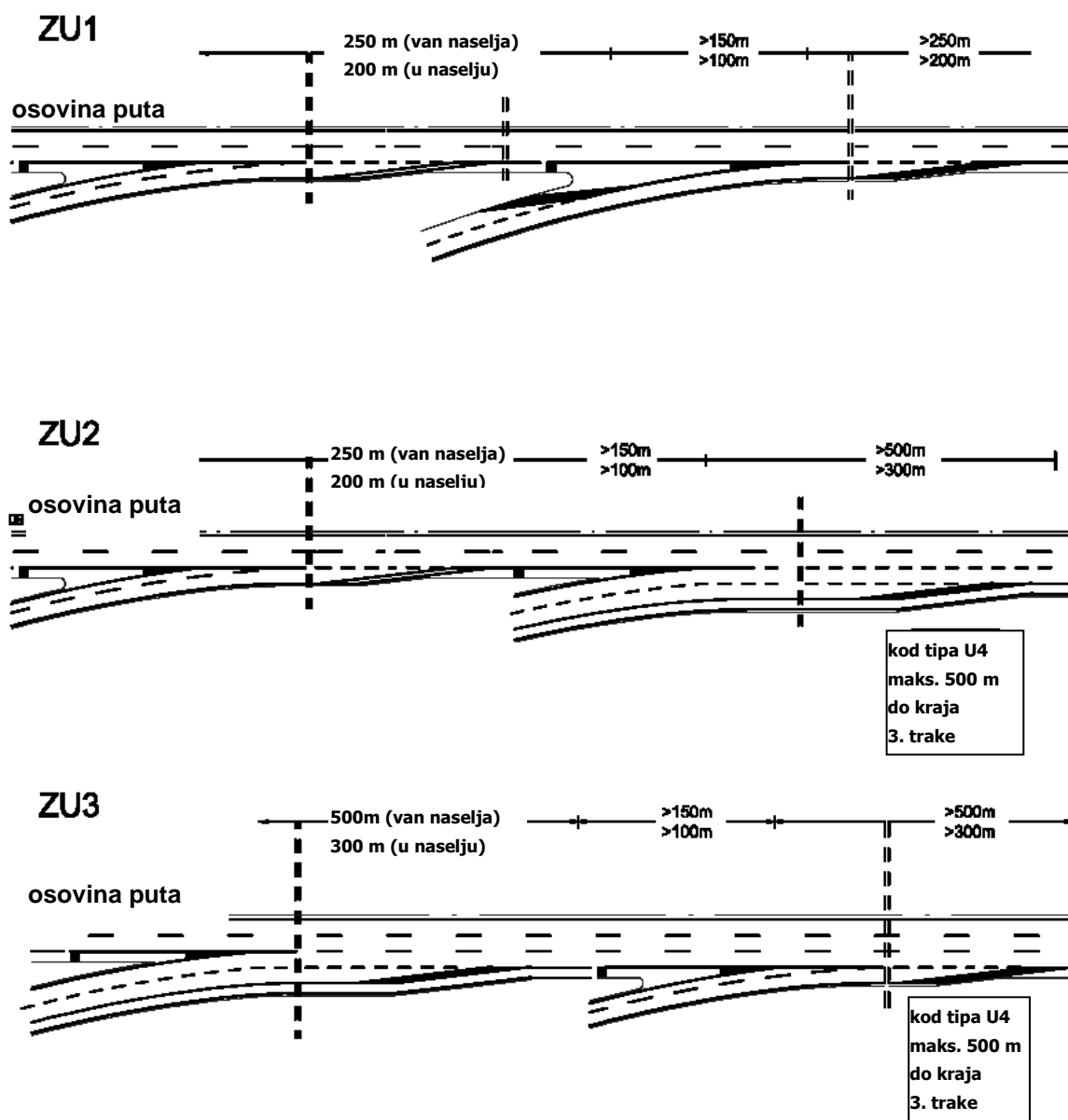
Takve rampe moraju se u području raskrsnice spojiti i koncentrisano – sa jednim ulazom – sprovesti na glavni pravac.

Tip ZU1 se koristi kada su obe ulazne rampe izvedene sa profilima NPP1 ili NPP2 i ako

saobraćajna opterećenja na glavnom pravcu i na ulaznim rampama zadovoljavaju uslove sa grafikona na slici 5.2.34.

Tip ZU1 i tip ZU3 se koriste ako je jedna od ulaznih rampi izvedena sa poprečnim profilom NPP3.

Detalje ulaza je potrebno oblikovati kao kod tipova pojedinačnih ulaza. Zbog veće propusnosti i bezbednosti ulaza potrebno je stremiti većim vrednostima od onih koje su date na slici 5.2.36.



Slika 36: Uzastopni ulazi

5.2.6.4.2.3 Tipovi ulaza na rampe

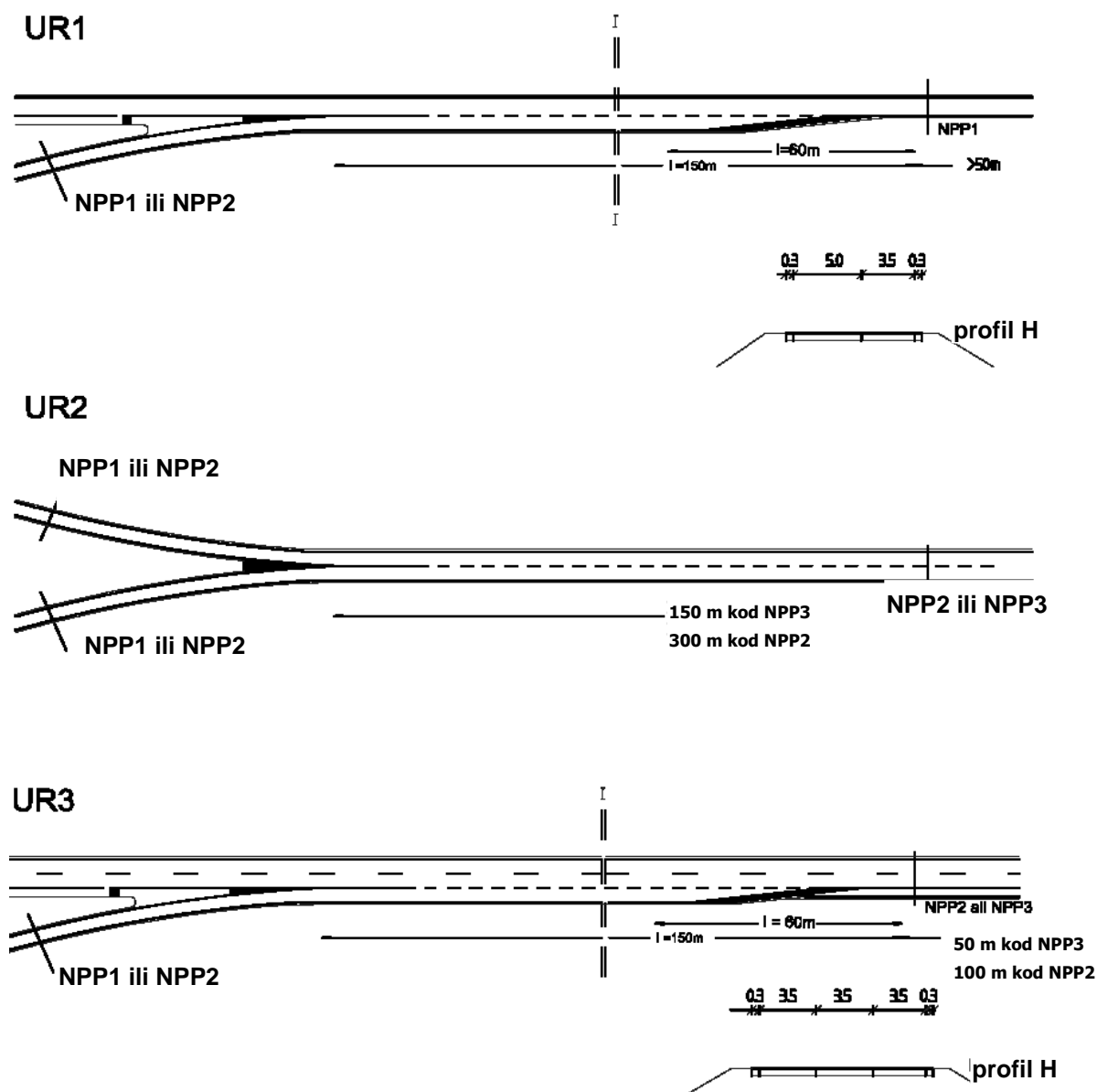
Za oblikovanje ovih tipova ulaza odlučujući su poprečni profili rampi ispred i iza ulaza. Moguća su izvođenja sa trakama za ubrzanje ili sa sastavljanjem traka sa obe rampe - združivanje rampi. Rastojanja dva uzastopna ulaza moraju biti jednaka ili veća od onih koji su prikazana na slici 5.2.37.

Tip UR1 predstavlja ulaznu rampu sa jednom saobraćajnom trakom i jednom trakom za ubrzanje. Koristimo ga kada saobraćaj posle ulaza ne prekoračuje uslove za ulaz tipa U1 na glavni pravac.

Tip ulaza UR2 predstavlja rešenje sa spajanjem obe rampe, kada su one izvedene prema tipovima NPP1 ili NPP2 i ako je posle ulaza potrebna rampa sa dve saobraćajne trake tipa NPP2 ili NPP3 zbog dužine ili saobraćajnih opterećenja.

Tip UR3 se koristi kada je potrebno priključiti rampu tipa NPP1 ili NPP2 na rampu sa dve saobraćajne trake tipa NPP2 ili NPP3 i ako je saobraćaj koji se prepliće od sporednog značaja.

Potrebno je izbegavati direktno odn. tangencijalno priključivanje ulaza na glavni pravac.



Slika 5.2.37: Tipovi ulaza na rampe

5.2.6.4.3 Dimenzionisanje traka za ubrzanje

Za dimenzionisanje dužina traka za ubrzanje važe ista pravila, problemi i obrasci kao i za dužine traka za usporenje u tački 5.2.7.3.3.

Dužine traka za ubrzanje i izvođenje raznih tipova ulaza prikazani su na slikama 5.2.33, 5.2.36 i 5.2.37.

Trake za ubrzanje su jednake širine kao saobraćajne trake pored kojih protežu. Horizontalne oznake ne utiču na širinu poprečnog profila.

5.2.6.4.4 Oblikovanje razdelnog ostrva

Razdelna ostrva na ulazima ne smeju da budu ispunjena vizuelnim preprekama (objekti, saobraćajni znaci...). Vođenjem ivica ulaza i površine za usmeravanje saobraćaja razdelno ostrvo mora da bude oblikovano tako da se ostvari pravovremeno prepoznavanje ulaza i što raniju mogućnost opažanja saobraćaja na glavnom pravcu u bočnom retrovizoru. Razdelno ostrvo je široko 1,5m i zaokruženo je ($r=0,75$) samo tada kada se izvodi sa izdignutim ivičnjacima.

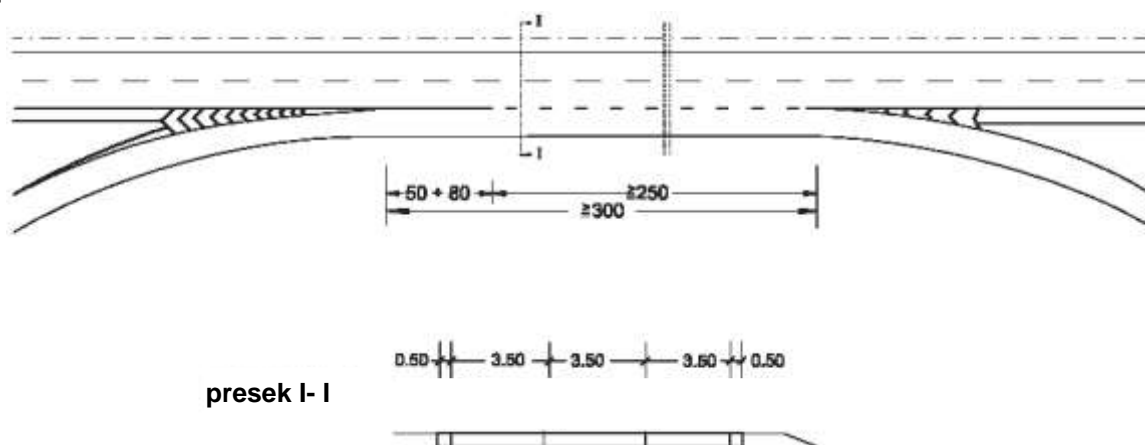
5.2.6.5 Trake za preplitanje

5.2.6.5.1 Trake za preplitanje uz glavni pravac

Trake za preplitanje uz glavni pravac smeju da se upotrebe samo u izuzetnim slučajevima. U slučajevima kada zbog premalog rastojanja između dva susedna priključka problem ne može da se reši ni na koji način, ili kod deteline kada su tokovi koji skreću neznatni u odnosu na saobraćajne tokove na glavnim pravcima itd... U takvim slučajevima mora da se proveriti da li je moguće potrebne saobraćajne operacije pravovremeno i zadovoljavajuće signalizirati i da li usled preplitanja na glavnom pravcu neće nastupiti smetnje u propusnosti ili bezbednosti saobraćajnog toka.

Ako su takve trake kraće od 500m, moramo na glavnom pravcu smanjiti brzinu vožnje na 80-100km/h. Trake za usporenje vozila pored trake za preplitanje nisu potrebne, već je potrebno predvideti bankine do odbojne ograde u širini 2,0m što je dovoljno za nužne potrebe.

Trake za preplitanje duž rampi primenjuju se uglavnom kod tipa deteline. Izvođenje je prikazano na slici 5.2.38.



Slika 5.2.38: Izvođenje traka za preplitanje duž rampi

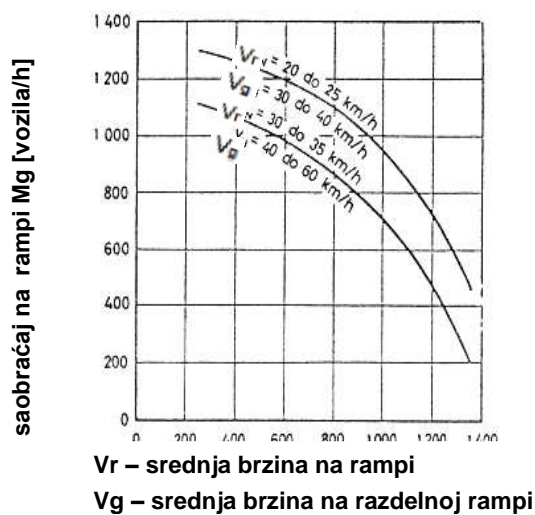
5.2.6.6 Priključci rampi na sporedni put

Priključke rampi na sporedni put izvodimo po propisima za površinske raskrsnice. Posebne varijacije izvođenja nastupaju samo usled

Nakon priključenja trake za preplitanje na razdelnu rampu, treba predvideti dužinu 50-80m za uporednu vožnju vozila koja se prepliću (puna linija). Iza toga sledi čista dužina za preplitanje minimalno u dužini 250m. Tako dobijamo ukupnu dužinu preplitanja od minimalno 300m. Takvim izvođenjem dobija se dovoljan kvalitet saobraćajnog toka do ukupnog obima saobraćaja 1900 vozila/h. Vrednosti za ocenu smanjenja kvaliteta saobraćajnog toka mogu se videti u grafikonu na slici 5.2.39.

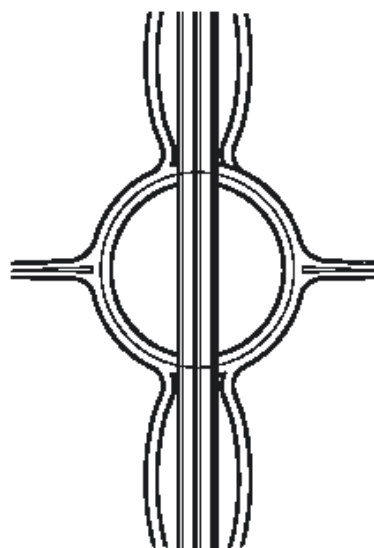
Ako je zbog dužine ili saobraćajnog opterećenja potrebno izvesti razdelnu rampu sa profilima NPP2 ili NPP3, onda se ovoj rampi priključuje traka za preplitanje, na način kako je prikazano na slici 38. Ako zbog nekih ograničenja cela širina nije raspoloživa, potrebno je primarno izvesti traku za preplitanje ispred razdelne rampe sa dve saobraćajne trake.

blizine dva priključka koje je potrebno međusobno kombinovati. U sledećim slučajevima dati su predlozi za izvođenje karakterističnih priključaka (pogledajte slike 5.2.40-5.2.45).

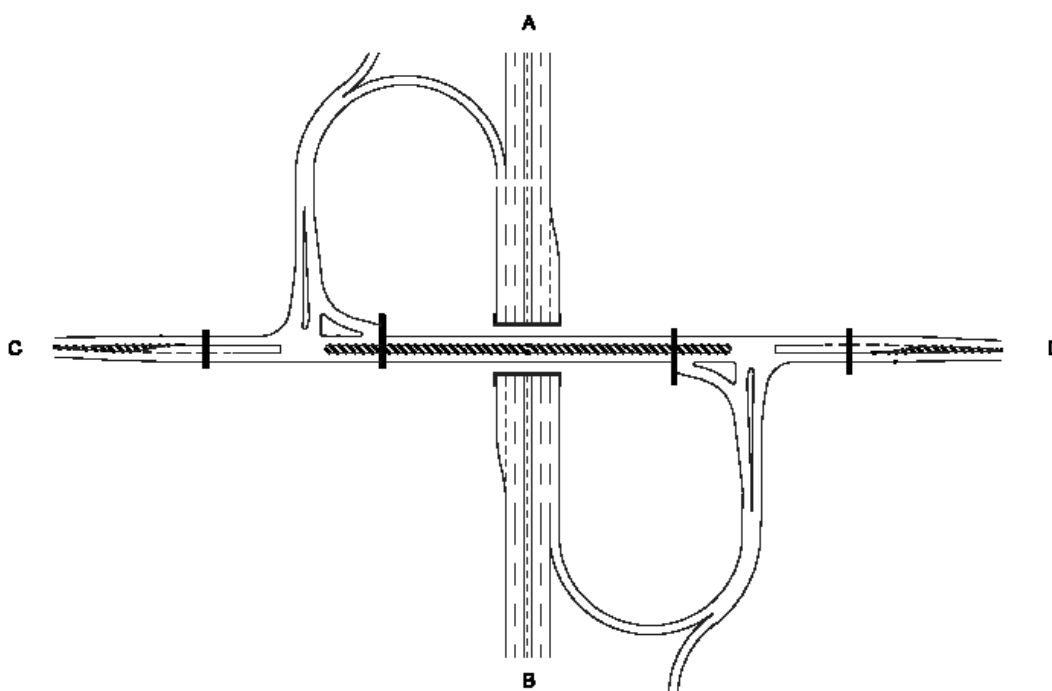


Saobraćaj na razdelnoj rampi Mg [vozila/h]

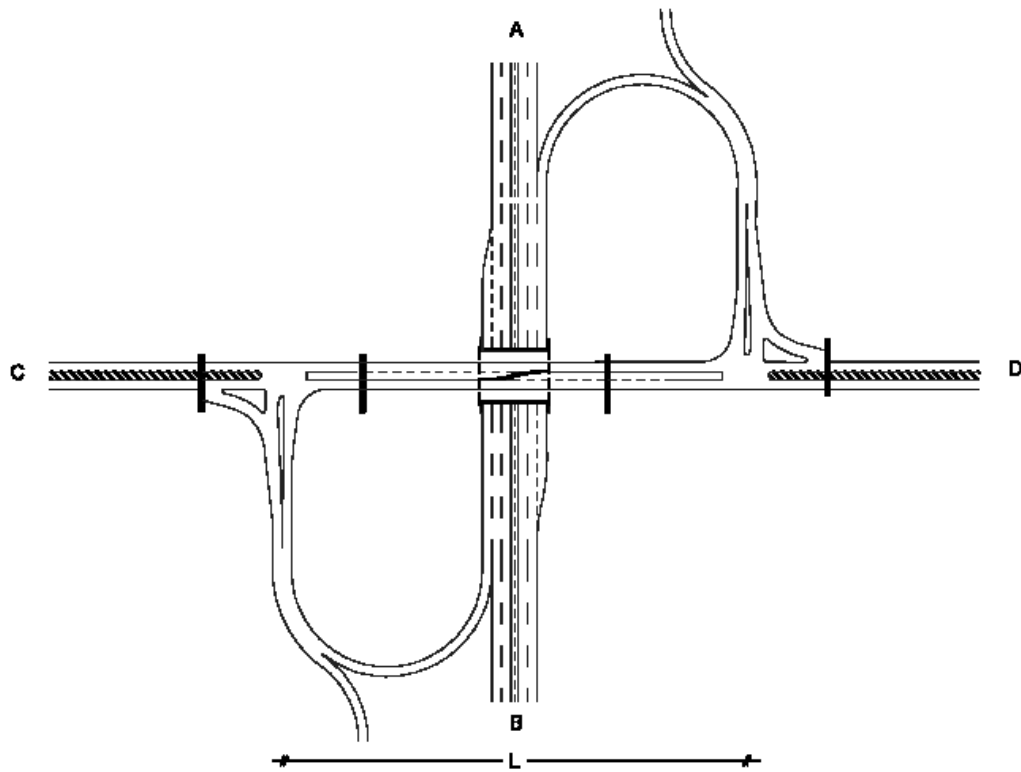
Slika 5.2.39: Kvalitet saobraćajnog toka u traci za preplitanje u zavisnosti od intenziteta saobraćajnih tokova



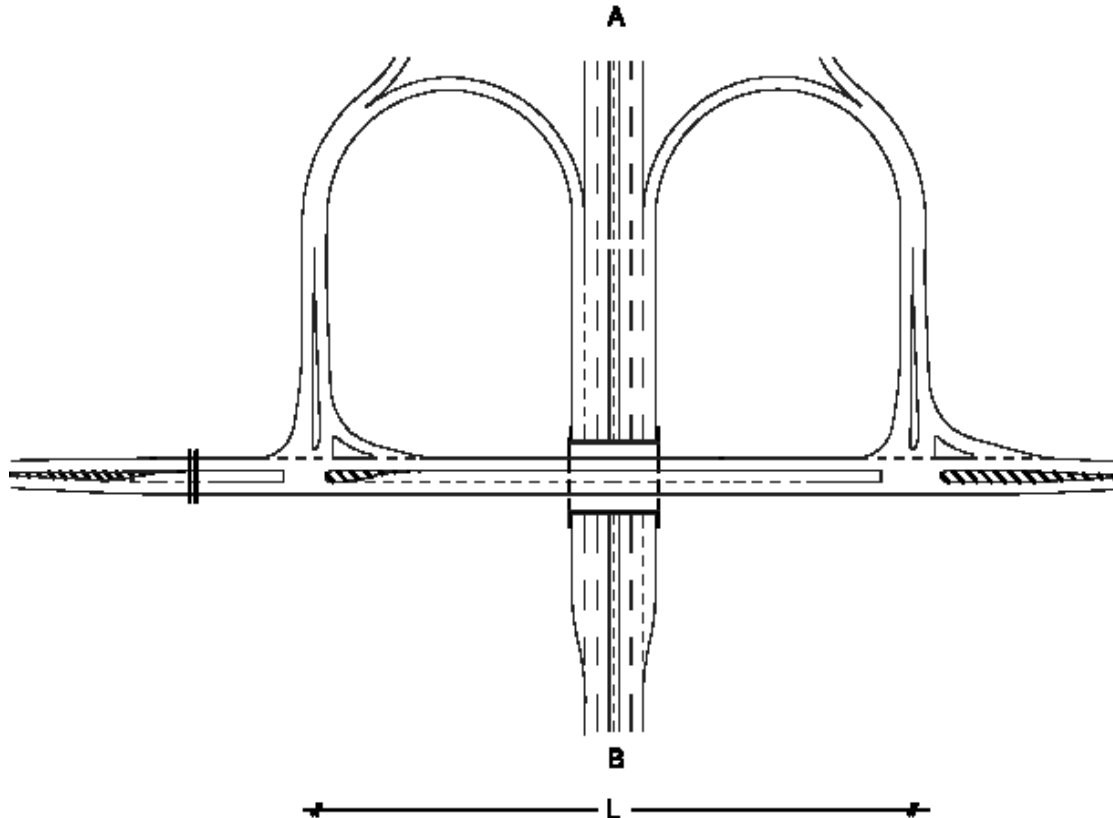
Slika 5.2.40: Izvođenje priključaka kod kružnog toka (veza sa slikom 5.2.23)



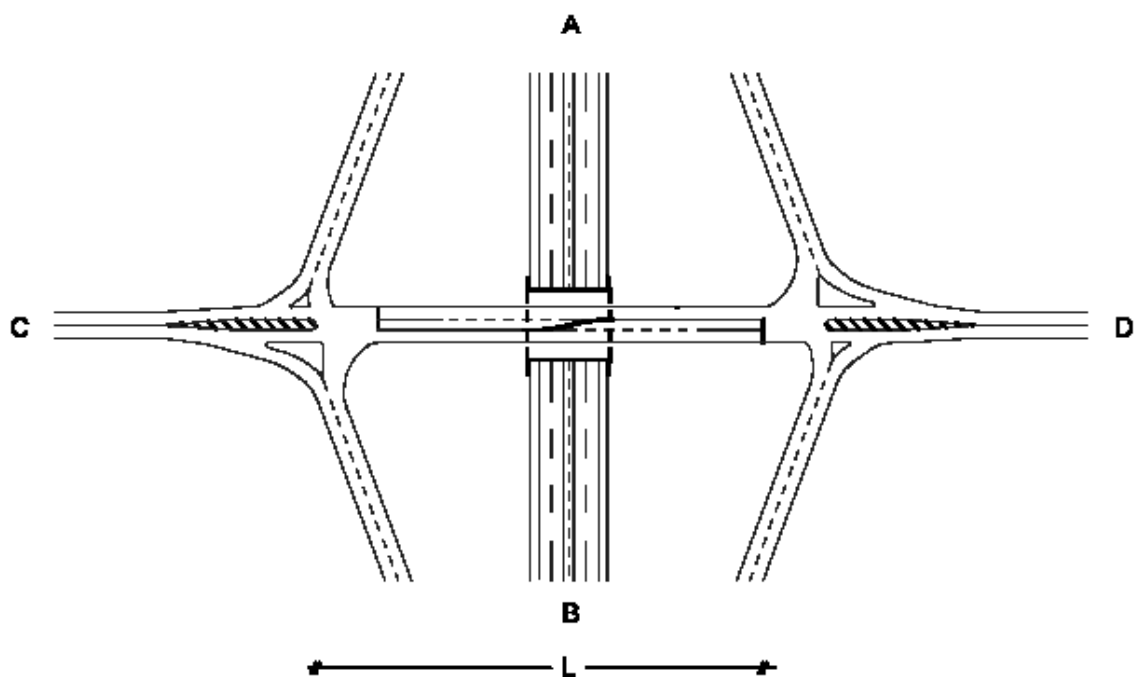
Slika 5.2.41: Izvođenje priključaka na sporedni put kod asimetričnog tipa poludeteline, sa spoljašnjim trakama za skretanje u levo (veza sa slikom 5.2.17)



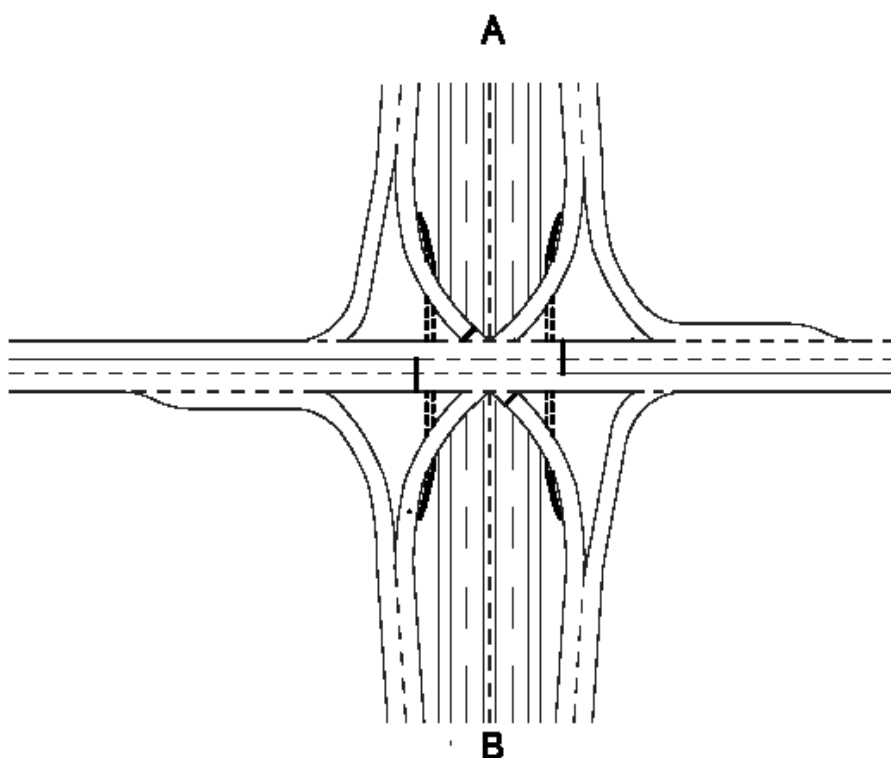
Slika 5.2.42: Izvođenje priključaka na sporedni put kod asimetričnog tipa poludeteline, sa unutrašnjim trakama za skretanje ulevo koje mogu biti uzastopne ili paralelne (veza sa slikama 18 i 19). Rastojanje između raskrsnica zavisi od potrebnih dužina traka za skretanje ulevo.



Slika 5.2.43: Izvođenje priključaka na sekundarni put kod simetričnog tipa poludeteline (veza sa slikom 5.2.20)



Slika 5.2.44: Izvođenje priključaka kod romba sa unutrašnjim trakama za skretanje ulevo koje mogu biti uzastopne ili paralelne (veza sa slikama 5.2.21 i 5.2.22). Umesto kanalisanih raskrsnica mogu da se koriste kružni tokovi.



Slika 5.2.45: Izvođenje priključaka kod romba sa spoljašnjim trakama za skretanja ulevo (veza sa slikom 5.2.24)

5.2.6.7 Dužina preglednosti

5.2.6.7.1 Opšte

Kod denivelisanih priključaka i raskrsnica važe svi zahtevi koji se odnose na

preglednost, a naročito za određene delove: ulaze, izlaze, trake za preplitanje i minimalne elemente koji se zbog ograničavajućih uslova iznenada pojavljuju na trasama rampi.

U osnovi je potrebno ispoštovati Pravilnik za projektovanje puteva i njegove odredbe koje se odnose na dužine preglednosti.

Na izlazima moraju saobraćajne oznake i sami izlazi biti vidljivi sa udaljenosti od najmanje 180m. Na razdelnim tačkama unutar rampe ta udaljenost može da se smanji na 100m.

Na trasama rampe mora se posebno voditi računa o minimalnim horizontalnim i vertikalnim elementima. Oni moraju biti prepoznatljivi sa dovoljne udaljenosti, tako da vozači mogu da prilagode način vožnje. Kod malih radijusa je optički povoljno ako je vidljiv i dalji tok rampe posle minimalnog elementa.

Na celom potezu rampe mora biti obezbeđena barem zaustavna dužina preglednosti.

Na području uliva mora biti od ulaznog ostrva do kraja trake za ubrzanje obezbeđena ulazna dužina preglednosti. Ta dužina preglednosti predstavlja bezbednosnu dužinu preglednosti. Za ostvarivanje što veće propusnosti ulaza, potrebno je obezbediti dužinu preglednosti na području približavanja.

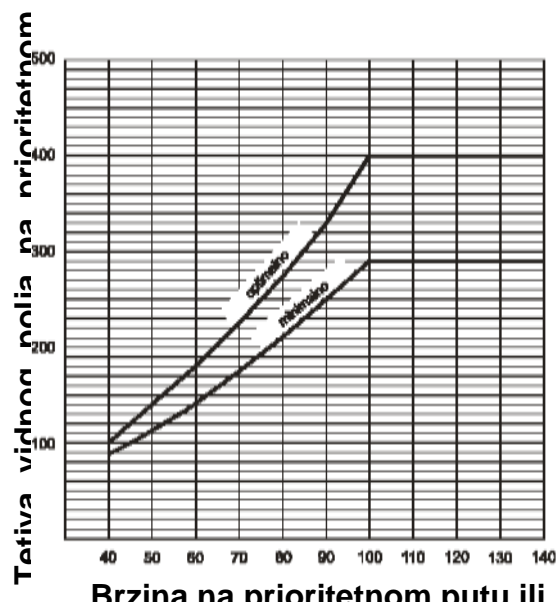
Pri kontroli gornjih dužina preglednosti se za visinu očiju vozača u putničkom vozilu uzima visina 1,0m, a u teretnom vozilu 2,0m.

Na području priključaka rampe na sporedni put – važe i propisi za dužine preglednosti za površinsku raskrsnicu.

5.2.6.7.2 Ulazna dužina preglednosti

Ulazna dužina preglednosti je ona dužina koja mora biti obezbeđena vozaču, koji mora iz bilo kojeg razloga da se zaustavi na vrhu ulaza ili bilo gde u traci za ubrzanje, da može bez opasnosti da se uključi u prioritetu saobraćajnu traku ili razdelnu rampu i pri tom da izjednači svoju brzinu sa brzinom vozila u voznoj traci u koju se ulazi. Kada je to moguće, ulazna dužina preglednosti mora biti obezbeđena i pogledom u retrovizor. Kontrola ulazne dužine preglednosti izvodi se za putnička vozila.

Tetiva dužine preglednosti dobija se u zavisnosti od brzine vozila na glavnom pravcu ili rampi i očitava se iz grafikona na slici 5.2.46.

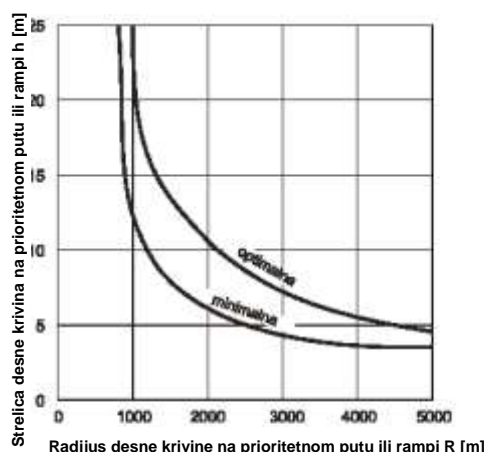


Slika 5.2.46: Tetive ulazne dužine reglednosti

Ako se ulaz izuzetno nalazi u desnoj krivini glavnog pravca ili rampe, polje preglednosti se za dovoljne ulazne dužine preglednosti prostire van profila puta. Na slici 47 je dat odnos između radijusa krivine glavnog puta i potrebne visine tetive koja obezbeđuje potrebnu ulaznu dužinu preglednosti.

Na ulaznu dužinu preglednosti mora se posebno obratiti pažnja na mestima konveksnih vertikalnih krivina.

Ako ne može da bude obezbeđena dovoljna ulazna dužina preglednosti, onda se mora saobraćajnim znacima ograničiti brzina na glavnom pravcu ili rampi.



Slika 5.2.47: Potrebni radijusi i visine radijusa za obezbeđivanje ulazne dužine preglednosti u desnim krivinama

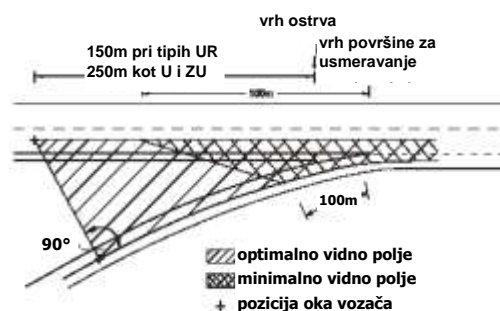
5.2.6.7.3 Dužina preglednosti u području približavanja

Ovom dužinom preglednosti označava se ona dužina koja mora biti na raspolaganju vozilu koje se približava ulazu na glavni pravac ili rampu. Ona može, u odnosu na vođenje trase i nivelete, biti omogućena direktnim pogledom na glavni pravac ili rampu, ili kod paralelnog vođenja pomoću retrovizora vozila koje se približava ulazu.

Dužina preglednosti u području približavanja služi:

- da vozilo koje se približava ulazu pravovremeno primeti put sa prvenstvom prolaza ili mesto ulaza;
- da vozilo koje se uliva može pravovremeno da oceni saobraćajnu situaciju na glavnom pravcu ili rampi i prilagodi način vožnje – pre svega brzinu;
- za postavljanje saobraćajne vertikalne signalizacije i izvođenje oznaka na kolovozu.

Zahtevano polje preglednosti za dužinu preglednosti u području približavanja vidi se iz slike 5.2.48. Na toj slici je dato i minimalno dozvoljeno polje preglednosti.



Slika 5.2.48: Optimalno i minimalno vidno polje za dužinu preglednosti u području približavanja

Potrebno je težiti da se sa ulazne rampe ostvari pregled na prioritetni pravac ili rampu pod uglom od 90° . Ako to nije moguće, treba pomeriti tačku za koju se mora obezbediti preglednost prema razdelnom ostrvu ulaza. Ako ugao u odnosu na tačku na glavnom pravcu iznosi više od 130° , mora se promeniti trasa ulazne rampe tako da se proteže na potrebnoj dužini paralelno sa glavnim pravcem, a zatim je priključiti pod uglom 3 do 5° . Na taj način je u retrovizoru vozila obezbeđena dužina preglednosti u području približavanja.

Minimalne dužine koristimo samo u slučajevima kada druga rešenja nisu ekonomski prihvatljiva.

5.2.6.8 Denivelisani priključci na putevima sa dve saobraćajne trake

I na putevima sa dve saobraćajne trake na kojima se javljaju saobraćajni tokovi velikih intenziteta i istovremeno velikih brzina, opravdano je, u odnosu na saobraćajno opterećenje, upotrebiti denivelisani priključak, ako iz osnovanih razloga nije moguće upotrebiti nijedan tip površinskih raskrsnica.

Kada se na putevima sa dve saobraćajne trake koriste denivelisani priključci, potrebno je pored traka za skretanja udesno izvesti i trake za isključenje i priključenje, ako ulazi leže na odseku u usponu ili se priključuju na prioritetni put višeg reda pod veoma ostrim uglom. Dužine takvih traka za uključenje treba da budu pri brzinama $v \geq 70 \text{ km/h}$ najmanje 150m, a pri brzinama $v \geq 90 \text{ km/h}$ 250m.

Radi saobraćajne bezbednosti je naročito važno proučiti uslove preticanja. Istraživanja, naime, pokazuju da ima smisla posebno propisati i označiti gde je na području denivelisanog priključka preticanje dozvoljeno, a gde nije.

5.2.7 OPREMA

5.2.7.1 Načela

Podaci o opremi denivelisanog priključka odn. raskrsnice su neophodni sastavni deo projekta raskrsnice, jer ponašanje u toku vožnje koje je potrebno za propusnost i bezbednost saobraćaja nije moguće obezbediti samo odgovarajućim izborom elemenata denivelisanog priključka ili raskrsnice.

Polazeći od načela saobraćajne tehnike proizilazi da je gradnju, projektovanje i eksploataciju putnog saobraćaja potrebno obrađivati kao celinu, potrebno je uporedo sa projektom priključka ili raskrsnice izraditi i projekat njihove saobraćajne opreme.

5.2.7.2 Oznake za usmeravanje saobraćaja

5.2.7.2.1 Opšte

Table za vođenje saobraćaja u denivelisanom priključku ili odvajanju moraju obezbeđivati pravovremeno usmeravanje vozila u odnosu na geometrijske karakteristike priključka odn. odvajanja.

Specifičnosti predstavljaju dodavanje i oduzimanje saobraćajnih traka.

Table se postavljaju na dovoljnoj udaljenosti od najavljene situacije, dopunjene podatkom o udaljenosti (dodatna tabla).

Za razdvajanje saobraćajnih tokova table sa znacima za usmeravanje saobraćaja nisu nužno potrebne, ako je smanjenje broja traka prikazano strelicama na putokazima. Na trakama za preplitanje koje su duže od 500m postavljaju se table - dodavanje traka.

5.2.7.2.2 Dodavanje traka

Dodavanje traka označava se saobraćajnim tablama, kada saobraćajna traka za

preplitanje proteže pored trake glavne saobraćajnog pravca najmanje 500m.

5.2.7.2.3 Kraj saobraćajne trake

Kada se put sa više saobraćajnih traka suzi za jednu voznu traku, potrebno je postaviti table koje označavaju početak sužavanja zajedno sa dopunskom tablom o rastojanju do suženja.

5.2.7.3 Rasveta denivelisanih priključaka i raskrsnica

Rasveta denivelisanih raskrsnica se predviđa samo tada, kada se raskrsnica nalazi na urbanom području i ako se u raskrsnici spajaju putevi koji su već opremljeni rasvetom.

5.2.7.4 Pejzažno oblikovanje denivelisanih priključaka i raskrsnica

Kod izrade tehničke dokumentacije za denivelisane raskrsnice mora se u svim fazama predvideti i pejzažno oblikovanje i proveriti uticaji denivelisanog priključka ili odvajanja na kulturni pejzaž šireg područja.

5.2.7.5 Odvodnjavanje denivelisanih priključaka i raskrsnica

Zbog posebnih uslova koji nastaju usled promene brzine, čestih promena pravaca vožnje, prestrojavanja, ubrzavanja i kočenja, naročito je važno da se elementi priključka projektuju tako da se spreči nastanak akvaplaninga.

Odvodnjavanje kosina useka i nasipa, te područja uz nasipe, a naročito površina koje nastaju unutar pojedinačnih rampi denivelisanih priključaka i raskrsnica, izvodi se po načelima odvodnjavanja koja važe na otvorenim deonicama trase. Osnovno načelo je da jednostavniji način odvodnjavanja predstavlja i najefikasniji, te za održavanje najpovoljniji način. Obično je potrebno kombinovati skoro sve poznate sisteme odvodnjavanja zbog veoma različitih geometrijskih situacija koje se javljaju u denivelisanim priključcima i raskrsnicama.