

4) извод о гашењу из пореске евиденције надлежног пореског органа који садржи порески идентификациони број (ПИБ) корисника јавних средстава;

5) налог за пренос средстава.

#### Члан 15.

У случају из члана 9. став 4. тачка 6) овог правилника, Управа укида кориснику јавних средстава подрачун на коме није било промета више од две године и за која се тај корисник, на захтев Управе, није изјавио да је потребно даље вођење рачуна.

Средства са укинутог подрачуна из става 1. овог члана Управа преноси на посебан рачун средства која се не користе, у оквиру кога се евидентирају пренета средства.

#### 4. Завршне одредбе

#### Члан 16.

Даном ступања на снагу овог правилника престаје да важи Правилник о условима и начину за отварање и укидање подрачуна консолидованог рачуна трезора код Управе трезор („Службени гласник РС”, бр. 92/02 и 8/06).

#### Члан 17.

Овај правилник ступа на снагу осмог дана од дана објављивања у „Службеном гласнику Републике Србије”.

Број 110-3-2/11-001-010  
У Београду, 9. јуна 2011. године

Министар,  
др Мирко Цветковић, с.р.

#### 1738

На основу члана 156. став 12. Закона о безбедности саобраћаја на путевима („Службени гласник РС”, бр. 41/09 и 53/10),

Министар за инфраструктуру доноси

#### ПРАВИЛНИК

#### о условима које са аспекта безбедности саобраћаја морају да испуњавају путни објекти и други елементи јавног пута

#### Члан 1.

Овим правилником прописују се ближи услови које јавни путеви изван насеља и њихови елементи (у даљем тексту: јавни путеви), као и путни објекти морају да испуњавају са аспекта безбедности саобраћаја.

#### Члан 2.

Услови из члана 1. овог правилника односе се на:

- функционалну класификацију ванградских путева (Прилог 1);
- трасе ванградских путева (Прилог 2);
- површинске раскрснице ванградских путева (Прилог 3);
- денивелисане раскрснице ванградских путева (Прилог 4).

Прилоги 1 – 4. из става 1. овог члана одштампани су уз овај правилник и чине његов саставни део.

#### Члан 3.

Даном ступања на снагу овог правилника престаје да важи Правилник о основним условима које јавни путеви изван насеља и њихови елементи морају да испуњавају са гледишта безбедности саобраћаја („Службени лист СФРЈ”, бр. 35/81 и 45/81).

#### Члан 4.

Овај правилник ступа на снагу осмог дана од дана објављивања у „Службеном гласнику Републике Србије”.

Број 110-00-000097/2010-01  
У Београду, 22. јуна 2011. године

Министар,  
Милутин Мркоњић, с.р.

#### ПРИЛОГ 1

#### 1. ФУНКЦИОНАЛНА КЛАСИФИКАЦИЈА ВАНГРАДСКИХ ПУТЕВА

Функционална класификација је основна класификација путева која подразумева повезивање и опслуживање главних концентрација извора и циљева кретања људи и робе у простору, па се директно повезује с просторним развојем. На основу функционалне класификације дефинишу се планерске карактеристике путева као програмски услови за пројектовање и, истовремено, формира полазно упориште за категоризацију путне мреже.

#### 2. ОСНОВНЕ ПОСТАВКЕ УРЕЂЕЊА ПУТНЕ МРЕЖЕ

Путна мрежа је један од основних система повезивања и опслуживања свих садржаја у простору, било директно, било посредно повезивањем садржаја с терминалима других саобраћајних система (водни, ваздушни, железнички). Стога просторни распоред садржаја формира главне тачке просторне концентрације циљева и извора кретања путника и робе, односно саобраћајна тежишта која се, сразмерно интензитету садржаја, могу посебно категорисати за потребе функционалне класификације путне мреже.

#### 2.1. Просторни развој и концентрација извора и циљева

Ванградска путна мрежа подржава просторни развој државе обезбеђењем приступачности делова њене територије, као и повезивањем државе са окружењем. Истовремено, путна мрежа је једно од средстава којим се повећајем приступачности и услова повезивања може додатно усмеравати просторни развој државе и делова њене територије.

Центри развоја, у првом реду урбани и други центри у мрежи насеља главни су узрочници просторне концентрације извора и циљева кретања људи и транспорта робе. Центри развоја су и подручја изван насеља, као што су туристичка подручја и центри, производне и друге целине, као и специфични терминални других система саобраћаја (водни, ваздушни, железнички); ти центри имају сопствене карактеристике временске и просторне концентрације извора и циљева кретања људи и транспорта робе.

По својим просторним, инвестиционим и другим захтевима и негативним утицајима на окружење и животну средину, друмски саобраћај и путна мрежа морају да усклађивати с потребама уравнотеженог одрживог развоја и очувања животне средине.

#### 2.2. Саобраћајна функција путне мреже

Путна мрежа је део целовите инфраструктурне основе државе, па се посебно мора водити рачуна о односу према другим системима, пре свега у погледу расподеле токова људи и робе сагласно стратегији развоја целовите саобраћајне основе државе.

Висока просторна разграниченост путне мреже и временска флексибилност понуде саобраћајних услуга путничких и теретних средстава превоза омогућава да путна мрежа буде основни систем напојно-дистрибутивних кретања од саобраћајних терминалних других система или ка њима (водни, ваздушни, железница). Последично, путна мрежа је и кључни елемент објединавања различитих видова саобраћаја у целовиту инфраструктурну основу укупног развоја државе.

Пошто путну мрежу користе колективни (јавни међуградски, приградски и градски превоз) и индивидуални видови превоза (путнички аутомобили, теретна возила, бициклисти, пешаци) потребно је целовито разматрање свих видова уз максимално усклађивање конфликтних захтева.

#### 2.3. Хијерархија саобраћајних тежишта

Путна мрежа просторно и функционално мора бити сагласна степену просторне и временске концентрације изворних и циљних токова превоза људи и транспорта робе. Функција потеза путне мреже директно је условљена категоријама саобраћајних тежишта (центара развоја) које повезује у складу с њиховим значајем и

интензитетима функције у простору. Категоризација центара развоја заснована је на критеријумима Просторног плана Републике Србије, с тим што је неопходно дефинисати додатне критеријуме, пре свега по карактеристикама просторне и временске концентрације саобраћајних токова, који утичу на категоризацију саобраћајних тежишта.

### 2.3.1. Урбана насеља као саобраћајна тежишта

Насеља као саобраћајна тежишта категоришу се на основу броја становника у непосредном гравитационом подручју и граничних услова свакодневних кретања. Полазна карактеристика насеља као саобраћајних тежишта је изражена просторна концентрација извора и циљева кретања у централном подручју насеља и релативно равномеран интензитет кретања током године.

– **државна (макрорегионална) саобраћајна тежишта** су урбана насеља са више од 100.000 становника у континуално изграђеном подручју с временским радијусом свакодневне гравитације из ширег подручја 45–60 минута. Поред свих функција нижих нивоа центара они су административни, културни, образовни, привредни, снабдевачки, здравствени и други центри више региона и/или државе с бројним функцијама међународног значаја.

– **регионална саобраћајна тежишта** су урбана насеља са 50.000–100.000 становника у гравитационом подручју и временским радијусом свакодневне гравитације 30–45 минута. Поред свих функција нижих нивоа центара они су административни, културни, образовни, привредни, снабдевачки, здравствени и други центри региона или више општина.

– **подручна саобраћајна тежишта** су урбанизована насеља са 10.000–50.000 становника која својим садржајима покривају увећане свакодневне потребе становништва, као и ограничен број и обим повремених потреба с временским радијусом свакодневне гравитације 15–30 минута. Та тежишта су, по правилу, мањи центри производње, занатства и делатности услуга са ограниченим нивоом административних, културних, образовних, здравствених и других функција.

– **локална саобраћајна тежишта** су насеља са 500–10.000 становника која својим садржајима покривају свакодневне и ограничене повремене потребе становништва с временским радијусом свакодневне гравитације мањим од 15 минута.

### 2.3.2. Остали центри развоја као саобраћајна тежишта

Остали центри развоја изван насеља (нпр. подручја за одмор и рекреацију, издвојени производни комплекси, саобраћајни терминални итд.) немају исти ниво разноврсности функције као урбана насеља. Они, по правилу, имају другачије карактеристике просторне и временске концентрације извора и циљева кретања људи и robe (сезонске карактеристике). Такође, карактеристично је да такви центри развоја, по правилу, имају другачије карактеристике структуре токова по видовима транспорта.

По доминантном критеријуму утицаја на функцију потеза или деонице путне мреже, остали центри развоја могу се приближно изједначити са саобраћајним тежиштима одређеним према критеријумима за насеља.

#### 2.3.2.1. Туристичка подручја и центри

На основу интензитета потражње, као и просторне и временске концентрације извора и циљева кретања људи и транспорта robe, разликују се следеће категорије туристичких подручја и центара као саобраћајних тежишта:

– области за туризам, одмор, рекреацију и спорт које обухватају велики простор са разноврсном понудом услуга и највише вишедневних боравака корисника, односно туристичка подручја и центри државног и/или међурегионалног значаја. По утицају на функцију путне мреже приближно су једнаки са **регионалним саобраћајним тежиштем** дефинисаним за насеља.

– области за туризам, одмор, рекреацију и спорт које обухватају мање површине са релативно једнородном понудом услуга на којима корисници углавном кратко бораве, односно туристичка

подручја и центри регионалног (међурегионалног) дometa. По утицају на функцију путне мреже приближно су једнаки са **подручним саобраћајним тежиштем** дефинисаним за насеља.

– области и центри са највише краткотрајних или једнодневних боравака и релативно једнородном понудом услуга са највише кратких или једнодневних боравка корисника, односно подручја и центри подручног (регионалног) дometa. По утицају на функцију путне мреже приближно су једнаки са **локалним саобраћајним тежиштем** дефинисаним за насеља.

#### 2.3.2.2. Терминали других видова саобраћаја

Полазећи од интензитета токова као и просторне и временске концентрације извора и циљева кретања људи и транспорта robe разликују се следеће категорије терминала (изван насеља) као саобраћајних тежишта:

– терминали који заузимају велики простор са државним (међудржавним) нивоом функције (међународни аеродроми, пристаништа и луке на пловним путевима I реда, железничке станице даљинског саобраћаја и сл.). По утицају на функцију путне мреже приближно су једнаки са **регионалним саобраћајним тежиштем** дефинисаним за насеља.

– терминали међурегионалног (регионалног) дometa (нпр. домаћи аеродроми, пристаништа и луке на водним путевима II реда, железничке станице за међурегионални/регионални саобраћај и сл.). По утицају на функцију путне мреже приближно су једнаки са **подручним саобраћајним тежиштем** дефинисаним за насеља.

– везне тачке са системима регионалног (субрегионалног) дometa (нпр. пристаништа и луке на водним путевима III реда, приградска железничка станица и сл.). По утицају на функцију путне мреже приближно су једнаки са **локалним саобраћајним тежиштем** дефинисаним за насеља.

#### 2.3.2.3. Прекогранице везе

Категоризација саобраћајних тежишта и последично ниво функције њиховог повезивања у прекограницним везама подлеже истим критеријумима као што је претходно дефинисано, с тим што се по правилу, поштује категоризација саобраћајних тежишта, односно центара развоја дефинисана у суседним државама.

#### 2.3.3. Ниво функције повезивања саобраћајних тежишта

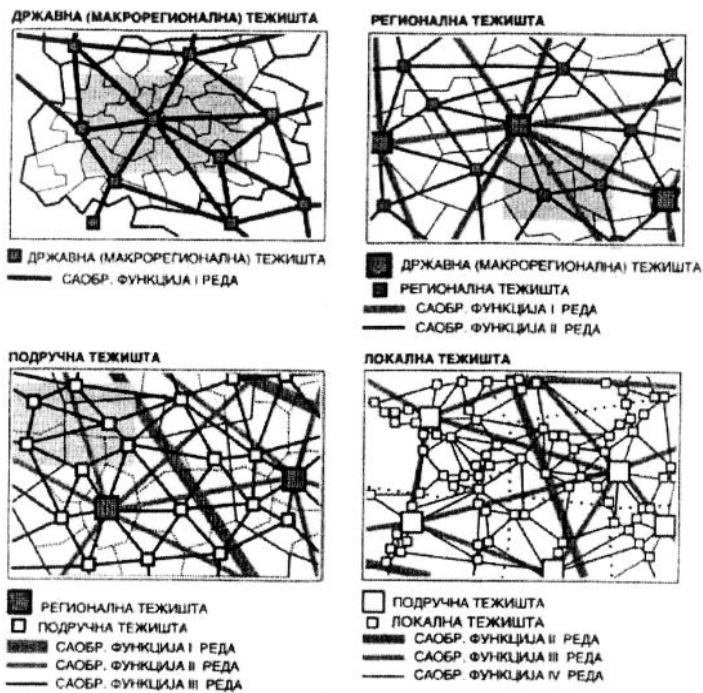
Ниво функције потеза (деонице) путне мреже у складу је с категоријом саобраћајног тежишта које опслужује; разликују се четири реда саобраћајне функције (слика 2-01 овог прилога):

**Саобраћајна функција I реда:** међусобно повезивање државних (макрорегионалних) саобраћајних тежишта, прекограницно повезивање с тежиштима истог значаја у другим државама

**Саобраћајна функција II реда:** повезивање регионалних тежишта с државним (макрорегионалним) саобраћајним тежиштима, међусобно повезивање регионалних тежишта, повезивање регионалних (у посебним случајевима подручних) тежишта са везама I реда функције, повезивање туристичких подручја и центара државног (међурегионалног) значаја са везама I реда функције, повезивање саобраћајних терминала државног (међудржавног) значаја са везама I реда функције.

**Саобраћајна функција III реда:** повезивање подручних саобраћајних тежишта са регионалним и, у посебним случајевима, државним (макрорегионалним) тежиштима, међусобно повезивање подручних тежишта, повезивање регионалних (у посебним случајевима подручних) тежишта са везама II (I) реда функције, повезивање туристичких центара регионалног (међурегионалног) значаја са везама II (I) реда функције, повезивање саобраћајних терминала регионалног (међурегионалног) значаја са везама II (I) реда функције.

**Саобраћајна функција IV реда:** повезивање локалних тежишта с подручним тежиштима и, у посебним случајевима, регионалним тежиштима, међусобно повезивање локалних тежишта, повезивање локалних тежишта са везама III (II) реда функције, повезивање туристичких центара подручног (регионалног) значаја са везама III (II) реда функције, повезивање саобраћајних терминала регионалног/субрегионалног значаја са везама III (II) реда функције.



Слика 2-01: Саобраћајна тежишта и нивои саобраћајне функције.

### 3. ФУНКЦИЈЕ ПУТЕВА

У овом поглављу се на основу општих ставова о задацима путне мреже у остваривању циљева просторног развоја дефинишу основне и посебне функције потеза (деонице) путева као елемената путне мреже.

#### 3.1. Основне функције пута

Основне функције пута су саобраћајне функције међусобног повезивања саобраћајних тежишта и саобраћајног опслуживања простора у непосредној околини пута. Основне функције пута су:

– опслуживање – подразумева обезбеђење приступа до/од појединачне локације и/или просторне целине (подручја), вођење саобраћајних токова до/од подручног тежишта или до/од деонице вишег функционалног нивоа путне мреже;

– сабирање – је функција прикупљања појединачних саобраћајних токова да би се објединили, воде до/од подручног и/или регионалног саобраћајног тежишта или до/од деонице вишег функционалног нивоа путне мреже;

– повезивање појединачних подручних и/или регионалних саобраћајних тешкотијадијаграма подразумева функцију саобраћајног обједињавања урбаних насеља и/или других врста саобраћајних тешкотијадијаграма, као и њихово приклучување на потезе (деонице) највишег функционалног нивоа путне мреже;

– даљинско повезивање регионалних и/или државних (макрорегионалних) саобраћајних тешкотијадијаграма представља највишу функцију пута која повезује већа одстојања међурегионалног, државног и међудржавног домета.

#### 3.2. Посебне функције пута

Посебне функције пута обухватају пратеће услуге корисницима пута (гориво, сервиси, одмор, потребе, услуге и сл.) као и друге активности које се одвијају на путном земљишту (нпр. приступ до стајалишта и чекање на јавни превоз). Та група функција се по врстама, интензитету и броју дефинише као битан планерско-проектантски услов (тачка 5.2. овог прилога) у складу с функционалном врстом путног правца и/или деонице. Посебне функције не смеју ни на који начин умањити квалитет основних (тј. саобраћајних) функција смањењем брзине саобраћајног тока и/или нивоа услуге, смањење нивоа безбедности саобраћаја, ометањем основног саобраћајног тока и сл.

Непосредно окружење пута, по Закону о јавним путевима, обухвата заштитни појас и појас контролисане изградње, чија ширина зависи од категорије пута. Ниже функционалне врсте путева, као и деонице путева кроз насељена места у путном простору и

непосредном окружењу имају и низ посебних функција (нпр. заустављање и паркирање возила, попречно и подужно кретање бициклиста и/или пешака, боравак пешака у профилу пута и/или ширим простору, кретање и боравак деце, шетња, коришћење услуга објекта у зони пута итд.). Та група посебних функција по правилу, последица је саобраћајне функције опслуживања ивичних садржаја, па се јављају конфликтни захтеви обезбеђења услова за пролазне токове ванградског пута и потреба функционисања ивичних садржаја.

#### 3.3. Преклапање функција

Између функција повезивања, опслуживања и боравка постоје изражени супротни захтеви; уравнотежено решење тих захтева суштински је садржај функционалне класификације као основе за планерско уређење путне мреже и пројектно обликовање путног простора.

Путеви изван изграђених подручја по правилу остварују функцију повезивања с контролисаним врстама и интензитетима опслуживања и боравка. У зони изграђених подручја кроз које пролази ванградски пут преклапање функција је правило тако да се у таквим ситуацијама првенствено тежи раздавању функције повезивања од функције опслуживања и боравка (сегрегација).

Уколико раздавање функција (сегрегација) није могуће, или из посебних разлога није пожељно, мора се наћи компромисно решење које неће несразмерно угрозити ниједну од наведених функција. Прихватљиво компромисно решење могуће је постићи само на потезима чија је функција повезивања мањег значаја, односно за функционално ниže категорије ванградских путева.

#### 4. ФУНКЦИОНАЛНА КЛАСИФИКАЦИЈА ПУТЕВА

Функционална класификација путева је основна класификација заснована на главним задацима путног потеза (деонице) у путној мрежи и целовите саобраћајне основе просторног развоја територије државе.

#### 4.1. Критеријуми функционалне класификације

Основни критеријуми функционалне класификације путева су:

– просторни ниво функције као показатељ нивоа функције повезивања саобраћајних тешкотијадијаграма (тачка 2.3.3. овог прилога). Разликују се четири просторна нивоа функције: локација, подручје, регион, два/више региона, држава, две/више држава.

– доминантна саобраћајна функција у смислу члана 3.1. овог прилога, односно релативни степен важности задатака опслуживања садржаја, сабирања токова, повезивања саобраћајних тешкотијадијаграма и даљинско повезивање саобраћајних тешкотијадијаграма.

Посебне функције путева (тачка 3.2. овог прилога) и преклапање функција (тачка 3.3. овог прилога) последица су функционалне класификације, односно планерске карактеристике одређене функционалне врстама или типа пута. Стога се ти елементи функције детаљније разматрају у поглављу 6. овог прилога „Општи програмски услови за пројектовање путева“.

#### 4.2. Класе путева према функционалној класификацији

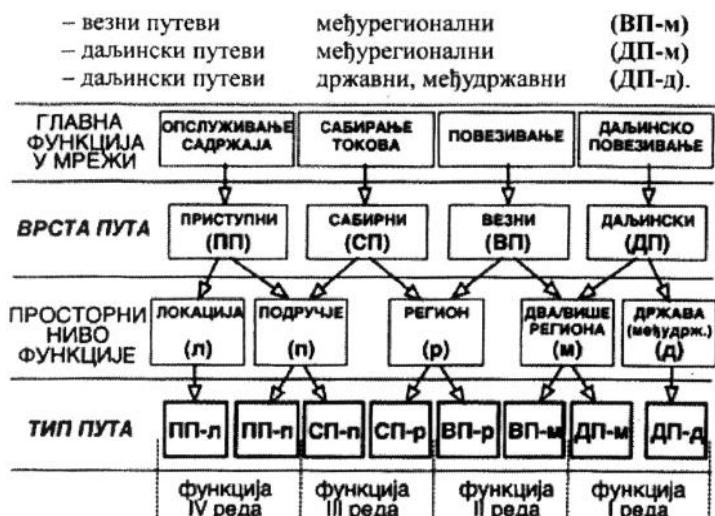
Обједињавањем критеријума из тачке 4.1. овог прилога и радије дефинисаних нивоа саобраћајне функције (тачка 2.3.3. овог прилога) дефинишу се класе путева, односно функционалне врсте и типови путева, као што је приказано на слици 4-01 овог прилога.

Разликују се четири врсте путева према основним функцијама:

- приступни путеви (ПП)
- сабирни путеви (СП)
- везни путеви (ВП)
- даљински путеви (ДП).

Зависно од просторног нивоа на коме се одвија функција пута, четири наведене врсте путева формирају осам функционалних типова:

– приступни путеви	локални	(ПП-л)
– приступни путеви	подручни	(ПП-п)
– сабирни путеви	подручни	(СП-п)
– сабирни путеви	регионални	(СП-р)
– везни путеви	регионални	(ВП-р)



Слика 4-01: Врсте и типови путева према функционалној класификацији.

#### 4.3. Главне и споредне функције путева

Сваки потез (деоница) пута има вишеструке функционалне задатке, па је неопходно дефинисати главну и споредну функцију пута полазећи од основног става да споредна функција пута може бити прихватљива само ако не умањује ниво квалитета услуге за главну саобраћајну функцију. Главна и споредна функција пута према функционалним врстама и типовима приказана је на слици 4-02 овог прилога.

ВРСТА ПУТА	ТИП <sup>(*)</sup> ПУТА	ФУНКЦИЈА			
		ОПСЛУЖИВАЊЕ	САБИРАЊЕ ТОКОВА	ПОВЕЗИВАЊЕ	ДАЛЬИНСКО ПОВЕЗИВАЊЕ
ПРИСТУПНИ ПУТ (ПП)	ПП-л	●	○		
	ПП-п	●	○	○	
САБИРНИ ПУТ (СП)	СП-п	○	●	○	
	СП-р	○	●	○	○
ВЕЗНИ ПУТ (ВП)	ВП-р	○	○	●	○
	ВП-м		○	●	○
ДАЛЬИНСКИ ПУТ (ДП)	ДП-м		○	○	●
	ДП-д			○	●

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

● ГЛАВНА ФУНКЦИЈА  
○ СПОРЕДНА ФУНКЦИЈА  
○ САМО ИЗУЗЕТНО

Слика 4-02: Главна и споредна функција пута по функционалним врстама и типовима.

#### 4.4. Функционална класификација и путна мрежа

Поред функционалне класификације која је основа за процес планирања и пројектовања путева, путне мреже се и посебно класификују по специфичним критеријумима и, у одређеном степену, то је у складу с функционалном класификацијом.

##### 4.4.1. Функционална класификација

Основу за функционалну класификацију ванградских путева чини просторни развој, односно развој саобраћајних тежишта јефинисан у простору и времену, па се одређивање функционалног ранга путних потеза (деоница) спроводи просторним планирањем, односно израдом генералног плана развоја путне мреже као саставног дела одговарајућег просторног плана. Функционална класификација путне мреже стога није коначна већ, у складу променама у просторном и саобраћајном развоју, проверава се и модификује у складу са опредељењима, односно реализацијом азова.

Одговарајући ниво просторног плана, односно генералног плана развоја путне мреже као његовог дела којим се дефинишу функционални нивои потеза (деонице) приказан је на слици 4-03 овог прилога. Истим документом дефинишу се чворне тачке, односно број и генерални положај раскрсница за повезивање које имају исти или за један степен нижи функционални ранг сагласно тачки 4.4.3. овог прилога.



Слика 4-03: Просторни планови којима се дефинишу функционалне врсте и типови пута.

Просторним планом државе дефинишу се највише категорије путева, односно путеви са функцијом даљинског повезивања (ДП-д, ДП-м), као и најважнији путеви међурегионалног повезивања (ВП-м). Функционалном класификацијом дефинишу се и чворне тачке, односно раскрснице за повезивање с путном мрежом регионалног дometа.

Регионални просторни план преузима функционалне врсте и типове путева који су усвојени у просторном плану државе укључујући и чворне тачке повезивања. У регионалном просторном плану врши се функционална класификација преосталих међурегионалних путева (ВП-м) и путева са регионалним дометом функције (ВП-р, СП-р), што обухвата и раскрснице с путним потезима (деоницама) подручног (или општинског) значаја.

Просторни план подручја (или општине) преузима функционалне врсте и типове путева који су усвојени у регионалном просторном плану, укључујући и чворне тачке повезивања. У просторном плану подручја (или општине) врши се функционална класификација евентуално преосталих сабирних регионалних путева (СП-р) и путева који опслужују подручје (СП-п, ПП-п), а могу да се укључе и најважнији приступни путеви локалног значаја (ПП-л).

##### 4.4.2. Посебне класификације путева

Поред основне, функционалне класификације путева, у складу с посебним захтевима и потребама врше се и специфичне класификације путева, и то на основу појединачних доминантних критеријума. Највећи број тих класификација повезан је са основном функционалном класификацијом.

##### 4.4.2.1. Административна класификација путева

Категорије путева по административној класификацији (државни путеви I реда, државни путеви II реда и општински путеви) део су пројектног задатка и непосредно се примењују као програмски услов за процес пројектовања путева. Генерална веза административне и функционалне класификације путева приказана је на слици 4-04 овог прилога.



Слика 4-04: Генерална веза категорија путева према административној и функционалној класификацији.

Државни путеви I реда су кључни потези (деонице) међудржавног и државног значаја и овој категорији по правилу припадају даљински путеви (ДП-д, ДП-м), као и најважнији везни путеви међурегионалног домета (ВП-м).

Државни путеви II реда су кључни потези (деонице) путне мреже региона. Тој категорији припадају мање важни међурегионални (ВП-м), регионални везни путеви (ВП-р) и најважнији регионални сабирни путеви (СП-р).

Општински путеви служе за општински (међуопштински) саобраћај ограниченог домета и тој категорији по правилу припадају мање важни регионални сабирни путеви (СП-р), сабирни путеви на подручју (СП-п) и сви категорисани приступни путеви (ПП-п, ПП-л).

#### 4.4.2.2. Класификација према врсти саобраћаја

Зависно од врсте саобраћаја, односно типова возила којима је дозвољено кретање јавним путем разликују се две класе путева:

**Путеви за саобраћај моторних возила – намењени су за саобраћај возила која су Законом дефинисана као моторна возила. Разликују се две подгрупе.**

Прва подгрупа су **аутопутеви** као највиша класа путева на којима се саобраћај одвија по физички раздвојеним једносмерним коловозима најмање по две возне траке у једном смеру уз потпуно обезбеђење континуитета основних токова без пресецања у истом нивоу. Такве карактеристике су, по правилу, обавезне за највиши тип функционалне класификације (тј. даљинске путеве државног и међународног значаја ДП-д) док их зависно од програмских услова могу имати и функционални типови ДП-м, ВП-м и ВП-р.

Друга подгрупа су **путеви резервисани за саобраћај моторних возила** и припадају вишеј категорији путева на којима се одвија саобраћај моторних возила на јединственом или раздвојеном коловозу и имају најмање укупно две возне траке за двосмерни саобраћај. Основни токови се пресецају у истом (различитом) нивоу, а ако су физички раздвојени коловози, по правилу се пресецају основних токова денивелишу. Таква врста путева су функционални типови ДП-м, ВП-м, а могу се примењивати код ВП-р и СП-р, пре свега зависно од саобраћајног оптерећења.

**Путеви за мешовити саобраћај** користе се за кретање свих врста возила и корисника у саобраћају. Саобраћај је двосмеран и одвија се на јединственом коловозу са укупно две возне траке. Основу за пројектовање чине карактеристике преовлађујуће врсте саобраћаја уз пуно поштовање захтева других видова, а пре свега пешака и бициклиста. Сви токови се пресецају у једном нивоу. Та врста путева карактеристична је за приступне и сабирне путеве нижег значаја (ПП-л, ПП-п, СП-п), а зависно од саобраћајног оптерећења, могућа је примена и код функционалних типова СП-р и ВП-р.

Класификација по овом критеријуму по правилу се усклађује са функционалном класификацијом и један је од основних резултата саобраћајне студије као једне од основа генералног плана путне мреже.

#### 4.4.2.3. Класификација према условима терена

Ванградски путеви класификују се и према топографским карактеристикама терена у непосредном окружењу. За прелиминарно одређивање карактера терена користе се показатељи приказани у табели 4-01 овог прилога.

Табела 4-01: Показатељи за прелиминарно дефинисање карактера терена.

	Равничарски	Брдовит	Планински
Рел. висинска разлика на 1.000 m одстојања	$\leq 50 \text{ m}$	$50 - 150 \text{ m}$	$\geq 150 \text{ m}$
нагиб ладина	$\leq 1 : 10$	$1 : 10 - 1 : 2$	$\geq 1 : 2$

Конечно утврђивање карактера терена дуж трасе и подела на карактеристичне деонице резултат је израде генералног пројекта пута.

#### 4.4.2.4. Класификација према карактеру саобраћајних токова

На јавним ванградским путевима постоји релативно независно од функционалне класификације, различити карактери доминирајућих саобраћајних токова, пре свега по учесталости своје појаве. Разликују се три врсте путева по карактеру саобраћајних токова, као што је приказано у табели 4-02 овог прилога.

Табела 4-02: Карактер саобраћајног тока на ванградским путевима.

Карактер саобр. тока	Учесталост кретања	Карактеристичан дан
Градско-приградски	свакодневна	радни дан
Међуградски	повремена	радни дан, викенд
Међуградски-туристички	сезонска	викенд, сезона

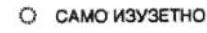
Доминантни карактер саобраћајног тока је програмски показатељ и одређује се на основу резултата саобраћајних студија и истраживања у оквиру израде планске документације.

#### 4.4.3. Хијерархијско уређење путне мреже

Хијерархијско уређење путне мреже у просторном смислу прати хијерархију саобраћајних тежишта и, истовремено, просторну концентрацију саобраћајне потражње. С друге стране, главни задаци потеза (деонице) пута према функционалној класификацији (тачка 4.3. овог прилога) не могу се испунити на потребном нивоу квалитета услуге ако се не обезбеди прихватљив ниво преклапања функција (споредне функције), односно ако се не уклоне функције које су у сукобу с главном функцијом потеза (деонице).

Основни елемент којим се обезбеђује потребан ниво квалитета услуге потеза (деонице) јесте успостављање целовите и јасне хијерархије потеза (деоница) у путној мрежи кроз контролисане услове међусобног повезивања. Као што је приказано на слици 4-05 овог прилога, сваки функционални тип пута успоставља везу са истим, за један ниво нижим или вишим функционалним типом. Одступање од тог правила је могуће као прелазно решење (етапа развоја путне мреже) или, када се због просторних и/или теренских ограничења не може на одговарајући начин хијерархијски урадити мрежа.

ВРСТА	ПРИСТУПНИ ПУТ		САБИРНИ ПУТ		ВЕЗНИ ПУТ		ДАЉИНСКИ ПУТ	
	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					○	○	●	●



Слика 4-05: Општи услови повезивања функционалних типова путева у хијерархијски уређену путну мрежу.

#### 4.4.4. Основне планерске карактеристике путева

Основне планерске карактеристике функционалних класа приказане су на слици 4-06 овог прилога, заједно с генералним односом главних и споредних функција пута (тачка 4.3. овог прилога), као и релативним учешћем основних функција пута (тачка 3.2. овог прилога).

Најдужа путовања по правилу се одвијају на највишим категоријама даљинског повезивања и постепено опадају до најнижих вредности на приступним путевима, наравно ако да је путна мрежа уређена у складу с претходно изнетим правилима повезивања. Сагласно претходном закономерно највећи проток је на вишим функционалним класама путева и на њима се захтевају највише могуће брзине кретања возила. Контрола приступа путном потезу (деоници) вишег функционалног типа је предуслов за остварење захтеваног квалитета протока и одржавања потребних брзина, па се

прикључење остварује на ограниченом броју раскрнице уз прописани ритам и врсту пратећих садржаја искључиво за потребе корисника пута. На путевима нижег функционалног типа (нпр. на приступним путевима) могуће је чак и појединачно прикључивање ивичних садржаја, односно контрола приступа је минимална.

врста пута	тип пута	функција	дужина путовачког протока	брзина	контрола приступа	густина раскрнице	дужина у мрежи
ПРИСТУПНИ	ПП-л	опслуживање садржаја				max	max
	ПП-п						
САБИРНИ	СП-п	сабирање токова					
	СП-р						
ВЕЗНИ	ВП-р	повезивање					
	ВП-м						
ДАЛЬИНСКИ	ДП-м	даљинска повезивање					
	ДП-д		max	max	max	max	

Слика 4-06: Основне планерске карактеристике функционалних типова ванградских путева.

Број и ритам раскрнице је предуслов хијерархијског уређења путне мреже (тачка 4.4.3. овог прилога), суштински елемент контроле приступа као и средство обезбеђења захтеваног квалитета протока и потребних брзина кретања возила. Стога се највиша густина раскрнице може дозволити на приступним путевима са сталним поштравањем услова сагласно порасту функционалног значаја потеза (деонице). У целовитој путној мрежи највећу дужину по правилу имају путеви најнижег функционалног типа.

Основне планерске карактеристике функционалних типова путева чине основу за дефинисање односа пута и насеља, односно става о пратећим садржајима као елементима посебних функција путног правца (деонице).

## 5. ОДНОС ПРЕМА НАСЕЉИМА И ПРАТЕЋИ САДРЖАЈИ ПУТА

Индивидуални видови путног саобраћаја (путнички аутомобили, теретна возила) једини нуде услугу од врата до врата, па је рационалан однос међуградских (ванградских) путева и насеља од пресудног значаја за укупну саобраћајну функцију ванградске путне мреже и функционисање насеља у складу са захтеваним нивоом квалитета. С друге стране, пратећи садржаји пута који имају само посредну саобраћајну функцију, такође захтевају да се ускладе с функционалном класификацијом пута кроз број и релативна одстојања одређених врста пратећих садржаја.

### 5.1. Ванградски путеви на подручју насеља

Појмови јавног пута ван насеља и у насељу одређени су Законом о јавним путевима („Службени гласник РС”, број 101/05 и 123/07), уз разграничење права и обавеза управљача јавног пута и локалне самоуправе.

Ванградски пут на подручју насеља по правилу има два основна задатка:

- обезбедити континуитет пролазних саобраћајних токова уз заштиту ивичних садржаја од негативних утицаја путног саобраћаја;
- омогућити брзо и ефикасно вођење саобраћајних токова који имају извор или циљ у насељу рационалним повезивањем с путном мрежом насеља.

#### 5.1.1. Врсте деоница ванградских путева на подручју насеља

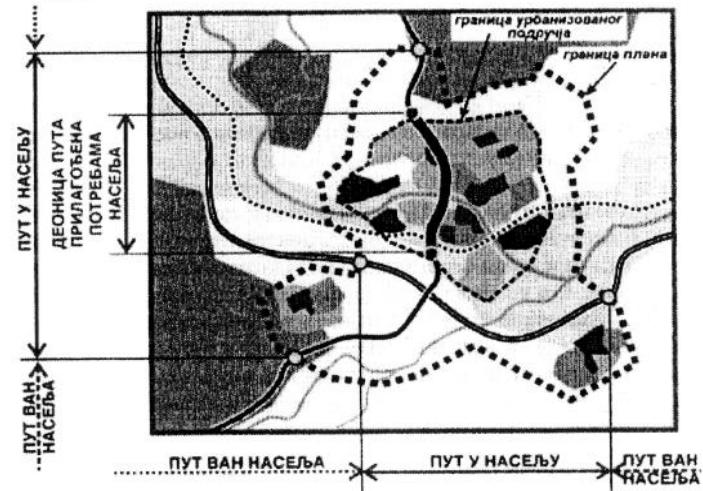
Граница насеља одређена је границом одговарајућег планског документа. Деоница ванградског пута у подручју насеља одређена је стационажама пресека деонице пута и границе одговарајућег плана (слика 5-01 овог прилога). Разликују се две врсте деоница ванградских путева: деоница кроз подручје насеља и деоница прилагођена потребама насеља.

#### 5.1.1.1. Деоница ванградског пута кроз подручје насеља

Деоница ванградског пута кроз подручје насеља има доминантну функцију вођења пролазних (међунасељских) токова и, преко раскрнице, повезивање путне мреже насеља (изврни/циљни саобраћај) с ванградским путем (слика 5-01 овог прилога). Такве деонице имају доминантну међунасељску функцију, па су у надлежности управљача дефинисаног према административној класификацији путева (тачка 4.4.2.1. овог прилога). Планирају се и пројектују по правилима за ванградске путеве, с тим што се њихов положај у простору и број раскрнице усклађује са надлежним за развој предметног насеља.

Та врста деонице се по правилу води ван садржаја насеља и истовремено обезбеђује да се будући развој насеља не ослања директно на ту деоницу нити да се умањује квалитет услуге корисницима ванградског пута. У планском документу почетак и крај такве деонице одређује се стационажом пресека с границама пла-на; евентуална промена почетка и/или краја деонице мора се поднети на сагласност управљачу предметне деонице.

Та врста деонице ванградског пута на подручју насеља карактеристична је за више функционалне врсте (везни путеви ВП, даљински путеви ДП); одступања од овог правила могућа су само на подручјима са већим насељима (тачка 5.1.2. овог прилога).



Слика 5-01: Врсте деоница ванградског пута на подручју насеља.

#### 5.1.1.2. Деоница ванградског пута прилагођена потребама насеља

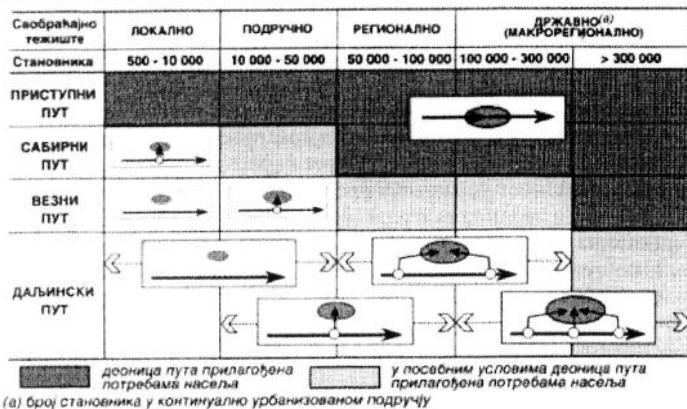
Почетак и крај деонице ванградског пута која је прилагођена потребама насеља (нпр. шири коловоз, линије и станице јавног градског превоза, бициклисти, пешаци, паркирање, светлосна сигнализација и сл.) одређени су стационажама пресека с планираним границама континуално урбанизованог подручја, односно грађевинског рејона (слика 5-01 овог прилога). Такве деонице су доминантно у функцији насеља и у надлежности су управљача градског путног мрежом који је дужан да све захвате усагласи с управљачем ванградског путног мрежом сагласно административној класификацији путева (тачка 4.4.2.1. овог прилога). Све промене граница и/или функција деонице прилагођење потребама насеља које могу утицати на пролазне токове одређеног пута подлежу сагласности управљача одређеним ванградским путем.

Такве деонице планирају се и пројектују по правилима за градску путну мрежу. Карактеристичне су за ванградске путеве који се уводе у насеље, односно поред задатка да обезбеде пролазне и изврни/циљне токове, оне имају значајну функцију у кретањима и активностима у насељу. Карактеристичне су за ниже функционалне врсте (сабирни путеви СП, приступни путеви ПП), а у већим насељима такве деонице се могу јавити и код везних (ВП), али и даљинских путева (ДП) с релативно малим интензитетом пролазних токова и доминантним изврним/циљним саобраћајем.

#### 5.1.2. Повезивање насеља и ванградског пута

Генерални приступ односу саобраћајних тежишта и ванградског пута указује на две могућности: вођење ванградског пута кроз

подручје насеља, или пролазак ванградског пута кроз континуално изграђено подручје (грађевински рејон) насеља. У првом случају се обезбеђује посебна веза (или везе) с путном мрежом насеља, а у другом случају деоница ванградског пута у насељу се прилагођава потребама насеља и постаје део примарне градске путне мреже. Исти принцип важи и за посебна саобраћајна тежишта (тачка 2.3.2. овог прилога) у складу с њиховим релативним значајем у целом систему саобраћајних тежишта. Генерални приступ односу насеља и ванградског пута приказан је на слици 5-02 овог прилога и заснива се на значају саобраћајног тежишта, односно на величини насеља.



Слика 5-02: Генерални однос ванградског пута и насеља – саобраћајних тежишта.

Даљински путеви (**ДП-м, ДП-д**) по правилу не пролазе континуално изграђено подручје због интензивних токова даљинског саобраћаја (пре свега теретна возила) и зато што негативно утичу на околину. Ако се таква потреба наметне услед величине насеља и/или оштрих просторних и/или топографских ограничења, прилагођавање таквих деоница потребама насеља првенствено подразумева увођење додатних возних трака за возила јавног градског превоза уз пуну заштиту пешачких и/или бициклистичких кретања у подужном и попречном смислу.

Улога деонице ванградског пута прилагођене потребама насеља у путној мрежи насеља или функционални тип деонице примарне градске путне мреже којом се насеље повезује с ванградским путем дефинише се сагласно функционалним класификацијама ванградске и примарне градске путне мреже (слика 5-03 овог прилога). Основне планирске карактеристике градских и ванградских путева обухватају идентичне критеријуме (дужина путовања, проток, брзина, контрола приступа, густина раскрсница, дужина у мрежи) примењене на различитом просторном и функционалном нивоу тако да се поштовањем принципа илустрованог на слици 5-03 овог прилога у полазу обезбеђује функционално релативно усаглашена веза ванградске и градске путне мреже.



*Слика 5-03: Општи принцип повезивања ванградске и градске путне мреже сагласно одговарајућим функционалним класификацијама.*

#### **5.2. Пратећи садржаји ванградских путева**

Основни циљеви градње и експлоатације путева су брзо, поуздано, безбедно и удобно кретање путника и терета. Испуњавање тих циљева не зависи само од карактеристике трасе и раскрсница као основних елемената пута већ и од осталих функција (нпр. одржавање пута, управљање саобраћајем, хитне интервенције, снабдевање горивом, услуге корисницима итд.), односно пратећих садржаја ванградског пута.

Основна подела подразумева садржаје којима се обезбеђује функција пута (функционални садржаји) и садржаје за задовољење потреба корисника пута (садржаји за потребе корисника). **Функционални садржаји** директно утичу на укупне експлоатационе услове, а **садржаји за потребе корисника**, осим тога што посредно доприносе безбедности и удобности вожње, представљају извор додатног прихода за управљача пута и могу бити развојни подстациј за гравитационо подручје пута.

#### *5.2.1. Функционални пратећи садржаји*

Функционални пратећи садржаји обухватају све службе и објекте чија је основна намена одржавање и мање оправке путних објеката и елемената, као и пратеће сервисне опреме. Та група пратећих садржаја укључује и службе и/или објекте потребне за контролу и управљање саобраћајем на путу. Функционални садржаји директно утичу на све битне услове експлоатације путног праваца (нпр. брзине возила, проточност, безбедност и сигурност саобраћаја, удобност вожње итд.).

Функционални пратећи садржаји обухватају следеће основне групе:

– базе за одржавање путева су комплекси објекта у којима се смештају све службе и опрема за зимско и летње одржавање пута;

– управљање и контрола саобраћаја обухвата службе за надгледање одвијања саобраћаја, управљање саобраћајем и непосредне интервенције у случају поремећаја саобраћаја;

- наплата путарине је специфична за путеве с комерцијалном експлоатацијом и обухвата службе и објекте намењене прикупљању, обради и контроли наплате;

– **аутобуска стајалишта** су посебни пратећи објекти ванградског пута само на деоницама где је организован јавни линијски превоз аутобусима у приградска подручја, а обухвата издвојен коловоз и простор за чекање;

– проширења (нише) за заустављање возила изван проточних возних трaka на важнијим путним деоницама где нема зауставне трake (тј. важнији двотрачни путеви и вишетрачни путеви осим аутопутева) имају улогу диско континуалне зауставне трake и користе се само у случају изненадне потребе (нпр. квад на возилу).

Базе за одржавање и центри контроле и управљања организују се тако да покрију целовиту путну мрежу. Постоје два основна концепта:

– мрежни концепт одржавања, контроле и управљања применијује се за мрежу путева до просторног нивоа региона (ПП-л, ПП-п, СП-п, СП-р, ВП-р), што захтева повољну локацију базе и центра у тежишту подручја директно ослончену на пут регионалног домета;

— линијски концепт одржавања, контроле и управљања примењује се за даљинске путеве (ДП) и важније везне путеве (ВП-м); за аутопутеве и путеве за брзи моторни саобраћај линијски концепт је обавезан, а све функције се обједињују на истој локацији независно од поделе обавеза и организационог устројства. Притом су водећи критеријуми избора локације захтеви одржавања јер се ради о мање флексибилној и објективно технички и организационо сложенијој служби.

Наплата путарине, аутобуска стајалишта и проширења (нише) за заустављање возила су објекти специфични само за појединачне потезе и/или функционалне типове путева. Веза између функционалних типова путева и одговарајућег функционалног пратећег садржаја приказана је на слици 5-04 овог прилога.

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

ЛЕГЕНДА: ● ДА ○ МОГУЋЕ ○ НЕ

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

Слика 5-04: Функционални пратећи садржацији пута зависно од типа пута.

### 5.2.2. Пратећи садржацији за потребе корисника

Пратећи садржацији за потребе корисника пута обухватају све функције и објекте који треба да обезбеде безбедније и комфорније путовање. Утицај тих садржача на показатељ експлоатације пута је посредан у погледу безбедности, сигурности и удобности у току вожње (нпр. одмор возача), али истовремено ти садржацији отварају могућност остварења директних прихода и могу послужити као подстицај развоја непосредног окружења.

#### 5.2.2.1. Функционални тип пута и услуге корисницима

Пратећи садржацији за потребе корисника пута се организују за највише функционалне типове (ДП-д, ДП-м, ВП-м, евентуално ВП-р) у путној мрежи, док се за функционалне типове ниже нивоа (ПП-л, ПП-п, СП-п, СП-р евентуално ВП-р) подразумева да корисницима пута стоје на располагању садржацији који су формирани за потребе локалног становништва у градским и/или сеоским насељима у ширем подручју пута.

ВРСТА ПУТА	ПРИСТУПНИ (ПП)		САБИРНИ (СП)		ВЕЗНИ (ВП)		ДАЛЬИНСКИ (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 макомалисно контролише

Слика 5-05: Функционални типови пута и потребне услуге корисницима пута.

На најважнијим путним правцима којима се одвија интензиван саобраћај на већим одстојањима (ДП-д, ДП-м, ВП-м, евентуално ВП-р) коришћење садржача у градским и/или сеоским насељима у ширем подручју пута захтевало би напуштање путног правца, промену режима вожње, додатно време и сл. па су пратећи садржацији директно на путном потезу (деоници), што је и у складу са потражњом и понудом услуга. При том се мора успоставити равнотежа потражње и понуде услуга да се пратећи садржацији не би неконтролисано увећали, што може угрозити основну функцију путног правца. Тада аспект је од посебно важан када се ради о најважнијим аутопутним правцима, као и о путевима у доминантно туристичком подручју будући да је остварени приход значајан у укупним добитима оствареним експлоатацијом путног правца.

### 5.2.2.2 Класификација пратећих садржача за потребе корисника пута

На основу функционалних карактеристика пратећих садржача за потребе корисника пута могуће је дефинисати следеће функционалне врсте и типове:

1) **Паркиралишта** која служе за краће задржавање и предах (15–30 мин.) било по потреби, било по жељи. Паркинг за путничке аутомобиле раздвојен је од паркинга за теретна возила и аутобусе који се паркирају на истој површини. Паркиралишта се опремају интерним телефоном, санитарним просторијама, водом за пиће, паноима с туристичким информацијама и мањим уређеним површинама за одмор. Тај тип пратећег садржача могуће је додатно опремити мањим продавницама (нпр. покретне продавнице сезонског воћа) и/или кафеима који раде током најоптерећенијих месецева, и то у часовима када је најинтензивнији саобраћај. Надзор и одржавање свих паркиралишта је повремен и спроводи га служба за одржавање пута с тим што је могуће да површине ван коловоза буду уговорна обавеза закупца продавнице и/или кафеа. Према капацитетима и степену опремљености разликују се два функционална типа паркиралишта: П-1 и П-2.

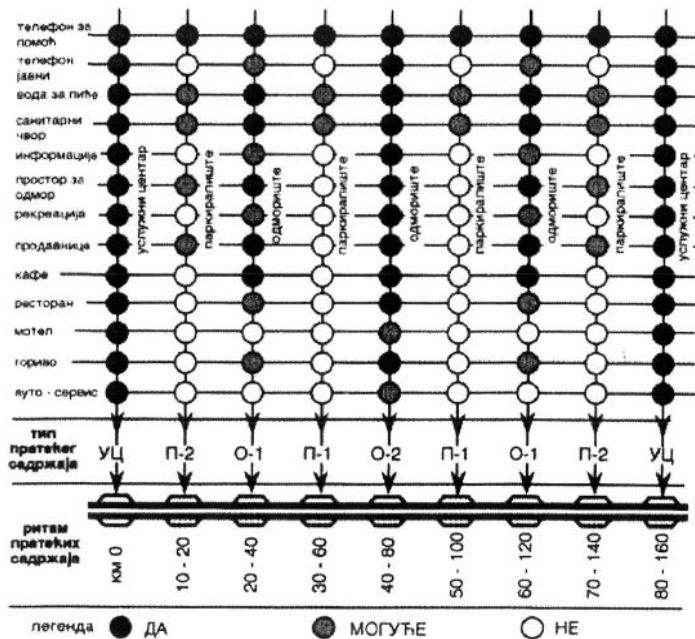
2) **Одморишта** подразумевају дуже задржавање корисника (30–90 мин.) и имају раздвојене површине за паркирање путничких возила, аутобуса, теретних возила и, ако постоји потреба, туристичких возила. Она садржи све програме паркиралишта као и додатно јавни телефон, осветљење, ресторане, продавнице, кафе итд. На одморишту могу бити и пумпе за гориво и ауто-сервиси за мање услуге и оправке. Слободне површине су предвиђене за одмор и краћу рекреацију корисника пута. Надзор и одржавање коловозних површина је задатак службе за одржавање путног правца, док се све остале површине могу уговорно регулисати са закупцима садржача. Према капацитетима, степену опремљености и нивоу просторног раздвајања разликују се два функционална типа одморишта: О-1 и О-2.

3) **Услужни центри** су целовити мултифункционални пратећи садржацији који првенствено служе за дуже задржавање корисника пута. Они се, поред претходно наведених елемената опремају мотелима, кампинг простором за рекреативна возила, пумпама за гориво, сервисима и радионицама итд. Они су мали и специфично урбанизовани комплекси потпуно комунално опремљени. Интерне саобраћајнице и површине за паркирање се раздвајају по врстама возила (путнички аутомобили, теретна возила, аутобуси), као и по сврси задржавања (нпр. издвојено паркиралиште за мотел). Услужни центри имају велики број запослених и локалне кориснике из ширег подручју пута. Приступ услужним центрима се обезбеђује директно са путног потеза (деонице) за кориснике пута, док се за локалне кориснике обезбеђује приступ возилима са локалне мреже. Паркиринг се формира на посебним површинама ослоњеним само на локалну мрежу и пешачко кретање до/од површина услужног центра. Такав концепт је обавезан за услужне центре на аутопутевима и путевима са више од две возне траке да се не би мешало даљинско и локално кретање. Услужни центри раде 24 часа дневно током целе године. Надзор и одржавање свих површина услужног центра су стални уз могућу прерасподелу задатака као у случају одморишта.

Паркиралишта и одморишта се могу у одређеној мери стандардизовати, док су услужни центри увек специфични комплекси под значајним утицајем карактеристика гравитационог подручја и локације. За услужне центре постављају се услови за обавезне и прихватљиве садржаче, као и услови повезивања с путним правцима на који су ослоњени уз рационалну процену колико садржацији треба да се програмирају и обликују према захтевима других корисника, односно корисника из ширег подручја. Основни принцип подразумева да услужни центри првенствено служе корисницима пута, па су потребе осталих корисника прихватљиве само у оној мери у којој не угрожавају неопходан квалитет услуге и ниво сигурности за кориснике путног правца.

#### 5.2.2.3. Врсте услуга и ритам пратећих садржача за потребе корисника пута

Врсте услуга корисницима пута према функционалној класификацији пратећих садржача, као и потребна међуодстојања (ритам) приказани су на слици 5-06 овог прилога.



Слика 5-06: Врсте услуга, функционална класификација и расстојања између пратећих садржаја за потребе корисника пута.

Краће задржавање возила, телефон за помоћ, санитарни чвор, вода за пиће и сл. елементарне су услуге корисницима пута и постављају се на сваких 10–20 километара путног потеза вишег функционалног типа (ДП-д, ДП-м, ВП-м). Остале услуге имају следећа међудстојања (ритам):

– објекат за информације	40–80 km
– краћи одмор	20–40 km
– рекреација	40–80 km
– продавнице, кафе	20–40 km
– ресторани	40–80 km
– мотели	80–160 km
– пумпе за гориво	40–80 km
– ауто сервиси	80–160 km

Одступања од наведеног ритма, односно мања међудстојања пратећих садржаја негативно утичу на проточност, брзину вожње и безбедност саобраћаја, док истовремено умањују ниво прихода појединачних садржаја одморишта и/или услужних центара што може угрозити њихову економску оправданост и рационалност њиховог постојања.

## 6. ОПШТИ ПРОГРАМСКИ УСЛОВИ ЗА ПРОЈЕКТОВАЊЕ ПУТЕВА

Општи програмски услови за пројектовање путева утврђују су на основу функционалне класификације путева и општих ставова дефинисаних у претходним поглављима. Техничка упутства за пројектовање путева (ПП-Т, ПП-ПР, ПП-ДР) у пуној мери се ослањају на дефинисане опште програмске услове. Задаци за израду пројектне и планске документације ванградских путева формирају се на наведеним условима и саставни су део пројектног задатка.

Програмски услови односе се на ванградске путеве укључујући и деонице ванградских путева на подручју насеља које нису прилагођене потребама насеља (тачка 5.1.1.1. овог прилога). За деонице ванградских путева прилагођене потребама насеља (тачка 5.1.1.2. овог прилога) примењују се општи програмски услови дефинисани за градску путну мрежу.

### 6.1. Функција пута и програмски услови

Доследним поштовањем утврђених планерских услова обезбеђује се захтевани ниво и квалитет функције пута и истовремено се усклађују негативни утицаји саобраћаја са садржајима и активностима у ширем подручју пута.

### 6.1.1. Однос пута и окружења

За испуњавање функционалних задатака на захтеваном нивоу свака функционална врста и/или тип пута мора испуњавати основне програмске услове приказане на слици 6-01 овог прилога.

Полазни програмски услов је однос према насељима (тј. саобраћајним тежиштима), као што је дефинисано у тачки 5.1.2. овог прилога. Путеви који улазе у градска подручја морају имати обезбеђен континуитет у деоницама градске путне мреже одговарајућег функционалног ранга. Степен значајности саобраћајног тежишта активности одређује и највишу функционалну врсту и/или тип пута који се може директно увести у подручје. Даљински путеви (ДН) се задржавају по ободу урбанизованог подручја, укључујући и најзначајнија (државна) саобраћајна тежишта због обезбеђења несметане функције даљинског повезивања, као и због крајње негативних последица за простор и животну средину.

	ПРИСУПНИ ПУТ		САБИРНИ ПУТ		ВЕЗНИ ПУТ		ДАЉИНСКИ ПУТ	
	ПП-д	ПП-п	СП-п	СП-р	ВП-р	ВП-м	ДП-м	ДП-д
САБОРАЧАЈНО ТЕЖИШТЕ	ЛОКАЛНО	улас/пролаз у/кроз подручје тежишта	да / не		не улас/пролаз у/кроз подручје тежишта			
	ПОДРУЧНО	улас/пролаз у/кроз подручје тежишта	да / не		не улас/пролаз у/кроз подручје тежишта			
	РЕГИОНАЛНО	улас/пролаз у/кроз подручје тежишта		да / не	не улас/пролаз у/кроз подручје тежишта			
	ДРЖАВНО	улас/пролаз у/кроз подручје тежишта		да / не				не
ИВИЧНА ГРАДЊА САДРЖАЈА		дозвољена	дозвољена у изузетним случајевима		забрањена			
КОНТРОЛА ПРИСУПА		нема	делимиčна		потпуна			
ДИРЕКТАН КОЛСКИ ПРИСУП		дозвољен	дозвољен у изузетним случајевима		забрањен			
СНАБДЕВАЊЕ САДРЖАЈА У ЗОНИ ПУТА		дозвољено са коловоза	регулисано са процирењем или индиректно		индијектно преко локалне путне мреже или саобраћајници 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			

Слика 6-01: Општи програмски услови односа пута и окружења.

Ивична изградња дуж путног правца (слика 6-01 овог прилога) не може се дозволити без доследне и ригорозне контроле последица; заштитни појас и појас контролисане изградње, као је што је дефинисано Законом о јавним путевима, основно су упориште за спровођење контроле ивичне изградње. Ивична изградња тежи да директним приклучивањем возила и генерирањем посебних врста саобраћаја (нпр. пешаци, бициклисти и сл.) угрози саобраћајну функцију пута, а интензиван саобраћај на путу деоници битно умањује вредност и квалитет локације (нпр. утицај саобраћајне буке). Стога се ивична изградња може дозволити само уз путеве најниже категорије уз осмишљено регулисање њеног интензитета, врсте и просторног положаја да пут не би неконтролисано прерастао у улицу. Уз путеве виших категорија ивична изградња се забрањује, док се појединачне локације развијају само ради пружања услуга корисницима пута уз пуну контролу њихове учесталости и микролокације (тачка 5.2.2. овог прилога).

Контрола приступа обухвата координиран низ различитих мера, као што су: забрана кретања за одређене врсте возила (нпр. польопривредна возила, јавни превоз, бициклисти, пешаци и сл.), одстојања и врсте раскрсница и/или пратећих садржаја, могућности директног приклучивања локација и сл. На путевима највишег функционалног ранга она мора бити потпуна да би се обезбедили захтевани ниво услуге, брзине кретања и сигурности.

Приклучивање појединачних локација, односно директан колски приступ (слика 6-01, овог прилога) битан је елемент контроле приступа посебно ако се има у виду да сваки приклучак тежи да функционише као површинска раскрсница (скретања лево) ниске брзине маневра и сл. Уз приступне путеве (ПП) који имају

основну функцију опслуживања локација може се дозволити релативно слободно прикључивање. На свим осталим категоријама путева јавља стално се пооштравају услови директног прикључивања, а везе се остварују само преко мреже локалних и сабирних путева, односно уз пуно поштовање хијерархијског уређења путне мреже (тачка 4.4.4. овог прилога).

Принцип снабдевања садржаја у зони пута (слика 6-01, овог прилога) сагласан је функционалном рангу пута; на везним и даљинским путевима (ВП, ДП) снабдевање се обезбеђује индиректно локалном путном мрежом или са саобраћајних површина пратећих садржаја.

Боравак у широј зони пута (тачка 3.2. овог прилога) дозвољен је на приступним (ПП) и под одређеним условима, сабирним путевима (СП) пошто је могуће на тим нивоима ускладити конфликтне захтеве кретања моторних возила и боравка у простору. На путевима највише категорије (ВП, ДП) те активности се ограничавају по врсти и локацији, односно организују се у оквиру пратећим садржајима за потребе корисника пута у складу с тачком 5.2.2. овог прилога.

Негативни утицаји саобраћаја на животну средину приближно су сразмерни интензитету саобраћајних токова, па су мере заштите животне средине програмска обавеза за путеве највише категорије (слика 6-01 овог прилога).

#### 6.1.2. Врсте корисника пута

Корисници путне мреже имају различите статичке и динамичке карактеристике, што је суштински проблем у погледу проточности, сигурности, комфора и сл. Стога се као битан програмски услов поставља регулисање заједничког коришћења коловоза и путног простора у складу с функцијом путног потеза или деонице.

##### 6.1.2.1. Моторна возила

У погледу саобраћаја моторних возила и регулативних мера постоје битне разлике по одређеним функционалним нивоима путних деоница. Путнички аутомобили (слика 6-02 овог прилога) могу користити све функционалне нивое путне мреже. Туристички или међуградски аутобуси, за разлику од аутобуса јавног линијског приградског превоза који захтевају организацију стајалишта (тачка 6.1.2.2. овог прилога), могу да користе све деонице путне мреже, с тим што је могуће забранити или ограничити њихово кретање приступним путевима. Сличан принцип примењује се и за теретна возила и аутовозове имајући у виду њихове статичке димензије, динамичке карактеристике, носивост итд., као и негативне утицаје на путно окружење. Трактори и пљоопривредна возила морају се уклонити с путева највише категорије (ВП, ДП) и оријентисати на приступне путеве (ПП), некатегорисану или специфичну мрежу пљоопривредних путева.

	ПРИСТУПНИ ПУТ	САБИРНИ ПУТ	ВЕЗНИ ПУТ	ДАЉИНСКИ ПУТ
	ПП-л   ПП-п	СП-п   СП-р	ВП-р   ВП-м	ДП-м   ДП-д
ПУТНИЧКИ АУТОМОБИЛИ, МОТОРЦИКЛИ	дозвољено			
ТУРИСТИЧКИ (МЕДУГРАДСКИ) АУТОБУСИ	регулисани	дозвољено		
ТЕРЕТНА ВОЗИЛА	регулисани	дозвољено		
АУТОВОЗОВИ, ВЧУЧНИ ВОЗОВИ	регулисани	дозвољено		
ТРАКТОРИ И, ПЉООПРИВР. ВОЗИЛА	дозвољено	регулисани	забрањено	

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

Слика 6-02: Општи програмски услови – присуство моторних возила.

##### 6.1.2.2. Јавни линијски превоз, бициклести и пешаци

Јавни линијски превоз (приградски аутобуси) ограничава се на сабирне путеве (СП) (слика 6-03 овог прилога), а у посебним

условима могуће је водити линије аутобуса и на деоницама везних путева (ВП). Највише категорије путне мреже (ДП) не дозвољавају успостављање линија јавног линијског превоза пошто је њихово функционисање у потпуној супротности са захтеваним брзинама и безбедности. Такође, треба избегавати вођење линија јавног превоза на приступним путевима (ПП-л) пошто појава аутобуса не би била у складу са окружењем и активностима.

	ПРИСТУПНИ ПУТ	САБИРНИ ПУТ	ВЕЗНИ ПУТ	ДАЉИНСКИ ПУТ
	ПП-л   ПП-п	СП-п   СП-р	ВП-р   ВП-м	ДП-м   ДП-д
АУТОБУСИ ЈАВНОГ ПРЕВОЗА	да/не	дозвољено		дозвољено у посебним условима
СТАЈАЛИШТА	могуће на коловозу	автобуска стајалишта ван проточног коловоза		забрањено
ПРИСТУП ПЕШАКА ДО СТАЈАЛИШТА	слободан у нивоу	регулисани прелази у нивоу	регулисани прелази у нивоу (два нивоа)	нема
ПОДУЖНО КРЕТАЊЕ	слободно	слободно (а) по жељно регулисање	регулисано (забрањено)	забрањено
ЗАШТИТА ПОДУЖНИХ ТОКОВА	нема	заједно са (а) пешачима или издајењем стаза	издајења стазе за бициклисте	независно вођење стаза за бициклисте
ПОПРЕЧНО КРЕТАЊЕ	слободно	пешачки и/или бициклистички прелази	регулисано, бициклистички прелази	независно
ВОЂЕЊЕ ПОПРЕЧНИХ ТОКОВА	у нивоу		у нивоу (а) или два нивоа	два нивоа
ПОДУЖНО КРЕТАЊЕ	могуће на (б) коловозу	регулисано, по потреби (б) једнострочно или обострано		забрањено
ЗАШТИТА ПОДУЖНИХ ТОКОВА	нема (б) (ивичњак)	ивични разделини 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

Слика 6-03: Општи програмски услови – јавни линијски превоз, бициклисти и пешаци.

Стајалишта линијског аутобуса по морају бити на посебним проширењима изван проточног коловоза, односно као функционални пратећи садржаји у смислу тачке 5.2.1. овог прилога, уз обавезно уређење простора стајалишта (перони, настручнице и сл.). Приступ путника до стајалишта, зависно од интензитета токова пешака и брзине кретања моторних возила треба регулисати пешачким прелазима па аутобуска станице треба да буду лоциране непосредно у зони регулисаних површинских раскрсница. Пешачки прелаз до стајалишта у два нивоа треба примењивати на везним путевима (ВП), али и на сабирним путевима (СП) ако су повољни нивелациони услови.

Кретања бициклиста (укључујући мопеде и бицикли с помоћним мотором) и пешака (укључујући и кретања до/од стајалишта аутобуса) су подужни и попречни токови у односу на путну деоницу и заштићени су од саобраћаја моторних возила. На приступним путевима (ПП) може се дозволити одвијање бициклиста и пешака на истој коловозној површини на којој се крећу моторна возила будући да се ради о малим интензитетима и брзинама кретања свих вида саобраћаја. На путевима осталим функционалним врста и типова захтеви заштите бициклистичких и пешачких токова од конфликта и утицаја проточног моторног саобраћаја се пооштравају (слика 6-03 овог прилога), а даљинским путевима (ДП) бициклистичке и/или пешачке стазе се воде независно изван путног земљишта.

#### 6.1.3. Програмски услови кретања моторних возила

Програмски услови кретања моторних возила обухватају главне параметре којима се утврђује ниво остварења функционалних задатака, као и основне мере регулативе од утицаја на функцију пута (слика 6-04 овог прилога).

Зависно од функционалног ранга пута, програмски се условљава континуитет саобраћајног тока (слика 6-04 овог прилога).

односно спречава прекид саобраћајног тока услед потребе да се пресече и/или укључи у саобраћајни ток. На путевима највише категорије треба тежити остварењу континуитета тока, што се постиже пре свега пресецањем у два или више нивоа и физичким раздвајањем смерова у складу са саобраћајним оптерећењем.

Ниво услуге је показатељ укупног квалитета одвијања саобраћаја на путу при меродавном саобраћајном оптерећењу за димензионисање елемената пута. Ниво услуге се утврђује у складу са важећом методологијом.

Основна брзина ( $V_o$ ) је полазни програмски параметар, то је један од показатеља нивоа услуге одређеног путног правца при меродавном саобраћајном оптерећењу ( $Q_{mer}$ ). Будући да је основна брзина приближно једнака средњој брзини саобраћајног тока, дефинисањем основне брзине истовремено се дефинише и дозвољено саобраћајно оптерећење  $Q_d$ , при коме је  $V_o$  реално остварљива. Захтевана основна брзина зависи од функционалног ранга и карактера терена, као што је приказано на слици 6-04 овог прилога.

На двотрачним путевима за двосмерни саобраћај условљене вредности основних брзина могу се постићи само ако је на путу у задовољавајућој мери остварена претицајна прегледност. Тада услов исказује се процентуалном дужином деоница на којима треба омогућити претицања и такође зависи од функционалног ранга пута и карактера терена.

	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 (5) 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 (6) % 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		
НЕРАДСТВЕНСКИ НАЈМАЊА (7) ОДСТОЈАЊА	400 м. (200 м.)	1000 м. (500 м.)		3000 м. (1500 м.)		5000 м. (3000 м.)		
ОСНОВНИ ТИП РАСКРСНИЦЕ	површинске неканалисани	површинске мин.канализације		површинске (а) потпуно канализације и денивелације				
ЗАУСТАВЉАЊЕ (ПО ЖЕЉИ)	дозвољено на коловозу у складу са општим правилима вожње	регулисано или изван коловоза		забрањено, обавезно коришћење пратећих садржаја				
ЗАУСТАВЉАЊЕ (ПРАВДИВИ РАЗЛОГИ)	дозвољено на коловозу у складу са општим правилима вожње			дозвољено изван проточног коловоза				
ПАРКИРАЊЕ ВОЗИЛА	регулисано на коловозу	регулисано на коловозу или изван коловоза		искључиво ван коловоза на посебним површинама пратећих садржаја				

(a) - зависно од саобраћајног оптерећења  
(b) - укч час зависио од карактера терена  
(c) - само за двотрачне путеве, % дужине са оствареном претицајном прегледношћу  
(d) - предности у заградама само у изјединим условима  
(e) - за вуконуте и путеве за брз моторни саобраћај обавезна примена денивелацијских раскрсница  
(f) - определени разлог за заустављање подразумева каш возила, изменадно потребе, вишу силу и сл.

Слика 6-04: Општи програмски услови-услови кретања моторних возила.

Раскрснице су чврна места путне мреже од пресудног утицаја на укупан квалитет одвијања саобраћаја. Пошто оне ограничавају укупну пропусну моћ деонице и пошто су подручја конфликтата с другим моторним возилима, бициклистима, пешацима и сл., условљавају се најмања одстојања између њих као што је приказано на слици 6-04 овог прилога. Основни тип раскрснице по функционалним врстама утврђен је у складу са захтевима брзине основног тока и безбедности саобраћаја (слика 6-04 овог прилога).

Заустављање возила на путевима изазива битно смањење пропусне моћи и угрожава ниво безбедности саобраћаја, па се раздвајају заустављања по жељи и заустављања по изненадној потреби. Заустављање по жељи је дозвољено на приступним путевима (ПП), и то у складу са општим прописима о безбедности саобраћаја, док се на сабирним и везним путевима (СП, ВП-р) регулативним или грађевинским мерама ограничавају простори изван коловозне површине, на којима је дозвољено заустављање возила. На даљинским путевима (ВП-м, ДП) заустављање по жељи је забрањено осим на посебним одмориштима и/или на паркиралиштима ван коловозних површина за потребе корисника путног

правца. Заустављање у случају оправданог разлога на путевима нивоа ВП-м и ДП дозвољено је на посебним континуалним тракама за заустављање или појединачним проширењима за заустављање возила (тачка 5.2.1. овог прилога).

Паркирање моторних возила није дозвољено на ванградским путевима па је, осим на приступним путевима (ПП), дозвољено изван проточног коловоза. На путевима највише категорије (ВП, ДП) паркирање возила дозвољено је искључиво на посебним површинама пратећих садржаја за потребе корисника пута (тачка 5.2.2. овог прилога).

## 6.2. Основни саобраћајни параметри

Неопходни програмски услови обухватају и низ саобраћајних параметара, који су директно или индиректно повезани с функционалном врстом и/или типом пута.

### 6.2.1. Плански период

Саобраћајно оптерећење неопходно за процес пројектовања путева односи се на временски пресек у будућности, па је дефинисан плански период зависно од функционалног типа пута и врсте и обима грађевинских интервенција (табела 6-01 овог прилога).

Табела 6-01: Плански период за прогнозу саобраћајног оптерећења (година).

Функционални тип пута	Новоградња		Реконструкција	Рехабилитација
	коначно	етапа		
ДП-д, ДП-м, ВП-м	20 (30)	10 (15)	15 (20)	10 (15)
ВП-р, СП-р	15 (20)	8 (10)	10 (15)	8 (10)
СП-п, ПП-п, ПП-л	10 (15)	-	8 (10)	5 (8)

Наведене вредности у заградама примењују се на новоградњу са знатним инжењерским конструкцијама (мостови, тунели и сл.), а на реконструкције ако су обимније грађевинске интервенције у ситуационом и/или нивелационом плану. Плански период рехабилитације пута зависи од обима улагања (дужи плански период за већа улагања).

### 6.2.2. Величина и карактер саобраћаја

Величина, карактер и структура саобраћаја су полазни програмски параметри за пројектовање нових, реконструкцију или рехабилитацију постојећих јавних путева. Тада програмски податак је резултат сталног праћења саобраћајних токова на постојећој путној мрежи и поступка прогноза које су део студије путне мреже и/или посебних истраживања за потребе изrade планске и пројектне документације.

За путеве нижег функционалног типа (ПП-л, ПП-п, СП-п) саобраћајно оптерећење није пресудан програмски показатељ, па се величина и структура саобраћаја може довољно тачно проценити на основу података постојећег стања и расположиве планске документације.

За потребе пројектовања путева, поред укупне величине саобраћајног оптерећења, неопходно је познавање структуре саобраћајних токова и других карактеристика, као што су варијације саобраћајног оптерећења.

#### 6.2.2.1. Просечан годишњи дневни саобраћај (ПГДС)

Просечан годишњи дневни саобраћај (ПГДС) за постојеће стање добија се на основу континуалног бројања током свих часова 365 дана годишње и представља средњу вредност дневног оптерећења у оба смера, тј.:

$$\text{ПГДС} = \text{укупно возила годишње} / 365 \text{ (возила/дан)}$$

Уколико се не врше континуална бројања на путевима или на путевима мање важности (ВП-р, СП-р, СП-п, ПП-п, ПП-л), довољно тачан податак о саобраћајном оптерећењу може се добити бројањем током најмање седам узастопних дана у једном од месеци са просечним саобраћајним оптерећењем (април, мај, октобар, новембар), у једном од месеци са саобраћајним оптерећењем изнад просека (јули, август) и једном од месеци са саобраћајним оптерећењем испод просека (децембар, јануар).

Прогнозиране вредности ПГДС за одређени путни правци резултат су саобраћајних истраживања у студији мреже (или појединачних специфичних истраживања) и представљају програмски параметар за израду генералног пројекта пута. Прогноза вредности ПГДС врши се у складу с дефинисаним планским периодом у смислу тачке 6.2.1. овог прилога.

#### 6.2.2.2. Варијације саобраћајног оптерећења током године

Промене саобраћајног оптерећења током године одражавају доминантни карактер саобраћајних токова (тачка 4.4.2.4. овог прилога). На ванградским путевима разликују се три карактеристичне криве промене величине саобраћаја током године, као што је приказано на слици 6-05 овог прилога. Доминантни карактер саобраћајних токова на путевима где се не врше континуална бројања може се оценити односом средњих дневних оптерећења у једном од месеци када су она вршна (јули, август) и просечна (април, мај, октобар, новембар):

$$bs = Q \text{ вршно} / Q \text{ прос.}$$

где је:

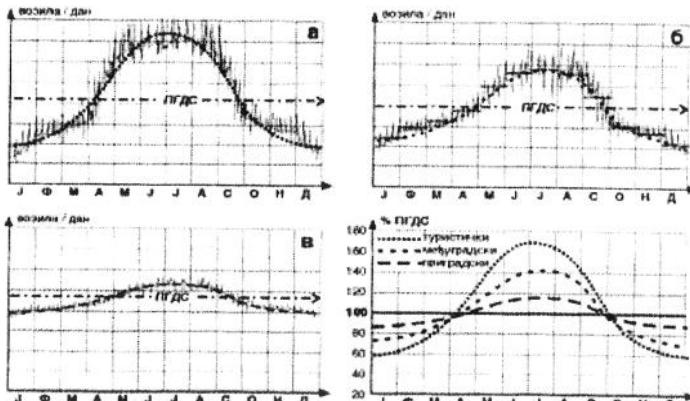
$bs$  – приближни кофицијент годишње неравномерности

$Q$  вршно – средње дневно оптерећење (воз/дан) у вршном месецу

$Q$  прос. – средње дневно оптерећење (воз/дан) у просечном месецу

Границе кофицијента годишње неравномерности ( $bs$ ) сагласне су тачки 4.4.2.4. овог прилога, и то: при  $bs \leq 1,2$  ради се о приградско-градским токовима, при  $bs$  у распону 1,2–1,4 ради се међуградским токовима, док се при  $bs \geq 1,4$  доминантни карактер саобраћајних токова оцењује као међуградски-туристички.

Крива типа А (слика 6-05 овог прилога), односно  $bs \leq 1,2$  типична је за путеве регионалног значаја (СП-р, ВП-р), крива типа Б ( $bs = 1,2 - 1,4$ ) за најважније потезе даљинских путева (ВП-м, ДП-м, ДП-д), док је појава криве типа В ( $bs \geq 1,4$ ) могућа на свим категоријама путева који имају примарну функцију повезивања туристичких подручја земље.



Слика 6-05: Општи ток промене величине саобраћаја током године.

На крају годишњег планског периода неопходно је дефинисати показатеље варијације саобраћајног оптерећења, што је резултат саобраћајних анализа у студији мреже (или у појединачном истраживању); показатеље варијација саобраћајног оптерећења дефинишу се као програмски параметар за израду одговарајућег пројекта пута.

#### 6.2.2.3. Неравномерност оптерећења по смеровима

На путевима саобраћајно оптерећење може бити различито по смеровима, што пре свега зависи од карактера доминирајућих саобраћајних токова. На путевима с доминантним приградско-градским саобраћајем кофицијент неравномерности смерова  $ks = 0,55 - 0,60$ , с међуградским саобраћајем  $ks = 0,60 - 0,65$  а с доминантним међуградским-туристичким саобраћајем  $ks = 0,65 - 0,70$ . Тада фактор се примењује на нивоу меродавних часовних протока, а одређује се на основу резултата истраживања у студији мреже (или у појединачном истраживању). Фактор неравномерности по смеровима је програмски параметар за израду одговарајућег пројекта пута.

#### 6.2.3. Меродавни показатељи саобраћајног оптерећења

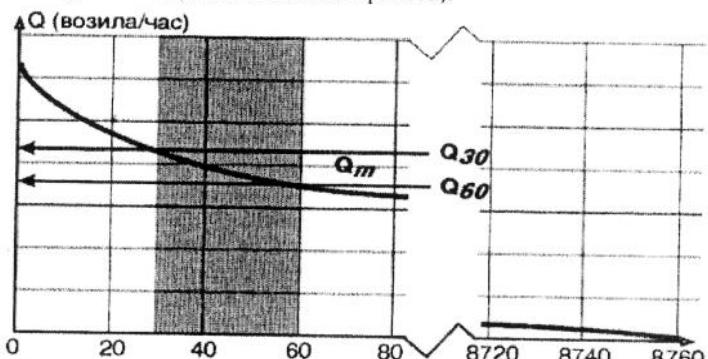
За димензионисање путних елемената и за вредновање варираних решења дефинишу се показатељи, који се примењују у израли пројектне и планске документације. Ти показатељи су програмски параметри и резултат су саобраћајних истраживања у студији путне мреже.

##### 6.2.3.1. Меродавни часовни проток

За потребе димензионисања попречног профиле пута, као и одговарајућих анализа у склопу генералног и/или идејног пројекта примењује се меродавни часовни проток ( $Q_m$ ), који представља прогнозирану вредност саобраћајног оптерећења на крају планског периода (тачка 6.2.1. овог прилога). За путеве са укупно две возне траке меродавни часовни проток се изражава у броју возила/час/оба смера, док се за путеве са раздвојеним коловозима меродавни часовни проток изражава у броју возила/час/смер.

##### 6.2.3.2. Меродавни час за димензионисање

Током 8.760 часова у истој години саобраћајно оптерећење има одређене варијације, па се меродавни часовни проток ( $Q_m$ ) одређује као час који је по величини протока у планској години између 30. и 60. (слика 6-06 овог прилога).

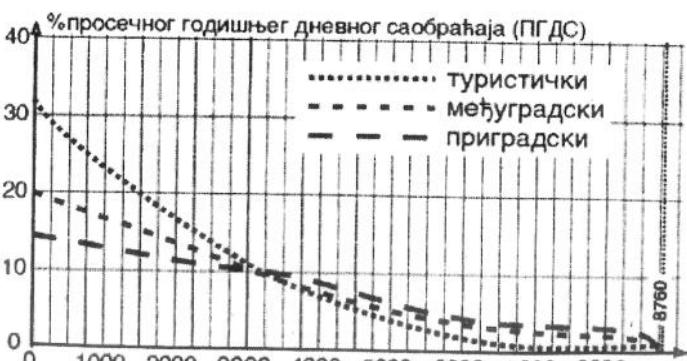


Слика 6-06: Меродавни час за мерење.

За категорије путева највишег ранга (ВП-м, ДП-м, ДП-д) меродаван часовни проток је проток у тридесетом часу по величини саобраћаја ( $Q_{30}$ ), док се за друге категорије путева узима као основ 60 час по величини саобраћаја ( $Q_{60}$ ). Тако дефинисан проток представља меродавни часовни проток ( $Q_m$ ), тј.  $Q_m = Q_{30} (Q_{60})$ .

##### 6.2.3.3. Однос меродавног часовног протока и ПГДС

Однос часовног протока меродавног за димензионисање ( $Q_m = Q_{30} (Q_{60})$ ) и ПГДС, односно  $(Q_{30} * 100) / \text{ПГДС} (\%)$  или  $(Q_{60} * 100) / \text{ПГДС} (\%)$  назива се фактор п-тог часа (ФНЧ). Тада фактор највише зависи од доминирајућег карактера саобраћајних токова (слика 6-07 овог прилога) и вредности су: за приградско-градски карактер токова  $\text{ФНЧ} = 10-14 \% \text{ ПГДС}$ , за међуградски  $\text{ФНЧ} = 13-17 \% \text{ ПГДС}$ , а за преовлађујући туристички карактер има највећи распон  $\text{ФНЧ} = 15-30 \% \text{ ПГДС}$ .



Слика 6-07: Карактеристичне криве промене часовног протока као % ПГДС.

Фактор п-тог часа одређује се на основу резултата саобраћајних истраживања у студији путне мреже, а меродавни проток одређује се зависно од тога да ли су:

- путеви с јединственим двосмерним коловозом

$Qm = ПГДС * ФНЧ/100$  (возила/час/оба смера);

- путеви с раздвојеним коловозима по смеровима

$Qm = ПГДС * ks * ФНЧ/100$  (возила/час/смеру),

где је  $ks$  - коефицијент неравномерности по смеровима (тачка 2.3. овог прилога).

#### 6.2.3.4. Структура саобраћајног тока

Меродавни часовни проток ( $Qm$ ) моторних возила, као и сви остали показатељи саобраћајног оптерећења морају имати подatak и о структури према врстама моторних возила за која се очекује да ће се користити на путној деоници. Зависно од детаљности истраживања у студији мреже могућа је примена детаљнијег структурирања саобраћајног тока, али најмање што је неопходно јесте подела на категорије: путничка возила (ПА), теретна возила (ТВ), тешка теретна возила (ТТВ) и међуградски аутобуси (БУС). На потезима на којима је интензиван туристички саобраћај неопходно је увести и додатну категорију рекреативних возила (РВ), чији типичан представник је путнички аутомобил с камп-приколицом.

Возила линијског јавног превоза (приградски аутобус) могу се евакуирати у посебну категорију возила, која захтева специфичне функционалне пратеће садржаје (аутобуска стајалишта) у смислу тачке 5.2.1. овог прилога. Меродавно саобраћајно оптерећење ( $Qm_{ijp}$ ) изражава се као број аутобуса јавног превоза на час по смеру уз податке о врсти возила (обичан или зglobni аутобус). За постојеће стање, поред броја, могуће је дефинисати меродавни број возила (аутобуса  $JL/\text{час}/\text{смера}$ ) на основу података о реду вожње (учестаност) уз информацију о степену редовности.

За бициклисте, укључујући мопеде и бицикле с помоћним мотором, један час је исувише дугачак пошто су интерне осцилације веома изражене, па се меродавно саобраћајно оптерећење дефинише као број бициклиста/15 минута с тим што се 15-минутни период односи на период са највећим протоком, тј.  $Qmb = \max Qb15min$ . На деоницама где бициклисти користе посебне стазе, физички издвојене од коловоза за моторни саобраћај меродавно саобраћајно оптерећење се изражава за оба смера вожње, а ако се користи иста коловозна површина, када се бициклисти крећу у складу с правилима дефинисаним за моторна возила, меродавно саобраћајно оптерећење се изражава по смеру. Ако постоје попречна кретања бициклиста изван подручја раскрсница, неопходно је дефинисати и меродавна оптерећења таквих токова.

Слично као и за бициклисте, пешачка кретања се не мере на један час услед изузетно изражених интерних осцилација, па је меродаван 5-минутни или 15-минутни период највећег протока (тј. пешака/ 5 (15) минута/оба смера), односно  $Qmp = \max Qp5(15) min$ . Ако се пешаци попречно крећу изван подручја раскрсница и/или ако се већи број пешака креће ка(од) станици приградског јавног превоза, неопходно је дефинисати и меродавна оптерећења таквих токова.

## ПРИЛОГ 2

### 1. ТРАСА ВАНГРАДСКИХ ПУТЕВА

Овај прилог, Техничка упутства за пројектовање ванградских путева, Траса, је концептиран као базни документ за димензионисање и проверу геометријских елемената пута за објекте новоградње, реконструкције и рехабилитације.

Упутства су организована у оквиру следећим поглављима:

- 1) Процес пројектовања;
- 2) Основе за пројектовање;
- 3) Прегледност;
- 4) Попречни профил;
- 5) Пројектни елементи ситуационог плана;
- 6) Пројектни елементи подужног профила;
- 7) Пројектни елементи попречног профила;
- 8) Просторно трасирање.

Вредности појединачних пројектних елемената ванградских путева дефинисаних у овим упутствима формирани су на основу провера возно динамичких, конструктивних и саобраћајно-психолошких (естетских) критеријума и уз истовремено уважавање захтева за минимумом инвестиционих улагања, максимумом безбедности и проточности саобраћаја и минимумом еколошких последица. Пошто су то сложени и у извесном смислу контардикторни захтеви, оптимално решење је у њиховом компромису уз максималну креативност пројектанта и уважавање специфичних услова контекста при чему треба водити рачуна о правовременој и адекватној информисаности најшире јавности с обзиром на то да је пут јавно добро које се финансира из заједничких средстава.

Од утврђених вредности појединачних елемената може се одступити само ако се техничким и економским анализама докаже оправданост другачијег решења и ако се гарантује захтевани ниво безбедности, проточности и заштите животне средине, као и ако је утрошак инвестиционих средстава у складу с пројектним захтвом.

У прилогу 3, Површинске раскрснице ванградских путева, и прилогу 4.. Денивелисане раскрснице ванградских путева, дефинисани су сви неопходни параметри и елементи за целовит приступ процесу пројектовања ванградских путева за све нивое израде пројектне документације: од генералног пројекта, преко идејног и главног пројекта до архивског пројекта и студије пре и после, како за деонице новоградње, тако и за деонице на којима се предвиђају активности реконструкције или рехабилитације пута.

Овај документ се ослања на прилог 1, – Функционална класификација ванградских путева, као и на Закон о јавним путевима Републике Србије.

### 2. ПРОЦЕС ПРОЈЕКТОВАЊА

Изградња путева започиње много пре њихове физичке реализације кроз системски низ уређених поступака планирања и пројектовања. На слици 2-01 овог прилога дефинисане су основне активности изградње, одржавања и праћења стања у области путног инжењерства.



Слика 2-01: Основне активности у области путног инжењерства.

#### 2.1. Фазе у изради пројектне документације

Процес пројектовања путева води се осмишљеним поступцима заснованим на максималном фонду информација о природним и стеченим ограничењима, постојећој просторној и физичкој структури пута, саобраћају (постојећем и прогнозираном) и другим релевантним параметрима како би се могла донети исправна одлука о нивоу интервенција на путној мрежи: рехабилитација, реконструкција или новоградња (нова траса), (слика 2-02 овог прилога).

Централно место припада доношењу одлуке о томе да ли су будући захтеви већи од могућности постојећег пута (путне мреже). Процес мора бити документован и јаван како државним институцијама (министарствима, дирекцијама за путеве, јавним предузећима и сл.), тако и у стручној јавности и међу заинтересованим грађанима.



Слика 2-02: Алгоритам утврђивања потребних активности у пројектовању ванградских путева.

Да би процес пројектовања путева дао жељене ефekte, неопходно је доследно поштовати следеће принципе:

1) изостављање појединих фаза пројектовања или њихова формална израда доноси само маргиналне уштеде, уз висок степен вероватноће да се неће утврдити најбоље решење;

2) рационално и документовано одлучивање у свим фазама планирања/пројектовања засновано на поређењу и вредновању нумеричких показатеља варијантних решења

3) одлагање кључних одлука за следећу фазу пројектовања у супротности је са основним законитостима процеса; свака фаза пројектовања има своје задатке, свој ниво и ширину разматрања;

4) полазне поставке сваке фазе, које су резултат закључача претходне, контролишу се и кроз повратну спреку; мање измене полазних поставак су потребне и неопходне: ако су потпуно демантоване првом итерацијом испитивања, значи да претходна фаза планирања/пројектовања није дала одговарајуће резултате и да се морају проверити основе и начин доношења претходних одлука.

У технолошком погледу, у свакој фази постоји итеративни процес пројектовања који започиње интуитивним стварањем решења, наставља се аналитичком разрадом да би се процениле последице, а завршава повратним утицајем закључака анализе и синтезе на полазне поставке.

Пошто је основни циљ да се у свакој фази пројектовања (генерални, идејни, главни, и извођачки пројекат) утврди оптимално решење проблема, који по природи ствари припада тој фази, оптимизација решења је основно начело сваке фазе изrade пројектне документације. Цео процес пројектовања представља, у ствари, оптимизацију по четири основне циљне функције: минимум инвестиционих улагања (грађење + одржавање), максимална безбедност пута, максимална пропусна моћ, односно максимални позитивни ефекти за кориснике пута и минимум еколошких последица (слика 2-03 овог прилога).

Један од основних циљева процеса пројектовања путева јесте избор оптималне локације путног правца (деонице) из чега произистичу суштинске карактеристике пута. Одредити локацију је кључни проблем у свим фазама планирања и пројектовања путева (слика 2-03 овог прилога).

У генералном пројекту потребно је одредити оптимални коридор на дефинисаном подручју, док се за идејни пројекат истражује и једнозначно дефинише оптимална траса у усвојеном оптималном коридору у претходној фази - генералном пројекту.

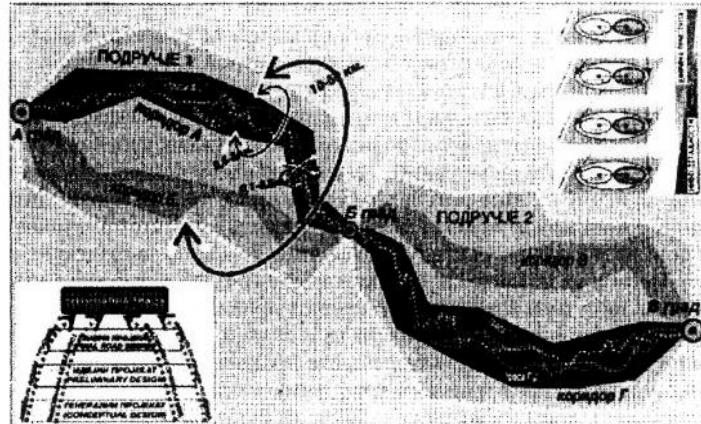
У главном и извођачком пројекту траса је фиксирана у апсолутном координатном систему XoYZ, па се оптимизација своди на избор појединачних елемената и евентуална микромомерања у простору; посебна пажња се посвећује избору оптималних метода и поступака грађења пута.

Сваку фазу пројектовања одређују два параметра: ширина приступа проблему и ниво детаљности анализа. Пошто је пројектовање путева вишеравански уређен процес у више равни, он у пуној мери захтева да се издвоји као најбитнији кораци стварање варијантних решења и њихово вредновање будући да се на основу тих активности доносе одлуке о преласку на нову раван (тј. у следећу фазу пројектовања) са степеном сигурности који је сразмеран

квалиитету спроведених истраживања. При том се издавају два основна задатка:

1) одлука мора бити заснована на детаљним, непристрастним и поузданним параметрима;

2) одлука се верификује јавним и демократским одлучувањем будући да је пут јавно добро које се финансира из заједничких средстава.



Слика 2-03: Избор оптималне локације зависно од фазе изrade пројекта пута.

Посебан значај и специфичност утврђивања оптималне локације имају путеви који пролазе кроз насеље. Ванградски пут у подручју насеља има две основне функције:

1) обезбедити континуитет пролазних токова уз заштиту градских садржаја од негативних утицаја путног саобраћаја;

2) омогућити брзо и ефикасно вођење токона који имају циљ или извор у градском подручју.

Полазни услов подразумева једнозначно дефинисан став о релативном значају наведених функција истовремено водећи рачуна о хијерархијском нивоу насеља (локални, општински, регионални или главни центар) и функционалној врсти пута (приступни, сабирни, везни, даљински пут). Генерални приступ указује на две могућности: вођење ванградског пута кроз насеље (или његово увођење) или релативно независно вођење деонице ванградског пута у односу на насеље са индиректним или директним везама преко раскрсница. Треба поштовати општије односе приказане на слици 2-04 овог прилога.

Граница насеља одређена је границом планског документа који се по Закону израђује за градска насеља (Генерални урбанистички план). Деоница ванградског пута у подручју насеља одређена је стационажном пресека деонице пута и границе плана (слика 2-05 овог прилога).



Слика 2-04: Однос хијерархијског нивоа насеља и функционалних врста ванградских путева.

Разликују се две врсте деоница:

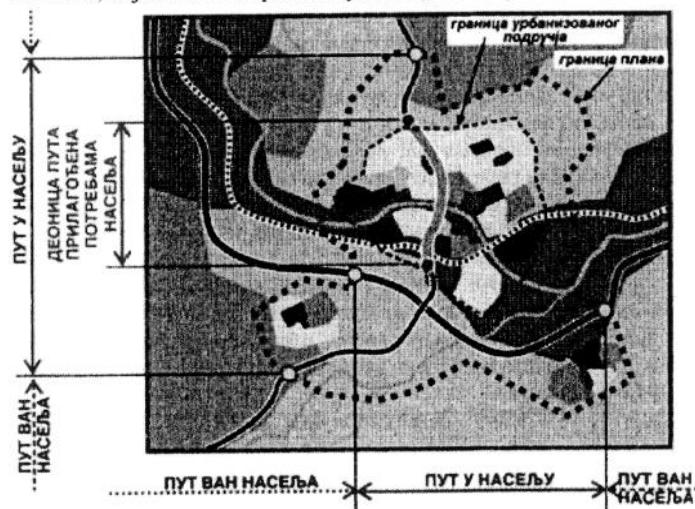
1) Деоница ванградског пута кроз подручје насеља која има доминантну функцију вођења пролазних токова и преко раскрсница, повезивање насеља (изворни/циљни саобраћај) с ванградским путем. Такве деонице имају доминантну међуградску функцију и у надлежности су организације која управља ванградском мрежом. Оне се планирају и пројектују по правилима за ванградске путеве,

с тим што се њихов положај у простору и број раскреница усклађује с надлежним за развој предметног насеља. Воде се просторија у којима нема урбаних садржаја, а урбанистички развој се не ослања на њих нити угрожава њихову функцију у будућности. У планском документу њихов почетак и крај се одређују стационарном пресеком с границама плана. Та врста деоница је доминантна у вишим категоријама путева (даљински и везни путеви), зависно од величине насеља (слика 2-04 овог прилога).

2) Деонице ванградског пута прилагођене потребама насеља (нпр. шири коловози, трасе и станице јавног превоза, бициклисти, пешаци, паркирање, светлосна сигнализација итд.) одређене су стационажама почетка и краја, односно, стационажама пресека деонице с планираним границама континуално урбанизованог подручја (грађевински рејон). Те деонице имају доминантну градску функцију, с тим што захтеви пролазних токова морају бити присутни у њему обликовању. Планирање и пројектовање таквих деоница мора бити у складу с правилима која важе за градску путну мрежу, уз обавезу сагласности надлежних за управљање ванградском путном мрежом којој деоница припада. Такве деонице су карактеристичне за међуградске путеве који се воде (или уводе) кроз насеље, односно, поред тога што пропуштају пролазне токове имају и функцију у градским кретањима и активностима. Та врста деоница је карактеристична за ниже функционалне врсте путева (локални и сабирни) док у путевима више категорије зависи од величине насеља (слика 2-04 овог прилога).

Принцип поделе трошка везује се за дефинисане услове и потребе функционисања пута у насељеном месту у односу на функционисање тог истог пута ван насеља, а дефинисан је у Закону о јавним путевима.

Сагласно наведеном утврђују се и одговарајуће обавезе и права општина, односно, града за послове развоја, планирања, пројектовања, изградње, реконструкције, одржавања, заштите, коришћења и управљања деоницама тих путева са изменењем елементима, објектима и опремом прилагођене потребама насеља.



Слика 2-05: Принцип утврђивања деоница пута у насељу и ван насеља.

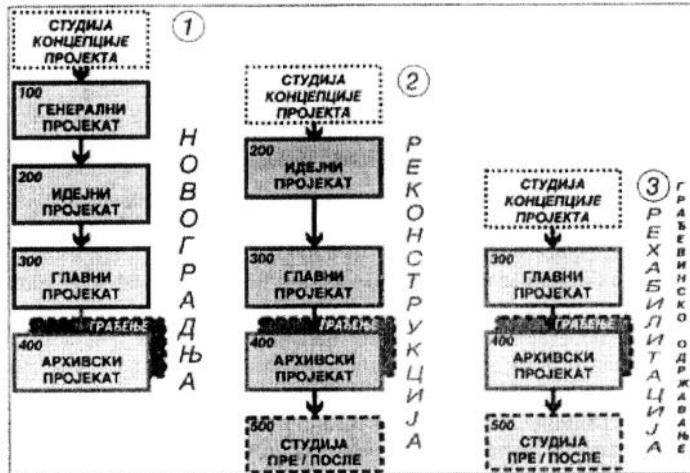
Процес пројектовања путева се мора водити по строго дефинисаним процедурама зависно од врсте и нивоа инвестиције – новоградња, реконструкција или рехабилитација (грађевинско одржавање), што је приказано на слици 2-06 овог прилога.

Када је у питању новоградња, процес започиње израдом Студије концепције пројекта, дефинисањем програмских услова и пројектног задатка за израду генералног пројекта и обухвата генерални, идејни, главни и извођачки пројекат, као и архивски пројекат, који се реализује током грађења пута. Свакој фази пројектовања претходи одговарајући пројектни задатак с прецизно утврђеним активностима и захтевима у погледу његове реализације.

Код реконструкције путних потеза/деоница (слика 2-06 овог прилога) процес почиње израдом идејног пројекта, при чemu се мора имати у виду то да се реконструкција обавља у оквиру постојећег путног коридора. Идејни пројекат израђује се на основу програмских услова и пројектног задатка проистеклог на

основу студије концепције пројекта и утврђених приоритета реконструкције на путној мрежи.

Специфичност процеса реконструкције, као и процеса пројектовања рехабилитације путева јесте студија пре/после којом се утврђују ефекти предузетих мера (безбедност, ниво услуге, заштита животне средине) и оправдавају утрошена финансијска средства. Израда главног (евентуално и извођачког) и архивског пројекта одвија се по сличној процедуре као и за новоградњу путних потеза уз претходно дефинисане пројектне задатке за сваку појединачну фазу.



Слика 2-06: Кораци у планирању и пројектовању путева зависно од врсте захвата и нивоа инвестиције

Пројектовање рехабилитације (грађевинско одржавање пута) обухвата активности на изради главног пројекта, евентуално извођачког, архивског и студије пре/после. Главни пројекат се израђује у две фазе. У првој се анализира постојеће стање и утврђује ниво рехабилитације, а у другој се за дефинисан ниво рехабилитације формира главни пројекат са осталим пратећим пројектима. Као и за реконструкцију, основа за израду главног пројекта су програмски услови и пројектни задатак проистекли на основу студије концепције пројекта за путну мрежу или њене функционалне целине.

На слици 2-07 и 2-08 овог прилога приказане су алгоритамске структуре пројектовања путева ван насеља (новоградња) садржајно и временски усаглашена с планирањем простора, односно, урбанистичким планирањем.

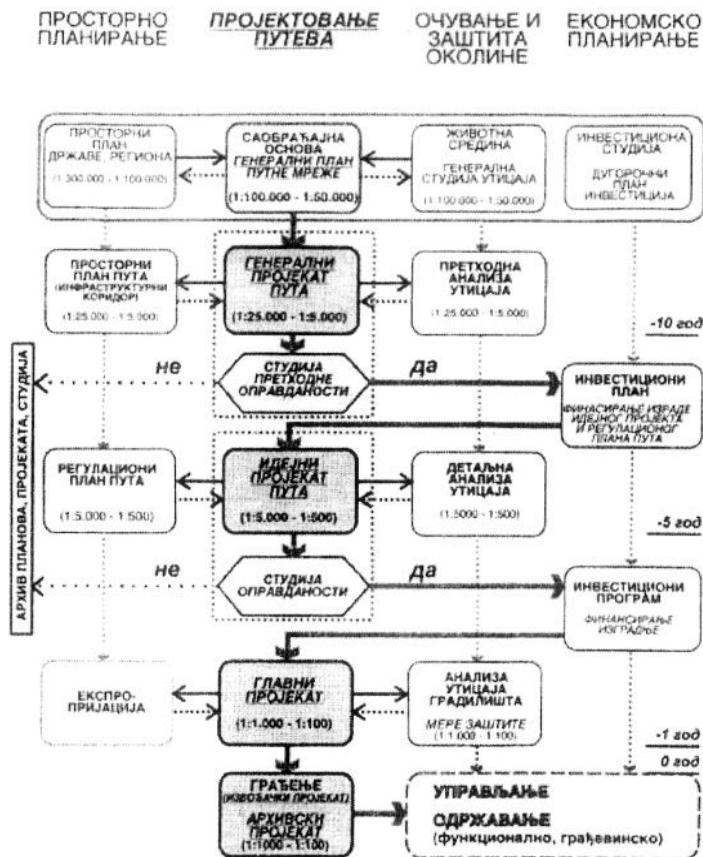
Временска одредница појединачних фаза планирања/пројектовања, изражена као број година пре изградње пута када се комплетира документација, у суштини одражава основну карактеристику саобраћајне основе подручја, тј. представља просторни оквир развоја.

Јака међувисиност путне мреже и просторног развоја захтева усклађену и правовремену израду пројектне документације путева, при чemu треба имати у виду чињеницу да се пут у суштини гради много пре његове физичке реализације и да треба очувати простор и обликовати садржаје, тако да се избегне конфликт између пута и околних садржаја!

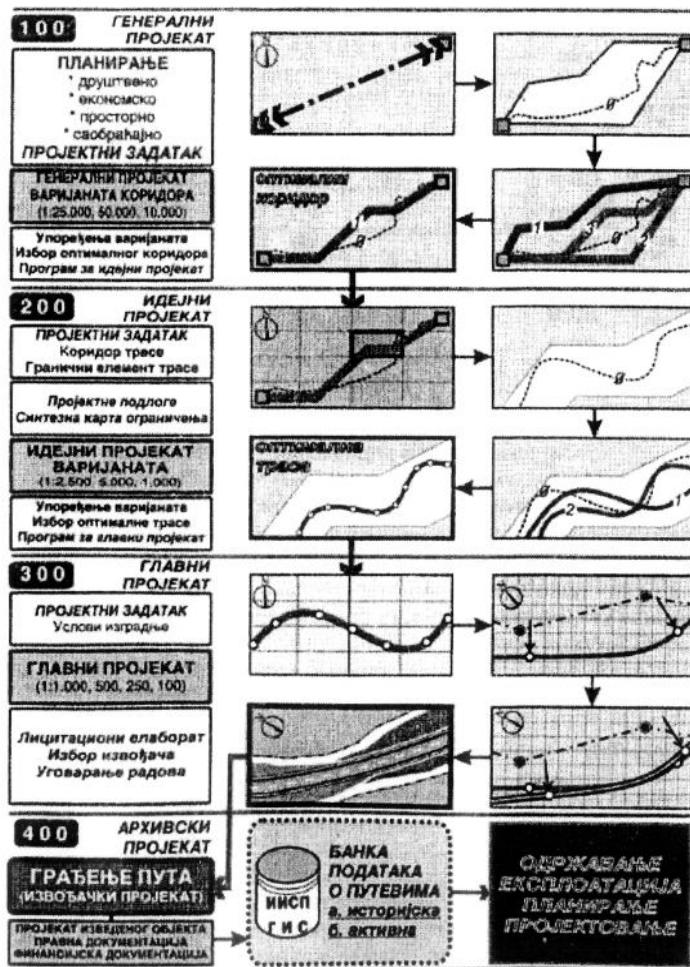
Структура процеса пројектовања путева је хијерархијски уређена и представља вишеравански процес који почиње израдом генералног пројекта, а наставља се идејним, главним, (извођачким) и архивским пројектом.

Генерални пројекат је функционално-техничка провера планирских разматрања као основа регионалног и државног плана просторног развоја. Непосредни програмски услови за формирање пројектног задатка за израду генералног пројекта дефинишу се на основу генералног плана путне мреже државе (региона). Траса (коридор) у генералном пројекту разматра се с гледишта просторних могућности и ограничења, а сви показатељи добијени геометријским, возно динамичким, саобраћајним, еколошким и економским анализама укључују се у процес вредновања да би се избрао оптимални коридор. У тој фази морају се донети и начелне одлуке о етапности грађења, условима експлоатација (слободно или комерцијално), локацији и концепцији раскреница, систему коловозне конструкције (флексибилна или крута), рачунској брзини деоница и сл.

Основна размера генералног пројекта за путеве ван насеља је 1 : 25.000 (10.000), односно за путеве у насељу 1 : 5.000 (2.500).



Слика 2-07: Алгоритам процеса пројектовања путева и везе с просторним планирањем, заштитом животне средине и економским планирањем.



Слика 2-08: Алгоритам процеса пројектовања ванградских путева (новоградња).

Основни плански документ који кореспондира генералном пројекту је, за путеве ван насеља Просторни план пута, као део ширих планских докумената у просторном плану инфраструктурног коридора, односно Генерални план мреже инфраструктуре за путеве у насељу. Претходном студијом оправданости утврђује се подобност пута за реализацију и њени ефекти.

Захтевана тачност за генерални пројекат је  $\pm 20\%$ .

**Идејни пројекат** је истраживачка фаза у којој се једнозначно дефинише траса пута, раскрснице (површинске и/или денивелисане) и сви путни објекти при конкретним условима ограничења. Програмске услове за идејни пројекат чине закључци рада на генералном пројекту и одговарајућим планским документима – просторни план пута, односно генерални план мреже инфраструктуре.

Идејном пројекту се, у оквиру оптималног коридора, детаљно трасирају варијанте са циљем избора **оптималне трасе**. На основу детаљних техничких решења прорачунавају се показатељи вредности сваке разматране варијанте према унапред дефинисаним циљевима и критеријумима, а применом метода вредновања, документовано утврђује оптимално решење трасе будућег пута. Основна размера идејног пројекта за путеве ван насеља је 1 : 2.500 (5.000, 1.000), односно за путеве у насељу 1 : 1.000 (500).

Део идејног пројекта су пратећи пројекти за изабрану трасу (путни објекти, пратећи садржаји, експропријација, саобраћајна и грађевинска опрема, техничке мере заштите животне средине и др.).

Плански документ који кореспондира идејном пројекту за путеве ван насеља је регулациони план пута, односно регулациони план примарне саобраћајнице за путеве у насељу. Коначна одлука о грађењу пута доноси се на основу студије оправданости.

Захтевана тачност за идејни пројекат је  $\pm 10\%$ .

**Главни пројекат** обухвата детаљну инжењерску разраду свих елемената пута и путних објеката (мостови, тунели, потпорне и заштитне конструкције и сл.) неопходних за физичку реализацију пута у реалном простору. Тај пројекат обухвата и сложено разрешење инфраструктурних система у зони захвата радова, оптимизацију метода и поступака грађења, одводњавање површинских, прибрежних и подземних вода, разраду изворишта материјала, уређење простора у зони пута, саобраћајну и грађевинску опрему, пратеће садржаје (функционалне и за потребе корисника), експропријацију и др. У тој фази пројектовања дефинише се прецизан предмер и предрачун радова који ће послужити за лицитациону процедуру и реализацију радова, сагласно законској регулативи. Главни пројекат се израђује на основу детаљних геотехничких, хидротехничких, геодетских и саобраћајних снимања и података. У тој фази рада могу се вршити само микропомерања основне трасе из идејног пројекта са циљем оптимизације радова. Део главног пројекта чине и спецификације за извођење свих врста радова. Основна размера главног пројекта за путеве ван насеља је 1 : 1.000 (500), односно за путеве у насељу 1 : 500 (250).

У одређеним ситуацијама израђује се тзв. извођачки пројекат током реализације самог објекта у циљу унапређења технолошких поступака и рационализације метода грађења.

Захтевана тачност за главни пројекат је  $\pm 3\%$ .

**Архивски пројекат**, који садржи пројекат изведеног објекта, служи за коначни обрачун изведених радова, представља подлогу за планску и рационалну експлоатацију и одржавање пута и чини поуздану основу за даље планирске и/или пројектантске активности у подручју изведеног објекта. Тим пројектом морају бити обухваћени сви подаци о изведеном објекту у границама појаса експропријације (правна, финансијска и техничка документација) закључно с техничким пријемом објекта – подаци о тзв. нутлом стању објекта. Наведени подаци се складиште у интегрисани информациони систем „Путеви” надлежног јавног предузећа за путеве. Подаци се организују у две глобалне базе података – историјска и активна – у складу с даљим начином коришћења. Посебно је значајно да се архивски пројекат израђује по јединственом концепту (методолошком и технолошком) за целу путну мрежу државе да би се на конзистентан начин могао укључити у национални гео-информационни систем.

## 2.2. Управљање пројектовањем путева

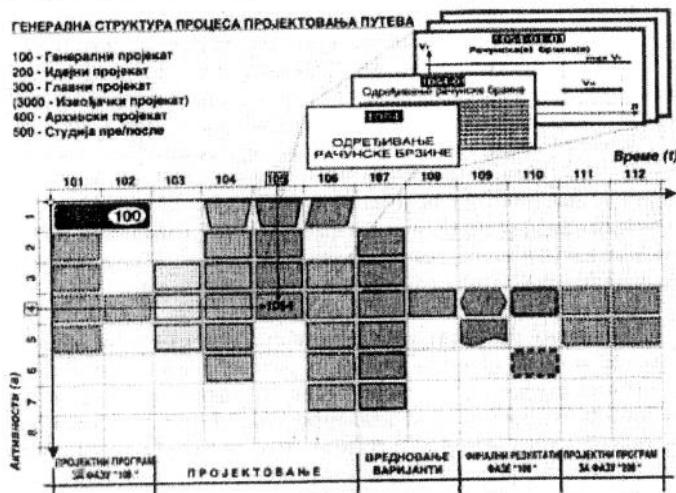
Управљање пројектовањем путева представља веома сложен задатак коме је основни циљ успешно реализовање свих активности од генералног пројекта до избора најповољнијег понуђача за

изградњу пута и уговорања радова. За извршење тих задатака у савременој пракси се, за разлику од интуитивног приступа, широко примењује аналитички приступ управљању пројектом „Design Management“ за који је развијена и одговарајућа методолошка и технолошка основа. Процес управљања пројектовањем може се разматрати са два становишта: са становишта инвеститора и са становишта пројектанта. Иако је реч о другачијим правима и обавезама, чињеница је да је потпуно дефинисан и ефикасан систем управљања израдом пројектне документације у обостраном интересу. При том ваља нагласити да је предуслов за ефикасност реализације сваког појединачног пројекта доследна примена стандардне методологије планирања/пројектовања путева, као и стручни и морални квалитети свих актера тог процеса.

За успешну реализацију инвестиционих пројекта неопходно је једнозначно дефинисати процедуре и поступке, од почетних програмских услова и пројектног задатка за израду генералног пројекта до складиштења података о изведеном путу у интегрисан информациони систем „Путеви“. Кључну улогу у том процесу има формирање тзв. структурних дијаграма у којима се на нивоу дводимензионалне или вишедимензионалне матричне форме сагледавају све активности поједине фазе рада (нпр. генералног пројекта) у временском и функционалном поретку (слика 2-09 овог прилога).

Тако се омогућава: јасно сагледавање процеса изrade пројектне документације, једнозначно разграничење права и обавеза свих учесника (првенствено инвеститора и пројектаната) у процесу, дефинисање неопходног нивоа и смерова размене информација између појединачних активности и целих процеса, активно управљање и континуална контрола тока процеса, како интерна (пројектни тим) тако и екстерна (инвеститор), оптимизација расположивих ресурса (кадрови, опрема, финансије) од стране пројектних организација сагласно уговорним обавезама са инвеститором. Свака фаза пројектовања дефинише се кроз три конзистентно усаглашена параметра: структурни дијаграм пројекта, опис активности и садржјај пројекта.

Пројектним задатком, за сваку фазу изrade пројектне документације, дефинишу се сви релевантни параметри и програмски услови и он представља основу облигационих односа инвеститор-пројектант и кључни је документ за успешну реализацију појединачних фаза изrade пројекта.



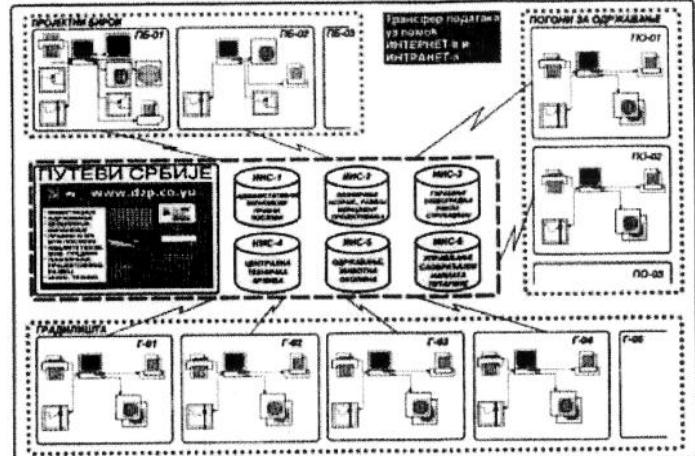
Слика 2-09: Генерални приказ структуре процеса пројектовања путева.

Успешно функционисање целокупног система путне мреже директно зависи од (слика 2-10 овог прилога) ефикасне размене и коришћења релевантних информација на нивоу инвеститор (Јавно предузеће за путеве Србије), пројектни биро, градилишта, погони за функционално и грађевинско одржавање пута.

Пресудну улогу у томе има интегрисани информациони систем „Путеви“. За успешну реализацију сложених задатака газдољања путном мрежом, неопходно је да тај систем испуни и следеће задатке: да омогути припрему и праћење свих активности (на једном или више инвестиционих објеката) и с техничког и с финансијског становишта, да обезбеди релевантне базне информације за планирање и пројектовање, да обезбеди ажурано вођење, брз

приступ и дистрибуцију података зависно од потреба и задатака развоја, управљања, изградње и одржавања путне мреже.

Ефикасно управљање процесом планирања и пројектовања путева зависи пре свега од активне улоге инвеститора у свим фазама изrade планске и пројектне документације у континуалној стручној ревизији (квалитет решења, време, финансије) у циљу правовременог и аргументованог доношења одлука.



Слика 2-10: Токови информација у систему пројектни биро – Јавно предузеће за путеве Србије – градилишта – погони одржавања.

### 3. ОСНОВЕ ЗА ПРОЈЕКТОВАЊЕ

#### 3.1. Класификација путева

Основна класификација, која је веома значајна за пројектовање путева, јесте функционална класификација (слика 3-01 овог прилога) и детаљно је обраћена у прилогу 1, Функционална класификација ванградских путева.



Слика 3-01: Генерална веза категорија путева према административној и функционалној класификацији.

У студији концепције пројекта ради дефинисања програмских услова и формирања пројектног задатка једнозначно се утврђује тип пута и карактер терена да би се могли дефинисати полазни везни динамички параметри: основна брзина ( $V_o$ ) и рачунска брзина ( $V_r$ ), односно рачунска брзина деонице ( $V_{ri}$ ) која је предмет пројектних анализа.

Да би се прелиминарно одредио карактер терена, користе се показатељи приказани у табели 3-01 овог прилога.

Табела 3-01: Показатељи за прелиминарно дефинисање карактера терена.

Релативна висинска разлика на 1.000 m одстојања	равничарски	брдовит	планински
	$\leq 50 \text{ m}$	50-150 m	$\geq 150 \text{ m}$
наги падина	$\leq 1:10$	1:10 - 1:2	$\geq 1:2$

Конечно утврђивање карактера терена дуж трасе и подела на карактеристичне деонице резултат је изrade генералног пројекта пута.

Поред функционалне класификације и административне категоризације јавних путева, значајне су и класификације према врсти саобраћаја (за саобраћај моторних возила (аутопутеви и

путеви резервисани за саобраћај моторних возила) као и путеви за мешовит саобраћај) и класификација према карактеру саобраћајних токова.

Те класификације су важне за дефинисање једнозначних функционалних и техничких параметара одређене деонице пута у процесу израде пројектног задатка, као завршног документа студије концепције пројекта, било да се ради о новоградњи, реконструкцији или рехабилитацији.

### 3.2. Саобраћајно оптерећење

Саобраћајно оптерећење, неопходно за процес пројектовања јавних путева, односи се на временски пресек у будућности, па дефинисани плански период зависи од функционалног типа пута (даљински, везни, сабирни, приступни) и врсте и обима грађевинских интервенција (новоградња, реконструкција, рехабилитација).

### 3.3. Меродавне брзине

Основни параметри у пројектовању путева су брзина и проток на основу којих се дефинишу и димензионишу елементи попречног профила, ситуационог плана и подужног профила. Истовремено, они су и доминантан показатељ пројектних остварења и базни критеријуми за процес вредновања варијантних решења.

У вознодинамичком смислу могуће је проток изразити помоћу брзине, односно дефинисањем полазне вредности брзине, тзв. **основне брзине –  $V_0$**  па се успоставља веза између планерских захтева и пројектних елемената пута, односно друштвених захтева и могућности њихове реализације у функцији просторних ограничења.

#### 3.3.1. Основна брзина – $V_0$

Основна брзина -  $V_0$ , полазни је програмски параметар који показује ниво услуге одређеног путног правца при меродавном саобраћајном оптерећењу –  $Q_{mer}$ . Основна брзина –  $V_0$  приближно једнака средњој брзини саобраћајног тока, па када се дефинише основна брзина, истовремено се дефинише и дозвољено саобраћајно оптерећење –  $Q_d$ , при коме је  $V_0$  реално остварљива.

У табели табели 3-02 овог прилога, односно на слици 3-02 овог прилога дате су вредности основне брзине –  $V_0$  у функцији ранга пута (функционална класификација) и макропоказатеља просторних ограничења – топографије терена.

Табела 3-02: Вредности основне брзине ( $V_0$ ).

Врста пута	Карактеристике терена		
	равничарски	брдовит	планински
даљински	100	80	60
везни	80	70	50
сабирни	60	50	40
приступни	50	40	30

#### 3.3.2. Рачунска брзина – $V_r$

Рачунска брзина –  $V_r$  усвојена је теоријска вредност која служи за прорачун граничних геометријских елемената који се могу применити у пројектовању путева. Њоме се практично одређује доња граница пројектних елемената у најсложенијим теренским условима одређеног пута. Тиме се индиректно изражава колики је прихватљив обим инвестиционих улагања.

Рачунска брзина зависи од програмиране основне брзине –  $V_0$ , а истовремено има значење највеће безбедне брзине возила у слободном саобраћајном току у најоштријим условима пута.

Вредности рачунске брзине у функцији ранга пута и услова терена дате су у табели табели 3-03 овог прилога, односно приказане су на слици 3-02 овог прилога.

Табела 3-03: Вредности рачунске брзине ( $V_r$ ).

Врста пута	Карактеристике терена		
	равничарски	брдовит	планински
даљински	130*	100	80
везни	100	80	70
сабирни	80	60	50
приступни	60	50	40

\* за двотрачне и вишетрачне путеве  $V_r \leq 100 \text{ km/h}$ .

Дефинисана рачунска брзина меродавна је за утврђивање најстрожих геометријских елемената. Они ће бити примењени само на критичним одсекима, где би комфорнији елементи изазвали неприхватљиве инвестиције трошкове. На осталим одсекима најчешће ће постојати могућност примене повољнијих елемената који пружају могућност за остварење већих брзина од рачунске. Понито повољнији елементи најчешће повлаче за собом и већа инвестиција улагања, суштински заједнички заједнички пројектанти је да из односа **ефекти – трошкови** оцени реалну границу прекорачења  $V_r$ .

У том смислу, за горњу границу рачунске брзине –  $\max V_r$  утврђују се вредности дате у табели табели 3-04 овог прилога.

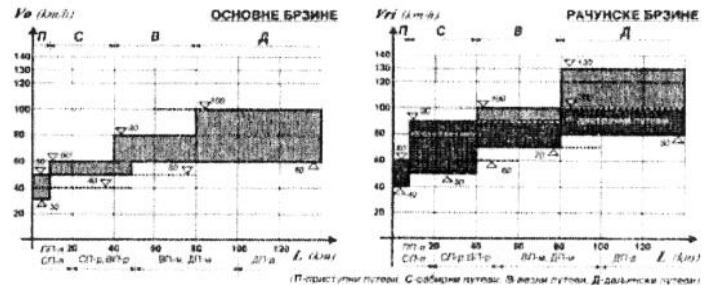
Табела 3-04: Максималне вредности рачунске брзине.

Врста пута	Даљински	Везни	Сабирни	Приступни
$\max V_r$	140(120)*	120(100)*	100-80	80-60

\* вредности за двотрачне, односно вишетрачне (многопрофилне) путеве.

Максимална брзина на правцу једнака је  $\max V_r$ , односно  $V_r+20$ . Вредност  $V_r+20$ , компарише се са  $\max V_r$  уз услов да се не прекораче вредности дате у табели табели 3-04 овог прилога. У пројектима рехабилитације вредност  $\max V_r$  може бити везана за вредност максималне дозвољене брзине, односно брзине која обезбеђује хомогену несигурност трасе при условима њене геометријске имплементације.

У одређивању рачунске брзине битан фактор је карактер терена. Рачунска брзина деонице са једнаким карактеристикама терена –  $B_r$  одређује се кроз процес израде генералног пројекта и представља основни програмски параметар за израду идејног пројекта пута.



Слика 3-02: Приказ основне ( $V_0$ ) и рачунске ( $V_r$ ) брзине зависно од функционалне класификације ванградских путева и услова ограничења.

Минимална дужина деонице са константном вредношћу рачунске брзине је  $20 - 30 \text{ km}$ , а у изузетним случајевима  $\geq 5 \text{ km}$ .

На двотрачним путевима, наведене брзине могу се постићи само ако је на путу у задовољавајућој мери остварена претицајна прецизност. Тада услов исказује се процентуалном дужином деонице на којима је могуће претицање (поглавље 4. овог прилога, Прегледност).

#### 3.3.3. Пројектна брзина – $V_p$

Пројектна брзина –  $V_p$  је теоријска вредност брзине меродавна за димензионисање одређеног елемента пута, саобраћајне и грађевинске опреме, као и за вредновање варијантних решења ако је сигурана и удобна вожња у слободном саобраћајном току. Та брзина се одређује на основу геометријских карактеристика трасе у плану и профилу, при чему је геометрија елемента меродавни фактор безбедности и удобности вожње.

Пројектна брзина –  $V_p$  се одређује као последица и мора се налазити у следећем распону:  $V_r \leq V_p \leq \max V_r$ .

У одређеним анализама везаним за пројектовање саобраћајне и грађевинске опреме максимална рачунска брзина представља брзину ограничења за дату категорију пута, на основу Закона о безбедности саобраћаја.

Алгоритам формирања меродавних брзина у пројектовању путева приказан је на слици 3-03 овог прилога, док је општи приказ профиле брзине са осталим меродавним брзинама дат на слици 3-04 овог прилога.

Конструкција профиле пројектне брзине спроводи се на основу дефинисаних законитости:

1. пројектна брзина – радијус хоризонталне кривине ( $V_p-R$ );
2. пројектна брзина – подужни нагиб ( $V_p-iN$ );

3. модела вожње којим се апроксимира варијација брзина у слободном саобраћајном току (убрзање/успорење) у функцији елемената ситуационог плана и подужног профиле.

Детаљна анализа пројектне брзине спроводи се током процеса израде идејног и главног пројекта пута.

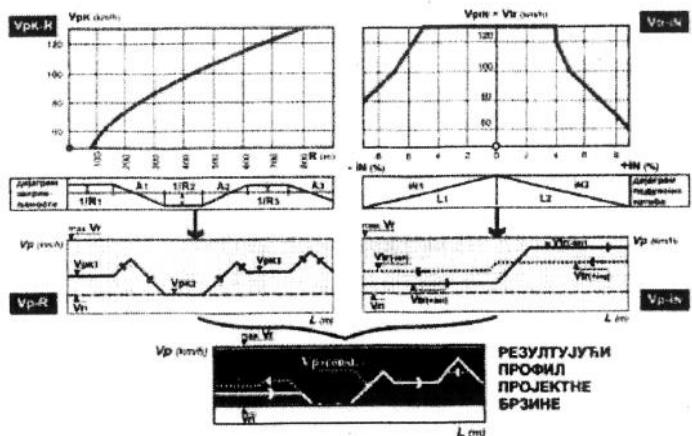
На основу резултујућег профила пројектне брзине:

- димензионишу се и проверавају пројектни елементи пута;
- димензионишу се и проверавају пројектни елементи пуга у функцији захтеване прегледности –  $P_{zp}$ ;
- динамички се усклађују суседни пројектни елементи ( $DV_{ij}$ ) и хомогенизују трасе пута (средња пројектна брзина –  $V_p^s$ , стандардно одступање –  $s$  и коефицијент динамичке хомогености трасе пута –  $Dh$ );

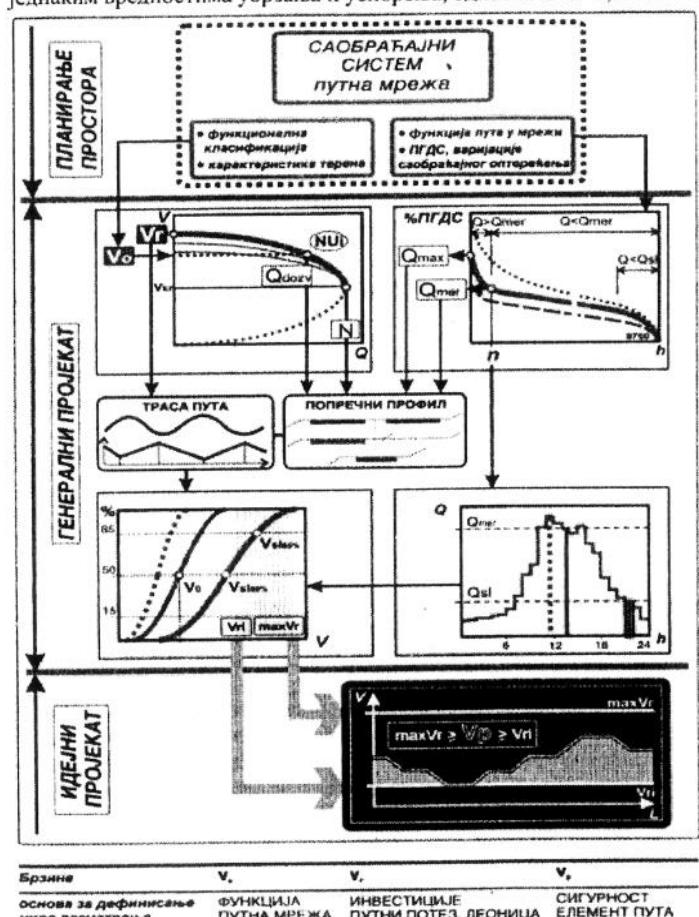
- пројектују се саобраћајна и грађевинска опрема пута;

- пореде се варијантна решења траса и одређује (прогнозира) степен несигурности будућег путног правца.

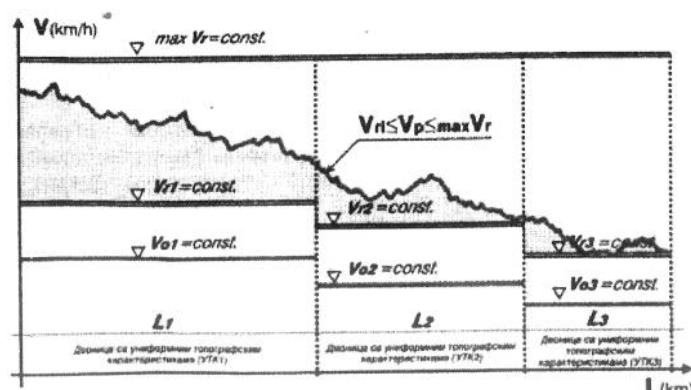
На слици 3-05 овог прилога приказана је конструкција резултујућег профила пројектне брзине за модел вожње са константним и једнаким вредностима убрзања и успорења, односно  $a=d=0,8 \text{ m/sec}^2$ .



Слика 3-05: Конструкција резултујућег профила пројектне брзине.



Слика 3-03: Алгоритам формирања меродавних брзина.



Слика 3-04: Општи приказ профила пројектне брзине.

### 3.4. Меродавни параметри возача, возила и пута

#### 3.4.1. Возач

##### 3.4.1.1. Видно поље и меродавне визуре

а) Изоштрена визура прегледности –  $P_i$ ;

Изоштрена визура прегледности везује се за дубину прилагођавања ока возача у слободном саобраћајном току и представља дужину која обезбеђује да се у временском интервалу 10–12 секунди донесе одлука о предстојећем маневру и безбедно спроведе. Одређује се на основу израза:

$$P_i = 3V \text{ (m)}, \text{ где је брзина } V \text{ дата у km/h.}$$

Визура која значајно премашује дужину зауставне прегледности користи се у анализи маневара у слободном саобраћајном току, успостављању складних просторних односа у трасирању, као и у пројектовању денивелисаних и површинских раскрсница.

б) Слободна визура прегледности –  $P_s$ :

Слободна визура прегледности представља основу за оптички анализу траса ванградских путева, а примењује се и у пројектовању и оптичким анализама денивелисаних раскрсница. Одређује се на основу израза:

$$P_s = 6V \text{ (m)}, \text{ где је брзина } V \text{ дата у km/h.}$$

в) Највећа дубина видног поља;

Највећа дубина видног поља, односно крајње тачке усмерене визуре возача, при којој се (под стандардним условима видљивости) могу разнити контуре возила на путу износи од 1,5 до 2,0 km.

г) Минимални угао перцепције;

Минимални угао перцепције дефинисан је физиолошким карактеристикама ока и износи  $\tau = 3^\circ$ .

д) Меродавна позиција ока возача;

За различите анализе прегледности које се спроводе у току процеса пројектовања путева меродавна висина ока возача (путничко возило) је  $h_v = 1,10 \text{ m}$ , а висина непокретне сметње  $h_s = 0,10 \text{ m}$ .

Положај ока возача на возној траци утврђује се на  $b_v = 1,50 \text{ m}$  мерено од ивиčне траке ка средини возне траке.

#### 3.4.1.2. Реакција возача

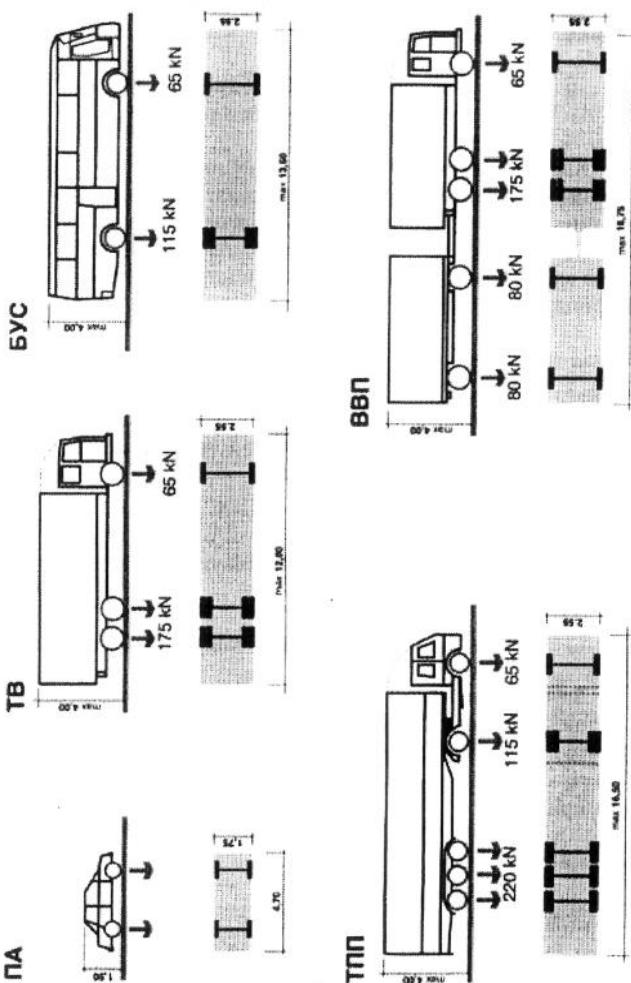
Процес реаговања возача на тренутно настале ситуације састоји се из: перцепције, идентификације, процене и спровођења одлуке и за потребе пројектних анализа утврђује се на  $t_r = 2 \text{ sec}$ . У току трајања реакције, возило пређе пут:  $L_r = 0,556 V \text{ (m)}$ , где је брзина  $V$  дата у km/h.

#### 3.4.1.3. Физиолошка ограничења

Вредности физиолошких параметара дефинисане су величином убрзања ( $\text{m/sec}^2$ ) и трзаја ( $\text{m/sec}^3$ ) у нормалном (бочном) и тангенцијалном смеру. Дефинисан је распон примењивих вредности од пражних (минималних) до удобних које неће проузроковати непожељне и опасне повреде при стандардним маневрима у вожњи. Пројектни елементи пута (гранични елементи плана и профиле) димензионишу се за убрзања у распону од  $u_t = 4,5$  до  $u_T = 2,7 \text{ m/sec}^2$ , односно  $u_N = 2,2$  до  $u_n = 1,0 \text{ m/sec}^2$  за распон брзина 40–130 km/h.

Пражна вредност  $u_{N\text{pin}} = 0,5 \text{ m/sec}^2$  користи се код димензионисања минималног радијуса хоризонталне кривине са контра нагибом ( $i_{pk} = -2,5 \%$ ).

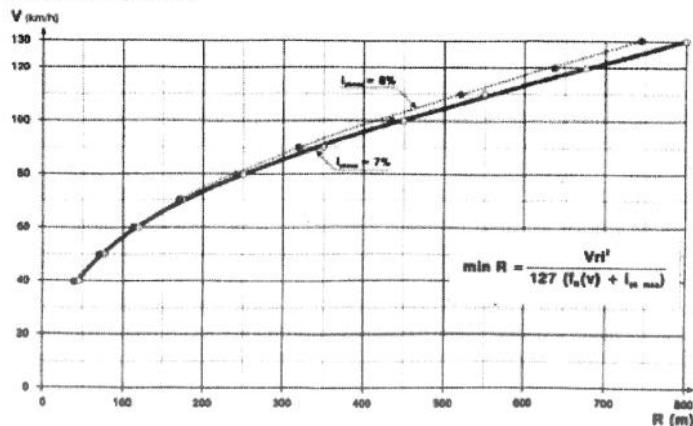
Вредности нормалне (бочне) компоненте трзаја дефинисане су у распону  $s_N = 0,8–0,3 \text{ m/sec}^3$ , за распон брзина  $V = 40–130 \text{ km/h}$ .



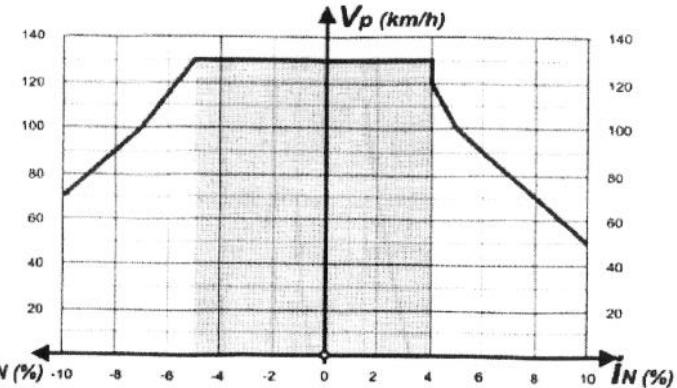
Слика 3-06: Карактеристичне габаритне мере меродавних возила.

#### 3.4.2.1. Возно динамички параметри меродавног путничког возила

За анализе са становишта безбедности и удобности вожње примењују се вредности пројектне брзине у функцији радијуса хоризонталних кривина и подужних нагиба дате на слици 3-07 и 3-08 овог прилога.



Слика 3-07: Теоријска зависност пројектне брзине од радијуса хоризонталне кривине.



Слика 3-08: Теоријска зависност пројектне брзине од подужног нагиба.

За конструкцију профила пројектне брзине користе се напред наведене зависности у подручјима с константним брзинама [кружне кривине, подужни нагиби (упсери, падови)], док се за подручја прилагођавања брзина (убрзања, успорења) утврђују вредности убрзања и успорења:

$$a = d = 0,8 \text{ m/sec}^2$$

Један од услова безбедности вожње је да дужина расположиве прегледности ( $Pr$ ), односно дужина захтеване прегледности ( $PzP$ ) треба да буде већа или једнака дужини пута успорења ( $Xd$ ) тј:  $Pr (PzP) \geq Xd$ .

На слици 3-09 овог прилога приказане су дужине пута убрзања и успорења при наведеним претпоставкама које се користе код конструкције профила пројектне брзине.

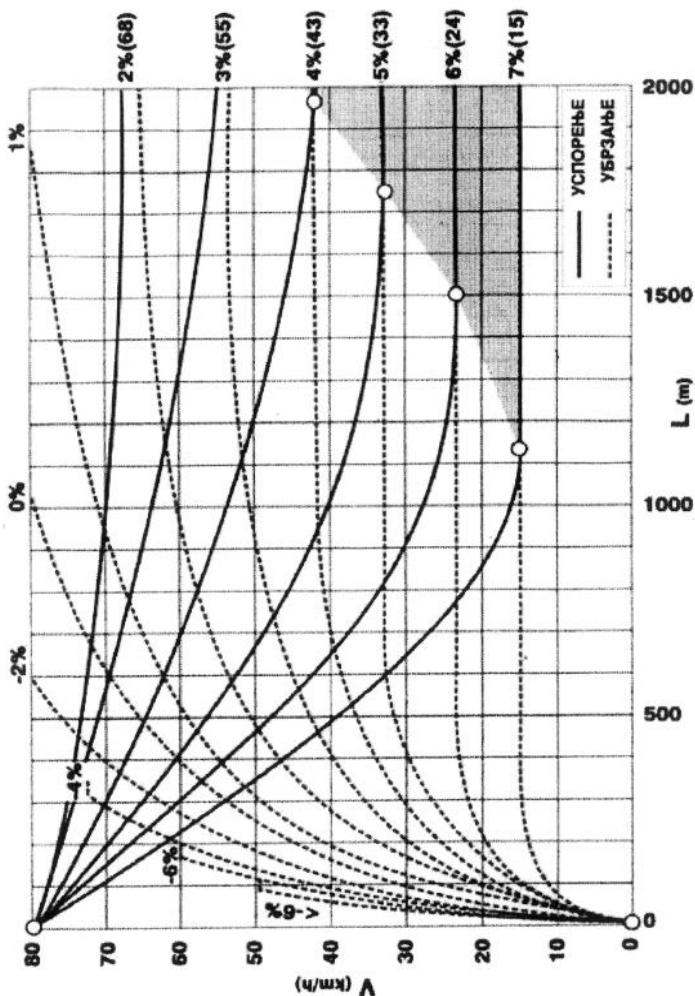
	пут успорења/убрзања $L_{a,d} = 0,1(V_{sr} \cdot \Delta V)$	
95	529	394 260 205 150 95 45
90	575	440 305 245 195 140 90 45
85	484	345 290 235 185 135 85 40
80	385	330 275 225 175 125 80 40
75	365	310 260 210 165 120 75 35
70	345	295 245 200 155 110 70 35
65	330	280 230 185 145 105 70 35
60	310	260 215 175 135 100 65 30
55	335	290 245 205 165 125 90 60 30
50	315	270 230 190 150 115 85 55 25
45	295	250 210 175 140 105 75 50 25
40	270	230 195 160 125 95 70 45 20
		140 130 120 110 105 100 95 90 85 80 75 70 65 60 55 50 45 40

Слика 3-09: Дужине пута убрзања и успорења за конструкцију профила пројектне брзине.

#### 3.4.2.2. Возно динамички параметри меродавног теретног возила

За возно динамичке анализе траса путева са становишта меродавног теретног возила користи се нормални дијаграми вуче/кочења и потрошње горива, а за приближне прорачуне и конструкцију профила брзина за одређивање почетка и краја додатних трака на успонима (падовима) може се (с довољном тачношћу) користити и  $V-L$  дијаграм, приказан на слици 3-10 овог прилога.

Брзина бочног померања када се мења возна трака износи  $v_{box} = 1,0 \text{ m/sec}$ .



Слика 3-10: Дијаграм пута убрзања и успорења меродавног теговног возила.

#### 3.4.3. Пут

Пут чине елементи просторне и физичке структуре у појасу експропријације. Саобраћајни и слободни профил и нормирање вредности кофицијената трења у тангенцијалном и радијалном смеру и значајни су за димензионисање елемената плана и дефинисања профиле пута.

##### 3.4.3.1. Саобраћајни и слободни профил

Сви јавни путеви морају да обезбеде услове за саобраћај возила са највећим габаритним димензијама. То је возило ширине  $b_V = 2,50$  м висине  $h_V = 4,00$  м дужине  $l_V = 18,00$  (18,35) м (слика 3-06 овог прилога). У складу са Законом о путевима и међународним конвенцијама о путном саобраћају за наведене габаритне мере неопходно је обезбедити путни простор у зони коловозног профиле тзв. саобраћајним и слободним профилом.

###### a) Саобраћајни профил;

Простор у коме се могу наћи физичке контуре меродавног возила у кретању назива се саобраћајни профил. Он је ограничен збирном ширином свих коловозних трака и висином  $H_d = 4,20$  м, која садржи статичку висину меродавног возила увећану за величину динамичких осцилација ( $\Delta H_d = 0,20$  м).

###### б) Слободни профил;

Саобраћајни профил увећан по ширини и висини због могућих промена статичког габарита возила или промена стања коловоза представља слободни профил пута на којем не сме бити никаквих сталних физичких препрека. У пројектовању путних профиле те обавезе морају бити доследно поштоване.

За прелазак нисконапонских или високонапонских водова преко јавних путева потребно је да обезбедите слободан профил дефинисан релевантном техничком и законском регулативом за изградњу електроенергетских водова.

За прелазак јавног пута преко пловне реке или канала, као и за прелазак преко железничке пруге морају бити у потпуности испуњени услови слободног профиле које диктирају наведене комуникације (сагласно домаћој и иностраној законској и техничкој регулативи).

Ако се јавни пут пројектује у утицајној зони аеродрома, потребно је у потпуности испунити захтеве заштићених зона и слободним профилом пута не угрозити безбедност ваздушног саобраћаја.

Графички приказ карактеристичних типова саобраћајних и слободних профиле дат је у поглављу 5. овог прилога, Попречни профил.

#### 3.4.3.2. Нормирање (меродавне) вредности кофицијената трења

Карактеристике коловоза пута су доминантне при димензионисању поједињих пројектних елемената. Стандардна стања коловозне површине подразумевају: раван, чист и влажан коловоз нормалне храпавости. За наведене услове дефинисане су и меродавне вредности тангенцијалног ( $f_t$ ) и нормалног (радијалног) ( $f_R$ ) кофицијената трења (табела 3-05 овог прилога).

Табела 3-05: Меродавне вредности кофицијената трења.

$V_r$ (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. ПРЕГЛЕДНОСТ

У пројектним анализама примењују се следеће карактеристичне врсте прегледности:

##### 4.1. Зауставна прегледност (Pz)

Зауставна прегледност, ( $Pz$ ) представља дужину за безбедно заустављање возила испред непокретне сметње на коловозу ( $R=\infty$ ,  $iN=0\%$ ). Одређује се на основу вредности рачунске брзине деонице  $Vri$ , као гранични елеменат пројектне геометрије (табела 4-01 овог прилога).

Табела 4-01: Зауставна прегледност у функцији рачунске брзине деонице.

$Vri$ (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
$Pz$ (m)	40	55	70	90	115	145	180	215	255	300

##### 4.2. Захтевана прегледност (Pzp)

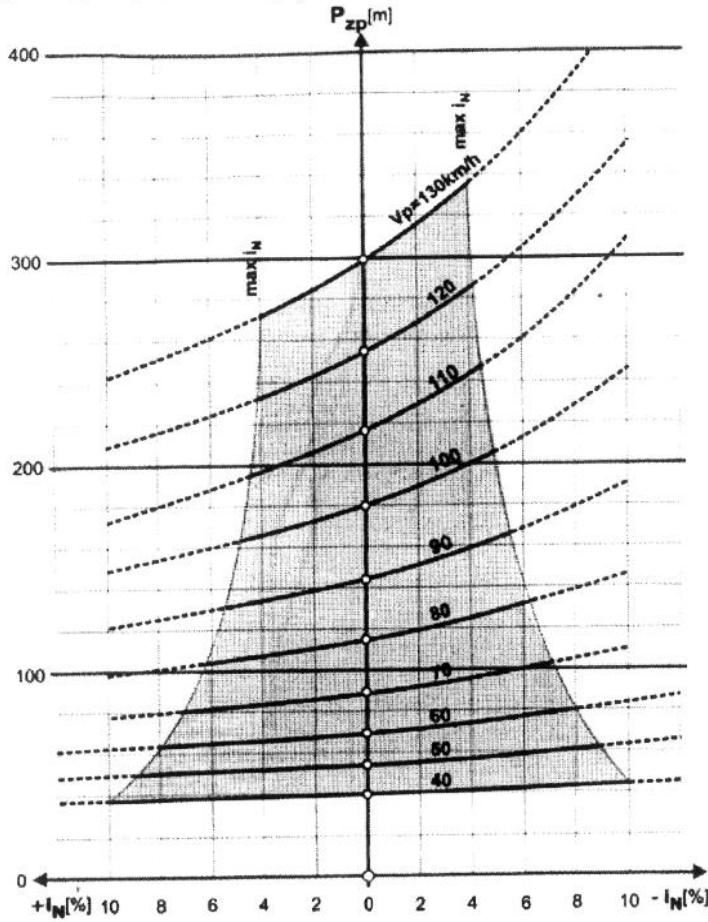
У пројектовању путева тежи се примени елемената комфорнијих од граничних, па се може остварити брзина вожње која је већа од рачунске брзине деонице. Међутим, да би се остварила та брзина, неопходно је да на сваком месту трасе буде обезбеђена прегледност која је директно зависи од вредности пројектне брзине ( $Vp$ ) и стварних (примењених) елемената пројектне геометрије пута.

Та прегледност се назива „захтевана прегледност“ ( $Pzp$ ) и на основу ње проверавају се и димензионишу елементи пројектне геометрије пута у све три пројекције (радијуси вертикалних кривина, берме прегледности, зоне прегледности на раскрсницама и др.).

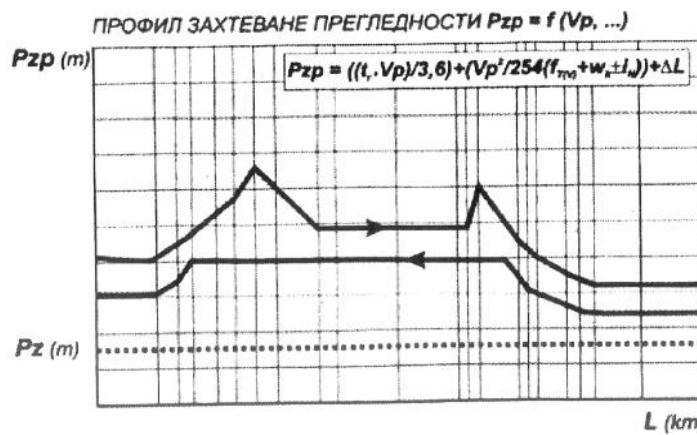
Визура захтеване прегледности треба да буде остварена на сваком месту пута и она представља неопходан услов за испуњавање полазне претпоставке да пут гарантује безбедну вожњу пројектном брзином. На слици 4-01 овог прилога приказана је зависност визура захтеване прегледности ( $Pzp$ ) у функцији пројектне брзине ( $Vp$ ) и величине подужног нагиба ( $iN$ ).

На основу резултујућег профиле пројектне брзине ( $Vp rez$ ) за оба смера вожње, конструише се „профил захтеване прегледности“ ( $Pzp$  профил), такође за оба смера вожње, како је то приказано на слици 4-02 овог прилога. На основу овог профиле димензионишу се берме прегледности, проверавају и димензионишу вредности примењених радијуса вертикалних кривина, димензионишу зоне прегледности на раскрсницама, димензиониште хоризонтална и вертикална сигнализација, саобраћајна и грађевинска

опрема пута и сл. Профил захтеване прегледности служи и као параметар за вредновање варијантних решења.

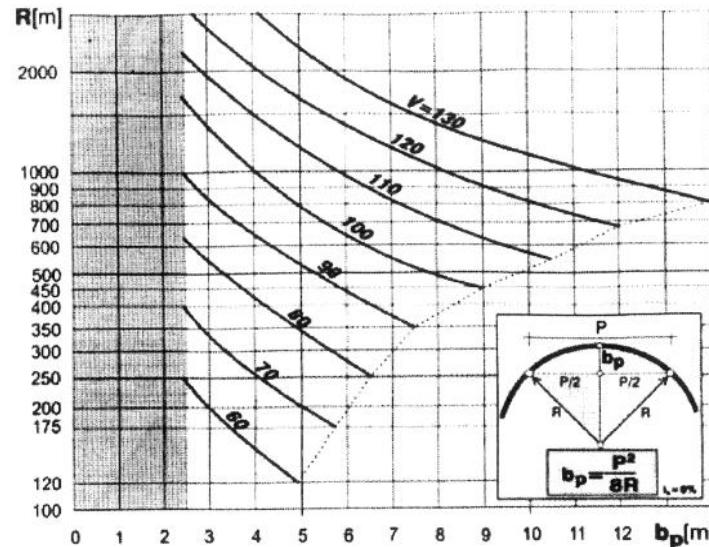


Слика 4-01: Дијаграм захтеване прегледности ( $P_{zp}$ ) у функцији пројектне брзине ( $V_p$ ) и величине подужног нагиба ( $\pm i_N$ ).



Слика 4-02: Профил захтеване прегледности на основу кога се проверавају и димензионишу елементи пројектне геометрије пута.

Дијаграм за одређивање берме прегледности приказан је на слици 4-03 овог прилога.



Слика 4-03: Вредности берме прегледности у средини кружне кривине.

#### 4.3. Претицајна прегледност ( $P_p$ )

Због разлика у брзинама кретања возила, на путевима постоји потреба за претицањем. У табели 4-02 овог прилога дате су вредности претицајне прегледности за двотрачне путеве.

Табела 4-02: Потребне дужине претицајне прегледности.

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

#### 4.4. Расположива прегледност ( $P_r$ )

Зависно од физичке и просторне структуре пута неопходно је утврдити „расположиву прегледност“ –  $P_r$  с места ока возача ( $h_0 = 1,10 \text{ m}$ ). Она се утврђује просторном (3D) анализом трасе или мерењем *in situ* у пројектима реконструкције или рехабилитације и приказује дијаграмом расположиве прегледности који се конструише за оба смера вожње (слика 4-04 овог прилога).

На основу дијаграма расположиве прегледности по смеровима, одређује се проценат претицајне прегледности (% $P_p$ ) на траси за оба смера вожње на основу следећег израза:

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

где је:

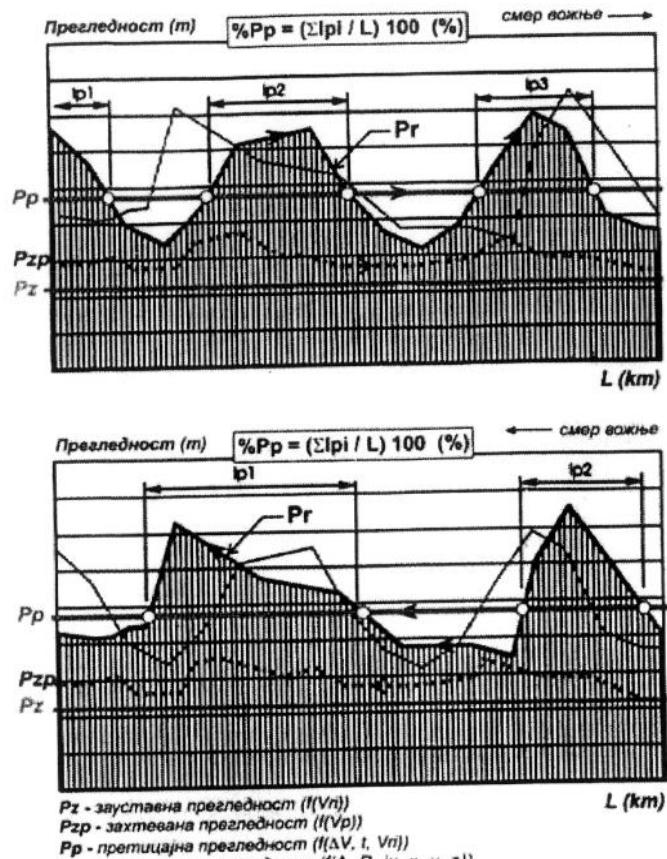
$Ipi$  (m) – дужина на којој је расположива прегледност већа или једнака од претицајне прегледности тј.  $P_r \geq P_p$  (m);

$L$  (m) – укупна дужина трасе.

Проценат остварене претицајне прегледности дуж трасе користи се у анализама пропусне моћи на двотрачним путевима, као и када се утврђује ниво сигурности одређеног путног правца (табела 4-03 овог прилога).

Табела 4-03: Минимално захтевани проценат претицајне прегледности (по смеру вожње).

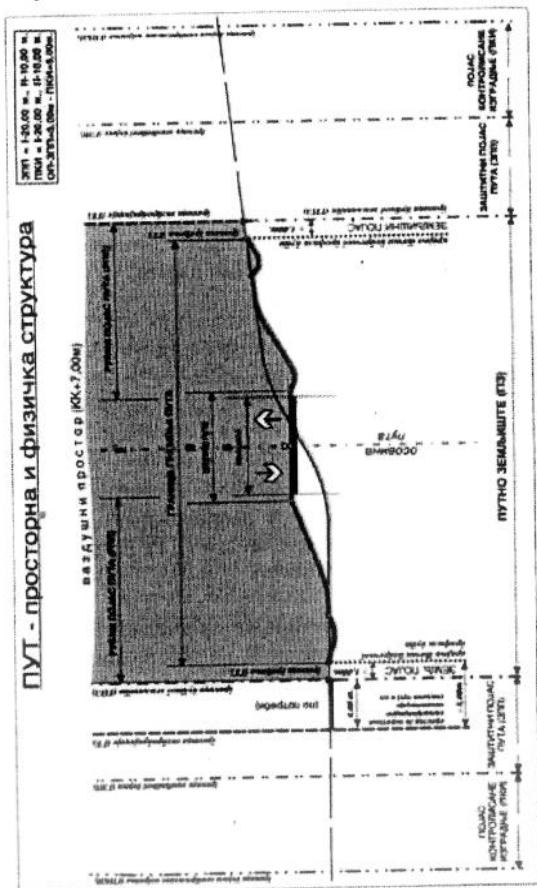
$V_r$ (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120
% $P_p$	← 20 ←	→ 20 →	—	—	—	—	—	—	—



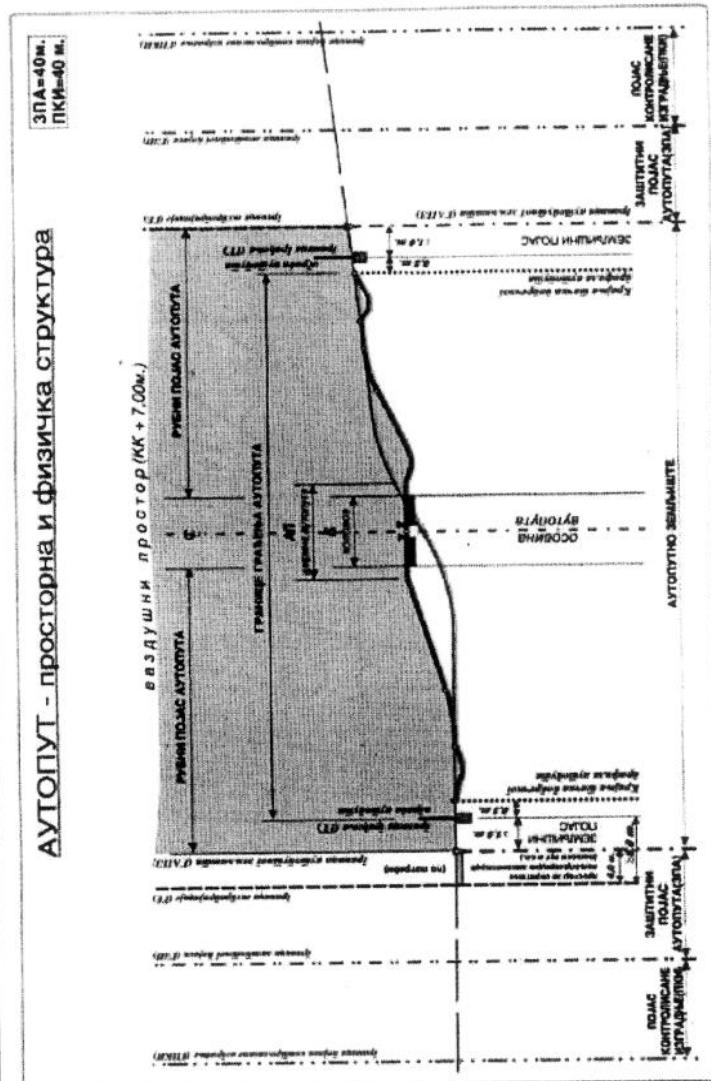
*Слика 4-04: Профил расположение прегледности.*

## 5. ПОПРЕЧНИ ПРОФИЛ

У складу са Законом о јавним путевима дефинисана је просторна и физичка структура пута и приказана на сликама 5-01 и 5-02 овог прилога.



*Слика 5-01: Основни елементи просторне и физичке структуре двотрачног пута.*



Слика 5-02: Основни елементи просторне и физичке структуре аутопута.

Попречни профил пута утврђује се кроз геометријски попречни профил, нормални попречни профил и карактеристичне попречне профиле.

**Геометријским попречним профилом (ГПП)** једнозначно се дефинише врста, број и поредак коловозних трака и пратећих елемената коловоза (слике 5-03 и 5-04 овог прилога) ширина појединачних трака, етапност реализације профила, као и саобраћајни и слободни профил за различите позиције пута (слободне деонице, пут на мосту, пут у тунелу и сл.).

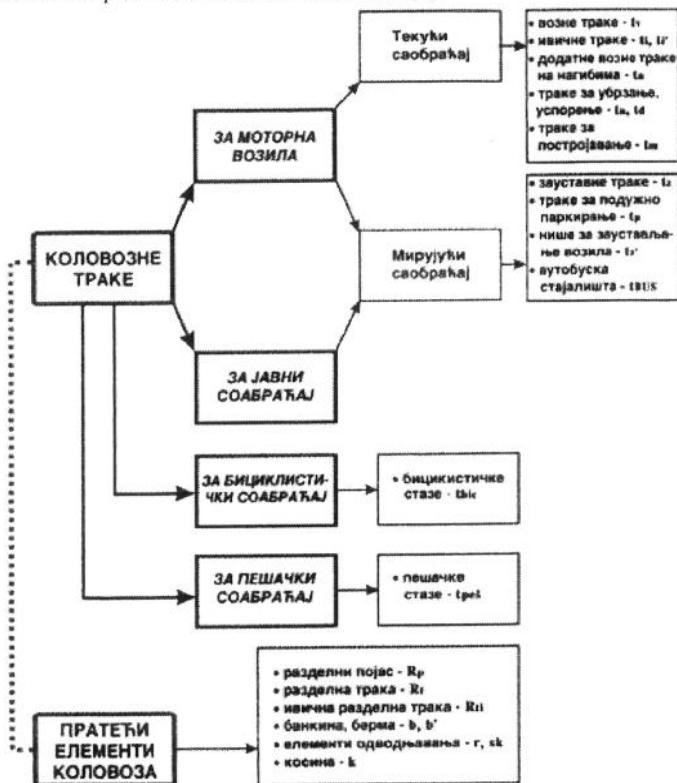
Геометријски попречни профил пута одређује се на основу функције пута у мрежи, програмских услова за пројектовање датог путног потеза и/или деонице ( $V_r$ ,  $V_{ri}$ ) и топографских карактеристика терена.

**Нормални попречни профил (НПП)** пута дефинише се на основу његовог геометријског попречног профила и представља типско решење за стандардне природне и стандардне саобраћајне услове уз уважавање захтева заштите животне средине. Тад профил обухвата физичку структуру пута дефинисану кроз геометрију и конструктивно решење свих елемената профила, релативне нивелационе односе у односу на позицију нивелете у ситуационом плану, обликовање косина и осталих рубних елемената пута, примењени систем одводњавања за прихватање и одвођење површинских, прибрежних и подземних вода, типске конструктивне детаље доњег строја пута и коловозне конструкције, саобраћајну и грађевинску опрему, као и етапност грађења ако је предвиђена пројектом.

Нормалним попречним профилом једнозначно се утврђују границе грађења, границе експропријације, заштитни појас пута и појас контролисане изградње, у свему према Закону о јавним путевима.

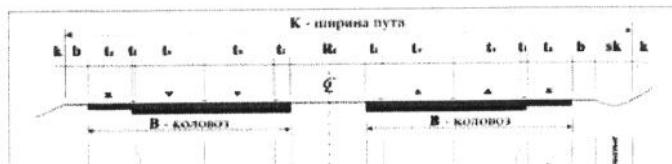
Нормални попречни профил пута се пројектује у правцу и у кривини за позицију пута на насипу, у усеку, у засеку као и на мосту и у тунелу. За све типичне случајеве који се јављају у различитим позицијама пута пројектује се одређени тип нормалног попречног профила за сваку појединачну деоницу пута  $V_f$  ( $V_f$ ).

**Карakterистичним попречним профилима (КПП)** се дефинише пројектно решење пута на свакој појединачној стационажи (еквидистантној и/или некој посебној) деонице која се пројектује и служи за формирање предмерских количина и израду предрачуна радова, као и за изградњу пута када постоје захтеви и ограничења (топографија, геотехника, намена површина, заштита животне средине, безбедност вожње и др.).

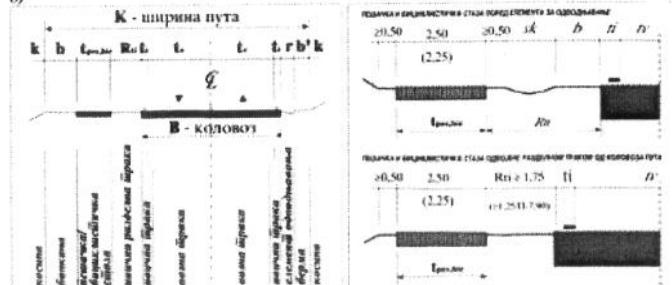


Слика 5-03: Елементи попречног профиле пута.

a)



b)



Слика 5-04: Карактеристични елементи геометријског попречног профиле:

- a) аутопут;
- б) двовратни пут са карактеристичним позицијама пешачке и бициклестичке стазе.

## 5.1. Елементи попречног профиле

### 5.1.1. Коловозне траке

Коловоз путе чине саобраћајне траке за кретање и мирување возила. Према намени, разликују се следеће врсте коловозних трака:

**Возне траке** –  $t_v$  назењење су искључиво проточном саобраћају. Њихов број зависи од меродавног саобраћајног оптерећења и захтеваног нивоа услуге. Ширина тих трака директно зависи од рачунске брзине деонице ( $V_f$ ) и дефинисана је у табели табели 5-01 овог прилога, док су попречни нагиби у границама од 2,5–7 %.

Табела 5-01: Ширина возних траке ( $t_v$ ).

$V_f$ (km/h)	$t_v$ (m)	Тип пута и карактер терена
$V_f > 100$	$t_v = 3,75$	АП (равничарски)
$80 < V_f \leq 100$	$t_v = 3,50$	АП (брдски, планински), ВП, П
$60 < V_f \leq 80$	$t_v = 3,25$	П
$40 < V_f \leq 60$	$t_v = 3,00$	П
$V_f \leq 40$	$t_v = 2,75$	П

**Додатне возне траке на нагибима (успони/падови)** –  $t_n$ , граде се на деоницама с већим подужним нагибима. Основна сврха тих трака је одржавање захтеваног нивоа услуге аутопутева и путева за даљински и везни саобраћај. Потреба за увођењем додатне траке утврђује се на основу возно динамичких и саобраћајних услова и услова безбедности вожње. Возно динамичка анализа спроводи се за меродавно теретно возило (тачка 3.4.2. овог прилога), а почетак и крај додатних трака на нагибима одређује се на основу профила брзина одређеног меродавног теретног возила уз услове приказане у табели 5-02 овог прилога.

Табела 5-02: Меродавне граничне брзине за одређивање почетка и краја додатне возне траке на нагибима ( $t_n$ ).

$V_f$ (km/h)	$V_{min}$ (km/h)	$V_{gr}$ (km/h)
$130 \geq V_f > 100$	50	60
$100 \geq V_f \geq 80$	40	50
$80 > V_f$	30	40

Стандардна ширина додатне траке на нагибима је  $t_n = 3,50$  m, а ако је ширина  $t_v < 3,50$  m, онда је ширина  $t_n = t_v$ , али не мање од 3,00 m.

Минимална дужина тих трака износи 1.000 m на аутопутевима и 400 m на осталим путевима. Ако је међусобни размак тих трака на аутопутевима мањи од 700 m, односно 300 m на осталим путевима, треба их повезати у једну континуалну траку. Коначна одлука о изградњи доноси се на основу поређења трошкова грађења и одржавања с добитима корисника (пропусна моћ, безбедност саобраћаја, еколошке последице).

На аутопутним профилима додатну траку на нагибима (успони / падови) обавезно прати зауставна трака –  $t_s$ , стандардне ширине 2,50 m.

**Траке за успорење и убрзаше** –  $t_d / t_a$ , су додатни елементи основног коловоза у зони денивелисаних раскрнице. Служе за прилагођавање брзине приликом изливаша и уливаша у главни саобраћајни ток и изливаша и уливаша из главног саобраћајног тока. Изводе се уз десну ивицу проточног дела коловоза на дужини потребној за прилагођавање брзине и задовољење захтева саобраћаја и безбедности вожње. Стандардна ширина тих трака износи  $t_{d,a} = 3,50$  m.

**Траке за постројавање** –  $t_m$ , улазе у састав коловоза у зони површинских раскрници. Служе за престројавање возила која скрећу на раскрници. Стандардна ширина тих трака је  $t_m = 3,00$  m.

**Ивичне траке и ивичне разделине линије** –  $t_{l,t}$  служе, у првом реду, за визуелно разграничење проточног дела коловоза од осталих елемената пута. У аутопутним профилима примењује се ивична трака уз разделину траку, док се ивичне линије примењују за разграничења између возних трака, као и вожне траке и траке намењене заустављању возила.

Ширине ивичних трака се у аутопутним профилима крећу од 0,50 m до 1,00 m. Ширине 1,00 m примењује се на шестотрагачним профилима као и на четвротрагачним профилима при рачунским брзинама  $V_f > 100$  km/h за ефикасно одвођење површинских воза да уз минималну интервенцију у контактном подручју возна трака

– разделна трака, као и за позитивно психолошко дејство при вожњи. Ако је економски оправдана примена специфичних елемената за површинско одводњавање и ако је рачунска брзина деонице  $V_{ri} < 100 \text{ km/h}$  може се применити ужа ивична трака, али не мања од 0,50 м. Нормалне ширине ивичних трaka дате су у табели табели 5-03, овог прилога.

Ширина ивичне линије је  $t_i = 0,20 \text{ m}$ .

Табела 5-03: Ширине ивичних трaka (1).

$V_{ri}$ (km/h)	Ивична трaka $t_i$ (m)
$V_{ri} \geq 100$	$t_i = 1,00 (0,75), (0,50)$
$80 \leq V_{ri} < 100$	$t_i = 0,35$
$V_{ri} < 80$	$t_i = 0,25$

**Зауставна трака –  $t_z$**  је непрекидна саобраћајна трака која прати проточни део коловоза. Она је обавезан елеменат аутопутних профилса, односно прве етапе аутопутног профила – међупрофил **M1(BП1)**, у складу с тачком 5.3. овог прилога. Намењена је за привремено заустављање оних возила која, због квара или других оправданих разлога треба да се искључе из саобраћајног тока. Нормална ширина зауставне траке износи  $t_z = 2,50 \text{ m}$ , а попречни нагиби прати основни коловоз возних трaka.

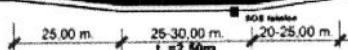
У аутопутним тунелима дужине  $L > 300 \text{ m}$  зауставна трака се може изоставити ако се изграде одговарајуће нише за уклањање возила, а саобраћајном и грађевинском опремом обезбеди захтевања ниво безбедности, удобности и ефикасности вожње.

На путевима с раздвојеним коловозима где се изоставља зауставна трака (нпр. међупрофил **M-3(BП3)** (тачка 5.3. овог прилога), неопходно је обострано на одстојању не већем од **1000 m** у профилу предвидети нише за привремено заустављање возила у квиру опремљене одговарајућим уређајима саобраћајне телематике.

**Траке за паркирање –  $t_p$**  представљају местимична проширења коловоза за подужно паркирање возила. Примењује се само на приступним путевима. Нормална ширина тих трaka износи,  $t_p = 2,50 \text{ m}$ .

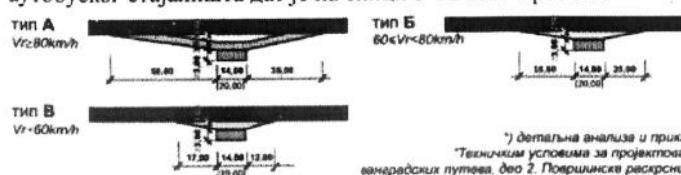
На путевима вишег ранга паркиралишта се граде као самосталне коловозне површине изван основног путног профила.

**Нише за заустављање возила –  $t_n$**  представљају посебна проширења изван проточних возних трaka на важнијим путним деоницама [нпр. профил **ВП3(M-3)**], где нема континуалне зауставне траке. Та проширења користе се само у случају изненадне потребе (нпр. квар на возилу). Опремају се одговарајућом саобраћајном и телекомуникационом опремом. Стандардни облик те нише приказан је на слици 5-05 овог прилога.



Слика 5-05: Стандардни облик нише за заустављање возила.

**Аутобуска стајалишта –  $t_{bus}$**  су посебни пратећи објекти ванградског пута само на деоницама где је организован јавни линијски приградски превоз аутобусима. Обухватају издвојен коловоз и простор за чекање аутобуса. Најчешће се граде на сабирним путевима, али и на везним, односно приступним путевима. Приказ аутобуског стајалишта дат је на слици 5-06 овог прилога.



Слика 5-06: Стандардно решење аутобуског стајалишта.

### 5.1.2. Пратећи елементи коловоза

Укупну ширину пута (круна пута) формирају коловозне трake, разделна трака, банкине и евентуално риголе.

**Разделна трака –  $R_s$**  или **разделни појас –  $R_p$**  служи за физичко раздвајање смерова вожње, за обезбеђење психичке сигурности

возача, за смештај саобраћајне и грађевинске опреме пута и сл. Посебно се истиче оправданост примене разделног појаса ( $R_p$ ) ширине најмање **11,50 m**, када се планира изградња шестотрачног аутопута који се реализује етапно (тачка 5.3. овог прилога).

У осталим аутопутним профилима примењују се ширине разделних трaka  $R_s = 4,00 - 2,50 \text{ m}$  с класично обликованим разделним траком, односно ширином од  $R_s = 1,50 \text{ m}$  ако се разделна трака обликује применом специфичних сигурносних ограда.

На одређеним местима, односно на растојању **2 – 3 km** прекида се разделна трака (појас) да би се за случај саобраћајних незгода, оправки пута и сл. омогућило канализације саобраћаја с једног коловоза на други. Ти прекиди су обавезно испред и иза дневелисаних раскрсница, великих мостова и тунела. Геометријска и конструктивна обрада прекида треба да омогући промену саобраћаја с једног на други коловоз аутопута при брзинама од  $V_p \sim 50 \text{ km/h}$ .

**Банкина –  $b$** , је ивични елемент пута у насипу. Њена функција је да обезбеди бочну стабилност путне конструкције, допринесе психичкој сигурности возача и послужи за смештај саобраћајне и грађевинске опреме (сигнализација, сигурносне заштитне ограде и сл.). С обзиром на чињеницу да се у аутопутним профилима банкина ослања на зауставну траку, која представља сигурносни појас, њене димензије могу бити знатно мање него на путевима без посебно утврђене зауставне траке. Ширине банкина утврђују се зависно од типа пута и карактера терена и дефинисане су у табели 5-04 овог прилога, док се попречни нагиби налазе у границама **12 % – 6 %** усмерени ка спољашњој ивици пута.

Табела 5-04: Ширине банкина (b).

$V_{ri}$ (km/h)	Коловоз без tz		Коловоз са tz	
	норм b	min b	норм b	min b
$V_{ri} > 100$			<b>1,50</b>	<b>1,25</b>
$80 < V_{ri} \leq 100$	<b>1,50(2,50)</b>	<b>1,25</b>	<b>1,00</b>	<b>0,75</b>
$60 < V_{ri} \leq 80$	<b>1,50</b>	<b>1,25</b>		
$V_{ri} \leq 60$	<b>1,25</b>	<b>1,00</b>		

**Ригола –  $r$** , је пратећи елемент путног профилса у усеку и служи за прихватање површинских вода и њихово усмерено вођење до канализационих сабирника. На аутопутевима потреба за таквим елементом јавља се и у разделним тракама где се ефикасно одводњавање мора обавити уз услов да облик и конструкција канала не утиче на сигурност корисника пута. С тог становишта се као повољно решење примењује широка ивична трака ( $t_i = 1,00 \text{ m}$ ) уз разделну траку завршену са ивичњаком. То је, поред саобраћајно-психолошког, главни разлог за примену широке ивичне траке у стандардним попречним профилима за највишу класу шестотрачних и четворотрачних аутопутева. Димензије риголе се одређују на основу меродавних хидролошких података за дефинисани повратни период у складу с категоријом пута. Из конструктивних разлога ширина риголе је **0,60 – 1,00 m**, док се висина ограничава на **0,15 m**.

Уместо риголе, на путевима виших категорија уобичајено се примењују сегментни канали за бочно прихватање површинских вода и дела прибрежних вода у усеку чиме се побољшавају општи услови безбедности вожње, трајност коловозне конструкције и значајно унапређује прегледност пута.

**Берма –  $b'$**  је зараван између риголе и косине усека и њена димензија износи  $b' = b - r$ , али не мање од **0,50 m**. На путним профилима који се налазе у недовољно прегледним кривинама, берма се проширује према захтевима прегледности (поглавље 4.2. овог прилога).

**Бициклистичке стазе –  $t_{bic}$**  се граде изван основне равни коловозног профилса. Укупна ширина стазе зависи од интензитета бициклистичког саобраћаја. Саобраћајни и слободни профил бициклистичких стаза приказан је у тачки 5.2. овог прилога. Основни модул за димензионисање (саобраћајни профил) износи **1,00 x 2,25 m**. Попречни нагиби тих стаза је **2,5%**.

**Пешачке стазе –  $t_{ped}$**  на ванградским путевима могу се градити у зонама које су у непосредном контакту са урбанизованим подручјем и њихов положај и димензије у профилу зависе од конкретних услова. Саобраћајни и слободни профил пешачких стаза приказан је у тачки 5.2. овог прилога. Основни модул за димензионисање (саобраћајни профил) износи **0,75 x 2,25 m**. Попречни нагиби тих стаза је **2,5 %**.

**Косине пута – k** имају значајну улогу у стабилности путне конструкције, пејзажном уклапању трупа пута ради побољшања визуелних ефеката путног простора с места ока возача, заштити животне средине и смањењу проблема са завејавањем зими.

Уз испуњење услова стабилности неопходно је обратити пажњу и на следеће принципе:

a) мањим висинама трупа пута, када је  $h_k \leq 2,00$  m, одговарају блажи нагиби косина (слика 5-07 овог прилога), па у простору најприродније делују оне трасе чије косине уместо једноликог нагиба имају једнаке дужине;

b) оптичко вођење у оштрим кривинама у усеку побољшава се несиметричним нагибима косина; унутрашњој страни кривине одговара блажа, а спољашњој страни стрмија косина;

в) плитки насипи и усеки на падинским трасама најбоље се уклапају у терен ако се круна пута с ниже стране прошири до природних косина.

С ликовне тачке, пожељни су нагиби косина  $1:n \leq 1:2$ , а најстрмији нагиб са гледишта одржавања травнатог покривача је  $1:1.5$ . Контакт косине с природним тереном изводи се заобљењем чије су тангенте од 2,00 до 3,00 m.

Ако су косине насипа или усека високе, не треба реметити природну равнотежу, па се оне изводе с променљивим нагибима једнаким или блажим од оних условљених геотехничком стабилношћу. Обликовање косина треба усагласити са једноставним и ефикасним одржавањем, како у зимским, тако и у летњим условима.

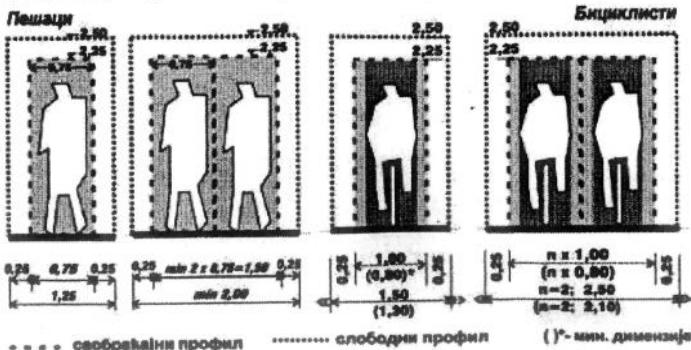
**Техничка инфраструктура (водови)** за потребе пута могу се наћи у подручју банкине, удаљени најмање 2,00 m од ивице саобраћајног профила и на дубини до 1,10 m. У новоградњи, елементи путне телематике смештају се у посебну траку ширине 2,00 m на спољњу страну од заобљења пута.

Висина косине	$h_k \geq 2,00$ m	$h_k < 2,00$ m
ПУТ НА НАСИПУ		
ПУТ У УСЕКУ		
Станд. нагиб	1:2 (1:1.5)	$k = 4,00$ m (3,00 m)
Нагиб косине	$1:n$	$k = 2n$
Дуж. тангенти	3,0 m	$1,5 h \ (\geq 2,00$ m)

Слика 5-07: Обликовање косина и уклапање трупа пута у околни терен.

## 5.2. Саобраћајни и слободни профил

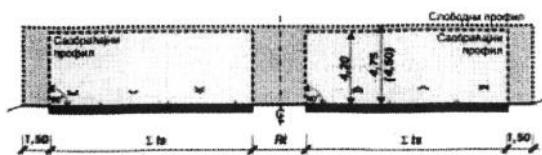
У складу с тачком 3.4.3.1, на слици 5-08 овог прилога приказани су слободни и саобраћајни профили пешачких и бициклистичких стаза, док су на сликама од 5-09 до 5-12 овог прилога приказани карактеристични типови саобраћајних и слободних профилова аутопутева и двограђачних/вишетрачних путева.



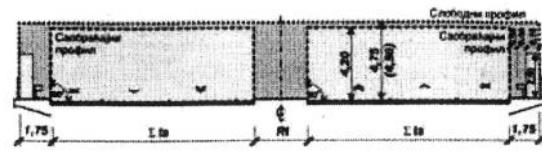
Слика 5-08: Саобраћајни и слободни профили пешачких и бициклистичких стаза.

## САОБРАЋАЈНИ И СЛОБОДНИ ПРОФИЛ

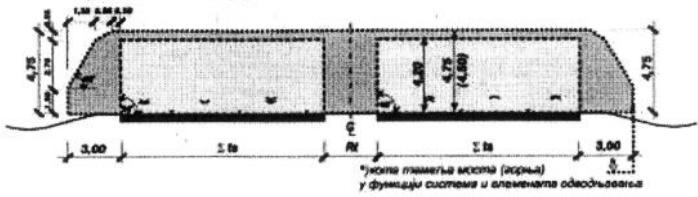
### АП



### АП на мосту



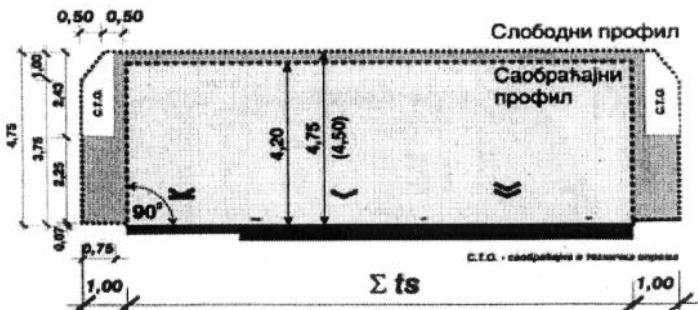
### Мост изнад АП



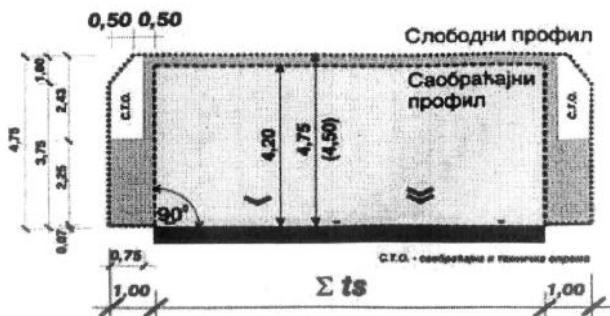
Слика 5-09: Слободни и саобраћајни профил аутопута.

## САОБРАЋАЈНИ И СЛОБОДНИ ПРОФИЛ

### АП деоница у тунелу са зауставном траком - $t_s$



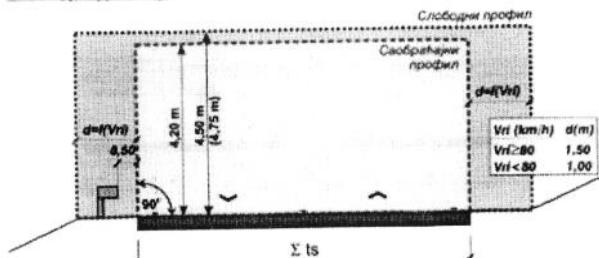
### АП деоница у тунелу без зауставне траке



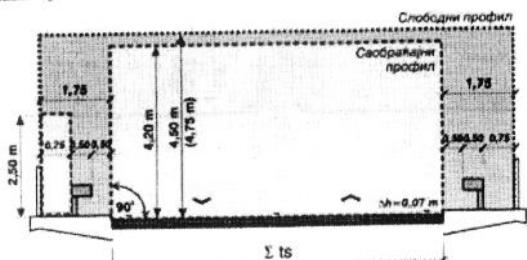
Слика 5-10: Слободни и саобраћајни профил аутопута у тунелу.

## ДВОТРАЧНИ (ВИШЕТРАЧНИ) ПУТЕВИ

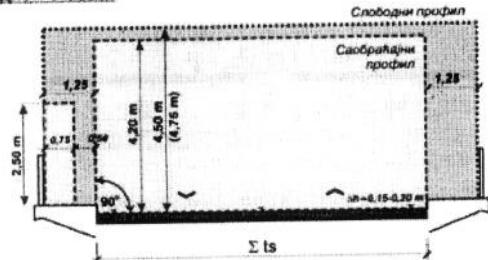
Слободна деоница



На мосту са заштитним и пешачким оградама (Vp &gt; 50 km/h)



На мосту са високим ивиčњаком и пешачком оградом (Vp ≤ 50 km/h) и радном стазом\*

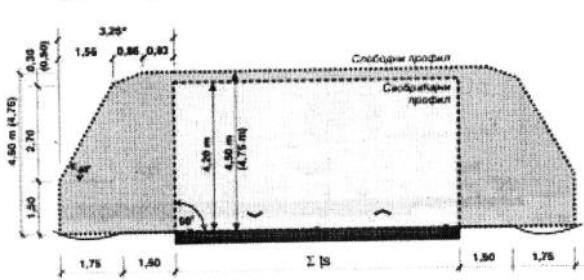


\*) уколико има пешачког и/или бициклистичког слободног профилне ширине се прилагавају тим захтевима

Слика 5-11: Слободни и саобраћајни профил двотрачног / вишетрачног пута.

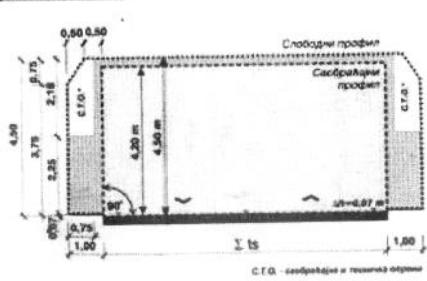
## ДВОТРАЧНИ (ВИШЕТРАЧНИ) ПУТЕВИ

Мост изнад двотрачног (вишетрачног) пута



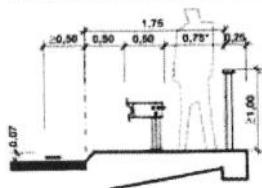
\*) минимална ширина слободног профилне у односу на саобраћајни профил може се смањити не 1.80 м, зависно од специфичних услова и применљене система одвођивања

Тунелска деоница

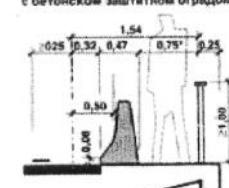


Слика 5-12: Слободни и саобраћајни профил двотрачног / вишетрачног пута.

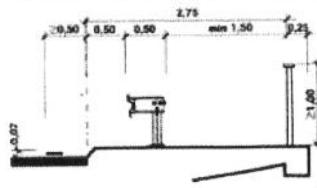
А) Радна стаза, на мосту са металном заштитном оградом



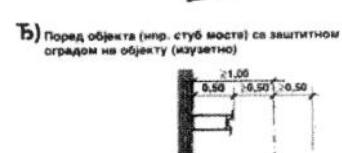
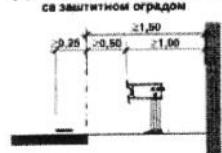
Б) Радна стаза, на мосту са бетонском заштитном оградом



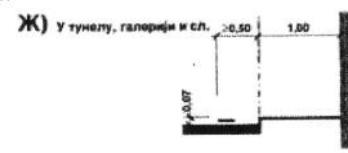
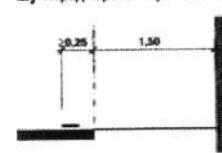
В) Пешачка стаза поред металне зашт. ограде

\*) широка радија стазе:  
када се користи као пешачка и/или бициклистичка  
стаза, премају се друге димензије (дат: Е. Ж.)

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



Е) Поред чврстог објекта без заштитне ограде



Слика 5-13: Радне, пешачке и бициклистичке стазе на путним објектима.

## ОГРАНИЧЕЊА ЗА ОЗЕЛЕЊАВАЊЕ (трава, жбуње, древеће)

Hsp - висина слободног профилне  
Bsp - ширина слободног профилне

ДП и ВП, Св=4,00 м    ДП - друмски путеви; ВП - везни путеви

СП и ПП, Св=2,00 м    СП - сабирни путеви; ПП - приступни путеви

## ОГРАНИЧЕЊА ЗА ОЗЕЛЕЊАВАЊЕ РАЗДЕЛНЕ ТРАКЕ



Слика 5-14: Стандардна ограничења у појазжном уређењу рубног појаса пута.

### 5.3. Стандардни геометријски попречни профили

На сликама од 5-16 до 5-20 овог прилога приказани су основни типови стандардних геометријских профиле аутопутева, вишетрачних путева (међупрофила) и двотрачних путева.

Што се аутопутева тиче, наведеном стандардизацијом обухваћени су само профили на јединственом путном плануму, што не искључује могућност раздавања коловоза у сложеним теренским условима. Основу за то пружају појединачне димензије коловозних и пратећих елемената.

Поред наведених стандардних типова путних профиле могуће су и одговарајуће варијације једног типа профиле при чему треба уважавати специфичне теренске услове и рационализацију улагања средстава не угрожавајући при том ниво услуге пута (проточност), безбедност вожње и животну средину.

Проблем етапне градње, било по деоницама с пуним профилом, било по деоницама с редукцијом профиле (тзв. полуаутопут), мора се решавати током процеса изrade генералног пројекта и коначна структура профиле, односно геометријски попречни профил путног потеза (деонице) треба да буде резултат изrade генералног пројекта и један од програмских услова за израду идејног пројекта пута.

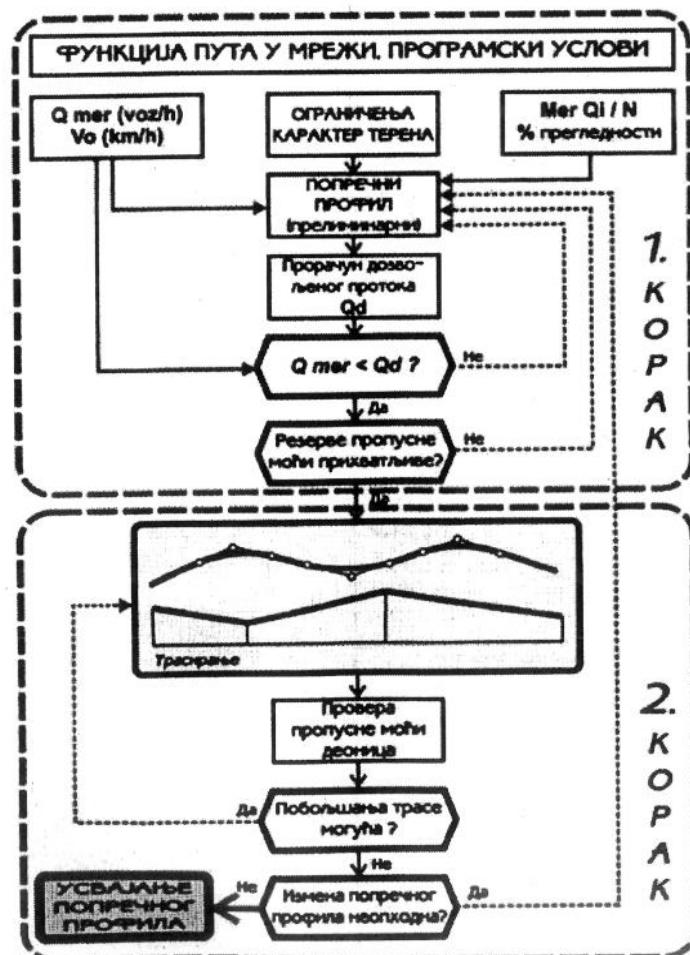
Стандардни профил се дефинише у првој фази пројектних истраживања – генералном пројекту када су сагледани макро показатељи ситуационих и нивелационих могућности за развој трасе. Тада су створени услови да се елементи саобраћајног програма (Qmer, NUP, V<sub>0</sub> и др.) доведу у реалан однос с капацитетом (Qd) и из тих поређења донесу закључци о потребној структури и димензијама профиле.

Сам процес димензионисања спроводи се у два корака: први даје основу за одлуку аутопут, међупрофил или двотрачни пут, док други корак обезбеђује правilan избор коловозног профиле и утврђује резерву пропусне моћи.

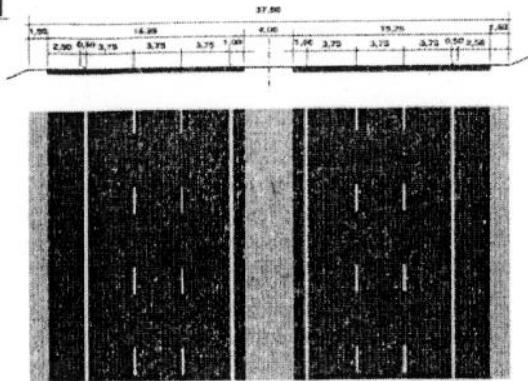
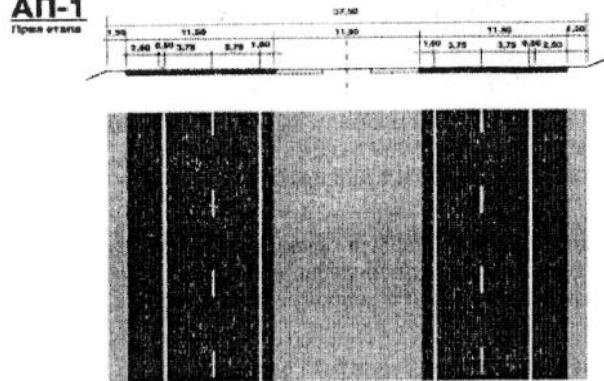
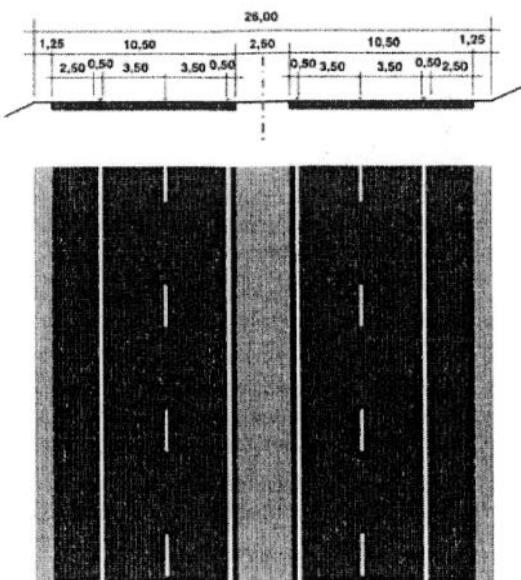
Ако је саобраћајно оптерећење PGDS > 20.000 воз/24 h, јасно је да се ради о аутопутном профиле, као што и саобраћајно оптерећење PGDS < 12.000 воз/24 h указује на то да је решење одговарајуће. За оптерећења између 12.000 воз/24 h и 20.000 воз/24 h оправдана је примена вишетрачних путева, тзв. међупрофиле. Они се могу применљивати као коначно решење, или и као прва етапа у развоју аутопутног профиле када то обим и пораст саобраћаја оправдавају.

У другом кораку димензионисања користе се резултати процеса трасирања и коначно утврђује карактер терена дуж трасе. На основу дефинисане трасе пута и прелиминарног попречног профиле спроводи се детаљан прорачун пропусне моћи за целу трасу и за појединачне критичне деонице на њој и утврђују резерве капацитета. На основу тако спроведених анализа доноси се коначна одлука о структури и димензијама попречног профиле и могућој етапности његове реализације.

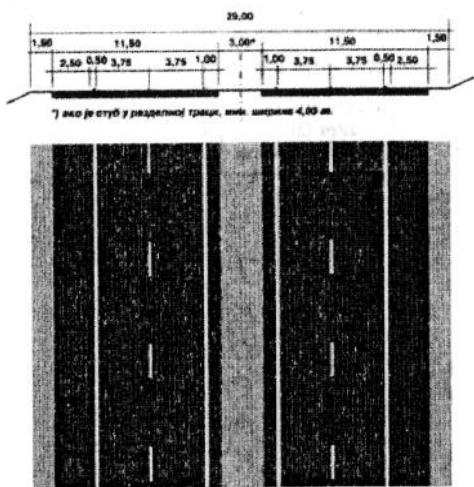
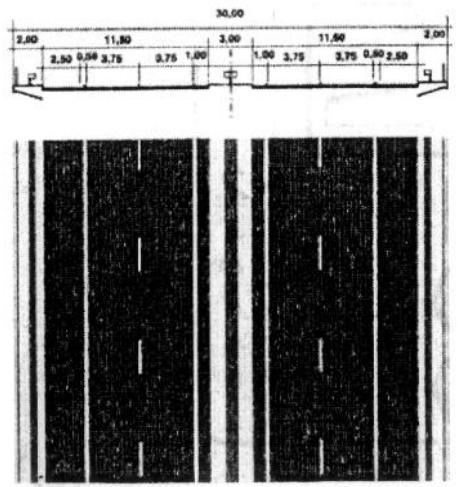
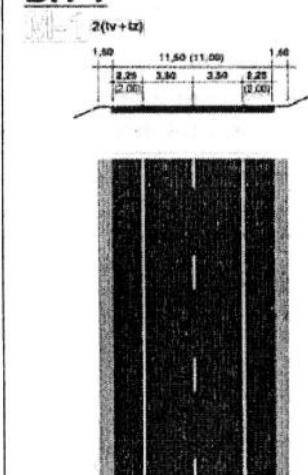
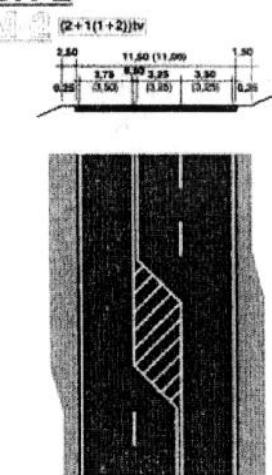
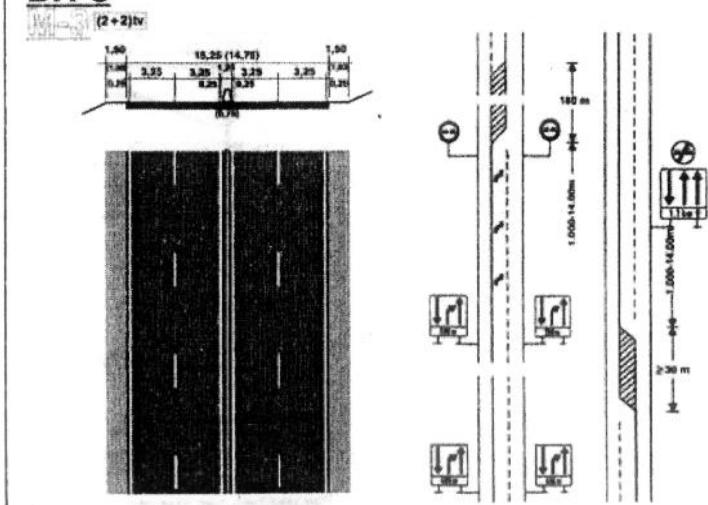
Стандардни геометријски попречни профил бира се на основу алгоритма приказаног на слици 5-15 овог прилога.



Слика 5-15: Алгоритам избора стандардног геометријског попречног профиле пута.

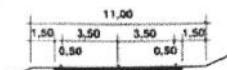
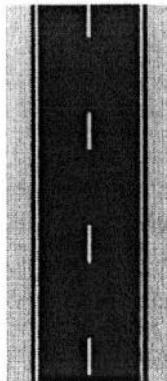
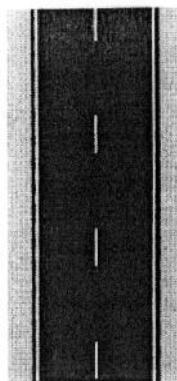
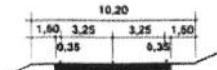
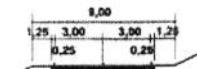
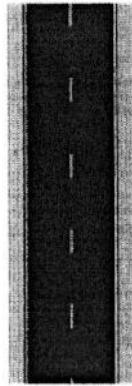
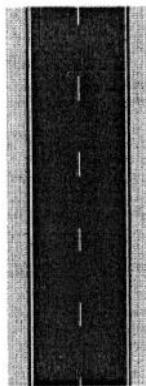
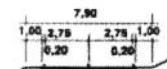
**АП-1****АП-1****АП-3**

Слика 5-18: Стандардни геометријски попречни профил АП-3.

**АП-2****АП-2  
на мосту****ВП-1****ВП-2****ВП-3**

Слика 5-19: Стандардни геометријски попречни профил вишетрачних путева (међупрофила).

Слика 5-17: Стандардни геометријски попречни профил АП-2.

**П-1** 2 lv ( $V_h = 100 \text{ km/h}$ )**П-2** 2 lv ( $V_{ri} = 80 \text{ km/h}$ )**П-3** 2 lv ( $V_h = 60 \text{ km/h}$ )**П-4** 2 lv ( $V_{ri} = 40 \text{ km/h}$ )

Слика 5-20: Стандардни геометријски попречни профил двотрачних путева.

## 6. ПРОЈЕКТНИ ЕЛЕМЕНТИ СИТУАЦИОНОГ ПЛАНА

### 6.1. Правци

Правац се у пројектовању путева примењује само у изузетним случајевима, као што су: уклапање у фиксне регулације, специфичне мостовске конструкције великих распона, прилагођавање постојећим објектима, обезбеђење подручја за претицање на двотрачним путевима и специфични топографски услови.

Деонице правца треба ограничити на следеће вредности:

а) На супротно усмереним кривинама међуправац, као везни елемент, примењује се у следећим границама:

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

Ако су вредности мање од  $L = 2V_r$ , не треба примењивати међуправац, већ се две супротно усмерене кривине повезују континуалном „S“ кривином.

б) На истосмерним кривинама међуправац, као везни елемент, примењује се у следећим границама:

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

### 6.2. Кружне кривине

Ради савлађивања теренских препрека примењују се криве линије погодних геометријских облика. Најпростији облик криве је кружни лук, односно крива линија константне закривљености

( $1/R = \text{const.}$ ). Водећи рачуна о топографским карактеристикама терена треба тежити примени што је могуће већих радијуса кружних кривина јер се тиме директно утиче на: смањење укупне дужине трасе, побољшање прегледности, повећање сигурности и удобности вожње.

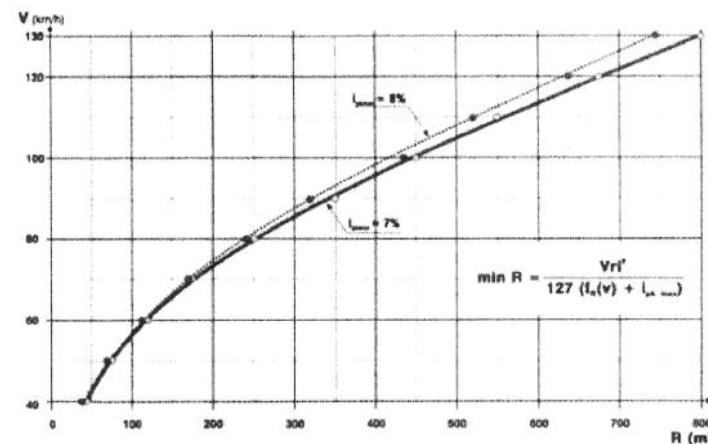
У пројектовању путева могу се применити кружни лукови чији су радијуси:  $\min R \leq R \leq \max R$ .

#### Минимални радијус, ( $\min R$ )

Одређује се ради сигурности вожње при максималној вредности попречног нагиба коловоза у кривини ( $\max i_{pk} = 7\%$ , изузетно у пројектима рехабилитација  $\max i_{pk} = 8\%$ ). Минималне вредности радијуса кружних кривина заједно с минималним дужинама кружних лукова за вредности рачунске брзине ( $V_{rl}$ ) дате су у табели 6-01 и приказане на слици 6-01 овог прилога. У процесу трасирања треба примењивати дуже кружне лукове (дужина већих од минималних) кад год је то могуће, пре свега ради безбедности вожње,  $L_k \geq 5 \cdot v_r$  (vr m/sec). У свим случајевима, када то не изазива додатна финансијска средства, треба примењивати дужине кружних лукова већих од минималних.

Табела 6-01: Минималне вредности радијуса кружних кривина и минималне дужине кружних лукова зависно од рачунске брзине деонице.

$V_{rl}$ (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



Слика 6-01: Вредности радијуса хоризонталних кривина у функцији брзине вожње и вредности максималног попречног нагиба.

#### Максимални радијус, ( $\max R$ )

Максимална вредност радијуса се ограничава на вредност с којом се не губи осећај закривљености. Због тога се у нормалним околностима, када постоји могућност слободног избора, за горњу граничну вредност препоручује:  $\max R = 5.000 \text{ m}$  (изузетно  $\max R = 10.000 \text{ m}$ ).

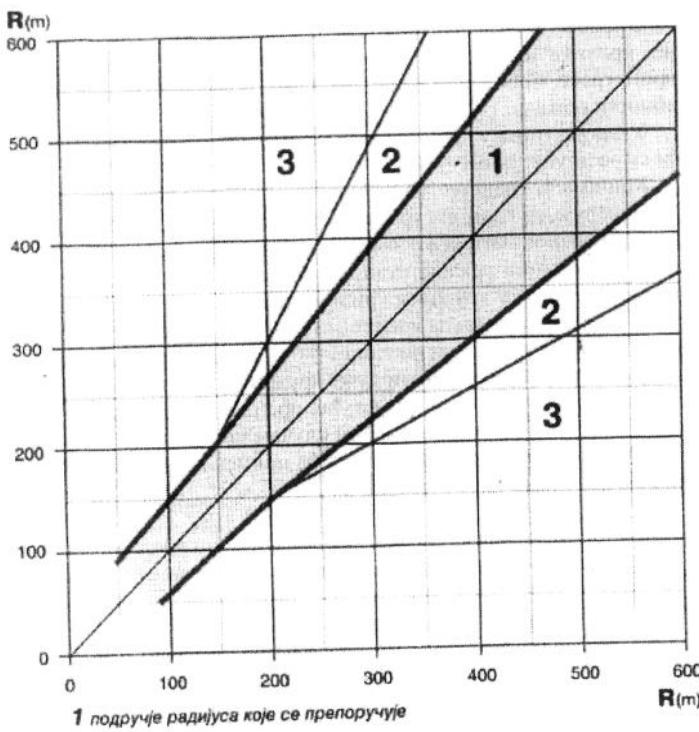
Геометријска и динамичка хомогеност елемената трасе пута постиже се складним и уравнотеженим избором радијуса на деоници, при чему посебно значајан однос суседних радијуса. С тог становишта захтева се да суседни радијуси хоризонталних кривина буду у границама датим на слици 6-02 овог прилога.

На прелазу с правца на закривљени део трасе, захтева се да, зависно од претходне дужине правца, вредност примењеног радијуса кружног лука буде:

$$\begin{aligned} L_{\text{правца}} < 300 \text{ m} &\rightarrow R_{\text{прим.}} > L_{\text{правца}} \\ L_{\text{правца}} \geq 300 \text{ m} &\rightarrow R_{\text{прим.}} \geq 400 \text{ m, а на аутопутевима} \\ L_{\text{правца}} \geq 500 \text{ m} &\rightarrow R_{\text{прим.}} \geq 1,5 \min R \end{aligned}$$

При том  $R_{\text{прим.}}$  мора да задовољи и остale услове (возно динамичке, конструктивне и естетске).

На прелазу с једног кружног лука на други исте закривљености, или различитих радијуса, захтева се примена прелазне кривине, тзв. „O“ - криве.



Слика 6-02: Поље избора радијуса суседних кривина.

### 6.3. Прелазне кривине

Да би се задовољили возно динамички, конструкцијни и саобрајајно-психолошки захтеви, на свим јавним ванградским путевима обавезна је примена прелазних кривина облика клотоиде:

$$A^2 = R \cdot L$$

где је:

$A$  (m) – параметар клотоиде;

$R$  (m) – радијус (приклучни радијус на крају прелазне кривине);

$L$  (m) – дужина прелазне кривине (од почетка прелазнице до приклучног круга).

Минималне вредности параметра прелазне кривине ( $\min A$ ) пријављене су у функцији рачунске брзине деонице ( $V_n$ ) и приказане у табели 6-02 овог прилога.

Табела 6-02: Минималне вредности параметара прелазних кривина.

$V_n$	$\min A$ (возно-димен.)	$\min A = R/3$	$\min A = R/3$ (фестески)	$\min A$ (конструктивни крит.) (воз-П)	$\min A$ (конструктивни крит.) (воз-АП)
		(воз-П)	(воз-П)	(воз-П)	(воз-П)
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 (98,18)	185			220
120	270 (108,00)	225			245
130	300 (112,50)	270			270

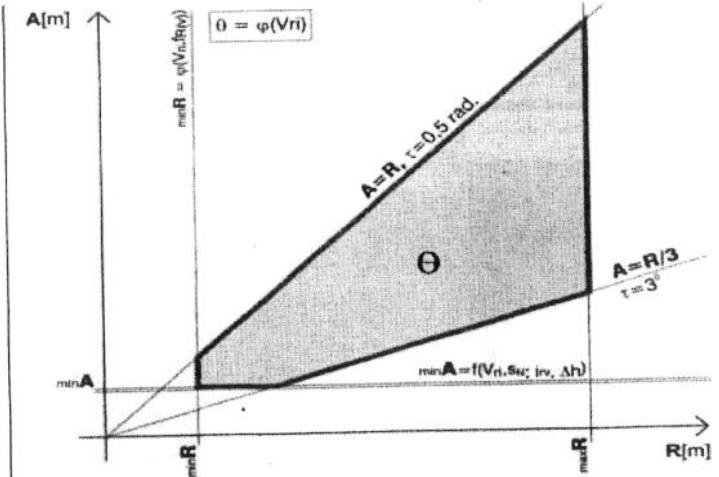
\* вредности у заградама су одговарајуће дужине прелазних кривина (м)

\*\* ВП - евидентирани профили (међупрофили M1 и M2)

воз - витоперије скоје осовине колосаза; воз - витоперије скоји низици колосаза

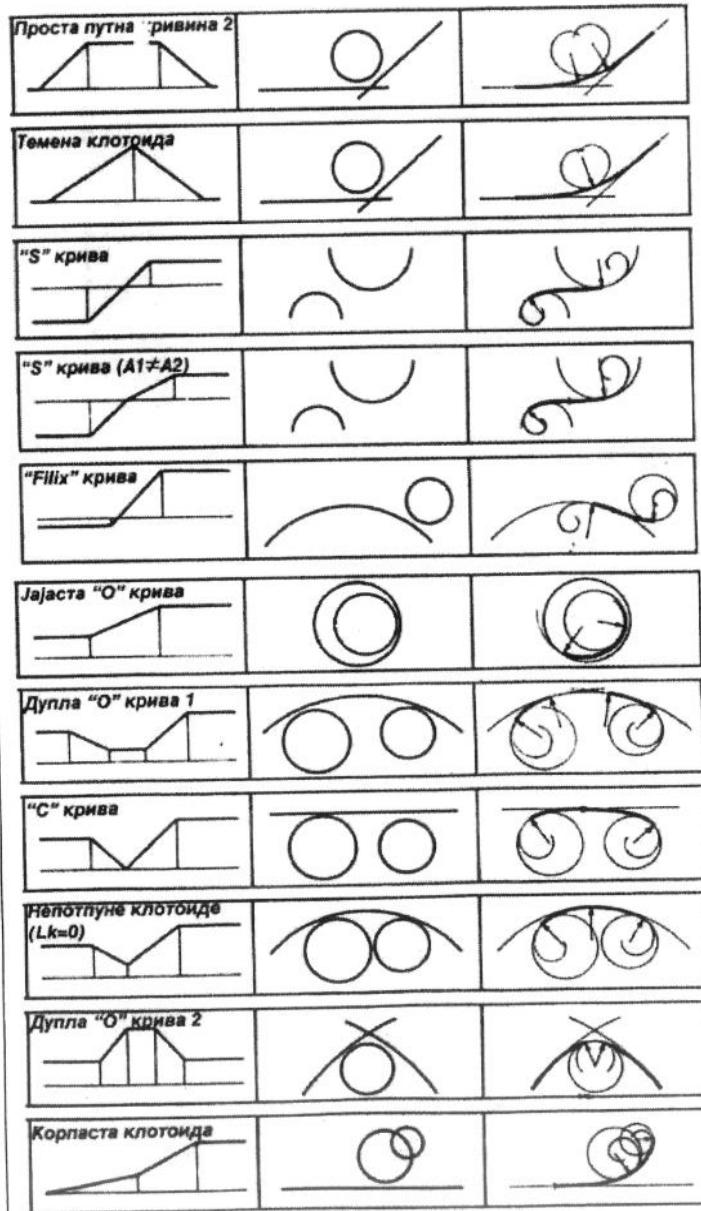
Максимални накиби рампи витоперије:  $V_p \leq 70km/h \rightarrow 1,5\%$ ;  $V_p = 80 \dots 90km/h \rightarrow 1,0\%$ ;  $V_p \geq 100km/h \rightarrow 0,9\%$

Вредности параметара прелазних кривина које се могу применјавати у пројектовању дефинисане су тзв. пољем клотоида које се конструише за сваку поједину вредност рачунске брзине деонице. Поље избора прелазних кривина за једну вредност  $V_n$  приказано је на слици 6-03 овог прилога.



Слика 6-03: Поље избора параметра клотоиде у функцији рачунске брзине деонице.

У пројектовању путева примењују се различити облици прелазних кривина. Најчешће применљиване форме приказане су на слици 6-04 овог прилога.



Слика 6-04: Могући облици примене клотоиде као прелазне кривине.

а) Клотоида као посредник у преласку са правца на круг и обрнуто

У овом случају може се говорити о тзв. симетричној ( $A_1 = A_2$ ) и несиметричној ( $A_1 \neq A_2$ ) кривини. Минимална дужина кружног лука у складу је с вожњом константном брзином у трајању од најмање две секунде.

#### б) Прекретна линија „S“ - крива

Примењује се између две кружне кривине супротне закривљености, чиме се обезбеђује поступност промене закривљености и континуитет кривинских облика. Нормална је примена клотоиде истог параметра ( $A_1 = A_2$ ).

#### в) Јајаста „O“ - крива

Примењује се као везни елеменат између два кружна лука различитих радијуса, а истосмерне закривљености. Са становишта оптике трасе, минимална вредност припадајућег угла те клотоиде је  $\tau \geq 3^\circ$ .

#### г) Темена клотоида

Ако је  $\alpha = 0$ , тј.  $\tau_1 + \tau_2 = \gamma$ , добија се  $L_k = 0$ , што значи да је читава кривина састављена од две прелазнице; то је тзв. темена клотоида ( $A_1 = A_2$  или  $A_1 \neq A_2$ ). Примењује се само када су вредности скретних углова мале, а примењени радијус кружне кривине знатно већи од минималног. Примена темене клотоиде ограничава се уз услов:  $R \geq 450$  m. Попречни профил у теменој зони се обликује тако да се његова константност обезбеди за минимум две секунде вожње константном брзином.

#### д) Прекретна „S“ - крива са два различита параметра

Примена овог облика је оправдана када су већи приклучни радијуси и веће разлике између радијуса.

Ако се примењују клотоиде различитих параметара и када је  $A_2 \geq 200$  m, однос је:

$$A_1 \leq 1,5 A_2$$

где је:

$A_1$  (m) – већи параметар клотоиде;  
 $A_2$  (m) – мањи параметар клотоиде.

#### ђ) Двострука јајаста линија

Примењује се само када су у питању сложени геометријски облици који се не могу решити другачијим средствима, нпр. у пројектовању саобраћајних чворова и уклапању у фиксне регулације.

#### е) „C“ - крива крива

Веома ретко се примењује, а најчешће у пројектовању индиректних рампи на денивелисаним раскрсницама.

Да би се успешно и ефикасно применили наведени облици у слободном вођењу трасе, треба примењивати номограме за одређивање параметара прелазних кривина, приказане на сликама 6-05 и 6-06 овог прилога.

Кружне кривине без прелазница могу се применити изузетно када је  $V_p \leq 80$  km/h, а  $R \geq 1.500$  m (изузетно  $R \geq 1.000$  m), односно када је  $V_p \geq 80$  km/h, а  $R \geq 3.000$  m.

#### 6.4. Кривинска карактеристика

Кривинска карактеристика ( $K$ ) представља средњу вредност скретног угла трасе пута и одређује се на основу угловне слике деонице. Дефинише се следећим изразом:

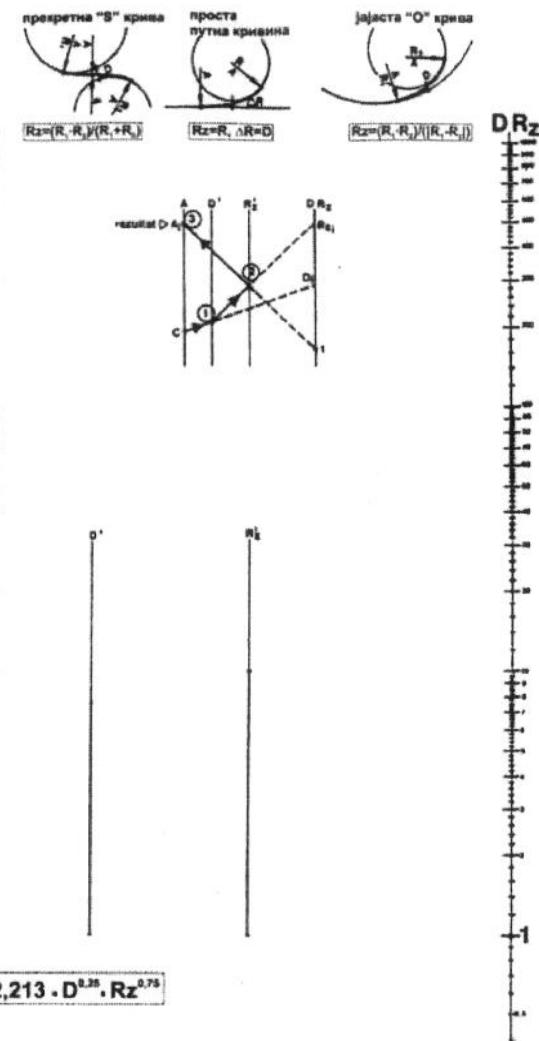
$$K = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\alpha_i + \tau_i) / L \quad (\text{°/km}) \text{ или } (\text{g/km}), \text{ где је:}$$

$\alpha_i$  (°), угло i-те кружне кривине

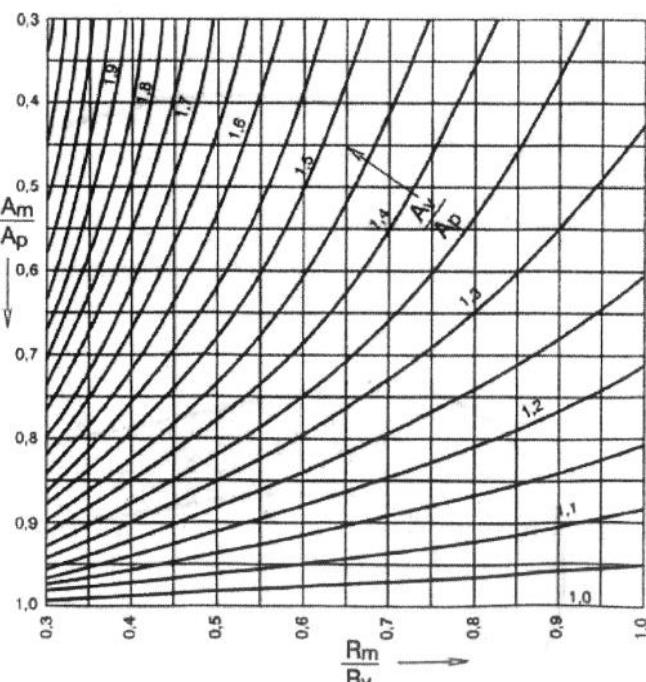
$\tau_i$  (°), угло i-те прелазне кривине

$L$  = укупна дужина деонице (km).

Поред параметра ( $K$ ), за геометријску анализу трасе одређује се стандардно одступање ( $\sigma$  (°/km)) и коефицијент геометријске хомогености  $Gh = (\sigma/K)100$  (%).



Слика 6-05: Номограм за одређивање параметра прелазне кривине „A“.



Слика 6-06: Номограм за одређивање параметара прелазних кривина „A1 ≠ A2“.

## 6.5. Специјални облици путних кривина

Ови облици путних кривина примењују се у оним случајевима када је брзина кретања релативно мала,  $V_r \leq 30 \text{ km/h}$ , а доминантни су захтеви за минималним коришћењем простора. То су пре свега: површинске раскрснице, окретнице, серпентине, приступи сервисним објектима и сл.

### 6.5.1. Крива трагова

Крива трагова се пројектује као сложена троцентрична кривина како би на најбољи могући начин апроксимирала трактиску кретања.

Детаљна анализа ове криве и њена примена дата је у прилогу 3, Површинске раскрснице ванградских путева.

### 6.5.2. Серпентинске окретнице

У ограниченим условима развијања трасе, јавља се потреба за применом сложеног кривинског облика, тзв. серпентине која се састоји из окретнице минималног проходног радијуса са централним углом  $\alpha > 180^\circ$  и две прикључне кривине исте или супротне закривљености (слика 6-07, овог прилога).

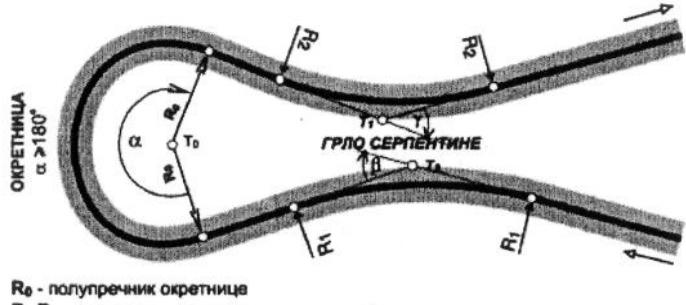
У табели табели 6-03 овог прилога дати су основни типови серпентинских окретница за чију конструкцију се дају табеларни подаци у додатку ових упутстава.

Табела 6-03: Типови серпентинских окретница.

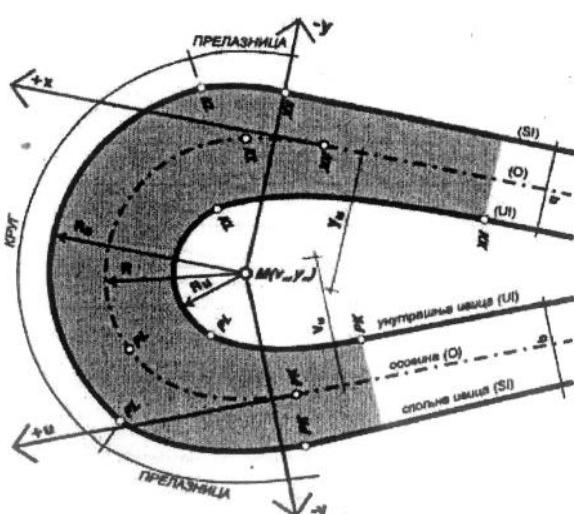
Ширина коловоза пута	Радијус унутрашње ивице окретнице - $R_u$ (m)				
	6	8	10	15	20
6 (m)	6/6	6/8	6/10	6/15	6/20
7 (m)	7/6	7/8	7/10	7/15	7/20

Подручје окретнице подлеже специфичним условима нивелационог обликовања. Максимална вредност попречног нагиба  $i_{pk} = 9\%$ , док се вредност резултујућег нагиба коловоза ограничава на  $i_{max} = 10\%$ .

Конструкција геометрије ивичних линија и осовине серпентинске окретнице са позицијом релативних координатних система ( $x, y$  односно  $u, v$ ) приказана је на слици 6-08 овог прилога.



Слика 6-07: Основни елементи серпентинске окретнице.



Слика 6-08: Конструкција серпентинске окретнице.

## 6.6. Проширење коловоза у кривини

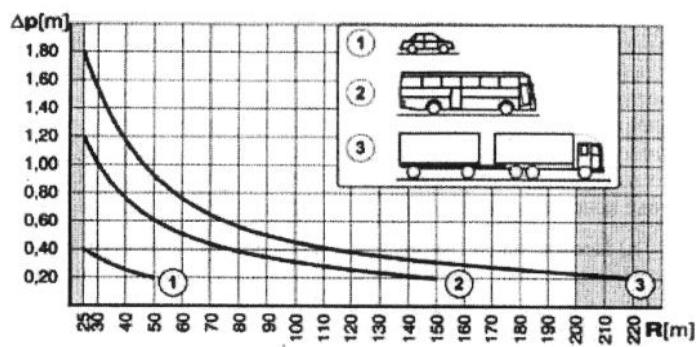
### 6.6.1. Величина проширења

Проширење коловоза изводи се за све кривине радијуса  $25 < R < 200 \text{ m}$ . За кривине  $R > 200 \text{ m}$  вредност проширења је веома мала па се може занемарити, док се кривине радијуса  $R < 25 \text{ m}$  морају посебно обликовати према кривој трагова (тачка 6.5.1 овог прилога).

Потребно проширење поједине возне траке одређује се зависно од типа меродавног возила. Вредности проширења за меродавна возила приказане су на слици 6-09 овог прилога.

Укупно проширење за  $n$  саобраћајних трака износи  $P = \Sigma^n (\Delta p_i)$ , где је  $\Delta p_i$  – вредност проширења за појединачну возну траку.

У анализи укупног проширења меродавне су димензије стандардних типова возила која се могу наћи у ситуацији да се мимоилазе у кривини.

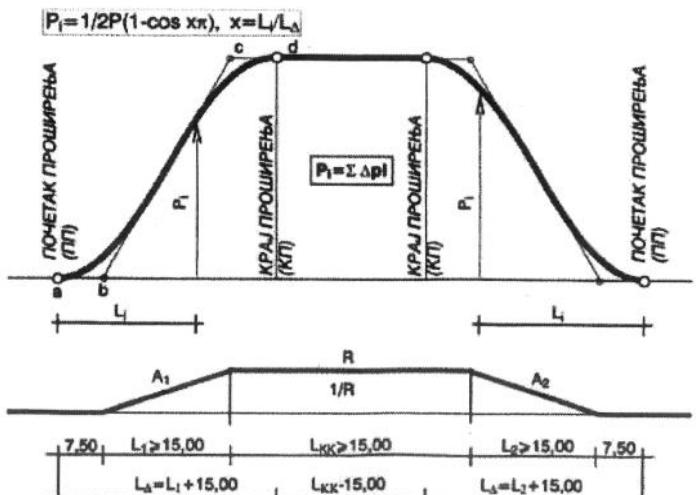


Слика 6-09: Потребна величина проширења возне траке у круглој кривини.

### 6.6.2. Извођење проширења

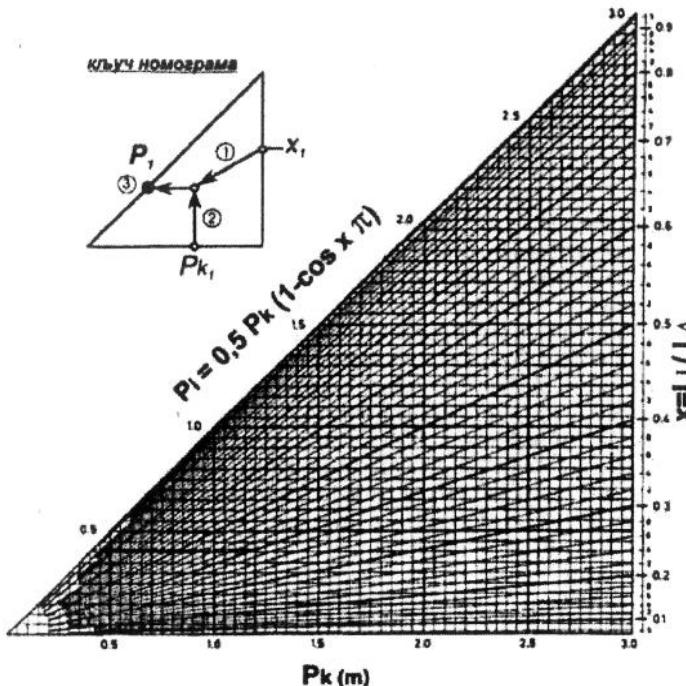
Проширење се изводи са унутрашње стране кривине. При томе се захтева да се одржи континуитет ивичне линије пута. Да би се то остварило, минимална дужина кружног лука мора бити већа од 15,00 m, а минимална дужина прелазнице такође мора бити већа од 15,00 m. Ако нису испуњени ти геометријски услови, обликовање ивичних линија се мора вршити применом криве трагова.

Расподела проширења се врши као што је то приказано на слици 6-10 овог прилога.



Слика 6-10: Шематски приказ расподела проширења у простој путној кривини.

Вредности проширења на произвoльном месту подручја проширења одређује се на основу номограма приказаног на слици 6-11 овог прилога.



Слика 6-11: Номограм за одређивање расподеле проширења на прелазној кривини.

## 7. ПРОЈЕКТНИ ЕЛЕМЕНТИ ПОДУЖНОГ ПРОФИЛА

### 7.1. Нагиби нивелете

Са становишта безбедности саобраћаја, експлоатационих ефеката, еколошких последица и квалитета саобраћајног тока, треба да имају што је могуће мање вредности подужних нагиба, односно нагиба нивелете.

#### 7.1.1. Минимални нагиб нивелете, $\min i_N$ (%)

Минимални нагиб нивелете одређује се из услова одводњавања, при чему се пут може пројектовати и са хоризонталном нивелетом ( $\min i_N = 0\%$ ) ако се површинске воде могу ефикасно одводити попречним нагибом коловоза. Ако се труп пута налази у усеку, а одводњавање се решава подужним вођењем воде риголама или каналима, тада се захтева да је  $\min i_N \geq 0,8$  (1,0) %, који обједињује услове витоперења коловоза и минималне хидролошке услове отицања, односно треба бити испуњен услов:

$$i_N - i_{rv} \geq \min i_{hid}$$

где је:

$i_N$  (%) – нагиб нивелете;

$i_{rv}$  (%) – нагиб рампе витоперења;

$\min i_{hid}$  (%) – минимални хидраулички пад за отицање вода у функцији примененог типа ригола или канала (бетонски, камени, затрављен и др.).

Када није могуће постићи услове за наведене минималне вредности, неопходно је применити посебне системе витоперења и обраде површине коловоза (примена тзв. кровастог (дијагоналног) витоперења и/или примена специфичних коловозних конструкција, нпр. „порозни асфалт”).

Угрожена подручја пута са становишта отицања површинских вода са коловоза треба посебно анализирати применом тзв. нивелационих планова коловозне површине са еквидистанцом изохипси 2–5 см. и детаљном анализом отицања површинских вода применом тзв. дијаграма резултујућих нагиба (поглавље 8. овог прилога).

Минимални нагиб нивелете на мостовима и у тунелима износи 0,5 %.

#### 7.1.2. Максимални нагиб нивелете, $\max i_N$ (%)

Максимална вредност нагиба нивелете за ванградске путеве зависи од категорија терена и пута (табела 7-01 овог прилога).

У примени  $\max i_N$  битан фактор је дужина на којој постоји тај нагиб, а утицај који тај нагиб има на проточност, безбедност вожње, еколошке последице и инвестиционе улагања мора се посебно утврдити како са становишта обликовања елемената пројектне геометрије, тако и са становишта вредновања варијантних решења.

Табела 7-01: Максималне вредности нагиба нивелете.

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

\* у изузетни случајевима.

На подручју површинских раскрница ограничава се примена максималних подужних нагиба на 4 % из пројектних и саобраћајно-техничких разлога.

На тунелским деоницама препоручује се примена подужних нагиба не већих од 2,5 %, а као апсолутни максимум може се применити подужни нагиб  $\max i_N \leq 4\%$ .

### 7.2. Вертикалне кривине

Вертикални преломи се заобљавају кружним луком радијуса  $R_v$ . Облик функције заобљења је квадратна парабола која са довољно тачности апроксимира круг и која је дата изразом:

$$y = x^2/2R_v$$

где је:

$y$  (m) – ордината квадратне параболе;

$x$  (m) – апсиса квадратне параболе;

$R_v$  (m) – оскулаторни круг квадратне параболе (радијус заобљења вертикалне кривине).

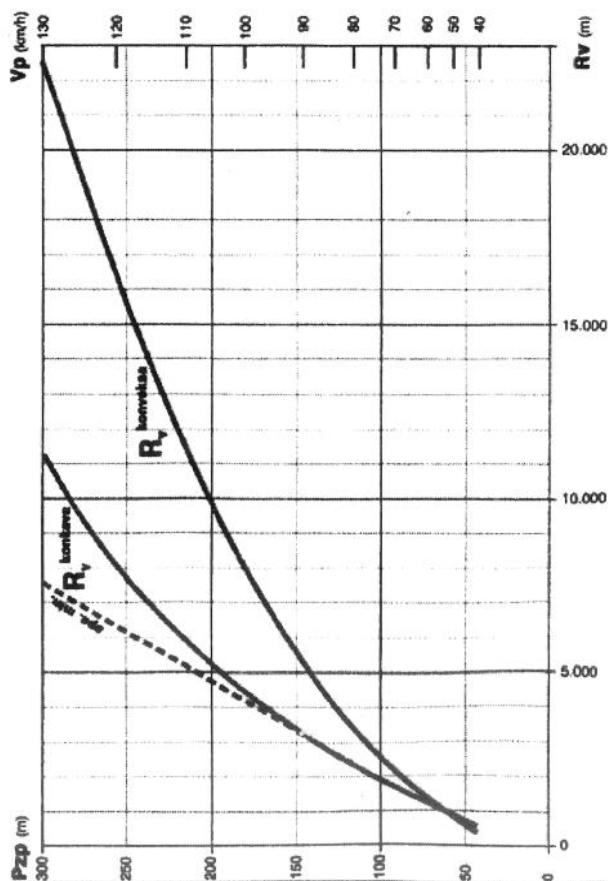
#### 7.2.1. Минималне вредности радијуса заобљења

Минималне вредности конвексних и конкавних вертикалних кривина одређене су у складу са обезбеђењем зауставне прегледности за дневну и ноћну вожњу.

У табели 7-02 овог прилога дате су минималне вредности радијуса вертикалних кривина за конвексна и конкавна заобљења у функцији рачунске брзине, док је на слици 7-01 овог прилога приказана зависност радијуса вертикалних кривина од зауставне/захтеване прегледности и брзине вожње.

Табела 7-02: Минималне вредности радијуса вертикалних кривина.

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



Слика 7-01: Радијуси вертикалних кривина (конвексних и конкавних).

### 7.2.2. Максималне вредности радијуса вертикалних кривина

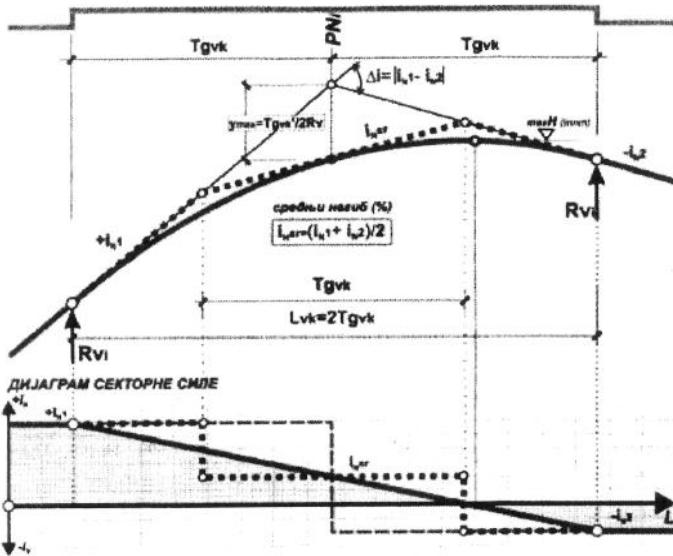
У примени максималних вредности радијуса вертикалних кривина практично не постоји ограничење, али се мора водити рачуна о односу суседних радијуса вертикалних кривина (конкавних и конвексних) и усклађености дужина вертикалних кривина. У погледу услова геометријске компатибилности облика могу се применити величине радијуса које као гранични случај имају заједничку тачку додира двеју вертикалних кривина исте или супротне закривљености.

Препоручује се да се примењују дужине вертикалних кривина ( $L_{vk}$ ) не мање од двоструке вредности пројектне брзине ( $V_p$ ), односно:

$$L_{vk} \text{ (m)} \geq 2 V_p \text{ (km/h)}$$

### 7.2.3. Апроксимација вертикалне кривине

За геометријске и возно динамичке анализе траса путева, као и за анализе прегледности може се апроксимирати вертикална кривина средњом вредношћу нагиба прелома који влада на половини њене дужине (слика 7-02 овог прилога).



Слика 7-02: Апроксимација вертикалне кривине.

## 8. ПРОЈЕКТНИ ЕЛЕМЕНТИ ПОПРЕЧНОГ ПРОФИЛА

### 8.1. Димензионисање попречног нагиба коловоза

Ради ефикаснијег савлађивања центрифугалне сile, побољшања оптичког вођења и ефикаснијег одводњавања површинских вода, коловоз се у хоризонталним кривинама гради са увећаним попречним нагибом. Величина и смер тог нагиба зависе од примењеног радијуса и ширине пута, односно меродавних возно динамичких параметара. Попречни нагиб коловоза је оријентисан према средишту кривине и изводи се у једнострраном паду. Попречни нагиб на правцу је у једноличном нагибу и његова вредност одговара минималним условима успешног одвођења површинских вода са коловоза.

#### 8.1.1. Границне вредности попречног нагиба коловоза ( $i_p$ - правац, $i_{pk}$ - кривина)

Минимални попречни нагиб ( $\min i_p$ , односно  $\min i_{pk}$ ) износи 2,5 % у правцу и у кривини чији је радијус једнак или већи од граничног, односно у кривини с негативним нагибом (тзв. контра нагибом).

Максимални попречни нагиб ( $\max i_{pk}$ ) износи 7 %. Изузетно, вредност попречног нагиба коловоза у кривинама може се повећати на 8 % у пројектима рехабилитације путева, посебно рехабилитације аутопутева, када би економски била неприхватљива промена радијуса кривина минималног радијуса (нпр. изведенено стање  $R_{min} = 750$  m за  $V_r = 120$  km/h према раније важећим прописима, односно,  $V_r = 130$  km/h,  $R_{min} = 800$  m, према овим прописима).

На серпентинским окретницама примењује се максимална вредност попречног нагиба 9 %. При том се ограничава вредност резултујућег нагиба коловоза на 10 %, тј.  $i_{res} \leq 10\%$ , што значи да је максимална вредност подужног нагиба у подручју окретнице  $i_N \leq 4,5\%$ .

### 8.1.2. Попречни нагиб коловоза у кривинама

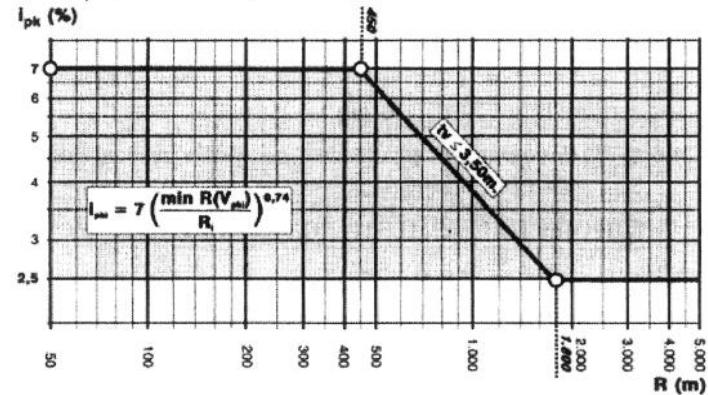
Попречни нагиб коловоза у кривинама различитих радијуса и различитих класа путева одређује се на основу дијаграма датих на сликама 8-01 и 8-02 овог прилога. Вредност попречног нагиба заокружује се на већим 0,5 %. По дефиницији максимална вредност попречног нагиба примењује се у кривинама минималног радијуса  $\max i_{pk} = 7\%$ . Ако се у кружној кривини смањује пројектна брзина под утицајем подужног нагиба, тада се вредност попречног нагиба одређује на основу израза:

$$i_{pk} = 7(\min R(V_{pk}) / R_i)^{0.74} (\%) \text{ где је:}$$

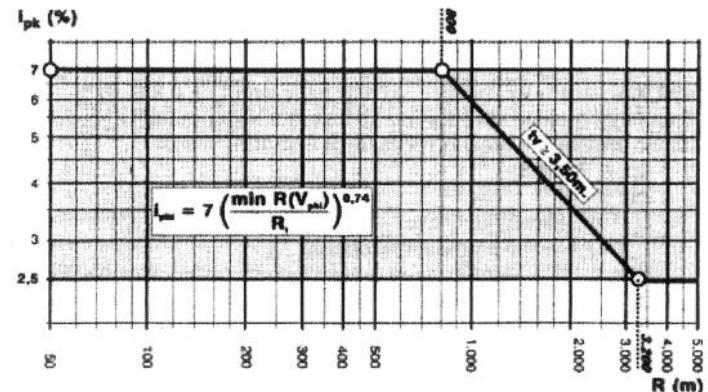
$i_{pk}$  – попречни нагиб коловоза у  $i$ -тој кривини (%) ;

$\min R(V_{pk})$  – минимални радијус хоризонталне кривине у функцији резултујуће вредности пројектне брзине у  $i$ -тој кривини (m);

$R_i$  – радијус  $i$ -те кривине (m).



Слика 8-01: Номограм за одређивање величине попречног нагиба коловоза у кривинама (двотрачни путеви и вишетрачни путеви).



Слика 8-02: Номограм за одређивање величине попречног нагиба коловоза у кривинама (аутопутеви).

У кривинама одређених радијуса (табела 8-01 овог прилога), могућа је примена негативног попречног нагиба, тзв. контранагиба ( $i_{pk} = -2,5\%$ ), ако се таквим решењем битно утиче на смањење инвестиционих улагања.

Табела 8-01: Полупречници кривина ( $R'$ ) са негативним попречним нагибом ( $i_{pk} = -2,5\%$ ).

$V_r$ (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
$R'$ (m)	-	-	-	-	2.500	2.500	3.000	4.000	4.500	5.000

Попречни нагиб осталих коловозних трака (ивичне траке, зауставне траке и сл.) прате основни попречни нагиб возних трака, док од тога може одступити једино у нивелационом уклапању изливних, односно уливних трака ако се појаве тзв. грбине када се оштрана прелома ( $\Delta i$ ) ограничава на 5 %.

## 8.2. Витоперење коловоза

Витоперење коловозне плоче ради постизања потребног попречног нагиба врши се око осовине коловоза или око једне коловозне ивице на прелазној кривини ако се на почетку кружне кривине постигне потребан попречни нагиб ( $i_{pk}$ ).

### 8.2.1. Витоперење око осовине коловоза

Витоперење око осовине коловоза се примењује на свим двосмерним путевима и аутопутевима са самостално вођеним коловозима.

### 8.2.2. Витоперење око ивице коловоза

Витоперење око ивице коловоза се примењује углавном на једносмерним коловозима у склопу денивелисаних раскрсница и на аутопутевима који су пројектовани с минималном ширином средње разделне траке ( $R_t = 4,00-1,50$  m). У првом случају витоперење се обавља око унутрашње ивице коловоза у кривини, док се у другом случају (тј. на аутопутевима) витоперење обавља око коловозне ивице уз раздлну траку (леву ивицу коловоза), чиме се постиже стандардно нивелационо решење средње разделне траке, што има и техничке и естетске предности у односу на другачији третман.

### 8.2.3. Границе вредности рампе витоперења

Нагиб рампе витоперења ( $i_{rv}$ ) јесте разлика подужног нагиба ивице витоперења и осовине око које се врши витоперење. Одређује се на основу израза:

$$i_{rv} = b \cdot (i_{pk} - i_p) / L_{rv} (\%)$$

где је:

$i_{rv}$  – нагиб рампе витоперења (%);

$b$  – одстојање ивице коловоза од осовине витоперења (m);

$i_{pk}$  – попречни нагиб коловоза на крају подручја витоперења (%);

$i_p$  – попречни нагиб коловоза на почетку подручја витоперења (%);

$L_{rv}$  – рампа витоперења (m).

Вредности максималног нагиба рампе витоперења дате су у табели 8-02 овог прилога.

У свим преломима рампи витоперења оштрине веће од 1 % заобљавају се ивице коловоза радијусом заобљења који је дефинисан следећим изразом:

$$Rv \geq 2 \cdot 15 / i_{rv} (m).$$

Табела 8-02: Максималне вредности нагиба рампе витоперења.

$V_r$ (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
max $i_{rv}$ (%)		1,5			1,0			0,9		

Најмање допуштене вредности нагиба рампе витоперења су: за витоперење око осовине коловоза:  $\min i_{rv} = 0,2\%$

за витоперење око ивице коловоза:  $\min i_{rv} = 0,4\%$

Вредност критичног попречног нагиба утврђује се на:  $krit i_p = 2,5\%$ , односно  $\min.krit i_p = 1,5\%$  и ове вредности су меродавне код двостепеног витоперења у зони инфлексије.

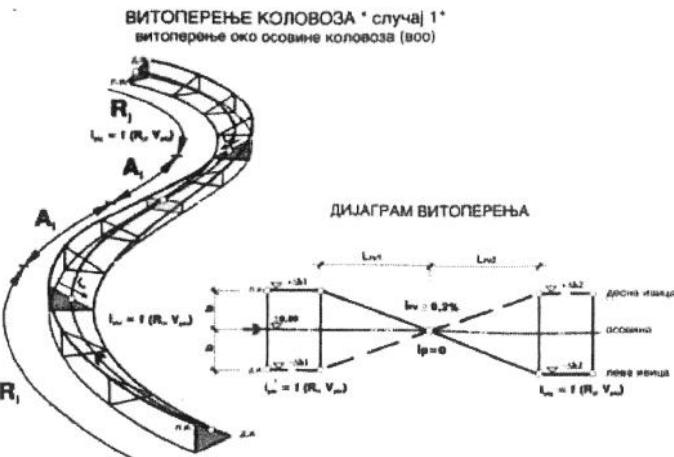
Ако су вредности резултујућег нагиба коловозне површине (најчешће у зонама инфлексије) мање од вредности критичног нагиба отицања површинских вода, могу се применити и специјалне форме витоперења формирањем кровастог профила у угроженој зони на дужини која је дефинисана у табели табели 8-03 овог прилога.

Табела 8-03: Минималне дужине „кровастог (дијагоналног) витоперења“.

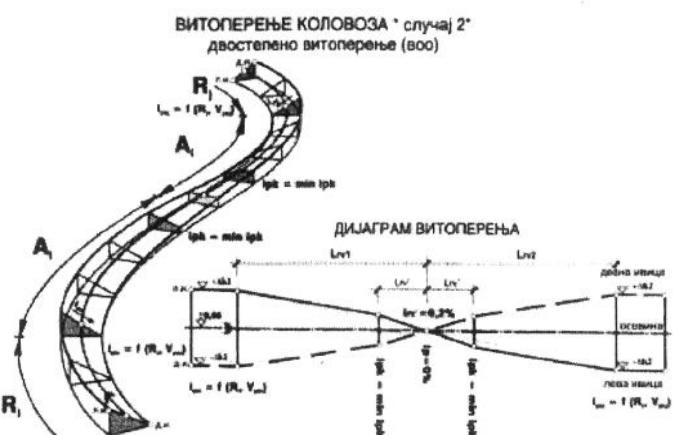
$V_p$ (km/h)	60	70	80	90	100	110	120	130
$L_1$ (m)	40	50	60	70(80*)	100	125	135	150

\* важи за вишетрасне путеве.

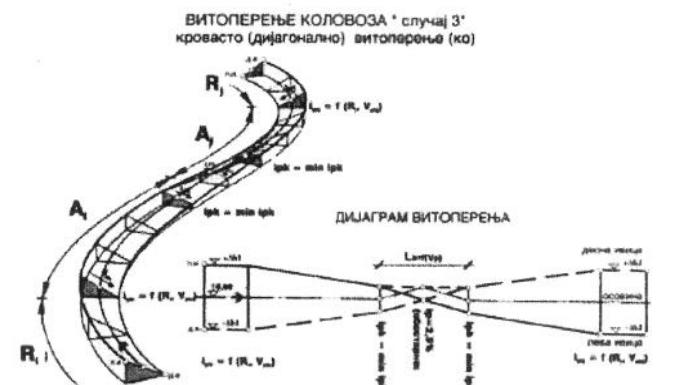
Основне шеме витоперења приказане су на сликама 8-03, 8-04, 8-05 и 8-06 овог прилога. На слици 8-07 овог прилога приказани су начини витоперња постељице (планума) пута. Дијаграм резултујућег нагиба одводњавања приказан је на слици 8-08 овог прилога.



Слика 8-03: Континуална промена попречног профила.



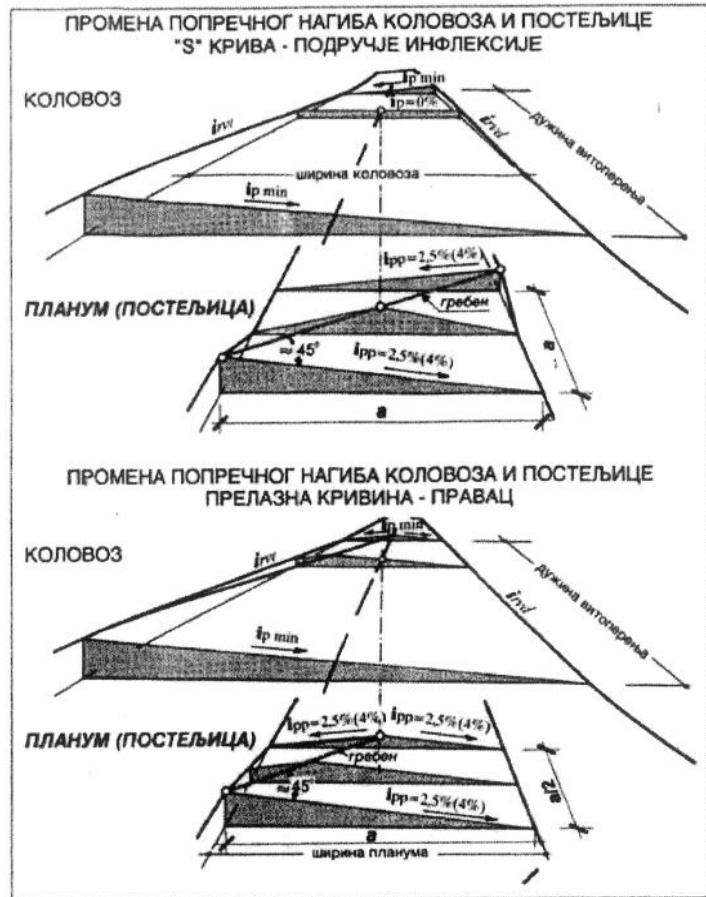
Слика 8-04: Двостепена промена попречног профила.



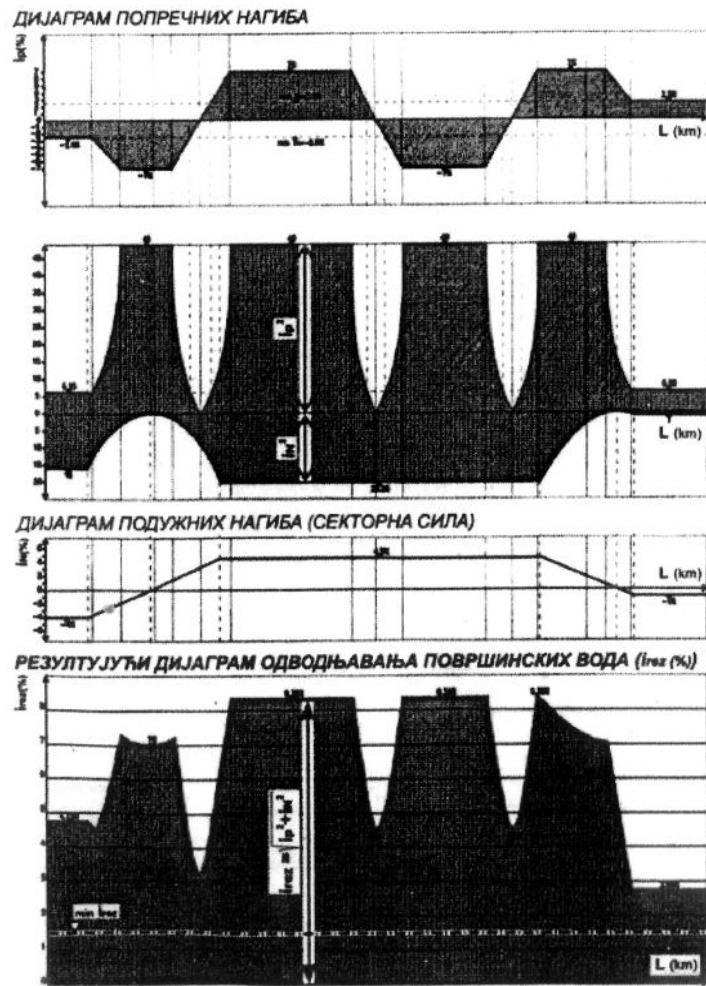
Слика 8-05: Двостепена промена попречног профила са кровастим (дијагоналним) витоперењем.



Слика 8-06: Континуална промена попречног профила – витоперење око ивице коловоза.



Слика 8-07: Витоперење планума (постељице) пута.



Слика 8-08: Дијаграм резултујућег нагиба одводњавања.

## 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 возачима улива осећај сигурности.

У визури слободне прегледности  $Ps = 6 Vp$  у видном пољу возача једновремено се може наћи више геометријских облика који заједно оправдавају просторни ток трасе, па је неопходно 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 појединачним пројекцијама, тако и здружену у простору. Основно правило просторног трасирања везује се за континуитет попречног профила, ситуационог плана и подужног профиле.

#### 9.1.1. Попречни профил

Промене у попречном профилу треба да буду постепене. У том погледу правац није погодан због могућности стварања погрешних утисака о ширини коловоза. Све промене попречног профила треба реализовати у кривинама. Изузетак од овог правила је деоница почетка траке за спору возњу коју треба предвидети на правцу или у зони инфлексије због повољнијих услова прегледности.

#### 9.1.2. Ситуациони план

Величина и међусобни однос примењених елемената битно утичу на обликовне квалитетете трасе пута.

Са оптичког аспекта правац је геометријски облик у којем је најизразитији феномен недогледа, где се ствара илузија о односу величина одстојање, што за последицу може имати погрешну процену и неодговарајућу реакцију возача уз неповољан психолошки ефекат монотоније услед фиксне визуре. Стога је примена правца оправдана само у случајевима дефинисаним у тачки 6.1. овог прилога, у ком су дате и границе примене тог елемената.

Кружни лук, за разлику од правца, има ликовне квалитетете који се могу успешно реализовати ако су испуњени услови дефинисани у тачки 6.2. овог прилога, који се пре свега односе на његову дужину. Примењена дужина кружног лука је:

$$1,4 Vp \leq Lk \leq 6 Vp, \text{ где је: } Vp \text{ у } (km/h), \text{ а } Lk \text{ у } (m).$$

Клотоиди као равноправан елеменат у трасирању ствара најповољније оптичке ефekte, па та њена особина надмашује уско схваћен визуелни динамички смисао тзв. прелазне кривине. Зато се у избору и примени одговарајућег параметра клотоиде мора поуздати не са гледишта минималних конструкцијских потреба, већ знатно шире – са гледишта путне естетике. У том погледу најповољнија ликовна решења постижу се при односу:

$$Lp : Lk : Lp = 1 : 1 : 1, \text{ при } R/3 \leq A \leq R$$

Истосмерне кривине с кратким међуправцем стварају утисак полигоналне осовине пута, па их треба заменити применом једне кривине већег радијуса или сложеном „јајастом кривом“ са помоћним кругом изван прикључних кривина.

Неоправдана је примена кривине супротне закривљености с кратким међуправцем. Исправно решење је континуална „S“ - кривина истог или евентуално различитог параметра клотоиде.

Примена неусаглашених радијуса хоризонталних кривина изазвана поред динамичке и оптичку нехомогеност, па се у сваком случају треба придржавати услова дефинисаних у тачки 6.2. овог прилога.

Основни просторни облици у трасирању приказани су на слици 9-01 овог прилога.

#### 9.1.3. Подужни профил

Нагиби нивелете су практично неуочљиви ако су вредности мање од  $i_N \leq 3\%$ . Нагиби нивелете  $i_N \geq 4\%$  могу да делују веома непријатно ако се експонирају дугом правцу због тзв. ефекта зида,

па се у тим случајевима оптичко побољшање постиже вијугањем трасе.

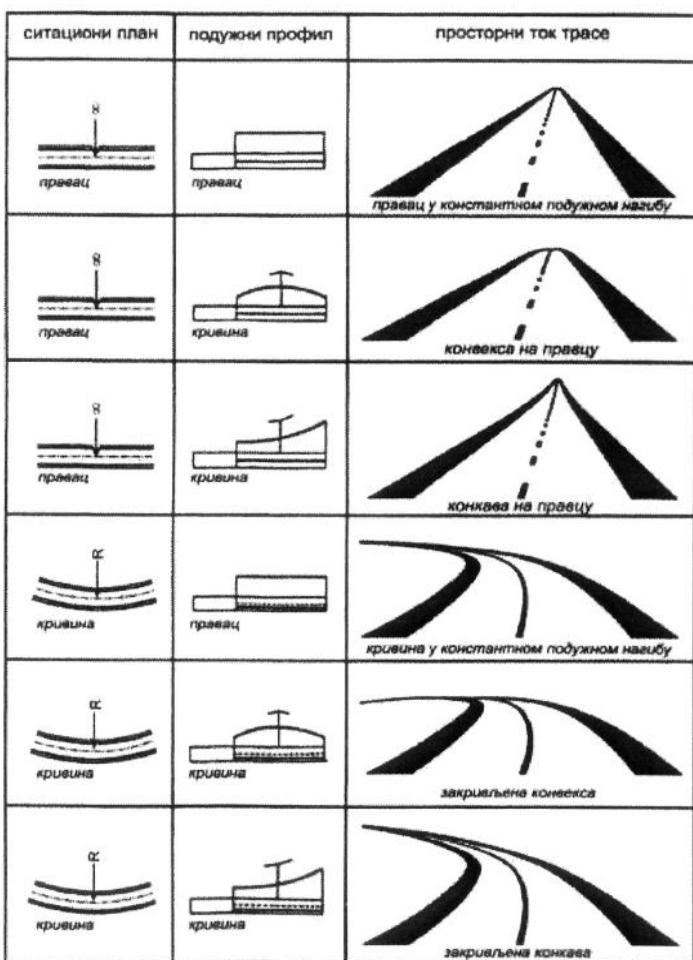
Вертикалне кривине делују оптички повољно само ако имају одговарајућу дужину. Као најбоља мера оптичке удобности узима се дужина вертикалне кривине у границама изоштрене визуре прегледности:

$$L_{vk} = P_i = 3 V_p, \text{ а као пожељни минимум: } L_{vk} = 2 V_p.$$

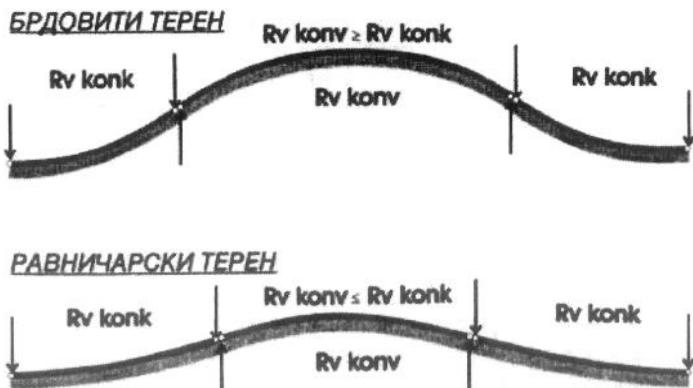
У ликовном погледу конкавна вертикална кривина је осетљиви елеменат од кривине конвексног типа, па се у њеном димензионисању мора полазити са становишта сагледљивости као што је наведено.

Када се нивелета пута стриктно повија по терену, може се додати „губитак трасе“ у видном пољу, па је у том случају задовољавајуће решење само укрупњавање потеза нивелете.

У брдовитим и планинским теренима конвексне вертикалне кривине су генерално већи радијуса од конкавних вертикалних кривина, док је у равничарским теренима обрнута ситуација (слика 9-02 овог прилога).



Слика 9-01: Основни просторни елементи трасе пута.



Слика 9-02: Односи конкавних и конвексних заобљења.

#### 9.1.4. Просторно трасирање

На трасама које се у ситуационом плану воде континуалним кривинским облицима једино исправно место за прелом нивелете је у средишту кружне кривине, чиме се постижу повољни оптички и конструкцијивни ефекти (слика 9-03 овог прилога).

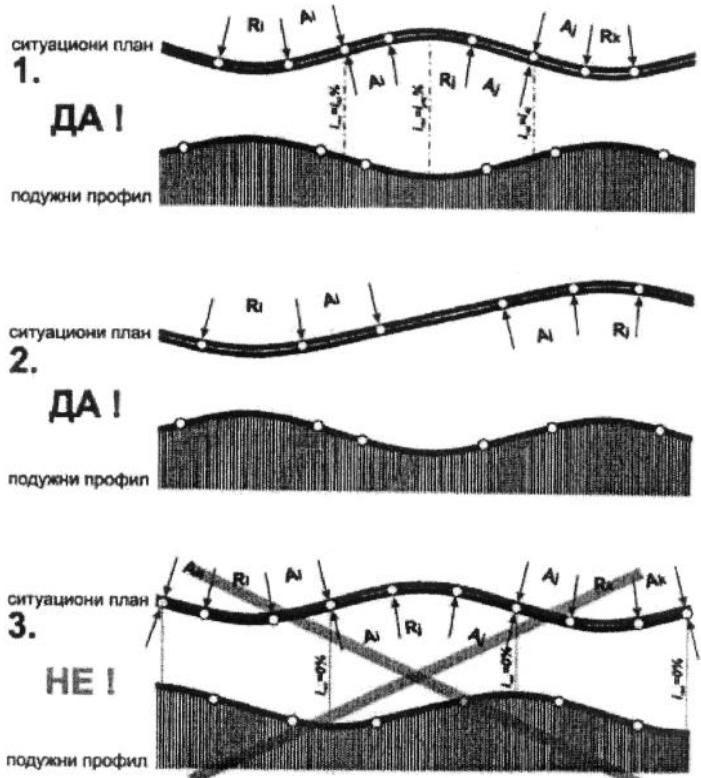
Повољан просторни ток трасе постиже се ако је однос радијуса вертикалних ( $R_v$ ) и хоризонталних ( $R_h$ ) кривина:

$$R_{vert.} \sim 8-10 R_{horiz.}$$

У том случају, уз поклапање вертикалног прелома са средишњом хоризонталне кривине, може се говорити о формирању тзв. једнораванске кривине која има најповољнија својства просторне прегледности.

Преломи нивелете у правцу захтевају брижљиво преиспитивање са гледишта утицаја на сагледљивост хоризонталних кривина. То посебно важи за конвексне преломе који могу потпуно да скрију закривљеност трасе. Стога крај заобљења вертикалне кривине и почетак хоризонталне кривине морају да буду на одстојању  $\geq 2 V_p$  (m).

Највећи оптички промашаји настају због уситњеног ритма нивелете и неадекватних дужина вертикалних кривина. Због тога је нужно ускладити дужине хоризонталних и вертикалних кривина и проверити примењене елементе анализом статичких и/или динамичких перспектива с положаја ока возача, тзв. визуализацијом пројектних решења.



Слика 9-03: Просторно усклађење путних пројекција:

1. најбоље решење (поклапање хоризонталних и вертикалних радијуса);
2. задовољавајуће решење ( $irez \geq ikrit$ );
3. нездовољавајуће решење ( $irez = 0$ ).

#### 9.2. Пут и околина

##### 9.2.1. Пејзажно обликовање

За успешно уклапање пута у пејзаж потребно је да буду предузете две врсте мере: геометријско обликовање контурних линија путног појаса и оплемењивање путног појаса зеленилом у складу с природном средином и захтевима оптике пута.

Поред значајног удела у стабилности путне конструкције, контине имају значајну улогу у ликовном уклапању трупа пута у терен, а такође и у побољшању визуелних утисака места возача, о чему је излагано у тачки 5.1. овог прилога.

Зеленило је посебно значајан елеменат обликовања путног појаса којим се постиже физичка и ликовна равнотежа природне

средине поремећене насиљним захватима у терену, стварају визуелне доминанте које оцртавају просторни ток пута и директно утичу на перцепцију возача, смањују утицај завејавања и засењивања фаровима, ублажавају дејства ветра и смањују утицај аерозагађења.

Мерама пејзажног обликовања не сме се угрозити безбедност вожње, односно захтеви прегледности (захтевана Pzр, претицајна Pр) морају бити у потпуности испуњени.

#### **9.2.2. Обликовање путних објеката**

Инжењерске конструкције које се примењују на путевима поред своје примарне улоге (стабилности и функционалности) имају и изражену ликовну димензију која равнотравно учествује у формирању просторне слике пута.

Потпорни зидови могу се приближити природи, околини пута, ако имају континуалну линију, ако су умерене висине и ако су им видне површине бриљиво обраћене. У комбинацији са зеленилом могу бити искоришћени за оптичко вођење трасе.

За мостове постоји више могућности обликовања, а да би се у потпуности искористиле, треба да буду испуњена два услова:

а) мост треба да буде подређен току трасе у свим пројекцијама;

б) мост мора да поседује унутрашњу хармонију конструктивних облика.

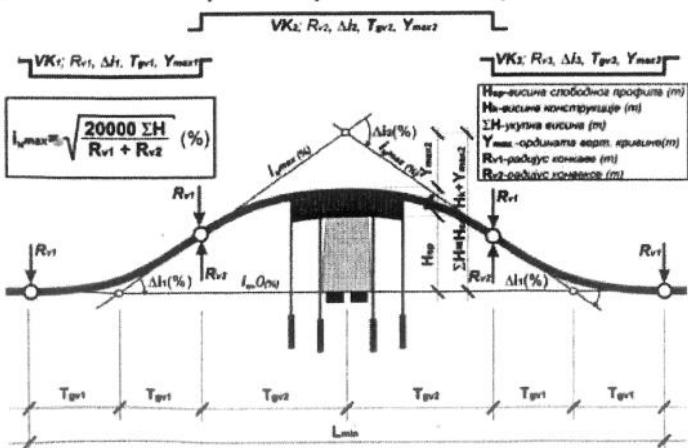
У погледу оштрине прелома нивелете, а у циљу минимизације конструкције моста и навоза, важе следећи принципи:

1) Кад аутопут прелази преко сувоземних комуникација, оштрина прелома (конвексе) не треба да буде већа од  $\Delta i \leq 4,5\%$ , уз поштовање услова о односу конкавног и конвексног заобљења утврђеногсаног у тачки 7.1.2. и 9.1.3. овог прилога.

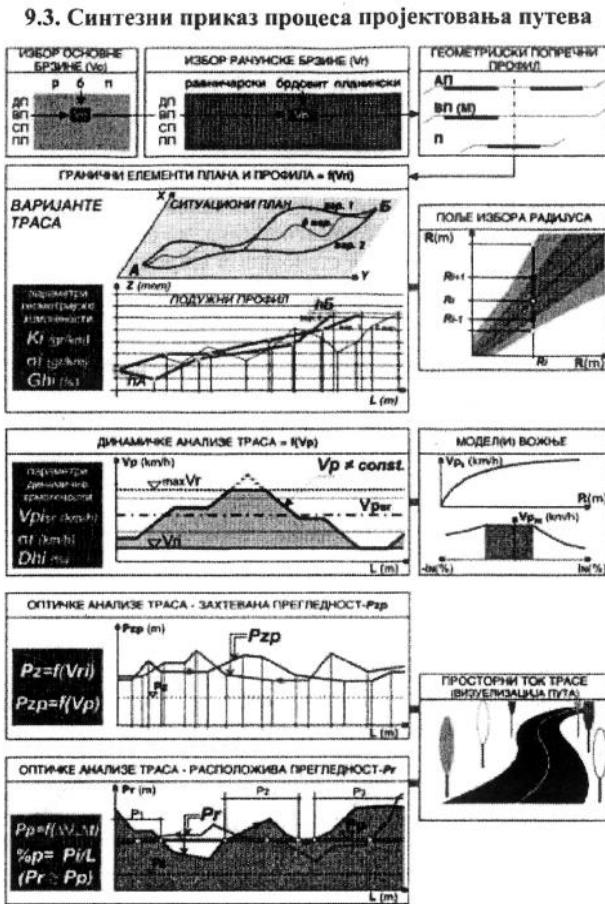
На преласцима осталих категорија путева (вишетрачни или двотрачни) преко сувоземних комуникација максимални нагиб на ваза се ограничава на 3 % (оштрина прелома 6 %), изузетно 4 % (оштрина прелома 8 %) уз поштовање ставова о односу суседних радијуса конвексе и конкаве (тачка 9.1.3. овог прилога). Геометријски услови за прорачун максималног нагиба уз минимизацију укупне дужине приказани су на слици 9-04 овог прилога.

Обликовање тунелских портала треба усагласити са околним тереном и прилагодити порталну конструкцију функционалним и естетским принципима да би оставила што је могуће повољнији утисак на возача. Треба тежити једноставним решењима уз примену лаких и транспарентних конструкција, чије детаље треба веома брижљиво пројектовати.

Посебна пажња мора се посветити и саобраћајној и грађевинској опреми, као што су: маркација коловоза, заштитне и сигурносне ограде, смерокази, вертикална сигнализација, путна сигнализација и сл. Та опрема има улогу оптичког вођења и изузетно је значајна са становишта безбедности вожње, па се примена наведених елемената мора веома брижљиво анализирати.



Слика 9-04: Геометријско одређивање минималних дужина навоза ( $\max iN$ ) када пут прелази преко сувоземних комуникација.



*Слика 9-05: Синтезни приказ процеса пројектовања ванградских путева.*

## 10. ГРАНИЧНЕ ВРЕДНОСТИ ПРОЈЕКТНИХ ЕЛЕМЕНТА

**ПРИЛОГ 3****1. ПОВРШИНСКЕ РАСКРСНИЦЕ ВАНГРАДСКИХ ПУТЕВА**

**Техничка упутства за пројектовање површинских раскрсница ванградских путева** су конципирана као основни документ техничке регулативе 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 с пресецањем саобраћајних струја;
3. Кружне раскрснице;
4. Саобраћајна и путна опрема;
5. Прилог (краве трагове 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 уважавање захтева за минимумом инвестиционих улагања, максимумом безбедности и проточности саобраћаја и минимумом еколошких последица. Пошто су то сложени и у извесном смислу контардикторни захтеви, оптимално решење је у њиховом компромису уз максималну креативност пројектанта и уважавање специфичних услова контекста при чему треба водити рачуна о правовременој и адекватној информисаности најшире јавности с обзиром на то да је пут јавно добро које се финансира из заједничких средстава.

Овим упутствима обухваћена су решења за површинске раскрснице изван континуално изграђеног градског подручја. То значи да раскрснице у прелазној зони између ванградског подручја и подручја континуалне изграђености урбаних целина подлежу техничким упутствима за пројектовање саобраћајница у градовима – површинске раскрснице и уз уважавање специфичних 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 докаже оправданост другачијег решења и ако се гарантује захтеван ниво безбедности, проточности и заштите животне средине, као и ако је утрошак инвестиционих средстава сагласан пројектном захвату.

Овај документ се ослања на прилог 1 – Функционална класификација ванградских путева, прилог 2 – Траса ванградских путева, као и на Закон о јавним путевима Републике Србије.

**2. ОСНОВЕ ЗА ПРОЈЕКТОВАЊЕ**

Површинске раскрснице представљају чворне тачке ванградске путне мреже на којима се повезују путеви различитих функционалних нивоа и различитог саобраћајног оптерећења. Оне у исто време представљају и места с повећаним ризиком у погледу безбедности саобраћаја, имајући у виду чињеницу да се највећи број саобраћајних незгода, по учесталости и по тежини незгода догађа управо на површинским раскрсницама. Све површинске раскрснице могу се генерално поделити у две групе:

**а) раскрснице са пресецањем саобраћајних струја** уз јасно дефинисан главни (ГП) и споредни (СП) правац као основне претпоставке за пројектовање и обликовање;

**б) кружне раскрснице** у којима је основни принцип првенство пролаза возила која су у раскрсници, док сви остали чекају да се улију у кружни ток, чиме се знатно унапређује безбедност на самој раскрсници.

Избор одговарајуће раскрснице мора заснивати на ставовима процескливим из детаљне анализе саобраћајних захтева (оптерећења, структуре тока, врсте и режима токова), као и на основу анализе организације и намене површина у широј и ужој зони захвата.

Посебно је значајно усагласити концептуална решења везана за саобраћајну основу ширег подручја, како у погледу континуитета саобраћајних токова, тако и у погледу задовољења функционалних потреба корисника пута и становника у утицајним зонама.

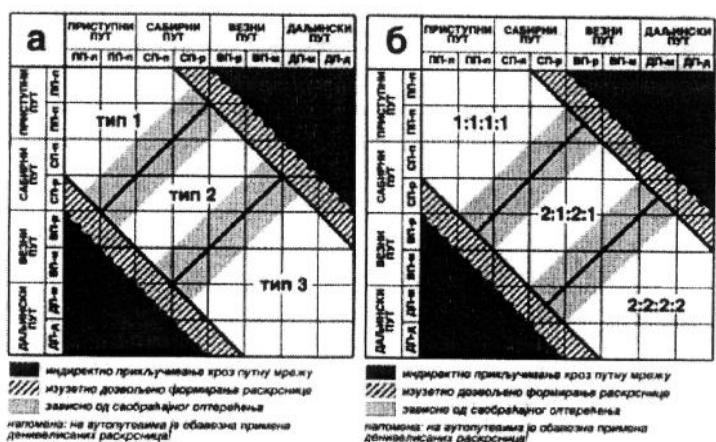
**2.1. Програмски услови**

Програмски услови за пројектовање површинских раскрсница на ванградским путевима обухватају: функционалне захтеве пресечних (укрсних) праваца у погледу континуитета саобраћајног тока и брзине кретања возила, полазне ставове о врстама и типовима површинских раскрсница, просторној организацији подручја, као и меродавне показатеље за пројектовање и контролу пројектних решења са становишта инвестиционих улагања, пропусне моћи, безбедности саобраћаја и еколошких последица.

Програмски услови се формирају на основу важеће законске и техничке регулативе, а у студији концепције пројекта за новопрјектоване деонице, реконструкцију или рехабилитацију постојећих траса, односно раскрсница. Резултат тих активности обједињује се у документу који се назива Пројектни задатак и који је саставни део уговорних обавеза између инвеститора и пројектанта.

**2.1.1. Функција у мрежи**

Раскрснице морају бити у складу са карактеристикама пресечних (укрсних) праваца, тј. с функционалном класификацијом ванградских путева. На слици 2-01 овог прилога дат је општи приказ поделе раскрсница у складу са наведеном класификацијом.



**Слика 2-01: Општи приказ поделе раскрсница према функционалним типовима пресечних (укрсних) праваца ванградске путне мреже:**

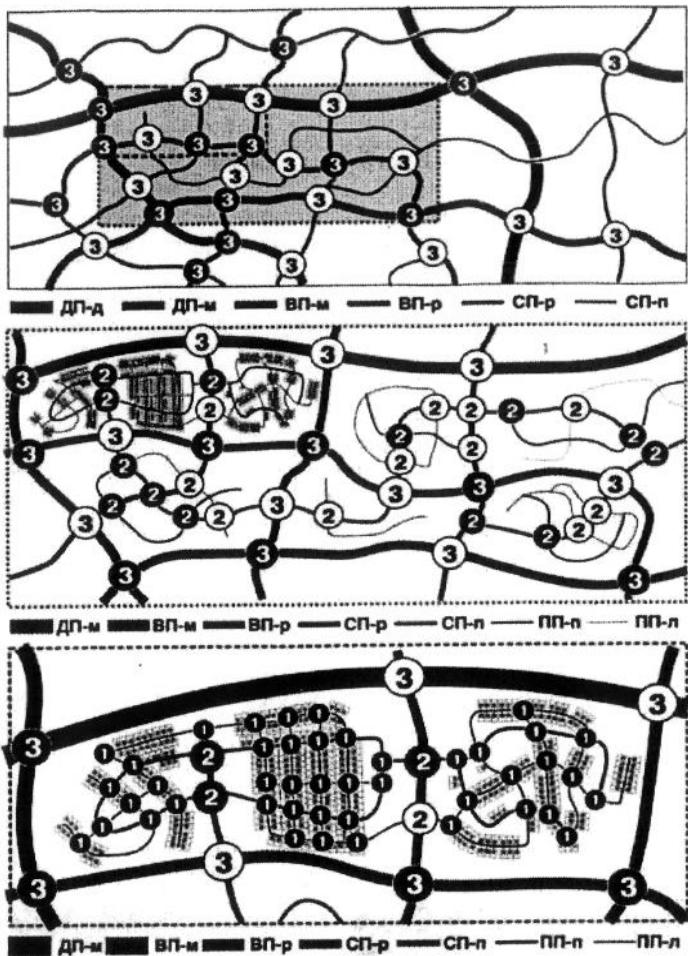
- раскрснице са пресецањем саобраћајних струја;**
- кружне раскрснице.**

У циљу унификације и рационализације пројектних решења предложена су три типа површинских раскрсница када су у питању пресецања саобраћајних струја, као и три типа кружних раскрсница (детаљније у поглављима 3 и 4 овог прилога).

На слици 2-02 овог прилога дат је шематски приказ макро расподеле површинских раскрсница у складу с функционалним захтевима путне мреже и успостављеним принципима њеног хијерархијског уређења.

Основни принцип усклађености пројектних решења и оптималне дистрибуције саобраћајних токова јесте да су нивои раскрсница у директној корелацији са значајем путног праваца и саобраћајним оптерећењем на њему.

За раскрснице са пресецањем саобраћајних струја неопходно је програмским условима дефинисати главни (ГП) и споредни (СП) правац, док је за кружне раскрснице доминантан број уливних трака пресечних, односно укrsних праваца.

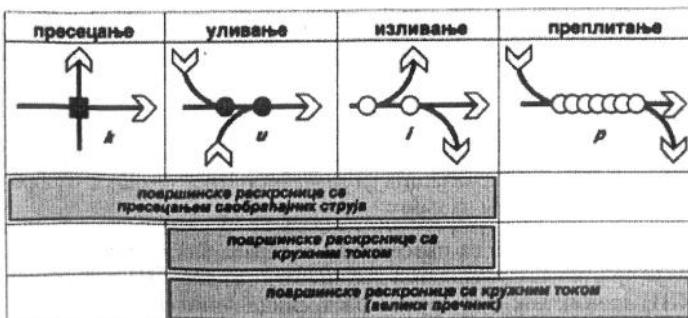


Слика 2-02: Шематски приказ макро локације различитих типова површинских раскрсница са становишта функционалних захтева путне мреже.

### 2.1.2. Просторна организација површинских раскрсница

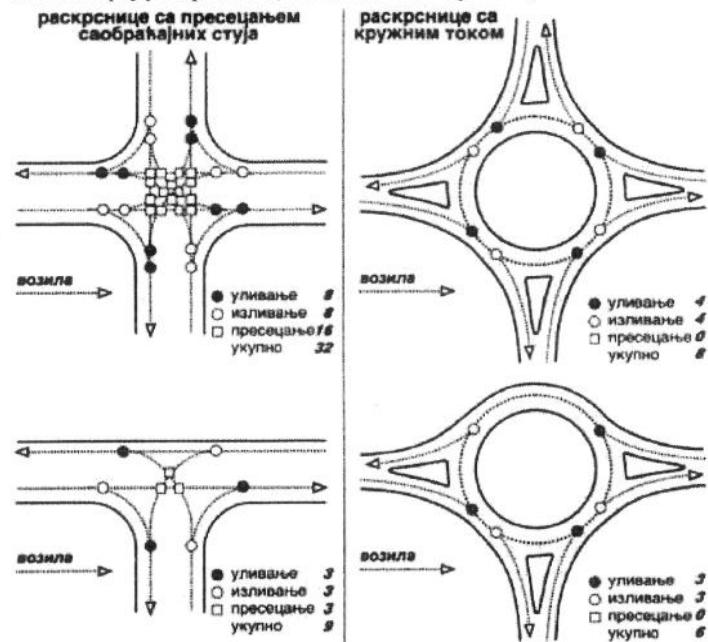
Површинска раскрница обухвата поред коловозних површина и шире подручје на коме се јављају различити утицаји од топографских и морфолошких до специфичне намене простора која може утицати и на само решење. Свака површинска раскрница има стога своје специфичности које произлазе из програмских услова и просторних ограничења, уз неопходност унификације у најширем смислу да би на путној мрежи, што је више могуће, обезбедили проточност и безбедност саобраћаја. И поред тога на површинској раскрници формирају се зоне смањене проточности и угрожене безбедности – то су места пресецања супротно усмерених саобраћајних струја, тзв. **конфликтне тачке**, док се на местима изливавања или уливавања саобраћајне струје истог смера, тзв. **колизионе тачке**.

На слици 2-03 овог прилога приказани су карактеристични типови конфликтних и колизионих тачака за раскрнице са пресецањем саобраћајних струја и за кружне раскрнице. Карактеристика кружних раскрница је то да су избегнуте конфликте тачке и тиме битно смањен ризик са становишта безбедности возње. Конфликтне тачке на површинским раскрницама настају када се пресеца ток возила са бициклистима и/или пешацима.



Слика 2-03: Карактеристични типови конфликтних и колизионих тачака на површинским раскрницама.

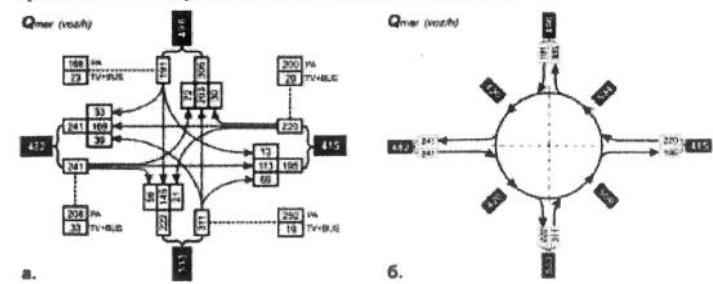
Просторни распоред конфликтних и колизионих тачака који проистиче из врсте и типа површинске раскрнице утврђује се њеним грађевинским решењем. На слици 2-04 приказан је распоред тих тачака за четворокраке (укрштаји) и трокраке (прикључци) раскрнице. Основни принцип у пројектовању раскрнице, због проточности и безбедности саобраћаја, јесте ограничавање броја укрсних праваца на четири, а прикључних праваца на три, па ако постоји већи број укрсних праваца нужна је декомпозиција чвора на већи број раскрница (тачка 2.2. овог прилога).



Слика 2-04: Распоред и број пресечних (конфликтних), уливних и изливних (колизионих) тачака на ванградској четворокракој и трокракој површинској раскрници.

### 2.1.3. Саобраћајно оптерећење

За пројектовање површинских раскрница меродавна саобраћајна оптерећења у складу су са саобраћајним оптерећењима дефинисаним у тачки 6, односно 6.2. прилога I – Функционална класификација ванградских путева, протоку меродавног часа, утврђена верификованим методама за анализу и прогнозу саобраћајног оптерећења. Меродавна саобраћајна оптерећења за пројектовање површинских раскрница расподељују се по саобраћајним струјама с детаљном структуром по врстама возила (слика 2-05). Меродавни параметар за пројектовање површинских раскрница дефинише се програмским условима и **ниво услуге раскрнице (НУР)**, који мора бити истог нивоа као и за деонице између раскрница. Изузетно, у реконструкцији или рехабилитацији може се прихватити и за један степен нижи ниво услуге.



Слика 2-05: Сабраћајна слика токова на површинској раскрници:  
а) са пресецањем саобраћајних струја;  
б) са кружним током саобраћаја.

### 2.1.4. Меродавне брзине у пројектовању

У пројектовању површинских раскрница полази се од меродавне пројектне брзине (средње пројектне брзине),  $V_p$  (резултујући профил пројектне брзине, подручја макро локације раскрнице).

За површинске раскрнице са пресецањем саобраћајних струја меродавна је пројектна брзина раскрнице –  $V_{ras} \approx 0,8 V_p$ , која износи:

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

Меродавна брзина за димензионисање и проверу примењених елемената површинске раскрнице треба да се налази у напред наведеним границама, првенствено ради безбедности вожње и треба је заокружити на целих 10 km/h. Тако се обезбеђује усклађеност и хомогеност брзина на деоници трасе пута с површинском раскрницом и пројектни елементи раскрнице се димензионишу с високим нивоом сигурности.

За кружне површинске раскрнице, на макро нивоу, важе слични принципи у погледу дефинисања меродавне брзине раскрнице –  $V_{ras,kr} \approx 0,5(0,4) V_p$ , као и за раскрнице са пресецањем саобраћајних струја, али се ту као доминантан параметар хомогености брзина јавља разлика брзина уливања/изливања у односу на брзину у кругу која не треба да је већа од 10, односно 15 km/h (максимална разлика 20 km/h), тачка 4.1.3.1. овог прилога.

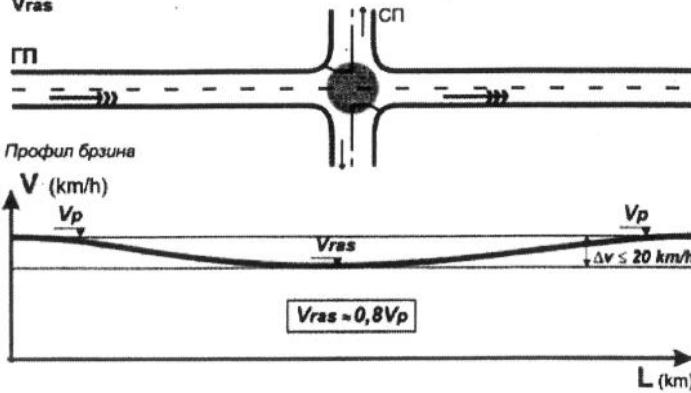
Сви елементи површинских раскрница димензионишу се према  $V_{ras}$ , изузев захтеване прегледности ( $P_{rp}$ ) која се одређује према  $V_p$ . Општи приказ тока меродавних брзина у подручју површинских раскрница дат је на слици 2-06 овог прилога.

#### ПРИЛАЗ РАСКРНИЦИ

Успоравање до брзине  
конфлктног зона раскрнице:  
 $V_{ras}$

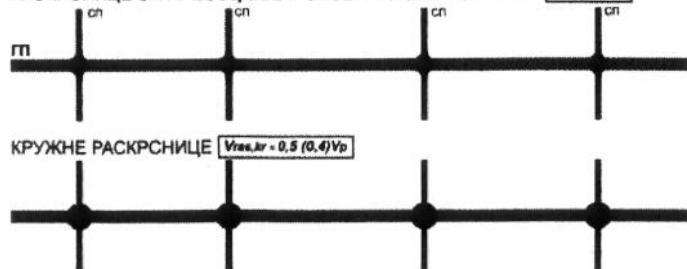
#### ИЗЛАЗ ИЗ РАСКРНИЦЕ

Убрзавање до брзине деонице:  
 $V_p$



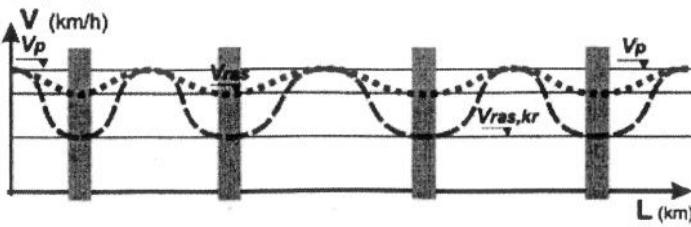
#### РАСКРНИЦЕ СА ПРЕСЕЦАЊЕМ САОБРАЋАЈНИХ СТРУЈА

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



#### КРУЖНЕ РАСКРНИЦЕ

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



Слика 2-06: Општи приказ меродавних брзина у пројектовању површинских раскрница.

#### 2.1.5. Меродавна возила

Површинске раскрнице морају обезбедити пролаз свим врстама меродавних возила, која се као меродавна дефинишу за пројектовање појединачних путних потеза (деоница) у складу с прилогом 1 – Функционална класификација ванградских путева и прилогу 2 – Траса ванградских путева. За саобраћајне струје лево и десно дефинише се меродавно возило коме се гарантују нормални услови за скретање, док се за возила већих димензија проверавају услови за минималну проходност. Према наведеној техничкој регулативи,

дефинисана су одговарајућа – меродавна возила за конкретну категорију пута (даљински, везни, сабирни и приступни пут) за која се морају обезбедити услови проходности у складу с тачком 3.5.3. овог прилога.

Меродавно возило за пројектовање и обликовање елемената површинских раскрница дефинише се зависно од функционалног типа пута и од учсталости возила у меродавном часу за димензионисање.

На слици 2-07 овог прилога дата су меродавна возила зависно од категорије пута.

	ДАЉИНСКИ ПУТ ДП	ВЕЗНИ ПУТ ВП	САБИРНИ ПУТ СП	ПРИСУПНИ ПУТ ПП
ДАЉИНСКИ ПУТ ДП	АВ, ВВ	АВ, ВВ	АВ, ВВ (ТВ1)	-
ВЕЗНИ ПУТ ВП		АВ, ВВ	ТВ1 (АВ, ВВ)	ТВ1 (БУСЛ, ТВ2)
САБИРНИ ПУТ СП			ТВ1 (БУСЛ, ТВ2)	ТВ1 (БУСЛ, ТВ2)
ПРИСУПНИ ПУТ ПП		БУСЛ, БУСлаг	ТВ1, ТВ2, ТВ3	ТВ2 (БУСЛ, ТВ1, ТВ3)

#### Напомена:

- велика разлика функционалних рангова, изузетан случај
- карактеристике меродавних возила чл. 3.4.2 ПП-7/08
- вредности у ( ) могу се применити код оштрех просторних ограничења
- код јавног приградског превоза меродавно возило ЈП (БУСЛ или БУСлаг)

Слика 2-07: Меродавна возила за пројектовање и обликовање елемената на површинским раскрницама.

## 2.2. Критеријуми за пројектовање

Пројектовање површинских раскрница обухвата низ веома сложених метода, поступака и процедуре у циљу формирања оптималног решења за природна и створена ограничења уз минимум инвестиционе улагања (грађење и одржавање), максимум проточност и безбедност саобраћаја и минимум еколошких последица. Стога, веома је важно да се дефинисани критеријуми, појединачно и скупно, у процесу пројектовања и обликовања доследно поштују и да се, кад год је то могуће изразе на основу појединачних показатеља који могу послужити као релевантни параметри за вредновање варијантних решења. Одступање од наведених критеријума мора бити темељно образложено техничким, економским и обликовним анализама, уважавајући ниво пројекта и значај укрупних (прикључних) правца.

### 2.2.1. Услови локације

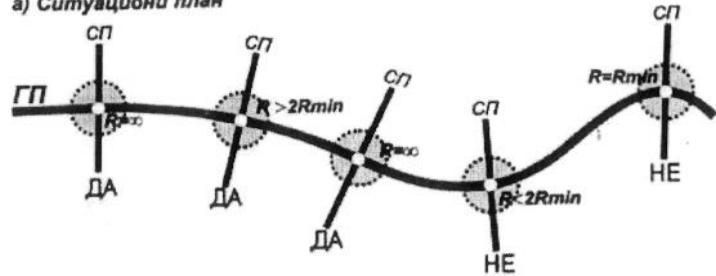
Пројектовање површинских раскрница почиње на основу дефинисаних програмских услова и пројектног задатка за пројекте новоградње, реконструкције или рехабилитације, било да се ради о раскрници (раскрницима) као саставном делу деонице пута и/или путног потеза, било да се ради о изолованом пројекту раскрнице као посебном објекту. Избор макро и микр локације, као и утврђивање просторних односа укрупних (прикључних) правца у складу с меродавним саобраћајним оптерећењем и њиховом значају у путној мрежи представља полазну активност у пројектовању површинских раскрница.

Површинска раскрница мора да буде сагледљива са главног правца најмање с даљине изоштрене визуре прегледности:  $R_{ip} = 3V_p$ . Тада услов искључује деонице са недовољном прегледношћу, као што су хоризонталне кривине радијуса  $R < 2R_{min}$ . То значи да се као повољне локације са становишта елемената хоризонталне пројекције пута (ситуациони план) могу сматрати деонице у правцу, деонице на подручју инфлексије прелазних кривина и деонице хоризонталних кривина радијуса већег или једнаког двоструког вредности минималног радијуса. Графички приказ подобности микр локације раскрнице у ситуационом плану дат је на слици 2-08а овог прилога.

Са становишта елемената вертикалне пројекције (подужни профил) као неповољна локација се може сматрати она на којој су подужни нагиби главног правца (ГП) већи од  $\pm 3\%$  (максимално  $\pm 4\%$ ). Исто важи и за конвексне вертикалне кривине радијуса за обљења мањег од четвроредске вредности минималног радијуса, односно за конкавне вертикалне кривине радијуса мањег од двоструке вредности минималног радијуса, као што је приказано на слици 2-08б овог прилога.

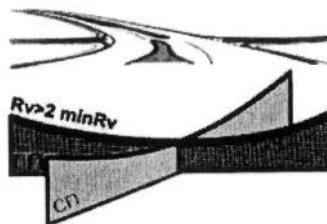
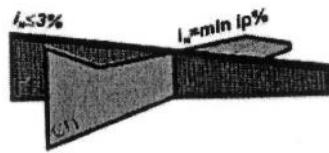
За елементе споредног правца (СП) важно је истаћи да се његов подужни нагиб у зони раскрснице формира према попречном нагибу главног правца који треба да обезбеди ефикасно отицање површинских вода с коловоза раскрснице и да не треба да је мањи од 1,5 %.

## a) Ситуациони план

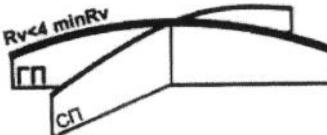
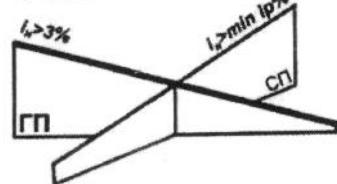


## б) Подужни профил

## 1) ДА



## 2) НЕ



Слика 2-08: Услови за избор локације површинске раскрснице у ситуационом плану и подужном профилу.

Укрштај, односно прикључак споредног пута треба да буде изведен управним вођењем осовине споредног правца (СП), било да се ради о раскрсницама са пресецањем саобраћајних струја, било да се ради о кружним раскрсницама, као што је приказано на слици 2-09 овог прилога. Тиме се постижу најкраће путање возила кроз конфликтну (колизиону) зону и стварају услови за бољу прегледност. За остварење тог циља долази у обзир и принудна девијација споредног правца. Она се препоручује јер се тиме постижу два битна ефекта: прво, принудно се смањује брзина возила са споредног путног правца, што је значајно са становишта безбедности вожње и друго, на подручју девијације лако се изводе потребна проширења, а да се при томе одржи континуитет ивиčних линија.

На раскрсницама с кружним током потребна је централна симетрија кружне раскрснице укључујући и зоне излива/улива да би се обезбедили равноправни услови за све токове, што је полазни концепт таквих раскрсница.

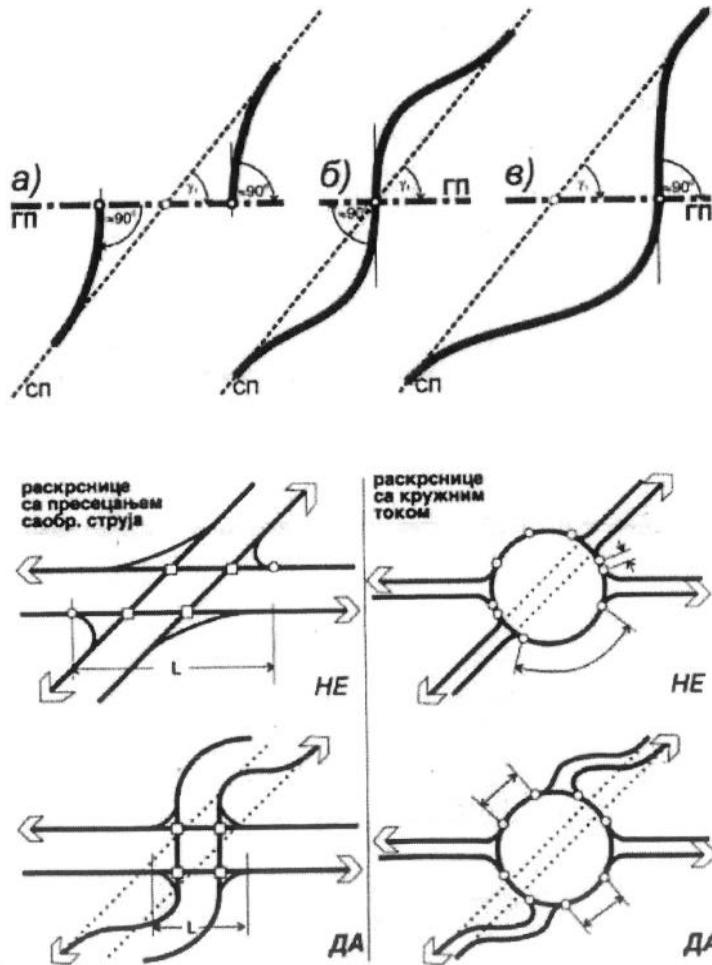
Угао пресека треба да буде око  $90^\circ$ , уз дозвољена одступања од  $\pm 10^\circ$  (слика 2-09).

Ради проточности и безбедности површинских раскрсница број прикључних правца се ограничава на три (трокрака раскрсница), односно број укрсних правца на четири (четворокрака

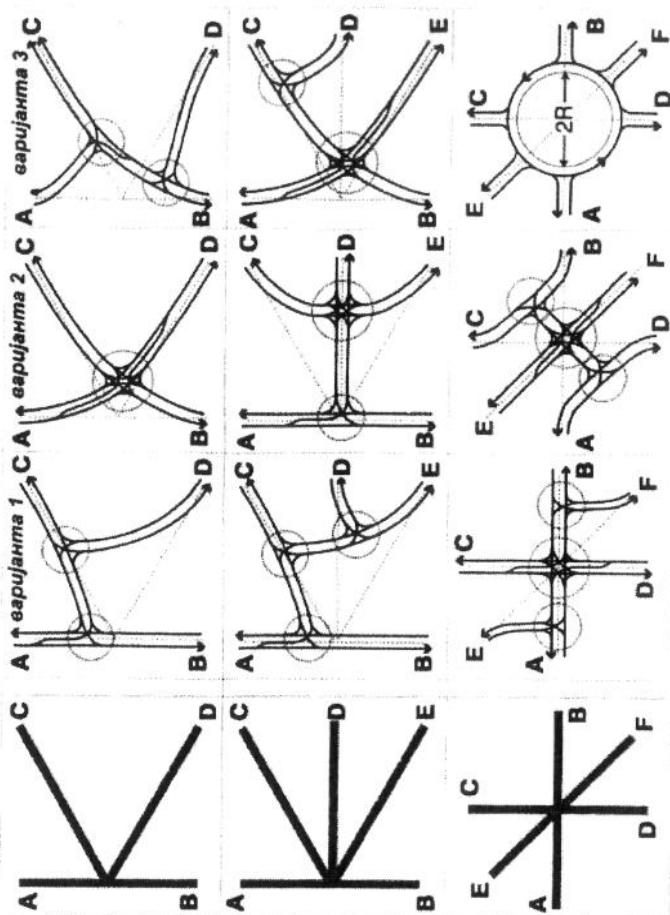
раскрсница). У стандардним условима формирања мреже ванградских путева и уз поштовање начела хијерархијског устројства мреже ставови о ограничењу броја прикључних (укрсних) правца се подразумевају. Кад год није могуће применити наведени принцип, тј. када има већи број укрсних (прикључних) правца, неопходно је декомпоновати такав чвр и формирати две или више површинских раскрсница према изнетим ставовима. Тада је за различите диспозиције раскрсница с повећаним бројем прикључних (укрсних) правца изложено више варијантних решења могуће декомпозиције. Које ће се варијантно решење применити у конкретном случају зависи од значаја укрсних (прикључних) правца у мрежи и меродавног саобраћајног оптерећења раскрснице по дефинисаним правцима. Ако није могуће извршити декомпозицију (због различитих просторних и/или функционалних ограничења) и применити раскрснице са пресецањем саобраћајних струја, могуће је решење остварити применом кружне раскрснице великог пречника, чији су геометријски елементи дати у тачки 4.6. овог прилога.

Посебно се истиче да организација простора и правила регулативе површинских раскрсница треба да буду остварена једноставним, логичним и по могућности униформним средствима која су прегледна и јасна за све кориснике да би се остварили максимални ефекти везани за проточност и безбедност саобраћаја.

У погледу еколошких захтева решење се првенствено постиже одговарајућим планерским и пројектним решењима у складу са условима и ограничењима, али и уз примену неопходних мера техничке заштите кад год су вредности загађења веће од законом прописаних.



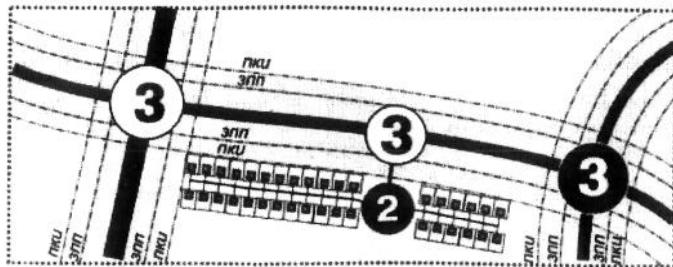
Слика 2-09: Примери лошег и исправног вођења споредног путног правца у зони раскрснице.



Слика 2-10: Примери просторног уређења (декомпозиције) пресечних (укрсних) праваца ради формирања типских површинских раскрница.

#### 2.2.2. Одстојање раскрница – контрола приступа

Површинске раскрнице треба лоцирати тако да оптимално задовоље функционалне захтеве одвијања саобраћаја на раскрници, али исто тако и уз уважавање захтева проточности и безбедности саобраћаја укрсних (прикључних) праваца на макро нивоу. Између две суседне раскрнице треба обезбедити деонице за претицања и самим тим успоставити и логичну везу функционалних захтева саобраћаја и организације простора (намена површина) у утицајној зони пута. То значи да регулациони план пута треба да обухвати простор знатно шири од појаса експропријације и да укључи и све урбанистичке и грађевинске активности у непосредној зони појаса контролисане изградње (слика 2-11 овог прилога) да би се обезбедила одговарајућа контрола приступа на основној путној мрежи државних путева I, односно II реда.



Слика 2-11: Шематски приказ принципијелне организације контроле приступа на путну мрежу вишег реда.

Поштовање хијерархијског принципа уређења путне мреже један је од најважнијих чинилаца којим се обезбеђује захтевани ниво услуге и унапређује безбедност саобраћаја. Вредности минималног одстојања раскрница и/или појединачних прикључака дате су у табели 2-01 овог прилога и оне су апсолутни минимум који треба примењивати само изузетно.

Табела 2-01: Минимално одстојање површинских раскрница и/или појединачних прикључака на ванградској путној мрежи.

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

Минимално одстојање раскрница подразумева је одстојање од крајње тачке функционалног подручја једне раскрнице до почетне тачке функционалног подручја следеће раскрнице.

За детаљнију анализу контроле приступа неопходно је израдити посебна техничка упутства у којима би се дефинисали сви релевантни технички, правни и економски аспекти тог проблема и стандардизовала одговарајућа решења. За појединачне прикључке примењују се решења за површинске раскрнице – Тип 1, а за већа саобраћајна оптерећења и/или учешћа теретних возила – Тип 2 (тачка 3.5.4, слика 3-16 овог прилога).

#### 2.2.3. Безбедност

Да би површинска раскрница испунила захтеве безбедности, она мора бити:

1. благовремено уочена;
2. сагледљива и схватљива;
3. прегледна;
4. прикладна за вожњу, односно проходна за меродавна возила у току.

Наведени принципи се морају проверавати од утврђивања макро локације раскрнице, па до анализе проходности појединачних возила за дефинисану геометрију раскрнице.

Било да се ради о пројектовању нових раскрница или о реконструкцији, односно рехабилитацији постојећих раскрница, мора се стално проверавати безбедност у свим фазама израде пројектне документације, као и приликом техничког прегледа и утврђивања нултог стања као основе за добијање употребне дозволе пута, односно појединачне раскрнице.

Кључни елементи који утичу на пројектна решења јесу услови спољне и унутрашње прегледности површинске раскрнице, брзине кретања возила кроз раскрницу, елементи физичке заштите бициклиста и пешака (ако их има у подручју раскрнице) од токова возила, ефикасно отицање и прикупљање површинских вода с коловоза и ефикасно одвођење прибрежних и подземних вода.

За успешно и безбедно функционисање површинске раскрнице, неопходно је да токови који прилазе раскрници, зависно од саобраћајног оптерећења, буду рашчлањени на саобраћајне струје (право, лево, десно). Саобраћајне струје треба да буду физички каналисане на одређене путање у подручју конфликтних и колизионих тачака. Рашчлањавање и каналисање су основни задаци у организацији саобраћајног простора и они се решавају на ширем подручју раскрнице (слика 2-12 овог прилога).

Функционално подручје површинске раскрнице обухвата зоне перцепције, престројавања, постројавања, конфликта (колизије) и убрзавања и шематски је приказано на слици 2-12 овог прилога.

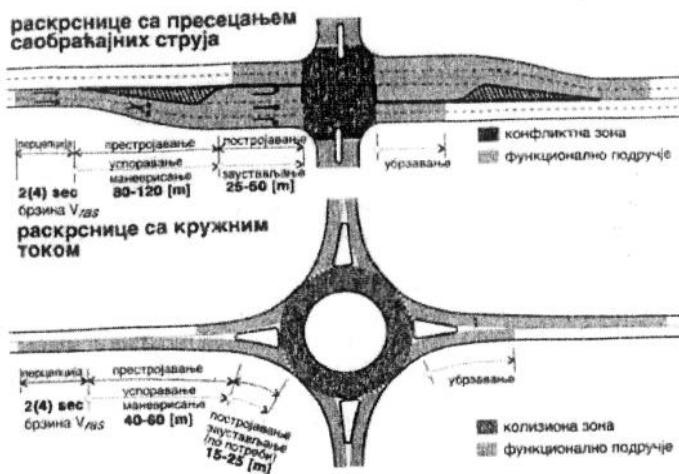
Зона перцепције је зона у којој возач, у складу са изабраним путем (тј. право, лево или десно), сагледава задатке и услове кретања кроз раскрницу на основу општих правила вожње и одговарајуће саобраћајне сигнализације смештене у тој зони. Дужина те зоне је 2-4 секунде вожње брзином Vras.

Зона престројавања почиње хоризонталном и вертикалном сигнализацијом којом се дају обавештења о типу раскрнице и расподели коловозне површине на саобраћајне струје. У тој зони возачи бирају возну или манипулативну траку и смањују брзину кретања, односно групишу се саобраћајне струје по тенденцијама.

Зона постројавања је претпростор раскрнице у коме су возила разврстана по саобраћајним струјама у реду којим ће проћи кроз раскрницу.

Конфликтна (колизиона) зона обухвата непосредан простор раскрнице, тј. површину заједничку за оба пресечна праваца на којој се могу сукобити пресечне струје возила, пешака и/или бициклиста. Кружне раскрнице имају конфликтну зону само са пешачким (биклистичким) пресечним токовима док је кружни коловоз у суштини колизиона зона где се јављају уливи и изливи и маневри преплитана на великим кружним раскрницама.

Зона убрзавања налази се непосредно иза површинске раскрнице. У тој зони возила убрзавају до вредности дозвољене брзине кретања деоницом, па је њена дужина променљива.



Слика 2-12: Функционално подручје површинских раскрсница.

#### *2.2.4. Ниво услуге и пропусна моћ*

За површинске раскрснице ванградске путне мреже обавезна је провера нивоа услуге и пропусне моћи. Она подразумева дефинисање потребних показатеља за све кориснике по поступку и критеријумима који ће бити дефинисани посебним пратећим техничким упутствима заснованим на иностраним и домаћим сазнањима и експерименталним истраживањима. Док се не утврде та упутства, провере и саобраћајно димензионисање треба вршити по неком од верификованих поступака анализа које се примењују у европским и/или ваневропским земљама уз критички осврт на сличности и разлике који проистичу из услова одвијања саобраћаја.

## 2.2.5. Еколошке последице

Пројектовање површинске раскрснице (појединачно и/или у склопу трасе пута), као и слободне деонице подлеже свим превременим и анализама у складу са усвојеном методологијом пројектовања ванградских путева, као и са важећом законском и техничком регулативом из области заштите животне средине.

#### *2.2.6. Инвестициона улагања*

Као и за друге грађевинске пројекте, тако и за пројекте по-вршинских раскрсница треба за минимум инвестиционих улагања добити што је могуће виши квалитет пројекта и пројектних решења, укључујући трошкове грађења и трошкове одржавања.

Посебно је значајно истаћи да за пројектовање површинских раскрници важе исти услови у погледу прецизности исказивања трошкова зависно од фазе израде пројектне документације, као и за слободне деонице ванградских путева, према прилогу 2 – Траса ванградских путева.

### 2.3. Услови примене

Површинске раскрснице деле се у две групе: раскрснице са пресецањем саобраћајних струја и кружне раскрснице. Избор одређене групе раскрсница зависи од функционалног ранга при-  
кључних правца, услова тока на главном правцу, оптерећења при-  
кључних правца, пропусне моћи, губитака времена на раскрсни-  
ци, безбедности вожње и заузимања простора.

### *2.3.1. Просторна ограничења*

Просторна ограничења за пројектовање површинских раскрсница могу бити двојака: природна и створена. Ако се разматрају природна ограничења, превасходно се морају анализирати топографска, геотехничка, хидролошка, хидрографска и климатска

ограничења, као и ограничења произтекла из услова и заштите животне средине. Створена ограничења обухватају намену површина и коришћење земљишта, саобраћајну и инфраструктурну основу и просторне планове којима се уређује развој ширег окружења за плански период од 20 година.

Основни документ који треба формирати у почетним фазама израде пројектне документације за пројектовање површинске раскрнице јесте Синтезна карта (план) ограничења, у којем се једнозначно дефинишу подручја повољна за будућу изградњу, условно повољна или пак неповољна за даљу грађевинску активност. На основу тог документа предузимају се даље пројектантске активности у погледу задовољења функционалних, конструктивних и обликовних захтева за пројекат површинске раскрнице.

Плански период за који се пројектује објекат (новоградња, реконструкција, рехабилитација) дефинисан је у прилогу 1 – Функционална класификација путева и прилогу 2 – Траса ванградских путева.

### *2.3.2. Критеријуми за избор површинске раскрснице*

У почетним фазама концепцијских анализа решења треба утврдити оптималан предлог за одређену категорију површинске раскрснице на основу критеријума упоређења дефинисаним на слици 2-13 овог прилога.

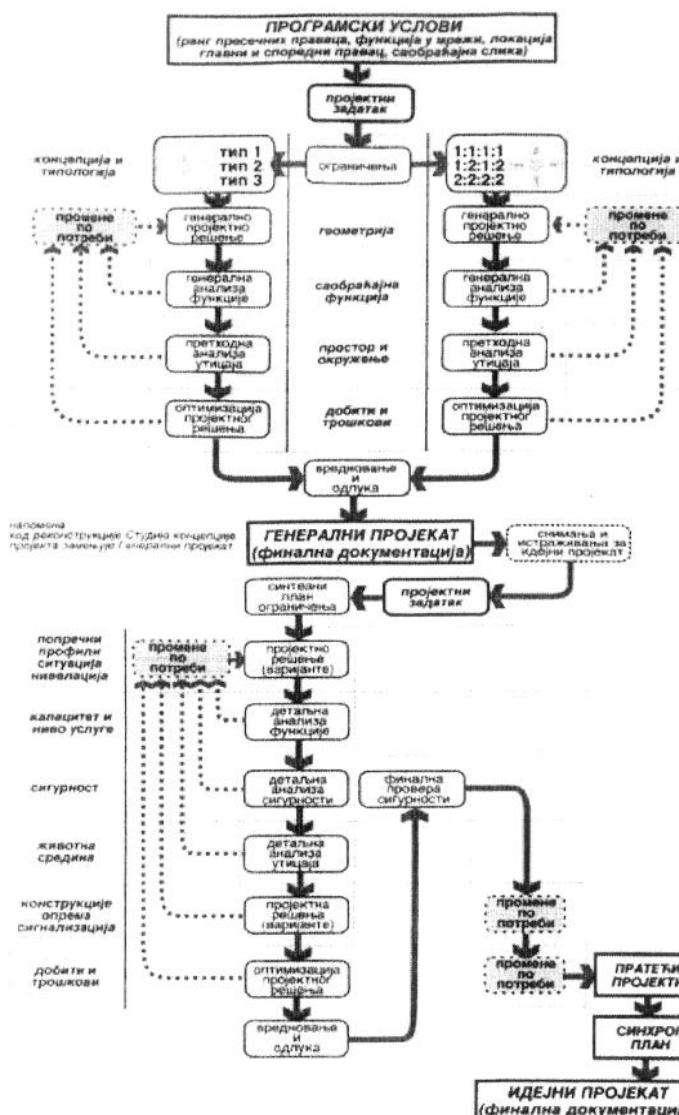
Поред општих параметара за избор повољније варијанте на- ведене критеријуме треба изразити помоћу новчаних и/или нуме- ричких показатеља да би одлука о одређеној категорији раскрасни- це била што поузданаја.

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

Слика 2-13: Критеријуми за избор одговарајуће групе површинских раскрсница.

### *2.3.3. Алгоритам пројектовања површинских раскрсница*

Процес пројектовања површинских раскрсница на ванградској путној мрежи заснива се на прецизно утврђеној хијерархији процеса: генералног, од идејног и главног пројекта до архивског пројекта, по истој логици као и за слободне деонице траса. У оквиру Методологије пројектовања путева, дефинисане су основне активности процеса; док је на слици 2-14 овог прилога приказана алгоритамска структура за генерални и идејни пројекат, с обзиром на чињеницу да се суштински проблеми пројектовања раскрсница решавају управо на нивоу концепције и функције којима је посвећен алгоритам.



Слика 2-14: Алгоритам пројектовања површинских раскрнице на нивоу генералног и идејног пројекта.

### 3. РАСКРНИЦЕ СА ПРЕСЕЦАЊЕМ САОБРАЋАЈНИХ СТРУЈА

Раскрнице са пресецањем саобраћајних струја представљају посебну групу површинских раскрница, као што је дефинисано у поглављу 2. Ту групу раскрнице карактерише јасна детерминација главног и споредног правца и постојање конфлктних и колизионих тачака независно од тога да ли се ради о приклучцима или укрштајима. Те раскрнице на ванградској путној мрежи формирају се као самостални објекти или се налазе у склопу денивелисаних раскрници нижег функционалног нивоа на споредном укрском правцу.

#### 3.1. Типологија

Типологија површинских раскрница са пресецањем саобраћајних струја заснива се на основном критеријуму функционалног нивоа раскрнице, у складу с класификацијом ванградских путева (слика 3-01 овог прилога), хијерархији у путној мрежи, саобраћајном оптерећењу и рачунској брзини деонице главног правца (слика 3-02).

На дијаграму  $V_r - Q_{mer}$  (слика 3-02 овог прилога) издвојена су три карактеристична подручја којима одговарају одређени грађевински типови, који су детаљно обрађени у наставку овог поглавља.

Осим критеријума наведених у поглављу 2 овог прилога (спољни услови за формирање раскрнице), у пројектној разradi мора бити уважен принцип строге функционалности свих примених елемената и детаља и рационално дефинисање и обликовање приступа раскрници и саме конфлктне зоне.

Пројектовање раскрнице са пресецањем саобраћајних струја и њихово просторно обликовање почива на следећим полазним поставкама:

1. Број приклучних праваца се ограничава на три или четири (трокраке или четвророкраке раскрнице), постојање више од четири приклучна правца решава се преуређењем мреже (тачка 2.2.1 овог прилога);

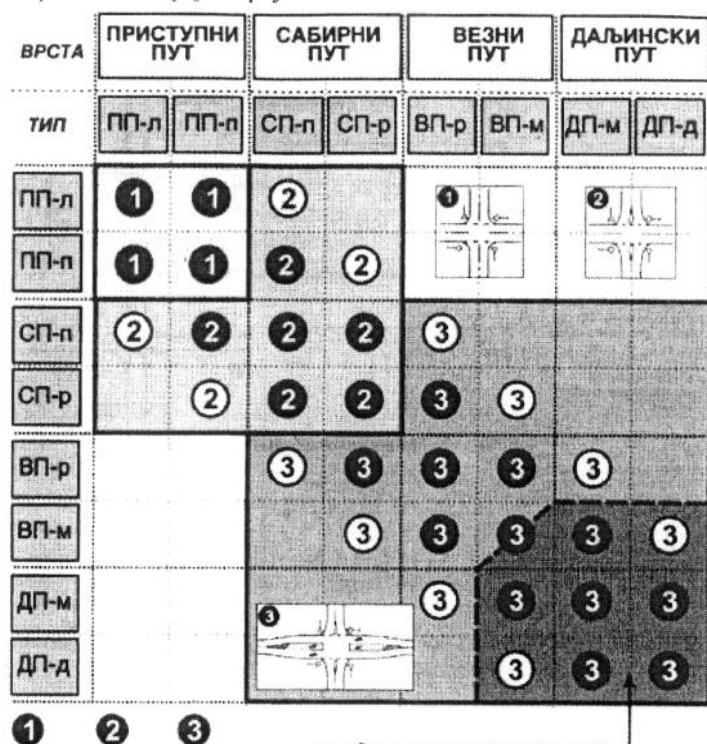
2. Угао пресецања приближен правом углу;

3. Неопходно је разврставати приклучне правце на главни (ГП) и споредни (СП) уз потребан ниво саобраћајне сигнализације (хоризонталне, вертикалне и путоказне);

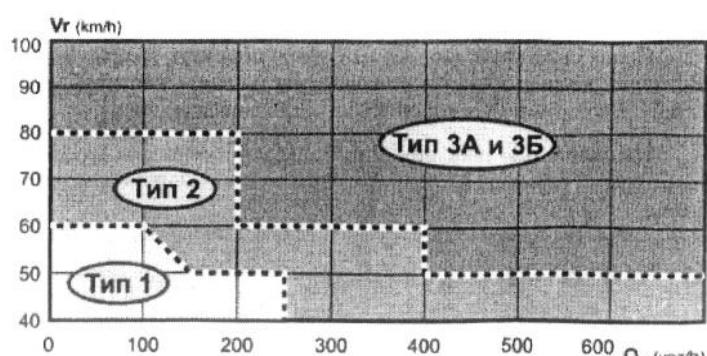
4. Све саобраћајне струје разврставају се у примарне (токови право) и секундарне (скретања лево и десно); раскрнице на којима су примарни токови у скретању (лево и/или десно) специфична су решења која су прихватљива само ако се интервенцијама у мрежи не може испунити полазни захтев и/или као етапно решење;

5. Елементи за примарне саобраћајне струје, односно токове право морају омогућити релативни континуитет у односу на елементе деонице (попречни профил, ситуациони и нивелациони план), пре свега у погледу броја и ширине возних трака и брзина кретања возила кроз подручје раскрнице;

6. Заједничка површина, односно конфлктна зона треба да буде што је могуће мања с јасним условима њеног коришћења и дефинисаним трајекторијама возила.



Слика 3-01: Типови површинских раскрнице са пресецањем саобраћајних струја зависно од функционалне класификације укрсних (приклучних) праваца.



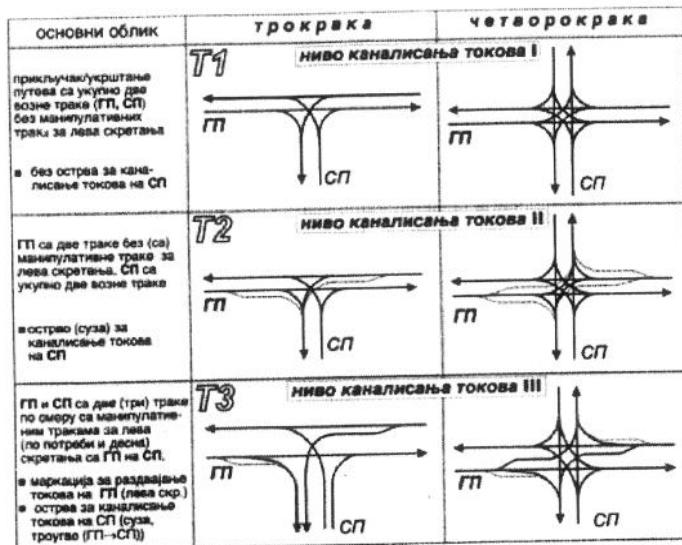
Слика 3-02: Типови површинских раскрнице са пресецањем саобраћајних струја зависно од меродавног саобраћајног оптерећења и рачунске брзине главног правца (ГП).

Наведени типови раскрсница (1, 2, 3) заснивају се на основном критеријуму функционалног нивоа раскрснице који је усклађен са нивоом рашчлањења и каналисања саобраћајних струја у зони приступа раскрсници прикључних правца и уређењу конфликтне зоне.

Имајући у виду да су те раскрснице несемафоризоване, односно да се лево и десно скретање обавља у временским празнинама главног, односно споредног правца, то се и избор типа раскрснице мора засинавати на остваривању захтеваног нивоа безбедности и планираног нивоа услуге.

Остварење наведених ставова о рашчлањењу и каналисању захтева да се прошири коловоз на приступима раскрсници и да се примене острва (хоризонтална сигнализација на главном правцу и физичко издвајање на споредном правцу) за усмеравање саобраћајних струја што битно утиче на размере раскрснице и величину инвестиционих улагања.

Основни типови површинских раскрсница са пресецањем саобраћајних струја са нивоом каналисања саобраћајних токова приказани су на слици 3-03 овог прилога.



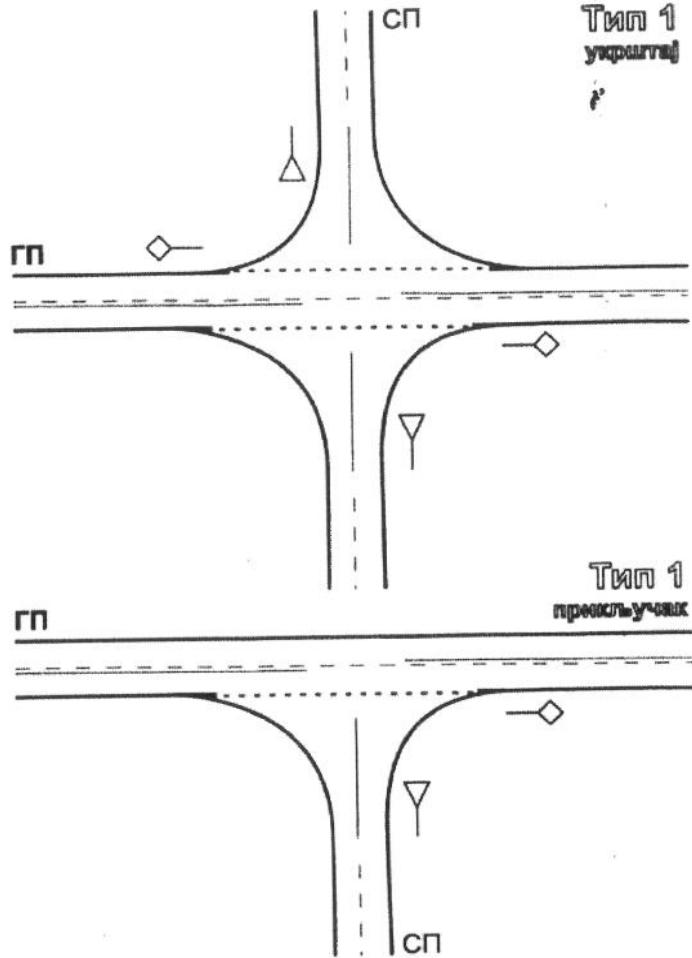
Слика 3-03: Основни типови површинских раскрсница са пресецањем саобраћајних струја.

### 3.2. Површинска раскрсница – Тип 1

Тип 1 представља најједноствији облик површинске раскрснице на укрштају (прикључку) двотрачних путева без посебно уређеног 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 унутарња прегледност раскрснице и примени одговарајућа хоризонтална, вертикална и путна сигнализација.

Десна скретања са главног на споредни правац и са споредног на главни правац обликују се хоризонталном кружном кривином радијуса који омогућава проходност меродавног возила.

На слици 3-04 овог прилога приказан је Тип 1 за случај четвортокраке (укрштај) и троокраке (прикључак) површинске раскрснице.



Слика 3-04: Површинска раскрсница – Тип 1.

### 3.3. Површинска раскрсница – Тип 2

Тип 2 представља нешто сложенији облик површинске раскрснице у условима од малог до средњег саобраћајног оптерећења (слика 3-02 овог прилога), у којем обим левих скретања не износи више од 10 % Qmer. Грађевинске интервенције се своде на уређење приступа споредног правца (СП) са обавезним острвом капљичастог облика за раздавање саобраћајних струја за лева скретања са главног на споредни, као и са споредног на главни правац. Попут се та острва израђују на споредном правцу, она се грађевински издвајају из основног коловоза да би се обезбедили квалитетнији услови каналисања саобраћаја. На главном правцу, зависно од меродавног саобраћајног оптерећења, приступна зона се може двојако обликовати:

1. Ако је саобраћајно оптерећење левих скретања веће од 10 %, коловоз главног правца се шири на 5,50 m да би се омогућио континуални проток возила на главном правцу уз истовремено постројавање возила која скрећу лево;

2. Ако је саобраћајно оптерећење левих скретања мање од 10 %, на главном правцу се не проширује коловоз, већ се истом возном траком скрећу возила која иду право и возила која скрећу лево с главног правца.

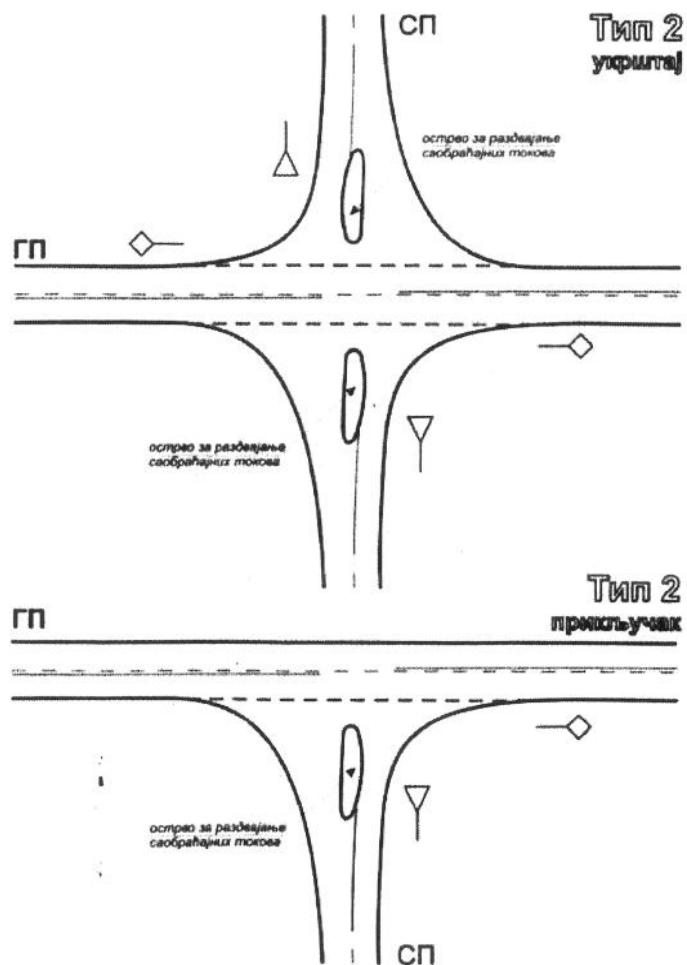
И у једном и у другом случају примењују се одговарајућа хоризонтална, вертикална и путоказна сигнализација у циљу обезбеђења максималне безбедности возње.

Коловоз главног правца (ГП) (случaj 1) проширује се са ширине везне траке на ширину 5,50 m, у складу с прилогом I – Траса ванградских путева, обострано симетрично ако је подручје раскрнице у правцу или у инфлексији, односно једнострано, на унутрашњу страну ако је подручје раскрнице у хоризонталној кривини.

Десна скретања на том типу површинске раскрнице изводе се троцентричном кривом трагова односа радијуса  $R_1 : R_2 : R_3 = 2 : 1 : 3$ . Централни радијус  $R_2$  се одређује на основу угла укрштаја раскрнице и датог меродавног возила (тачка 3.5.3 овог прилога). Проверу проходности меродавног типа возила треба извршити неким од верификованих поступака (графички и/или нумерички).

И за тај тип површинске раскрнице неопходно је обезбедити спољну и унутрашњу прегледност у складу с граничним условима дефинисаним у поглављима 2 и 3 овог прилога.

На слици 3-05 овог прилога приказан је Тип 2 за случај четворокраке (укрштај) и трокраке (прикључак) површинске раскрнице.



Слика 3-05: Површинска раскрница – Тип 2.

#### 3.4. Површинска раскрница – Тип 3

Тип 3 површинске раскрнице је најсложенији облик и примењује се на везним и даљинским ванградским путевима. Он предвиђа пуни програм грађевинског уређења и самим тим гарантује и највиши ниво безбедности и проточности. На главном правцу (ГП) рашчлањују се и каналишу саобраћаје струје за лева и десна скретања и обезбеђује континуитета директних токова (право), док се на споредном правцу (СП) физички каналишу саобраћајне струје изградњом капљастог и троугаоног острва изван основне равни коловоза.

Тип 3 раскрница примењује се за укрштаје (прикључке) двотрачних путева највишег ранга, као и за вишетрачне путеве (тротрачни, четвортрачни), ако обим саобраћаја и захтевани ниво безбедности не условљавају примену денивелисаних раскрница.

Зависно од топографских услова и природних ограничења могу се разликовати два типа раскрнице Тип 3: 3A и 3B.

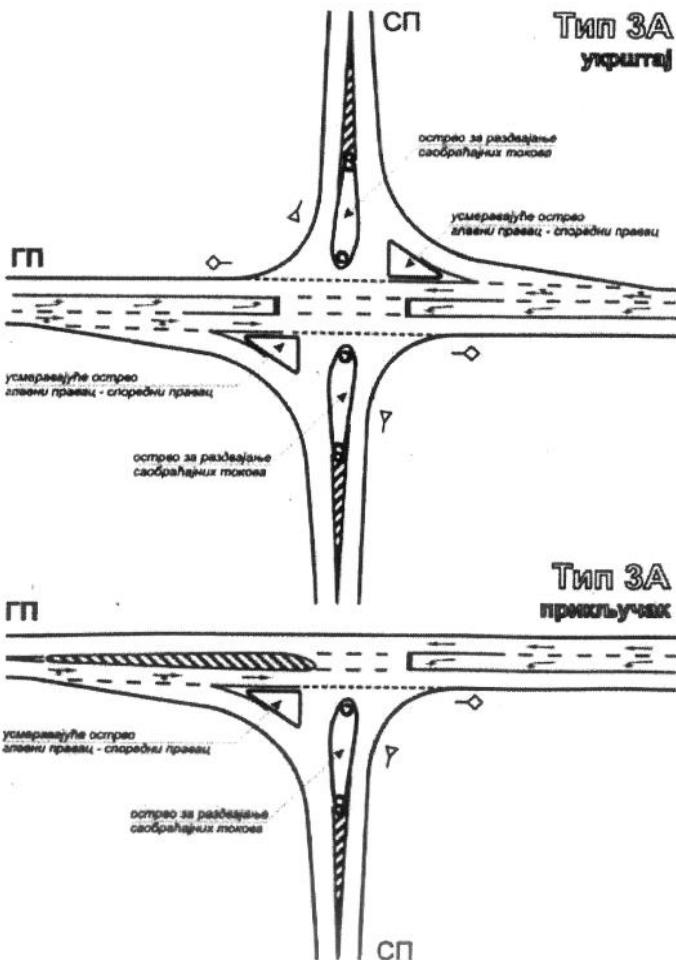
На раскрницама Типа 3A, (слика 3-06 овог прилога) обавезно се формирају посебне траке за лева скретања са главног на споредни правац зависно од брзине у раскрници Vras и меродавног саобраћајног оптерећења Qmer. На споредном правцу се формира острво физички издвојено из основне равни коловоза, капљастог облика за раздвајање саобраћајних токова левих струја. Десна скретања са главног на споредни правац каналишу се додатном изливном траком клинастог или паралелног облика и формира се посебно троугаоно острво. Десно се скреће с споредног на главни правац помоћу троцентричне криве трагова односа радијуса  $R_1 : R_2 : R_3 = 2,5 : 1 : 5,5$  или  $R_1 : R_2 : R_3 = 2 : 1 : 3$ . Централни радијус  $R_2$  се одређује на основу угла укрштаја раскрнице и меродавног возила (тачка 3.5.3 овог прилога). Проверу проходности меродавног типа возила треба извршити неким од верификованих поступака (графички и/или нумерички).

На слици 3-06 овог прилога приказан је Тип 3 за четворокраку (укрштај) и трокраку (прикључак) површинску раскрницу.

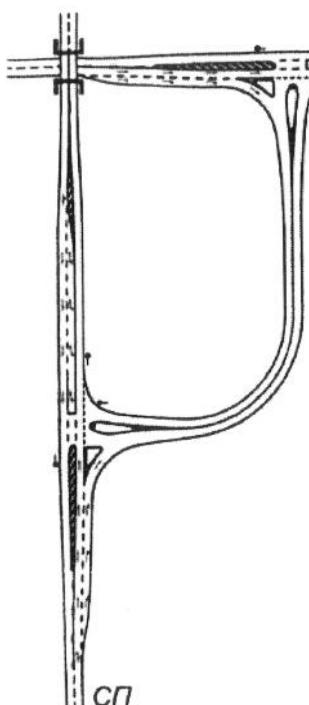
У специфичним топографским условима, када се денивелеше укрштај главног и споредног правца (природне погодности), могуће је формирати специфичан тип површинске раскрнице (тзв. тип 3B), који је двострука комбинација прикључка типа 3A за решење укрштаја наведеног висинског раздвајања укрсних правца. Таква раскрница се јавља када су оптерећења укрсних правца таквог интензитета да не би било могуће решити раскрницом типа 3A за укрштај пресечних правца.

За оба анализирана Типа 3 површинске раскрнице неопходно је обезбедити спољну и унутрашњу прегледност у складу с граничним условима дефинисаним у поглављима 2 и 3 овог прилога.

Тип 3 површинске раскрнице приказан је на слици 3-07 овог прилога.



Слика 3-06: Површинска раскрница – Тип 3A.



Слика 3-07: Површинска раскрсница – Тип 3Б.

## Тип 3Б

ГП

СП

## 3.5. Пројектни елементи

Геометријско пројектовање раскрсница почиње рашчлањењем конфлктне зоне на потребан број возне и манипулативне траке. У нормалним околностима, на двотрачним путевима – (тип 3) потребно је обезбедити три траке: две возне за директне токове главног правца и једну манипулативну за лева скретања. Након тога конструише се раздельно острво капљастог облика на споредном правцу, чије димензије зависе од изабраног типа површинске раскрснице и коначно се конструише ивиčна геометрија за десна скретања, уз конструкцију усмеравајућег острва за скретања с главног правца на споредни правац.

Поред основне геометрије свих осовина и ивица посебна пажња у процесу пројектовања посвећује се и анализи прегледности површинских раскрсница, детаљној геометријској и функционалној анализи појединачних елемената пројектовања, провери проходности за меродавно возило, нивелационом уклапању главног и споредног правца, тракама за бициклистички и пешачки саобраћај, као и аутобуским стајалиштима у зони раскрснице.

## 3.5.1. Прегледност површинских раскрсница

Обезбедити одговарајуће спољне и унутрашње прегледности површинских раскрсница један је од најважнијих корака у целокупном процесу пројектовања. Значај спољне прегледности утврђен је у поглављу 2 овог прилога – Услови локације, док се у овом поглављу анализирају карактеристични случајеви унутрашње прегледности (слике 3-08 и 3-09 овог прилога).

Спољна прегледност главног правца износи  $P_{sp,GP} = 3V_{p,GP}$  (m), док на споредном правцу мора бити обезбеђена спољна прегледност –  $P_{sp,SP}$ , на нивоу захтеване прегледности  $P_{zp} = f(V_{p,SP})$  за пројектну брзину споредног правца у зони раскрснице. На нивоу ових прегледности не сме бити препрека које би ометале сагледљивост, односно расположива прегледност  $P_r = f(R_i, A_i, l_{ni}, Rvi, xi, yi, zi)$  мора бити већа или једнака  $P_{sp,GP}$ , односно  $P_{sp,SP}$

респективно за главни и споредни правац, у складу с прилогом 2 – Траса ванградских путева.

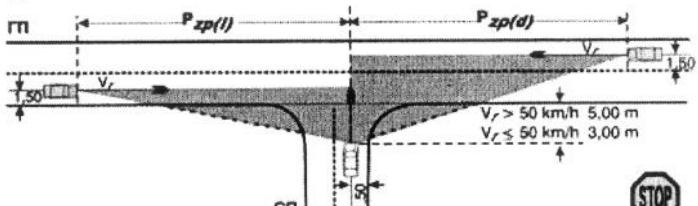
На слици 3-08.1 овог прилога приказана је анализа унутрашње прегледности када се на површинској раскрсници крећу само моторна возила, док је на слици 3-08.2 овог прилога приказан случај када се у зони раскрснице крећу моторна возила и бицикли. За бициклистички саобраћај предвиђена је посебна трака која је ивиčном разделином траком одвојена од проточног дела коловоза. У оба случају саобраћај на споредном правцу је под знаком обавезног заустављања – СТОП.

Ако се саобраћај са споредног правца улива на главни ток под знаком укрштања с путем с првенством пролаза – обрнути троугао, важе претпоставке приказане на слици 3-09 овог прилога – конструисане су зоне прегледности за укрсне правце и дефинисани троуглови прегледности који морају бити под посебним режимом контроле. Троуглови прегледности који се формирају на основу наведених анализа морају бити у потпуности заштићени, ослобођени свих препрека, а висина засада не сме бити већа од 10 cm.

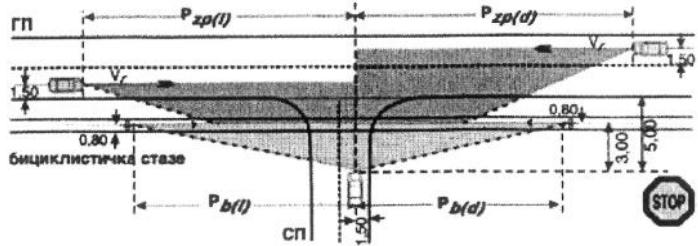
Основни принцип функционисања саобраћаја на површинским ванградским путевима подразумева укрштање или прикључак споредног правца (СП) уз поштовање првенства пролаза саобраћаја на главном правцу (ГП) – „обрнути троугао“. Само када није могуће доследно спровести тај принцип, допушта се одвијање саобраћаја под знаком обавезног заустављања на споредном правцу – СТОП.

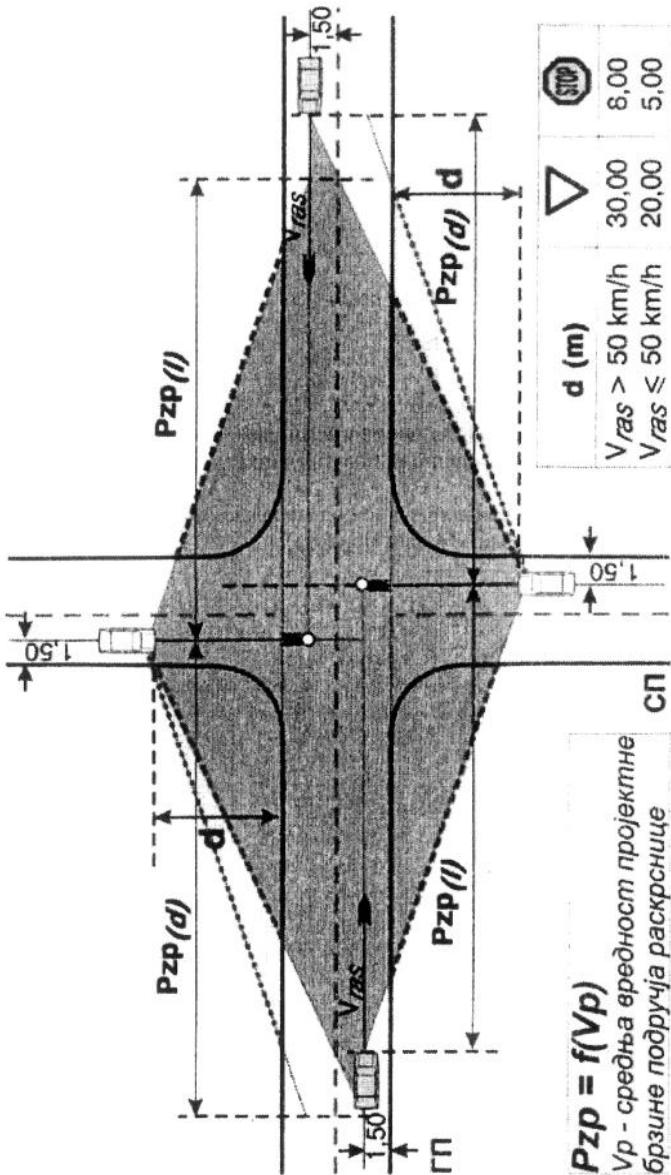
Конструисане зоне прегледности површинских раскрсница са дефинисаним условима заштите (висине засада, гранични положај препрека и сл.) представљају основни документ за пројекат пејзажног уређења подручја раскрснице. У погледу габаритног обезбеђења попречних профилда важе принципи и димензије дефинисане у прилогу 2 – Траса ванградских путева.

## 1.



## 2.

Слика 3-08: Конструкција зоне прегледности на трохракој површинској раскрсници ако се на њој обавља саобраћај:  
1) моторним возилима;  
2) моторним возилима и бициклима.



Слика 3-09: Конструкција зона прегледности на четворокракој површинској раскрници.

### 3.5.2. Возне и манипулативне траке

Возне траке на површинским раскрницама треба да буду у пуном саставу (ширина и број) вођене кроз подручје раскрница. Све девијације тих трака ради проширења коловоза треба да се изведу континуалним линијама применом елемената у складу с рачунском –  $V_r$  и пројектном –  $V_p$  брзином, односно условима дефинисаним у прилогу 2 – Траса вангградских путева. То се пре свега односи на ширине возних трака и функцију проширења приликом формирања манипулативних трака.

Ширина манипулативних трака је једнака ширини возних трака, али не мања од 3,00 m. Ако се манипулативна трака за леву скретања из главног правца и у главни правцу формира помоћу физички издвојених острва из равни коловоза, захтева се да минимална ширина возне траке –  $t_v$  у зони раскрнице буде  $\geq 4,50$  m. То се првенствено захтева ради безбедности возње и услова ефикасног одржавања путева у зимским условима.

### 3.5.3. Проходност возила на раскрници

Провера проходности површинске раскрнице с пресецањем саобраћајних струја спроводи се за дефинисана меродавна возила сагласно тачки 2.1.5 овог прилога. Провера се спроводи применивом верификованог програмског система, конструкцијом траекторија возила и/или коришћењем стандардних кривих минималне проходности. На слици 3-10 овог прилога дате су одговарајуће

комбинације криве трагова за конструкцију хоризонталне геометрије на површинским раскрницама.

	ДАЛЬНИКИ ПУТ <b>ДП</b>	ВЕЗНИ ПУТ <b>ВП</b>	САБИРНИ ПУТ <b>СП</b>	ПРИСУПНИ ПУТ <b>ПП</b>
ДАЛЬНИКИ ПУТ <b>ДП</b>	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	R1:R2:R3 2 : 1 : 3
ВЕЗНИ ПУТ <b>ВП</b>		R1:R2:R3 2 : 1 : 3		R1:R2:R3 2 : 1 : 3 (R = R2)
САБИРНИ ПУТ <b>СП</b>			R1:R2:R3 2 : 1 : 3 (R = R2)	R = R2 (R1:R2:R3) (2 : 1 : 3)
ПРИСУПНИ ПУТ <b>ПП</b>			БУСЛ, БУСЛз ТВ1, ТВ2, ТВ3	

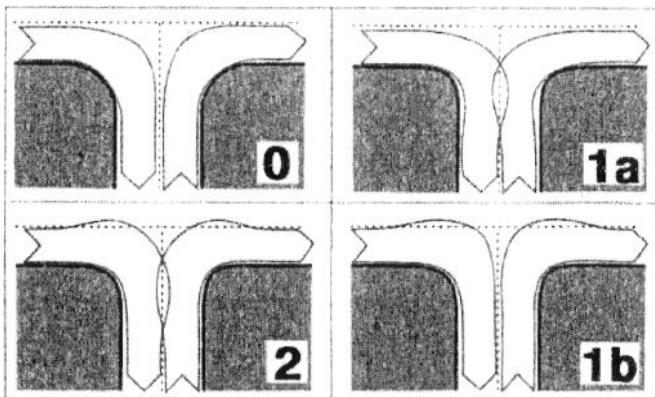
напомена:  
- велика разлика функционалних рангова, изузетан случај

Слика 3-10: Криве трагова за формирање геометрије ситуационог плана раскрнице.

Поред дефинисања меродавног возила за проверу проходности површинске раскрнице, неопходно је истовремено дефинисати и услове извођења маневра меродавног возила, као што је приказано на слици 3-11 овог прилога. Скретање (десно или лево) меродавног возила на раскрници може подразумевати да спољна контура не улази у простор суседних возних или манипулативних трака (тип 0), да улази у суседну возну или манипулативну траку на правцу ка коме (тип 1a) или из кога изводи маневар скретања (тип 1b) или да улази у суседне траке на оба правца (тип 2). Избор услова скретања зависи од функционалног ранга пута и/или учесталости појаве меродавног возила (тј. структуре саобраћајног оптерећења).

	ДАЛЬНИКИ ПУТ <b>ДП</b>	ВЕЗНИ ПУТ <b>ВП</b>	САБИРНИ ПУТ <b>СП</b>	ПРИСУПНИ ПУТ <b>ПП</b>
ДАЛЬНИКИ ПУТ <b>ДП</b>	AB, BB - 0	AB, BB - 0	AB, BB - 1b (TB1)	-
ВЕЗНИ ПУТ <b>ВП</b>		AB, BB - 1b	Tb1 - 1b (AB,BB)	Tb1 - 1b(1a) (БУСл, TB2)
САБИРНИ ПУТ <b>СП</b>			Tb1 - 1b (БУСл, TB2)	Tb1 - 1b(1a) (БУСл, TB2)
ПРИСУПНИ ПУТ <b>ПП</b>			БУСЛ, БУСЛз TB1, TB2, TB3	Tb2 - 1b(1a) (БУСл,TB1,TB3)

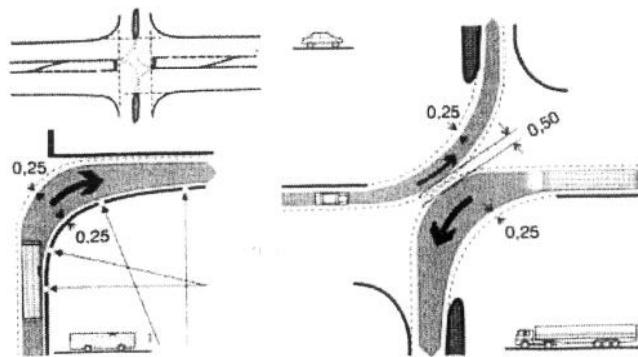
( ) могућа примена ако су оштрија просторна ограничења и/или ако се изводи реконструкција



Слика 3-11: Услови скретања за меродавно возило.

Границни услови проходности за десна и лева скретања на површинској раскрници са пресецањем саобраћајних струја приказани су на слици 3-12 овог прилога.

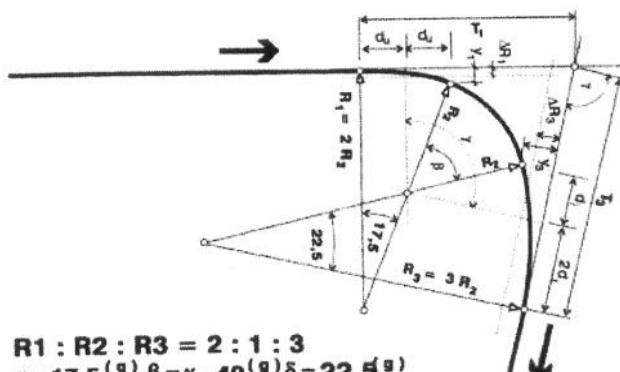
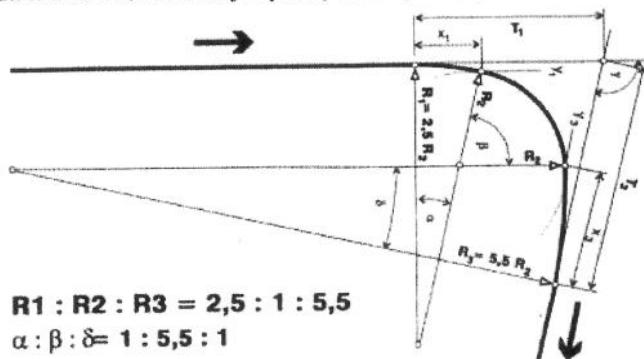
За скретања десно (слика 3-12 овог прилога) гранични услов подразумева обезбеђење заштитне ширине од 0,25 m у односу на обе контурне криве. За скретања лево у највећем броју случајева доволно је обезбедити истовремено извођење маневра за тешко теретно возило (AB, BB) и путнички аутомобил (ПА) под условима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



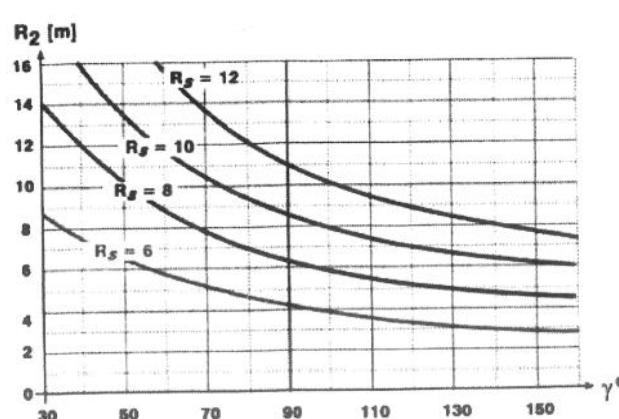
Слика 3-12: Границни услови проходности за десна и лева скретања.

Стандардни типови троцентричних кривих за обликовање ивичних и водећих линија на површинској раскрсници са пресецањем саобраћајних струја приказани су на слици 3-13. Оне се могу применити до вредности средишњег полупречника  $\max R_2 = 25$  m, а ако су веће вредности, примењује се кружна кривина с прелазницама одговарајућег параметра.

Меродавни полупречник кривине, односно  $R_2$  троцентричне или чисте кружне кривине зависи од меродавног возила и скретног угла, односно угла који формирају ивичне или водеће линије прикључних правца (слика 3-14 овог прилога).



Слика 3-13: Стандардни типови троцентричних кривих за обликовање ивичних и водећих линија.

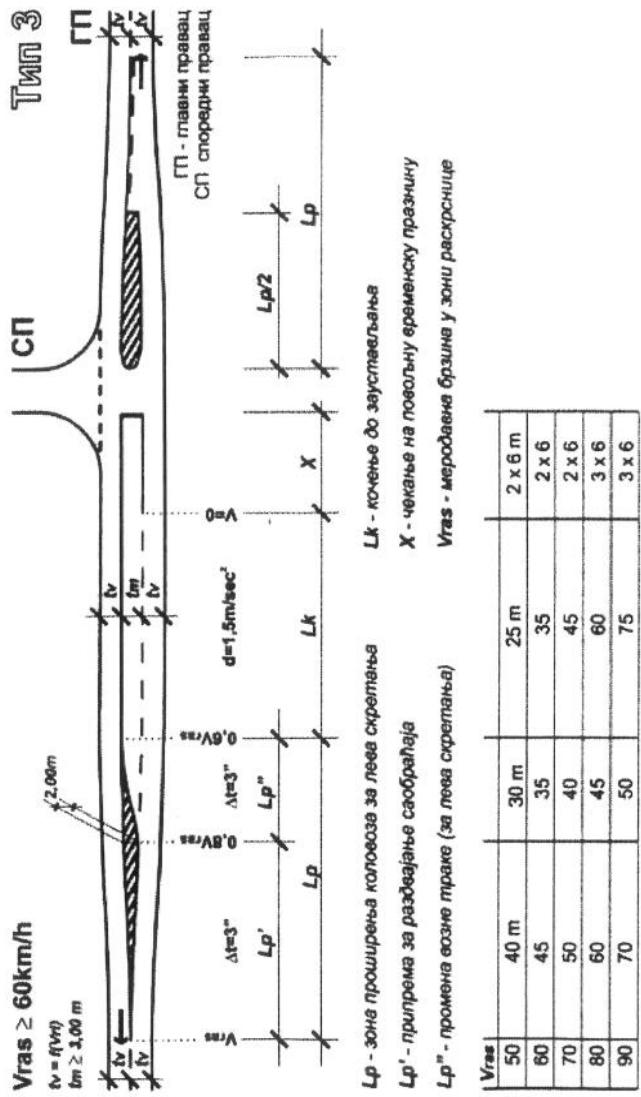
Слика 3-14: Избор полупречника кривине ( $R_2$ ) у зависности од скретног угла ( $\gamma$ ) и меродавног возила:

$R_s = 6$  – Путничко возило (ПА);  $R_s = 8$  – Комби (ДВ);  $R_s = 10$  – Камион, Аутобус (ТВ, БУС);  $R_s = 12$  – Аутомобил, Вучни воз (АВ, ВВ).

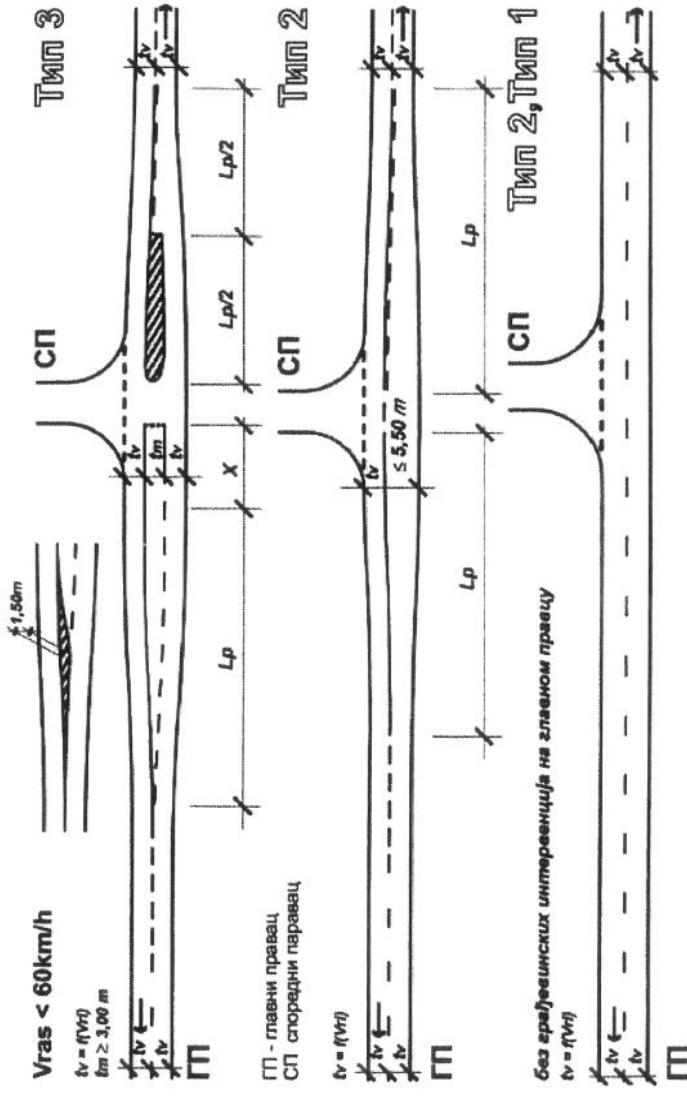
### *3.5.4. Геометријско обликовање левих скретања на главном правцу*

Геометријско обликовање левих скретања на главном правцу зависи од типа површинске раскрснице и изводи се као што је приказано на сликама 3-15 и 3-16 овог прилога.

Посебне манипулативне траке које се формирају за лева скретања на површинским раскрсницама са пресецањем саобраћајних струја изводе се у истој равни као и возне траке и означавају се одговарајућом хоризонталном сигнализацијом. На главном правцу (ГП) ове групе раскрсница, с обзиром на то да се ванградски путеви не осветљавају, није дозвољено физичко издвајање острва јер би се тиме битно угрозила безбедност саобраћаја. Од тог принципа може се одступити само када се осветљавају деонице ванградских путева (подручја денивелисаних раскрсница, објекти за комерцијалну експлоатацију путева или у транзиционој зони преласка с ванградског на градски режим саобраћаја и сл.) и када се та подручја третирају као да се ради о раскрсницама у градском подручју.



Слика 3-15: Геометријско обликовање левих скретања на главном правцу (Тип 3).

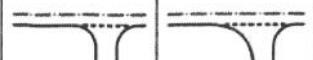
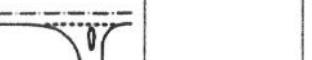
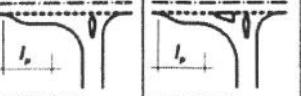
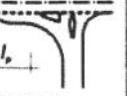


Слика 3-16: Геометријско обликовање левих скретања на главном правцу (Типови 1, 2, 3).

### 3.5.5. Геометријско обликовање десних скретања

Десни излив са главног (**ГП**) на споредни правац (**СП**), уз обавезну проверу проходности меродавног возила, може се геометријски обликовати: 1) без посебних уливних трака, 2) с клинастом изливном траком и 3) с паралелном изливном траком (слика 3-17 овог прилога).

Уливне траке са споредног (СП) на главни правац (ГП) обликују се простом или троцентричном кривином без посебних уливних трака, уз обавезну проверу проходности за меродавно возило.

	ТИП 1	ТИП 2	ТИП 3
1.			
	$R = 8; 12 \text{ m}$ или $R_s = 8 \text{ m}$	$R_s = 12; 15 \text{ m}$	$R_s = 15 \text{ m}$
2.	-	-	 клинички излив $I_p = 35 \text{ m}$ $R = 25 \text{ m}$
3.	-	 паралелни излив $I_p = 50 \text{ m}$ $R = 20 \text{ m}$	 паралелни излив $I_p = 100 \text{ m}$ $R = 25 \text{ m}$

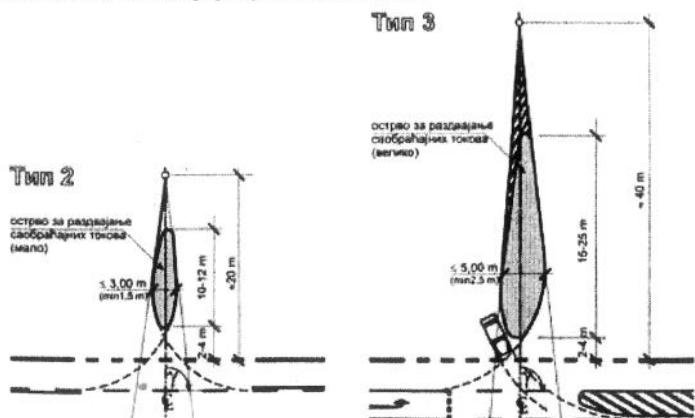
Р - радијус кружне кривине за преломни угао  $\gamma = 90^\circ$   
 R<sub>s</sub> - централни радијус троцентричне кривине за меродавно возило  
 I<sub>p</sub>/I<sub>s</sub> - изливна трака (клиничка или паралелна)

Слика 3-17: Услови за обликовање десних скретања на површинским раскрсницама са пресецањем саобраћајних струја.

### 3.5.6. Острва за каналисање токова

Острва за каналисање саобраћајних токова приказана на слици 3-18 овог прилога примењују се на површинским раскрсницама са пресецањем саобраћајних струја типа 2 и 3. Као што се уочава (слика 3-18 овог прилога) на раскрсници Типа 2, острво је дужине до 12,00 м и ширине до 3,00 м. Одстојање од ивице возне траке за кретања право ограничава се на 2-4 м. Апсолутни минимум ширине тог острва износи 1,5 м.

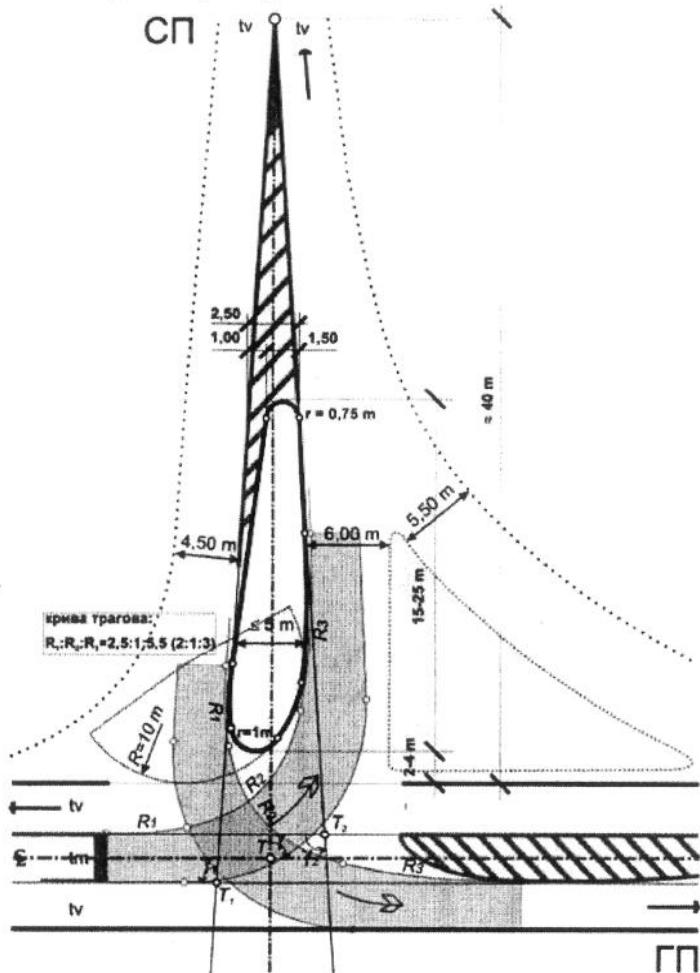
На раскрсницама Типа 3 ради се о сличном облику острва, али са знатно комфорнијим елементима.



Слика 3-18: Услови за геометријско обликовање острва за раздвајање саобраћајних токова на споредном правцу.

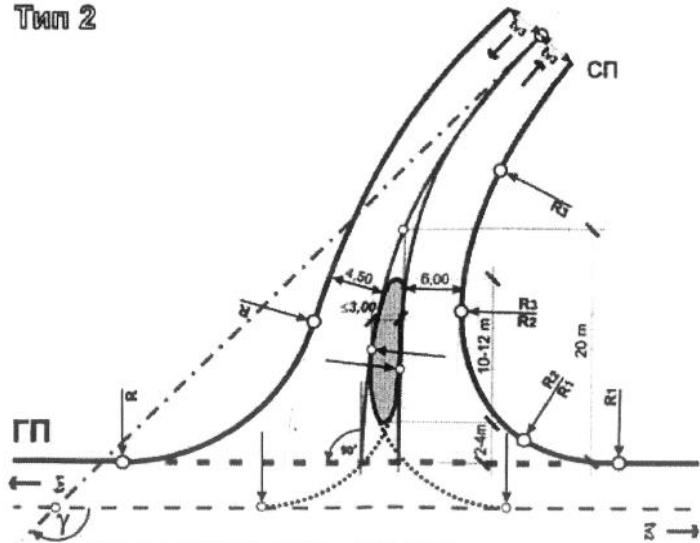
На слици 3-19 овог прилога приказана је детаљна конструкција острва за раздвајање саобраћајних токова на споредном правцу и приказан је начин провере проходности за меродавно возило у току.

Приказана острва се грађевински реализују па се изводе изван основне равни коловоза укрсног, односно прикључног правца и тако знатно доприносе каналисању саобраћајних струја за лева скретања с главног на споредни прававац и обрнуто. Треба да се та острва издигну у односу на раван коловоза типским, префабрикованим ивиčњацима да би се у потпуности остварила пројектована



Слика 3-19: Конструкција острва за раздвајање саобраћајних токова на споредном правцу.

### Тип 2



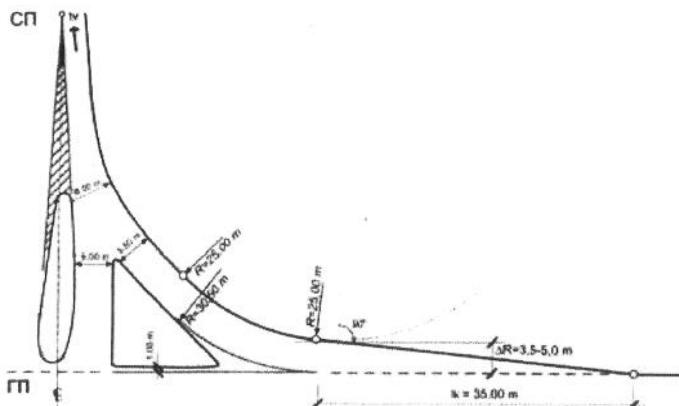
Слика 3-20: Пример геометријске конструкције водећих линија за раскрсницу Типа 2 с корекцијом угла прикључивања споредног правца.

Формирање усмеравајућег острва с главног на споредни прававац у директној је вези са избором решења посебне изливне траке

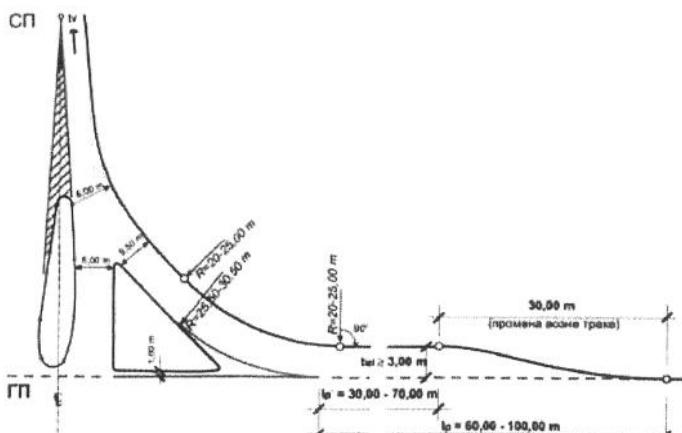
с главног на споредни правац; клинаста или паралелна на раскрсницама Типа 3.

На слици 3-21 овог прилога приказана је геометријска конструкција усмеравајућег острава ако се примене клинасте изливне траке за десна скретања с главног на споредни правац, што је у пракси показало веома добре резултате у погледу безбедности возње будући да својом геометријом директно упућује учеснике у саобраћају на десно скретање.

На слици 3-22 овог прилога приказана је геометријска конструкција усмеравајућег острава ако се примењује паралелна изливна трака за десна скретања с главног на споредни правац. Препоручује се за примену када су оптерећења десних скретања изузетно велика и када паралелна трака служи за прихватање возила која скрећу десно ка споредном правцу.



Слика 3-21: Пример конструкције клинасте изливне траке и усмеравајућег острава.

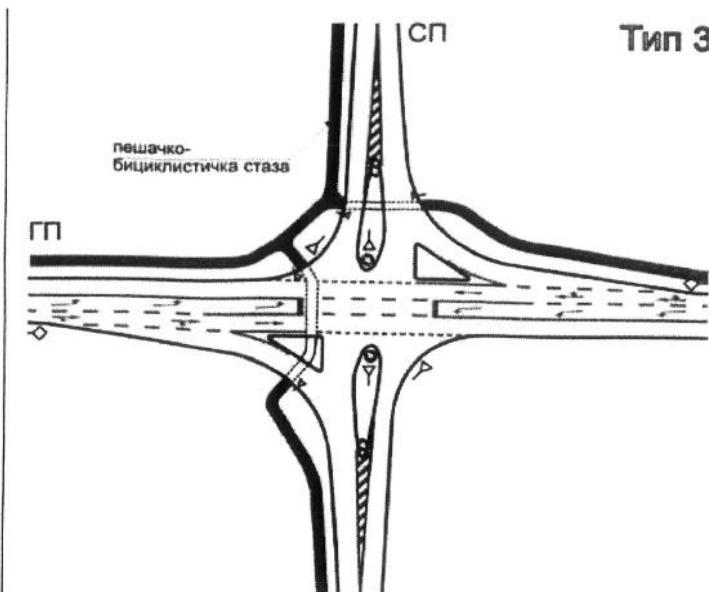


Слика 3-22: Пример конструкције паралелне изливне траке и усмеравајућег острава.

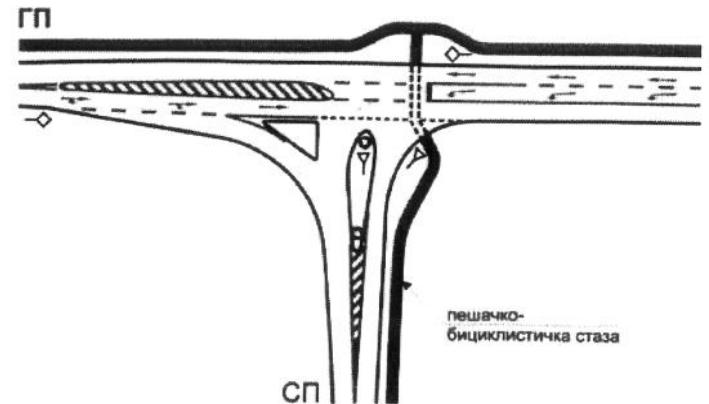
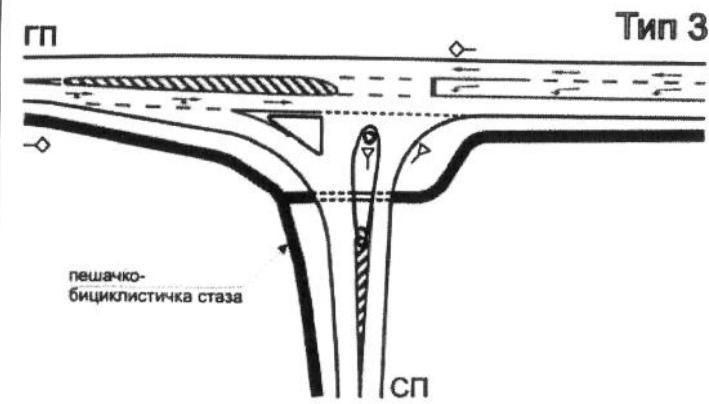
### 3.5.7. Бициклитички и пешачки саобраћај

Бициклитички саобраћај на ванградској путној мрежи води се паралелно са основним правцем пута и најчешће се та посебна трака, одвојена ивичном разделим траком од проточног дела коловоза, користи и за евентуални пешачки саобраћај. Димензије те стазе одређују се на основу прилога 2 – Траса ванградских путева, с основном тежњом да се у зонама раскрсница смањи број конфликтних тачака са моторним возилима. На сликама 3-23 и 3-24 овог прилога приказана су могућа решења вођења бициклитичког и пешачког саобраћаја у зонама четворокраких и трокраких површинских раскрсница.

Ако топографија и просторна позиција укрсних (приључних) правца допуштају, најпогодније је укрштаје са бициклитима, односно пешацима решавати денивелацијом помоћу плочастих пропуста у трупу насыпа. Ако су пешачка кретања интензивна, пре свега у транзиционој зони, на располагању су решења као у градским условима (семафоризација и осветљење раскрсница) или денивелацијом изнад пута, тзв. пасарелом.



Слика 3-23: Пешачко-бициклитичка стаза у зони четворокраке раскрснице.



Слика 3-24: Пешачко-бициклитичка стаза у зони трокраке раскрснице.

### 3.5.8. Нивелационо уклапање главног и споредног правца

Подужни и попречни нагиби, односно нивелациони елементи конфликтне зоне површинске раскрснице са пресецањем саобраћајних струја треба да омогуће следеће:

1. безбедан пролаз моторних возила која се не заустављају на раскрсници приближно рачунским брзинама приључних правца;
2. прихватљиве услове убрзавања моторних возила која се заустављају на раскрсници ( $V = 0$ );
3. прихватљиве услове за кретање пешака и бициклиста (ако их има);

4. ефикасно одводњавање конфликтне зоне, односно површина коловоза и острва за раздавање и каналисање токова.

Најмања вредност попречног нагиба коловозних површина у подручју раскрснице ограничава се на  $\min i = 1,00 \%$ . Највеће вредности резултујућег нагиба ( $\max i_{rez}$ ) зависно од функционалног нивоа укрсних, односно прикључних правца, као што је приказано на слици 3-25 овог прилога.

	ДАЛЬИНСКИ ПУТ ДП	ВЕЗНИ ПУТ ВП	САБИРНИ ПУТ СП	ПРИСТУПНИ ПУТ ПП
ДАЛЬИНСКИ ПУТ ДП	<b>2,5% (3%)</b>	<b>3% (3,5%)</b>	<b>3% (4%)</b>	-
ВЕЗНИ ПУТ ВП		<b>3% (4%)</b>	<b>3,5% (4,5%)</b>	<b>4% (4,5%)</b>
САБИРНИ ПУТ СП		$i_{rez} = \sqrt{i_u^2 + i_p^2}$ $i_u$ - подужни нагиб $i_p$ - попречни нагиб $i_{rez}$ - резултујући нагиб	<b>4% (5%)</b>	<b>4,5% (5%)</b>
ПРИСТУПНИ ПУТ ПП				<b>5% (5,5%)</b>

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

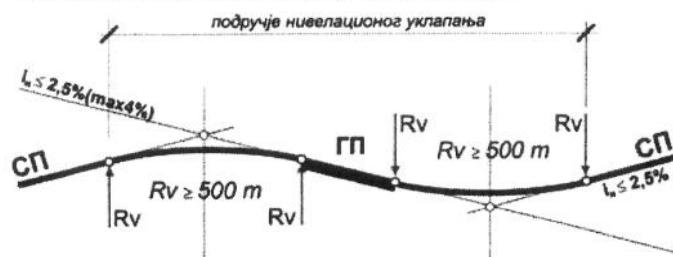
Слика 3-25: Највеће вредности резултујућег нагиба коловоза на подручју површинске раскрснице са пресецањем саобраћајних струја.

Нивелета споредног правца (СП) усклађује се у зони површинске раскрснице са захтевима обликовања попречног профила главног правца (ГП) да би се омогућила потпуна проходност и проточност раскрснице.

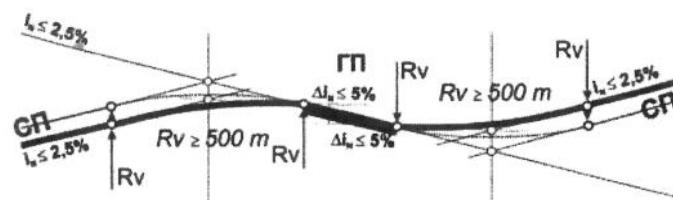
За раскрснице више функционалног нивоа – Тип 2 и Тип 3 решење се постиже без прелома на контакту ГП/СП (слика 3-26.1 овог прилога), а на раскрсницама Типа 1 (слика 3-26.2 овог прилога) дозвољава се прелом оштрине који не сме бити већи од 5 %. Радијус вертикалног заобљења споредног правца димензионишу се у функцији меродавне брзине споредног правца.

Детаљно решење нивелационог уклапања главног и споредног правца у зони површинске раскрснице приказује се тзв. нивелационим планом ( $E = 5,2 \text{ cm}$ ) погодним за грађевинску реализацију раскрснице према унапред дефинисаној положајној и висинској тачности.

#### 1. без прелома споредног правца (тип 2 и тип 3)



#### 2. прелом споредног правца (само за тип 1)



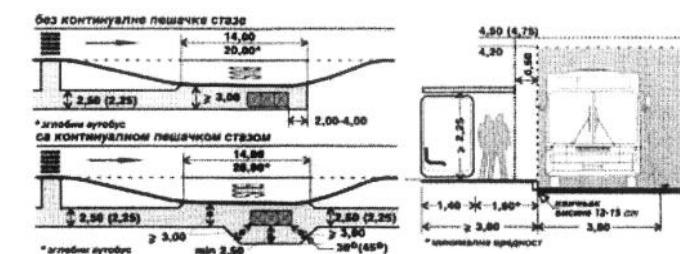
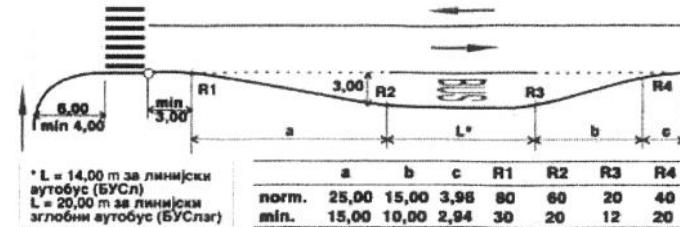
Слика 3-26: Пример вођења подужног профила споредног правца у зони површинске раскрснице са пресецањем саобраћајних струја.

#### 3.5.9. Аутобуска стајалишта у зони раскрснице

На ванградској путној мрежи могућ је линијски аутобуски саобраћај мањег или већег интензитета. У циљу обезбеђења пешачких прелаза, аутобуска стајалишта је најбоље поставити у зони

површинске раскрснице уз одговарајуће интервенције на проточном коловозу, формирањем посебних ниша за аутобуска стајалишта и обраду тротоара и простора за стајалиште сагласно захтевима корисника, као што је приказано на слици 3-27 овог прилога.

Ако се аутобуска стајалишта формирају на слободним деоницама између раскрсница, примењују се принципи изнети у прилогу 2 – Траса ванградских путева.



Слика 3-27: Пример обликовања аутобуског стајалишта у зони површинске раскрснице са пресецањем саобраћајних струја.

#### 4. КРУЖНЕ РАСКРСНИЦЕ

Кружне раскрснице, односно раскрснице са кружним током представљају посебну групу раскрсница које се примењују на ванградским путевима. Полазни концепт и генерални приступ примени кружних раскрсница дефинисани су у поглављу 2 овог прилога – Основе за пројектовање. У овом поглављу дефинишу се типологија, пројектни елементи, поступци провере пројектних решења, услови обликовања, као и посебни елементи који се примењују у специфичним условима, а обухваћене су и кружне раскрснице које се заснивају на преплиташу токова, односно раскрснице с већим пречником.

##### 4.1. Типологија кружних раскрсница

Типологија површинских раскрсница са кружним током зачина се на основном критеријуму функционалног нивоа раскрснице који је усклађен с величином пречника уписаног круга ( $D$ ). Ако је пречник уписаног круга  $D > 70 \text{ m}$ , токови на кружном коловозу се преплићу (тзв. велике кружне раскрснице), па такве раскрснице чине посебну подгрупу (поглавље 4.6. овог прилога).

###### 4.1.1. Основне поставке кружних раскрсница

Пројектовање кружних раскрсница (без преплитања) и њихово просторно обликовање почива на следећим полазним поставкама:

1. број прикључних праваца се ограничава на три или четири (трокраке или четворокраке кружне раскрснице), постојање више од четири прикључна праваца решава се преуређењем мреже (тачка 2.2.1 овог прилога) или применом специфичних кружних раскрсница већег пречника;

2. угао пресецања приближан правом углу (тачка 2.2.1 овог прилога), одступања од правог угла могућа су до највеће вредности отворог угла од  $80^\circ$  уз додатни услов да је отворен угао на месту уливе у кружни коловоз;

3. нема поделе на главни и споредни правац, а све саобраћајне струје (право, лево, десно) имају исти пројектни третман са идентичним мерама регулативе (приоритет имају возила у кружном току);

4. саобраћајне струје разврставају се само у зонама уливе, и то на прикључним правцима са две уливне возне траке;

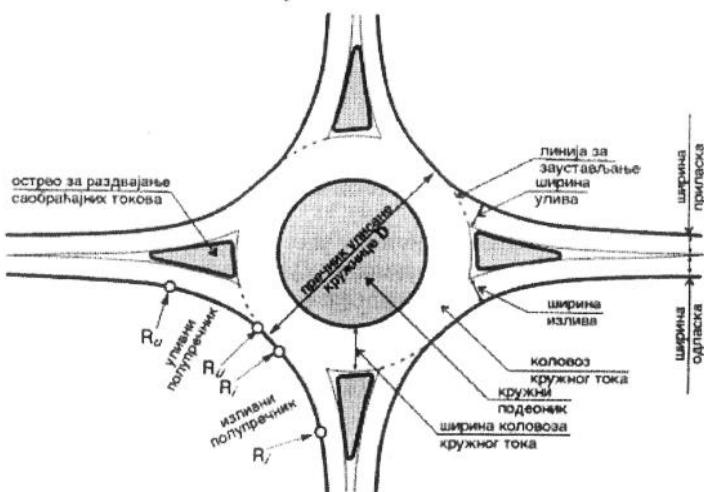
5. нема приоритетних токова, односно примарне саобраћајне струје (токови право) имају релативни дисконтинуитет у односу на елементе деонице (попречни профил, ситуациони и нивелациони план), пре свега у погледу услова уливања у кружни ток и брзину кретања возила;

6. кружне раскрснице се ограничавају на највише две уливне возне траке по сваком прикључном правцу;

7. на кружним раскрсницама се не уводи светлосна сигнализација будући да је супротна основном концепту непрекинутих токова са смањеном брзином;

8. заједничка површина кружног коловоза, односно колизионија зона треба да омогући пролаз меродавног возила на једнотрачним раскрсницама или њихову паралелну вожњу у истом смеру на двотрачним раскрсницама.

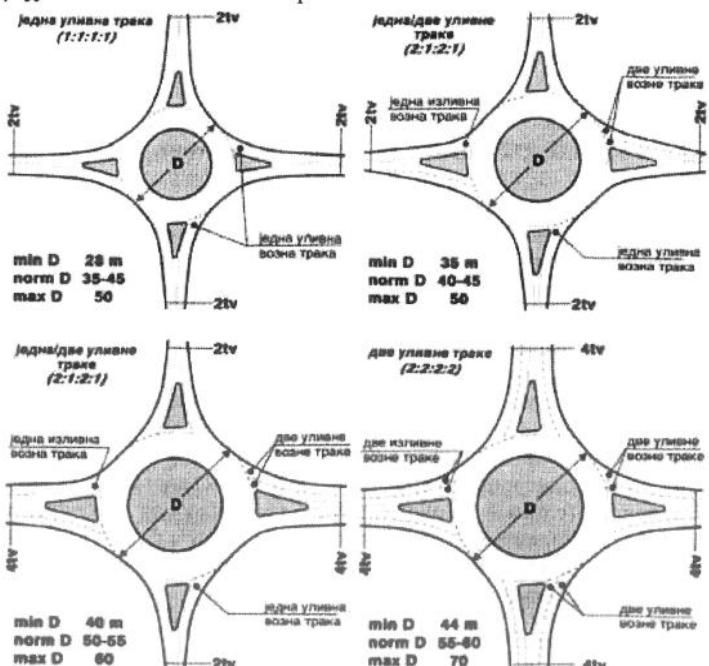
Основни елементи и појмови за кружне раскрснице приказани су на слици 4-01 овог прилога.



Слика 4-01: Основни елементи и појмови за кружне раскрснице на ванградским путевима.

#### 4.1.2. Основни типови кружних раскрсница

Основни типови кружних раскрсница (слика 4-02 овог прилога) разликују се по броју уливних возних трака и величини пречника уписане кружнице ( $D$ ), из чега следе и остали елементи (нпр. пречник кружног подеоника, ширина кружног коловоза, усмеравање излива/улива и сл.). Појединачна одступања од типских решења су могућа, пре свега као последица конкретног саобраћајног програма раскрснице и ограничења локације, уз одговарајуће додатне анализе и образложења.



Слика 4-02: Типови кружних раскрсница ванградске путне мреже.

На ванградским путевима не примењују се кружне раскрснице са пречником уписане кружнице  $D < 28$  м. Изузетно могу се применити кружне раскрснице мањег пречника само на деоницама приступних (ПП) и сабирних путева (СП) у приградско-градском подручју, када се примењују Техничка упутства за пројектовање саобраћајница у градовима – Пројектовање површинских раскрсница.

Број уливних трака дефинише се на основу провере пропусне моћи, док величина пречника уписане кружнице зависи од највеће вредности меродавне брзине раскрснице ( $V_{ras}$ ), односно она треба да омогући брзину кретања возила у кружном току  $V_k = 0,5 - 0,6 V_{ras}$ , где је меродавна највећа брзина на било ком прикључном правцу ( $\max V_{ras}$ ). Ако на било ком прикључном правцу постоји двотрачни улив, величина кружног коловоза се димензионише као двотрачни.

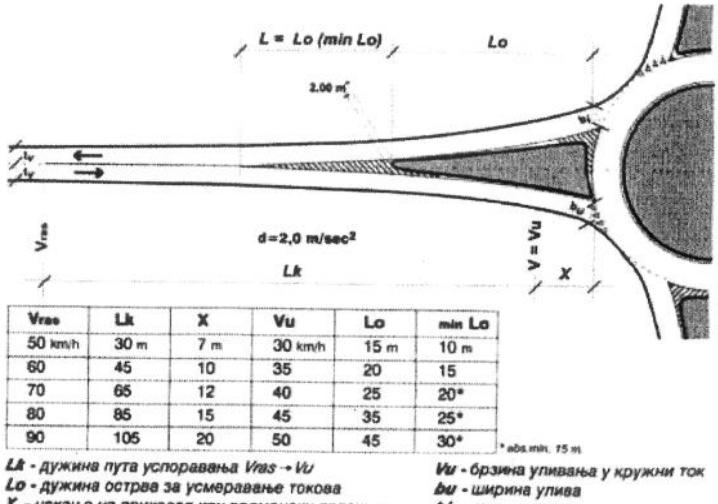
Кружне раскрснице са преплитањем, односно с великим пречником уписане кружнице ( $D > 70$  м) нису приказане будући да су посебно обрађене у поглављу 4.6. овог прилога. Њихова примена ограничава се на пресецишта највиших функционалних рангова (ДП/ДП) или као секундарни елементи денивелисаних раскрсница.

#### 4.1.3. Почетни услови обликовања кружних раскрсница

Почетни услови обликовања кружних раскрсница подразумевају услове којима се обезбеђује потребан ниво функције и безбедности. Они обухватају услове обликовања прикључака, уједначени пројектни третман саобраћајних струја и релативну хомогеност брзина на кружној раскрсници.

##### 4.1.3.1. Услови обликовања прикључака кружних раскрсница

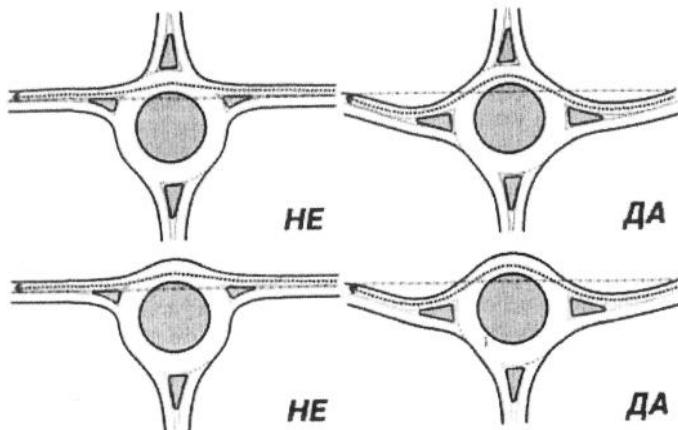
Почетни услови обликовања прикључака кружне раскрснице приказани су на слици 4-03 овог прилога. Каналисање кружних раскрсница подразумева обликовање кружног подеоника и острва за раздвајање саобраћајних токова на свим прикључним правцима да би се развојили и усмерили токови уливања и изливања у циљу просторног дефинисања колизионих тачака с кружним током. Обликовање тих острва дефинисано је у поглављу 4.4. овог прилога.



Слика 4-03: Услови обликовања прикључака кружних раскрсница.

##### 4.1.3.2. Уједначен пројектни третман саобраћајних струја

Све саобраћајне струје (право, лево, десно) из свих прикључних праваца захтевају уједначен пројектни третман да би се избегла појава тзв. привилегованих праваца и/или струја који имају битно повољнију трајекторију и веће брзине кретања него друге саобраћајне струје, што је предуслов за испуњење захтева релативне хомогености карактеристичних брзина (тачка 4.1.3.3. овог прилога). Сви прикључни правац се стога морају усмерити ка центру уписане кружнице уз уједначено одстојање суседних прикључака (слика 4-04 овог прилога).



Слика 4-04: Већење прикључних правца на кружној четворокракој и тројакракој раскрсници.

Привилеговани правци и/или настају ако се уместо кружнице примени елипса па ако просторна ограничења не омогућавају примени кружнице, ограничава се однос полупречника елипсе на  $R_a : R_b = 1 : 1,15$ . Ако су просторна ограничења оштрија и/или ако се изводи реконструкција, однос полупречника елипсе може износити  $R_a : R_b = 1 : 1,20$ .

#### 4.1.3.3. Хомогеност брзина на кружној раскрсници

Кружне раскрснице увек захтевају да сва возила смање брзину независно од меродавних брзина на прикључним правцима и оријентације саобраћајних струја (право, лево, десно). За ефикасно и безбедно функционисање кружне раскрснице, неопходно је обезбедити релативну хомогеност брзина кретања возила у слободном саобраћајном току, тј. брзина уливача ( $V_u$ ), брзина кретања у кругу ( $V_k$ ) и брзина изливача ( $V_i$ ) треба да буду  $\pm 10 \text{ km/h}$  највише  $\pm 15 \text{ km/h}$ .

За раскрснице на којима највећа брзина на било ком прикључном правцу износи  $\max V_{ras} < 60 \text{ km/h}$  горња граница може износити  $\pm 20 \text{ km/h}$ . Брзина изливача треба да је већа од брзине уливача ( $V_i \geq V_u$ ). Провера пројектног решења са становишта испуњења услова релативне хомогености карактеристичних брзина у кружној раскрсници спроводи се у складу с тачком 4.3.2. овог прилога.

### 4.2. Пројектни елементи кружних раскрсница

Раскрснице са кружним током, односно кружне раскрснице су други основни тип површинске раскрснице који почива на равноправном третману примарних (токови право) и секундарних (токови лево или десно) саобраћајних струја када се сви интерни и односи решавају уливачем и изливачем. У овом поглављу се дефинишу пројектни елементи попречних профиле, ситуационог и нивелационог плана кружних раскрсница на ванградским путевима у складу с утврђеним принципима.

#### 4.2.1. Елементи ситуационог плана кружне раскрснице

Елементи ситуационог плана кружне раскрснице дефинишу се у складу с утврђеним принципима који се осим на пречник уписане кружнице, ширину кружног коловоза и елементе улива или излива, односе и на елементе обликовања прикључних правца, да би се обезбедио простор за формирање острва за каналисање токова. Основни елементи ситуационог плана дати су у табели 4-01 овог прилога, док је ширина кружног коловоза ( $b_k$ ) у функцији пречника уписане кружнице ( $D$ ) утврђена у тачки 4.2.2. овог прилога.

Табела 4-01: Елементи ситуационог плана кружне раскрснице.

	једнотрачне	двотрачне	
пречник $D$ (м)	<b>28</b>	<b>40 (35)</b>	<b>44</b>
минимум	<b>35-45</b>	<b>50-55 (40-45)</b>	<b>55-60</b>
нормално	<b>50</b>	<b>60 (50)</b>	<b>70</b>
максимум			
број трака улива	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
ширина улива $b_u$ (м)	<b>3,50-4,00</b>	<b>6,50-7,00</b>	<b>6,50-7,00</b>
полупречник улива $R_u$ (м)	<b>12-16</b>	<b>14-16 (12-16)</b>	<b>14-16</b>
број трака излива	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
ширина излага $b_i$ (м)	<b>3,75-4,50</b>	<b>3,75-4,50</b>	<b>7,00-7,50</b>
полупречник излага $R_i$ (м)	<b>14-18</b>	<b>16-18 (14-18)</b>	<b>16-18</b>

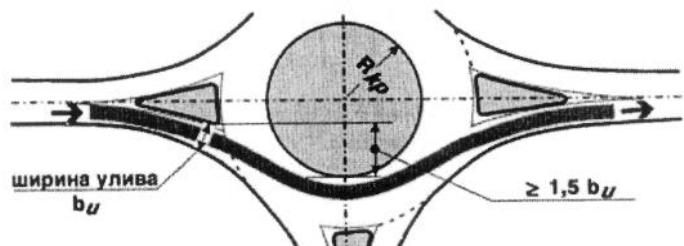
напомена: вредности у ( ) за тип 1:2:1:2 где је двотрачни улаз на једном од прикључних правца формиран проширењем двотрачног двосмерног коловоза у подручју улива

#### 4.2.2. Кружни подеоник и ширина кружног коловоза

Доминантни елементи кружних раскрсница су кружни подеоник и кружни коловоз будући да се њиховим димензионисањем дефинишу основне размере, као и нивој функције и безбедности кружне раскрснице.

##### 4.2.2.1. Основни услов димензионисања кружног подеоника

У основи концепта кружних раскрсница подразумева се да сви токови из уливних правца имају смањене брзине кретања кроз колизионо подручје. Главни елемент је кружни подеоник чије димензије (полупречник  $R_{kp}$ ) и централно симетрични положај у односу на све прикључне правце условљава прекид кретања возила право (слика 4-05 овог прилога).



Слика 4-05: Дисконтинуитет тока возила кроз кружну раскрсницу и гранични услови за полупречник кружног подеоника ( $R_{kp}$ ).

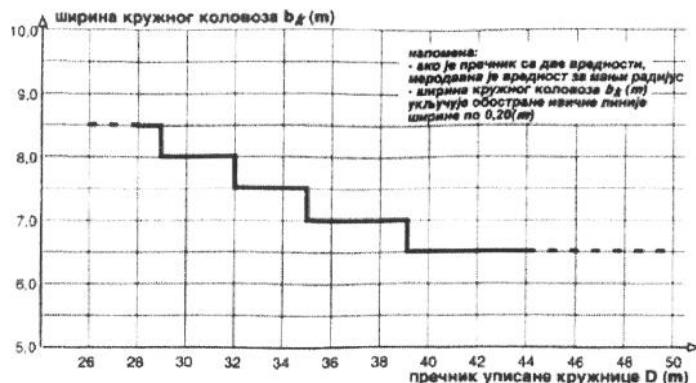
За различите ширине улива по појединачним прикључним правцима (нпр. раскрсница типа 1:2:1:2) меродавна је највећа ширина улива на прикључним правцима ( $b_u = \max b_u$ ). Одступање од централног положаја кружног подеоника могуће је само док се не испуни услови дисконтинуитета ( $R_{kp} \geq 1,5 b_u$ ) на прикључним правцима.

##### 4.2.2.2. Ширина кружног коловоза

Ширина кружног коловоза ( $b_k$ ) произлази из захтева проходности меродавног возила и услова кретања. Она се може у одређеној мери стандардизовати за типичне услове ванградске путне мреже за једнотрачне (1:1:1:1) и двотрачне кружне раскрснице (2:1:2:1 или 2:2:2:2). Примена стандардних вредности ширине кружног коловоза не искључује потребу провере проходности.

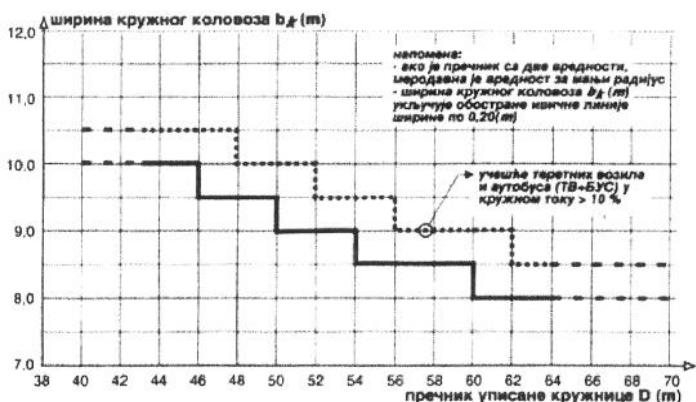
Стандардне ширине кружног коловоза ( $b_k$ ) за једнотрачне кружне раскрснице (слика 4-06 овог прилога) дефинисане су у функцији пречника уписане кружнице ( $D$ ); оне укључују и обостране ивичне линије ширине по 0,20 m.

Стандардне ширине кружног коловоза ( $b_k$ ) двотрачне кружне раскрснице (слика 4-07 овог прилога) које укључују и обостране ивичне линије ширине по 0,20 m, дефинисане су у функцији пречника уписане кружнице ( $D$ ) и комбинације меродавних возила за истовремену паралелну вожњу.



Слика 4-06: Ширине кружног коловоза једнотрачне кружне раскрснице.

За највећи број двотрачних кружних раскрсница на ванградским путевима структура саобраћајног тока је типична, па је меродавна паралелна вожња аутовоза или вучног воза (AB, BB) и путничког аутомобила (PA). Ширине кружног коловоза у паралелном кретању меродавних теретних возила (TB + TB) или аутобуса (BUC + BUC) дужине до 12,00 m обухваћене су проширењем од 0,50 m, а примењују се ако тих возила има више од 10 % најмање једном пресеку кружног тока.



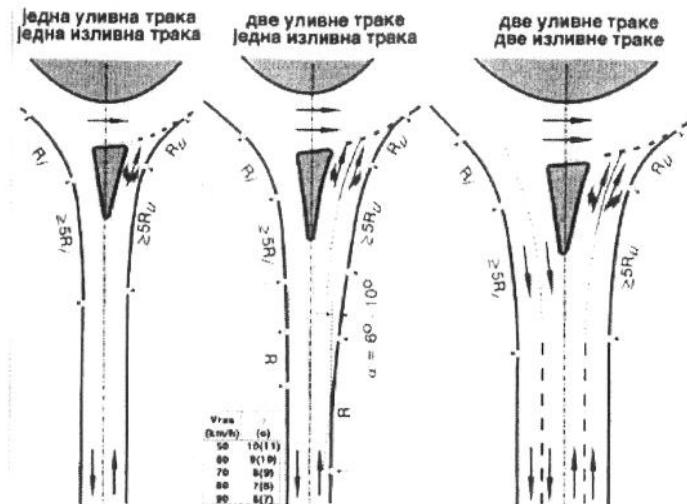
Слика 4-07: Ширине кружног коловоза двотрачне кружне раскрснице.

#### 4.2.3. Уливи и изливи

Уливи и изливи су, поред основног показатеља пречника уписане кружнице ( $D$ ), кључни елементи којима се дефинишу основни типови (тј. преко броја уливних трака типови 1:1:1:1, 2:1:2:1 и 2:2:2:2). Геометријски елементи улива и излива су основа за дефинисање трајекторија возила и карактеристичних брзина, па тако директно утичу на проточност и безбедност кружне раскрснице. Геометријски елементи приклучног правца стварају предуслове за обликовање зоне улива и излива као и обликовање острва за раздвајање токова.

##### 4.2.3.1. Конфигурације уливних и изливних трака

Како што је дефинисано у тачки 4.1.1. овог прилога, уливи у кружни коловоз се ограничавају на једну или две уливне траке. Две уливне траке се могу формирати проширењем једне возне траке приклучног правца у зони улива или су на приклучним правцима с две возне траке по смеру нормалан случај (слика 4-08 овог прилога). Конфигурација уливних трака двотрачних улива зависи од укупног саобраћајног оптерећења улива и расподеле по саобраћајним струјама (право, лево, десно) с посебним нагласком на интензитет левих скретања. За излив могућа је примена једне изливне траке, чиме се умањује могућност погрешног маневра (тј. изливање из леве траке кружног коловоза).



Слика 4-08: Типске конфигурације уливних и изливних трака кружне раскрснице (максимално усмеравање улива и излива).

#### 4.2.3.2. Геометрија приклучних праваца и усмеравање улива и излива

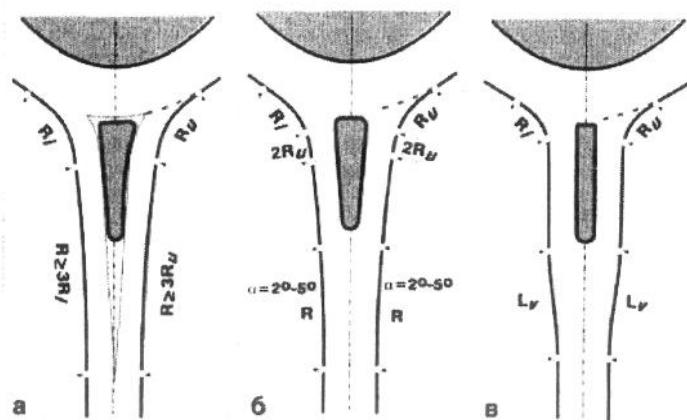
Геометријски елементи приклучних праваца директно су условљени захтевима усмеравања возила која се уливају у кружни ток или се изливају из кружног тока, тј. обликовања острва за раздвајање улива и излива.

Највеће усмеравање улива и излива (слика 4-09/a овог прилога) примењује се на једнотрачним кружним раскрсницама (тип 1:1:1:1), обавезно ако је пречник уписане кружнице  $D \geq 40$  m и/или највећа меродавна брзина  $\max V_{ras} \geq 60$  km/h.

Средње усмеравање (слика 4-09/b овог прилога) може се применити на кружним раскрсницама са  $40 > D \geq 28$  m уз највећу меродавну брзину  $60 > \max V_{ras} \geq 50$  km/h.

Минимално усмеравање (слика 4-09/c овог прилога) изузетно се примењује на раскрсницама ранг ПП / ПП и СП / ПП, пречника  $D < 30$  m. и највећу меродавну брзину  $\max V_{ras} < 50$  km/h. Дужина раздвајања супротно усмерених возних трака ( $L_v$ ) и конструкција криве (слика 4-09/c овог прилога) подлежу истим правилаима за раздвајања примарних возних трака раскрснице са пресецањем саобраћајних струја.

На двотрачним кружним раскрсницама (тип 1:2:1:2 и тип 2:2:2:2) обавезно је максимално усмеравање улива и излива. Обликовање острва за раздвајање улива и излива зависи од степена усмеравања возила и обрађено је у тачки 4.4.1. овог прилога.

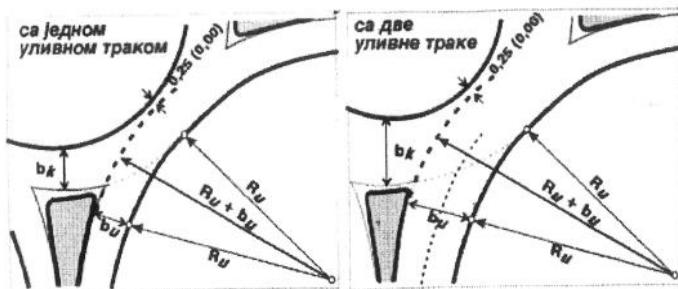


Слика 4-09 : Приклучни правци и степен усмеравања улива и излива: а – максимално, б – средње и в – минимално.

#### 4.2.3.3. Елементи улива и излива

Независно од степена усмеравања улива и излива почетни услов је да полупречник улива увећан за ширину уливне траке или

трака ( $R_u + b_u$ ) у крајњем случају може тангирати спољну ивицу кружног подеоника (слика 4-10 овог прилога).



Слика 4-10: Почетни услов обликовања улива у кружни коловоз.

Елементи улива и излива приказани су у табели 4-01 овог прилога. Изливна брзина већа од уливне брзине ( $V_i > V_u$ ) условљава да полуупречник излива буде већи од полуупречника улива, тј.  $R_i = R_u + 2,00$  m. Примена стандардних елемената не искључује обавезу провере проходности улива и излива сходно чл. 4.3.1.2. Ако су просторна ограничења оштрија и/или ако се изводи реконструкција најмање стандардне вредности полуупречника улива и излива (табела 4-01 овог прилога) могу се смањити за  $\max 2,00$  m.

#### 4.2.4. Елементи нивелационог плана кружне раскрснице

Кружне раскрснице одговарају релативно равном терену, односно малим подужним нагибима пресечних правца ( $iN \leq 2,5\%$ ), па их треба лоцирати у зони таквих нагиба терена, односно подужних нагиба прикључних путева или треба подужне нагибе путне деонице ублажити у зони кружне раскрснице. Попречни нагиб кружног коловоза треба да буде усмерен на спољну страну (тј. негативни попречни нагиб), док се витоперење кружног коловоза примењује само у изузетним условима терена и/или подужних нагиба прикључних правца.

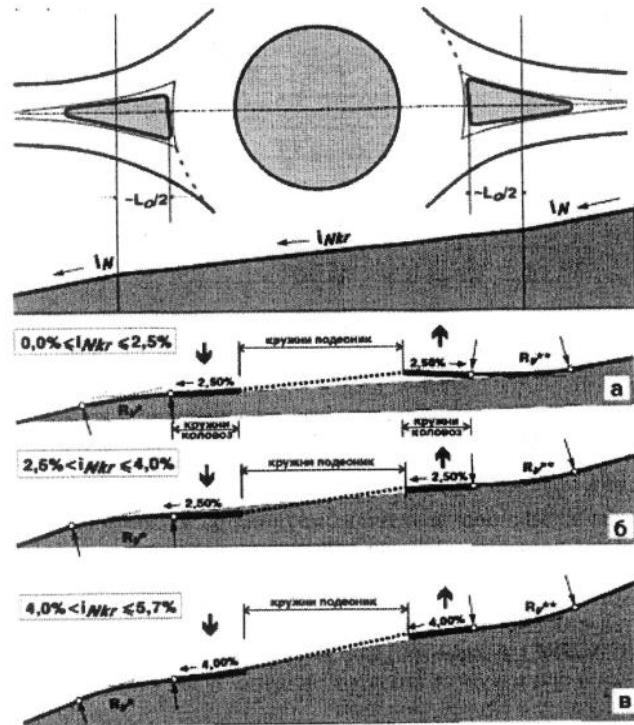
##### 4.2.4.1. Подужни нагиби у подручју кружне раскрснице

Ублажење подужних нагиба прикључних правца у зони кружне раскрснице приказано је на слици 4-11 овог прилога. Преломи нивелете испред, односно иза кружне раскрснице налазе се на приближном одстојању  $Lo/2$  (тачка 4.1.3.1 овог прилога) од спољне ивице кружног коловоза. Минималне вредности радијуса затобљења прелома нивелете сходно тачки 7.2.1. прилога 2 – Траса ванградских путева, за меродавне брзине уливања ( $V_u$ ) или изливања ( $V_i$ ) дефинисане су на основу анализе хомогености брзина (тачка 4.3.2. овог прилога). Тангента вертикалне кривине у крајњем случају треба да се заврши на ивици кружног коловоза уз острво за раздвајање излива и улива.

\* Ублажење подужних нагиба раскрснице до вредности  $iNkr \leq 2,5\%$  (слика 4-11/а овог прилога) обавезно је на свим двотрачним кружним раскрсницама и једнотрачним кружним раскрсницама с пречником уписане кружнице  $D \geq 40$  m и/или највећом меродавном брзином  $\max Vras \geq 60$  km/h.

Ублажење подужних нагиба на вредности  $2,5\% < iNkr \leq 4,0\%$  (слика 4-11/б овог прилога) може се применити у условима просторних ограничења на једнотрачним кружним раскрсницама с меродавном брзином  $Vras < 50$  km/h.

Највећи подужни нагиби у зони кружне раскрснице (слика 4-11/в овог прилога) изузетно се примењују при оштрим просторним ограничењима на раскрсницама функционалног ранга ПП / ПП и СП / ПП с меродавном брзином раскрснице  $Vras < 50$  km/h и малом вероватноћом да ће се у кружном току појавити теретна возила и аутобуси ( $TB + BUC \leq 2\%$ ).



Слика 4-11: Ублажење подужних нагиба прикључних праваца на кружној раскрсници.

#### 4.2.4.2. Попречни нагиби и витоперење кружног коловоза

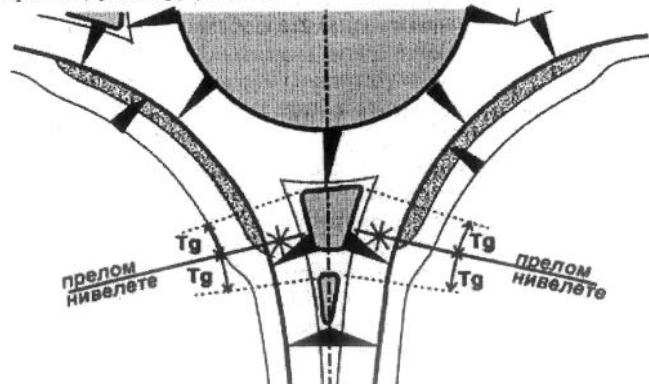
Полазни услови, односно генерална нивелација кружне раскрснице подразумева ублажење подужних нагиба као што је дефинисано претходним чланом. Нормалан попречни нагиб кружног коловоза је  $2,50\%$  и усмерен је ка спољној ивици, односно нема витоперења коловоза ради прилагођавања нагибу терена и/или нивелетама прикључних праваца.

Табела 4-02 : Попречни нагиби кружног коловоза.

Нагиб $iNkr$ (%)	$0 < i \leq 2,5$	$2,5 < i \leq 4,0$	$4,0 < i \leq 5,7$
Витоперење Кружног коловоза	не	да	да
Максимални попречни нагиб $iP$ (%)	-2,5	2,5	4,0

На кружним раскрсницама треба поштовати захтев највећег резултујућег нагиба  $\max i_{rez} = 4,0\%$ . Примењује се витоперење кружног коловоза око његове спољње ивице. Рампе витоперења кружног коловоза не смеју угрозити ефикасно одводњавање, за шта је неопходна контрола сливања воде по коловозној површини конструисањем струјница и/или конструисањем дијаграма резултујућих нагиба одводњавања дуж спољне ивице кружног коловоза.

Најповољнији нивелациони услови за кружне раскрснице постижу се прикључивањем тзв. кровастог нагиба саобраћајнице на кружни коловоз без витоперења (слика 4-12 овог прилога). Тангента вертикалне кривине прелома нивелете прикључног правца мора бити у оквиру уливног или изливног коловоза.



Слика 4-12: Најповољнији нивелациони услови прикључка на кружни коловоз.

### 4.3. Провера пројектних решења кружне раскрснице

Пројектна решења кружне раскрснице, односно примењени елементи попречног профила, ситуационог и нивелационог плана проверавају се са становишта услова проходности меродавних возила, хомогеност брзина (тачка 4.1.3.3 овог прилога) и унутрашње прегледности. Ако нису испуњени дефинисани услови, неопходна је промена и/или прилагођавање примењених пројектних елемената попречног профила и/или ситуационог плана.

#### 4.3.1. Провера проходности кружне раскрснице

За проверу проходности кружне раскрснице неопходно је дефинисати меродавна возила (тачка 3.4.2. прилога 2 – Траса ванградских путева) и граничне услове извођења маневра, односно вожње кружним коловозом и уливања и изливања. Провера се спроводи применом верификованог програмског система и/или конструкцијом трајекторија возила и/или коришћењем кривих минималне проходности.

##### 4.3.1.1. Меродавна возила за проверу проходности

Избор меродавног возила за проверу проходности кружне раскрснице, односно проверу могућности и услова кружног кретања и уливања и изливања зависи од функционалног ранга пута и/или структуре саобраћајног тока. Као меродавно возило (слика 4-13 овог прилога) усваја се највеће возило са мањим могућностима маневра за које постоји вероватноћа да ће користити предметну кружну раскрсницу (АВ, ВВ). На раскрсницама на приступним путевима могуће је применити меродавна возила са мањим захтевима.

	ДАЉИНСКИ ПУТ ДП	ВЕЗНИ ПУТ ВП	САБИРНИ ПУТ СП	ПРИСТУПНИ ПУТ ПП
ДАЉИНСКИ ПУТ ДП	АВ, ВВ	АВ, ВВ	АВ, ВВ (ТВ1)	.
ВЕЗНИ ПУТ ВП		АВ, ВВ	ТВ1 (АВ, ВВ)	ТВ1 (БУСп, ТВ2)
САБИРНИ ПУТ СП			ТВ1 (БУСп, ТВ2)	ТВ1 (БУСп, ТВ2)
ПРИСТУПНИ ПУТ ПП	БУСп, БУСлзг ТВ1, ТВ2, ТВ3			ТВ2 (БУСп, ТВ1, ТВ3)

**Напомена:**  
 - велика разлика функционалних рангова, изузетан случај  
 - карактеристике меродавних возила чл.3.4.2 ПП-7108  
 - вредности у () могу се применити ако су оштрија просторна ограничења  
 - у јавном приградском превозу меродавно возило ЈП (БУС или БУСлзг)

Слика 4-13: Меродавна возила за проверу проходности кружне раскрснице зависно од функционалног ранга пресечних праваца.

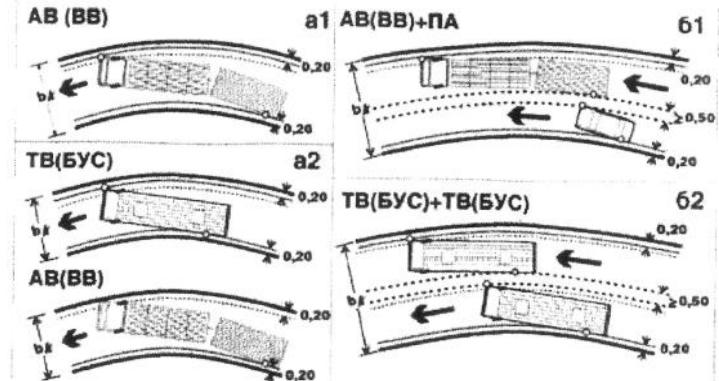
##### 4.3.1.2. Проходност кружног коловоза

Кружни коловоз је основни елемент раскрснице којим се крећу возила свих саобраћајних струја (право, лево и десно) релативно хомогеним карактеристичним брзинама (тачка 4.1.4. овог прилога). Разликују се услови проходности кружног коловоза за једнотрачне (тип 1:1:1:1) када је неопходно обезбедити пролаз једног меродавног возила и двотрачне (типови 2:1:2:1, 2:2:2:2) кружне раскрснице када се возила крећу паралелно. Гранични услови провере проходности кружног коловоза за једнотрачне (1:1:1:1) и двотрачне кружне раскрснице (2:1:2:1 и 2:2:2:2) приказани су на слици 4-14 овог прилога.

За једнотрачне кружне раскрснице нормално се обезбеђује проходност за највећа возила (слика 4-14/a1 овог прилога), при чему је меродавна критична тачка спољње контуре возила. Изузетно, ако су оштрија просторна ограничења, обезбеђује се проходност спољне контуре за ТВ (или БУС), а за већа возила (АВ, ВВ) меродавна је путања критичног точка (слика 4-14/a2 овог прилога), односно ако предњи препуст захвата простор изван спољње ивице кружног коловоза.

За двотрачне кружне раскрснице (тип 1:2:1:2 или 2:2:2:2) проверавају се услови паралелне вожње аутовоза (АВ) или вучног воза (ВВ) спољним делом, а путничког аутомобила (ПА) унутрашњим делом кружног коловоза (слика 4-14/b1 овог прилога), што омогућава прихватљиву проходност за највећи број кружних раскрсница. На раскрсницама где се очекује релативно висока концентрација возила већих димензија (теретна возила, аутобуси) у

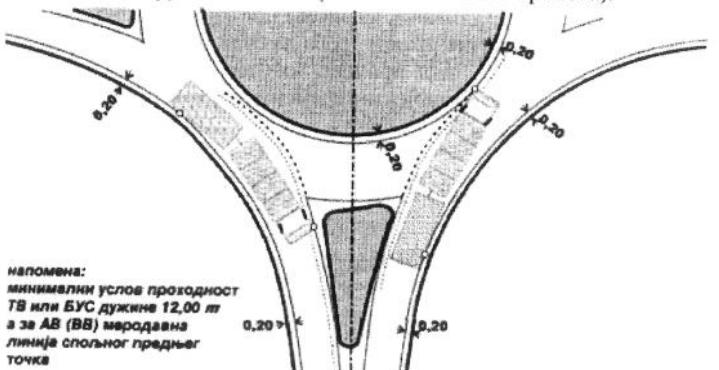
кружном току (> 10 %), будући да њихова участала истовремена појава у истом пресеку кружног коловоза утиче на ниво услуге, брзине кретања возила и ниво сигурности саобраћаја, проходност кружног коловоза се проверава за паралелно кретање ТВ (или БУС) дужине 12,00 m. (слика 4-14/b2 овог прилога).



Слика 4-14: Гранични услови проходности кружног коловоза једнотрачних (а) и двотрачних (б) кружних раскрсница и минималне ширине коловоза (bk).

##### 4.3.1.3. Проходност улива и излива

У уливу у кружни коловоз и изливу из кружног коловоза једнотрачних кружних раскрсница (1:1:1:1) гранични услов проходности је обезбеђење најмање заштитне ширине критичних тачака габарита меродавног возила (АВ, ВВ) од по 0,20 m. у односу на физичку ивицу коловоза у зони улива или излива (тј. ивица коловоза и острва за раздвајање токова), као што је приказано на слици 4-15 овог прилога. Изузетно, ако су оштрија просторна ограничења, обезбеђује се проходност спољне контуре за ТВ (или БУС), а за већа возила (АВ, ВВ) меродавна је путања критичног точка, односно ако предњи препуст захвата простор изван спољње ивице коловоза. У двотрачним уливима и изливима проходност се проверава у условима паралелне вожње као за кружни коловоз (тачка 4.3.1.3. овог прилога).



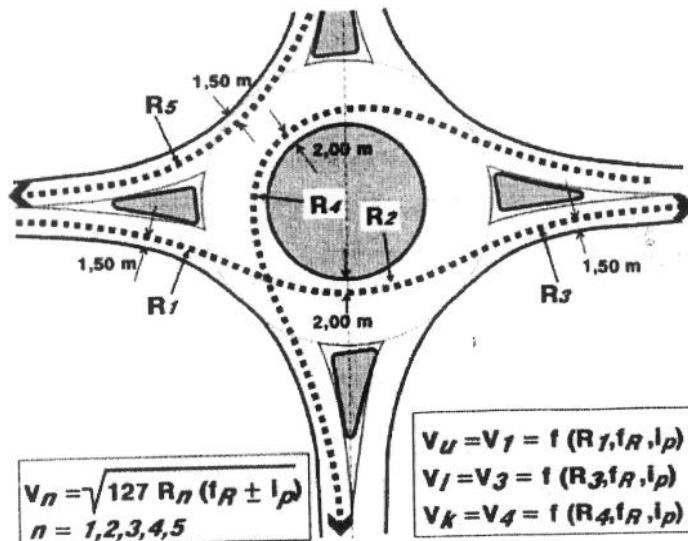
Слика 4-15: Гранични услови проходности улива и излива.

##### 4.3.2. Брзине у подручју кружне раскрснице

Полазни услов пројектовања кружних раскрсница је релативна хомогеност брзина у складу с тачком 4.1.4. овог прилога. За дефинисање карактеристичних брзина које се користе у поступку провере пројектног решења, неопходно је стандардизовати трајекторије возила зависно од врсте маневра (право, лево или десно) и примењених пројектних елемената кружне раскрснице. Детаљнија провера пројектног решења (у идејном пројекту) захтева анализу трајекторија возила и дефинисање карактеристичних брзина.

##### 4.3.2.1. Карактеристичне трајекторије возила

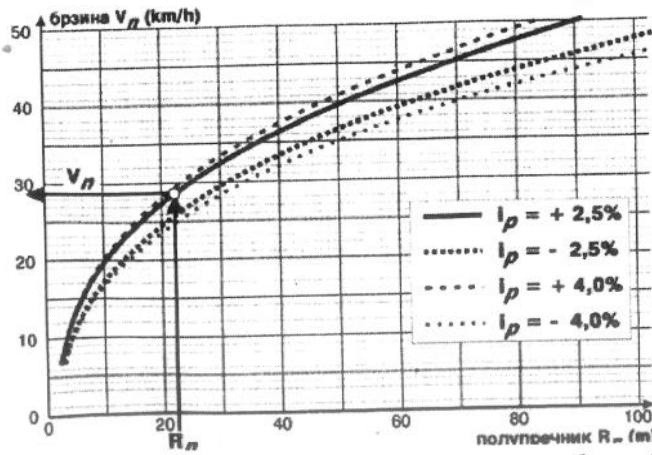
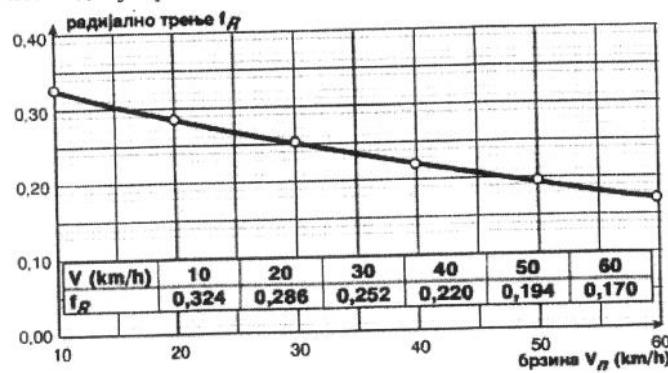
Карактеристичне трајекторије возила дефинишу се за токове право, лево и десно из свих приклучних праваца ако је најмање одстојање осовине возила од ивице коловоза као што је приказано на слици 4-16 овог прилога. Трајекторије возила се апроксимирају са пет карактеристичних полупречника ( $R_n$ ,  $n = 1-5$ ) а карактеристични полупречници су основи за дефинисање карактеристичних брзина (слика 4-16 овог прилога).



Слика 4-16: Трајекторије проласка возила кроз кружну раскрсницу и карактеристични полуупречници ( $R_n$ ).

#### 4.3.2.2. Карактеристичне брзине

Дефинисане трајекторије возила и карактеристични полуупречници чине основу за утврђивање карактеристичних брзина, односно уливне брзине ( $V_u$ ), изливне брзине ( $V_i$ ) и брзине у кругу ( $V_k$ ). Конструкцијом трајекторија возила за све уливне правце и дефинисањем карактеристичних полуупречника одређују се карактеристичне брзине кружне раскрснице као функција карактеристичног полуупречника кривине ( $R_n$ ), нормалног (радијалног) коефицијента тренења ( $f_R$ ) и попречног нагиба ( $f_p$ ) применом дијаграма на слици 4-17 овог прилога. Меродавна вредност попречног нагиба је највећи попречни нагиб у подручју карактеристичног полуупречника; то је попречни нагиб кружног коловоза. Стога су конструисане криве на приложеном дијаграму за попречне нагибе - 4,0 %, - 2,5 %, + 2,5 % и + 4,0 %. Све брзине уливљања, изливљања или кружног кретања ( $V_u, V_i, V_k$ ) за све прикључне правце треба да буду релативно хомогене у сладу с тачком 4.1.4. овог прилога. Ако тај услов није испуњен, неопходно је променити пројектне елементе кружне раскрснице.



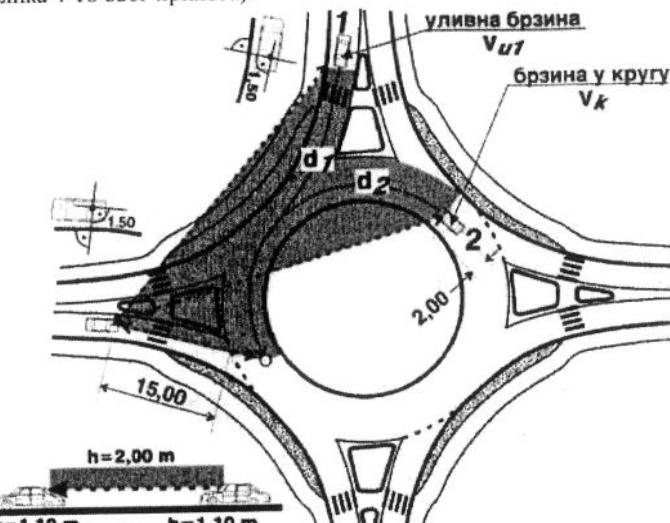
Слика 4-17: Дијаграм за дефинисање карактеристичних брзина ( $V_n$ ).

#### 4.3.3. Прегледност у кружној раскрсници

Због дисконтинуитета кретања на кружним раскрсницама спољна прегледност је посебно значајна, гранични услови према тачки 2.2.1. и 3.5.1. овог прилога. Сложеност маневара у подручју кружне раскрснице такође захтева да се обезбеди тзв. унутрашња прегледност кружне раскрснице да би се осигурало ефикасно и сигурно кретање свих корисника. На кружним раскрсницама нема светлосне сигнализације, а приоритет проласка (знак обрнути троугао) имају возила у кружном току. Доњу границу представља дужина зауставне  $P_z$  прегледности према тачки 4.1. прилога 2 – Траса ванградских путева.

##### 4.3.3.1. Прегледност за возила која се уливају

Уливање возила у кружни ток, при чему приоритет има возило у кружном току, кључни је маневар на кружним раскрсницама (слика 4-18 овог прилога).



Слика 4-18: Услови прегледности – уливање возила у кружни ток.

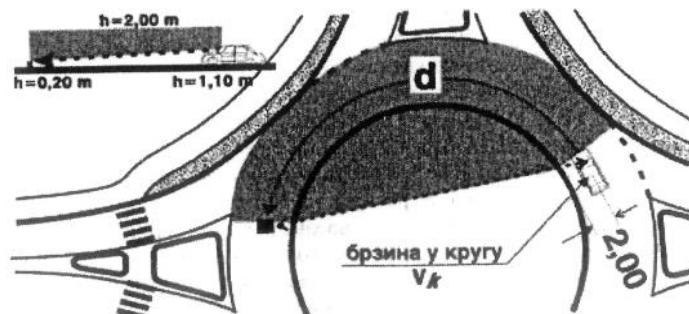
Возач возила које се улива у кружни ток мора имати обезбеђену слободну визуру прегледности (слика 4-18 овог прилога) ка:

- возилу 1 које се улива у кружни ток непосредно испред предметног улива (уливна брзина  $V_{u1}$ , дужина зауставног пута  $d_1$ );
- возилу 2 које се креће кружним коловозом (брзина у кружном току  $V_k$ , дужина зауставног пута  $d_2$ );
- тачки могуће колизије са оба возила.

Дужина пута  $d_1$ , односно  $d_2$  једнака је дужини зауставне прегледности  $P_{z1}$ , односно  $P_{z2}$  у складу с тачком 4.1. прилога 2 – Траса ванградских путева. Формиране зоне прегледности (слика 4-18 овог прилога) морају бити ослобођене свих препрека које ометају визуе возача (тачка 3.5.1. овог прилога).

##### 4.3.3.2. Прегледност у кружном току

Возила која се крећу кружним коловозом морају имати слободну визуру прегледности ка возилу испред себе, као и могућност опажања ниске препреке на кружном коловозу (слика 4-19 овог прилога).



Слика 4-19: Услови прегледности – возило у кружном току.

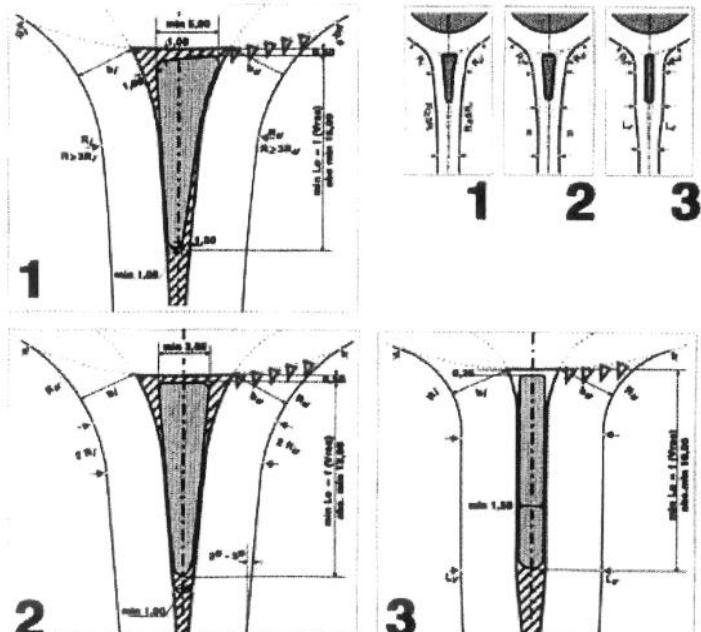
Дужина пута  $d$  једнака је дужини зауставне прегледности  $Pz$  за брзину  $Vk$  у складу с тачком 4.1. прилога 2 – Траса ванградских путева. Формирана зона прегледности (слика 4-19 овог прилога) мора бити ослобођена свих препрека које ометају визуру возача. Ако се кружна раскрсница формира у усеку, вредности берме прегледности су према тачки 4.2. прилога 2 – Траса ванградских путева, с тим што је меродавна одговарајућа карактеристична брзина уливања, изливаша или вожње кружним коловозом (у складу с тачком 4.3.2.2. овог прилога).

#### 4.4. Обликовање острва за каналисање

Каналисање кружне раскрснице подразумева, поред кружног подеоника, и острва за раздвајање супротно усмерених токова у зони улива и излива. Основни услови за те елементе приказани су у претходним поглављима, укључујући и геометрију прикључних правца.

##### 4.4.1. Обликовање острва за раздвајање улива и излива

Обликовање острва за раздвајање улива и излива у/из кружног тока условљено је степеном усмеравања возила у складу с тачком 4.2.3.2. овог прилога. Оивичења острва су као на кружном подеонику, а спољне ивице улива или излива су као и спољне ивице кружног коловоза (тачка 4.4.2. овог прилога). Површина острва се затрављује; ако је укупна површина острва мања од  $20 \text{ m}^2$  примењују се елементи за поплочавање или ситна коцка на целој површини.



Слика 4-20: Обликовање острва за раздвајање улива и излива: 1 - максимално усмеравање возила 2 - средње 3 - минимално.

##### 4.4.2. Обликовање ивица кружног коловоза

Полупречник кружног подеоника ( $R_{kp}$ ) на раскрсницама ванградске путне мреже димензионише се скадно тачки 4.2.2.1. овог прилога. Ивице кружног коловоза према кружном подеонику обликују се применом елемената другачије структуре (нпр. елементи за поплочавање, ситна коцка), уз формирање оивичења према слици 4-21 овог прилога. Уз спољну ивицу кружног коловоза треба применити додатне поплочане траке ширине  $0,25 - 0,30 \text{ m}$  у равни коловоза; ширине банкина и попречног нагиба је у складу с тачком 5.1.2. прилога 2 – Траса ванградских путева, апс. минимум  $b = 1,00 \text{ m}$ .



Слика 4-21: Обликовање ивица кружног коловоза.

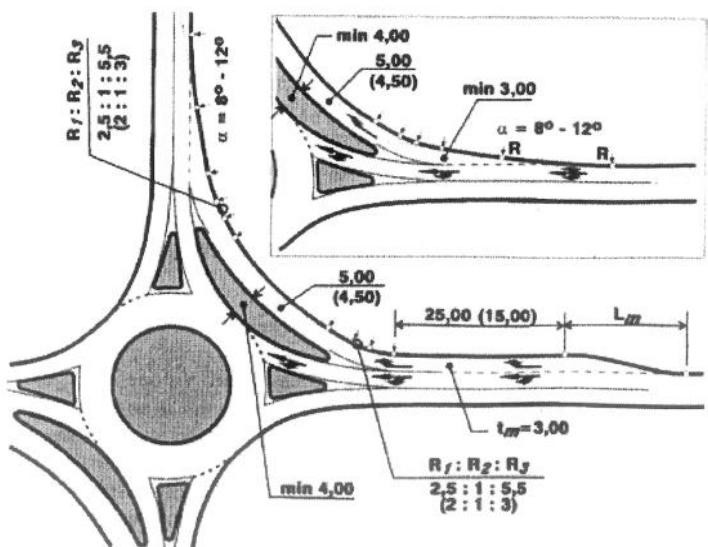
Површина кружног подеоника се затрављује. Ниско зеленило и/или визуелне доминантне у центру кружног подеоника (нпр. високо зеленило) дозвољено је само ако не улази у обвојницу линија визура прегледности возила у кружном току (тачка 4.3.3.2. овог прилога). Визуелне доминантне у центру кружног подеоника позитивно утиче на сагледљивост целе површинске раскрснице и визуелно информише возаче о дисконтинуитету кретања.

#### 4.5. Посебни елементи кружне раскрснице

Кружне раскрснице захтевају другачије елементе и опрему него раскрснице са пресецањем саобраћајних струја будући да се ради о суштински различитом концепту вођења саобраћајних токова. У специфичним програмским условима и/или просторним ограничењима јавља се и потреба за посебним елементима изван стандардних, којима се испуњавају специфични програмски услови и/или решење прилагођава специфичним просторним ограничењима локације кружне раскрснице.

##### 4.5.1. Издавојени коловоз за десна скретања

Издавојеним коловозом за десна скретања повећава се пропусна моћ кружне раскрснице, смањује оптерећење кружног коловоза и индиректно повећава сигурност саобраћаја. То решење се примењује и на прикључним правцима са по три возне траке по смеру када се крајња десна трака наставља у посебан коловоз, а уливи у кружни коловоз своде на стандардно решење са по две уливне траке. Такође, издавојен коловоз за десна скретања примењује се када суседни улив и излив заклапају оштар угао и/или су међуодстојања улива и излива различита. Стандардни елементи издавојеног коловоза за десна скретања на кружној раскрсници приказани су на слици 4-22 овог прилога. Директно издавање десних скретања, односно без додатне манипулативне траке ( $t_m$ ) могуће је ако је улив с меродавном брзином прикључка  $V_{ras} \leq 60 \text{ km/h}$ .



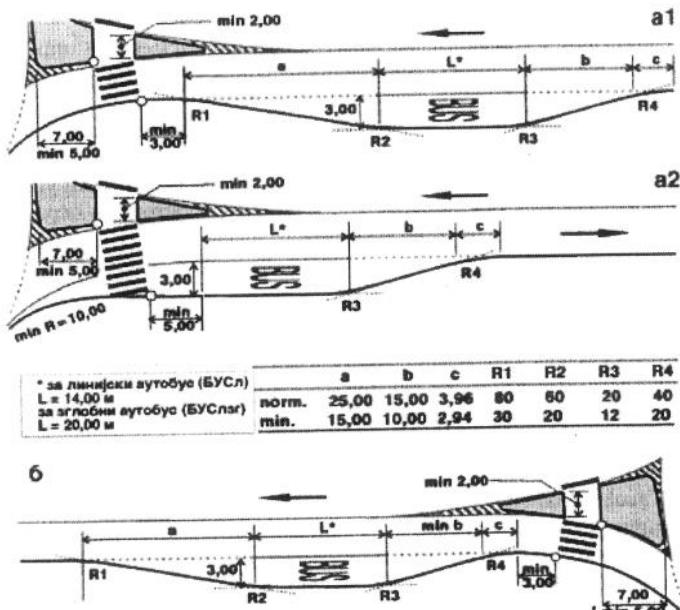
Слика 4-22: Издавојени коловоз за десна скретања на кружној раскрсници.

## 4.5.2. Јавни превоз у зони кружне раскрснице

На ванградским путевима у складу с тачком 6.1.2.2. пролога 1 – Функционална класификација путева, појављује се линијски приградски саобраћај аутобуса на сабирним путевима (СП) уз могућности појаве на везним (ВП) и приступним путевима (ПП). Њихова стајалишта обично су у зонама површинских раскрсница када је потребно и могуће обезбедити пешачке комуникације до/од стајалишта.

Стајалиште приградског линијског аутобуса на ванградским путевима лоцира се иза кружне раскрснице са елементима дефинисаним на слици 4-23/a1 овог прилога. Ако није могуће применом минималних вредности формирати стајалиште аутобуса услед просторних ограничења, изузетно се могу применити елементи дефинисани на слици 4-23/a2 овог прилога.

Аутобуско стајалиште испред кружне раскрснице је у сукобу с потребама уливања возила у кружни ток, па се примењује само ако су оштрија просторна ограничења и/или ако се изводи реконструкција и/или ако су интензивни токови путника који преседају на попречну линију, па се примењује изузетно на раскрсницама ПП / ПП или СУ / ПП, а услов је да је меродавна брзина прикључка  $V_{ras} \leq 50 \text{ km/h}$ .

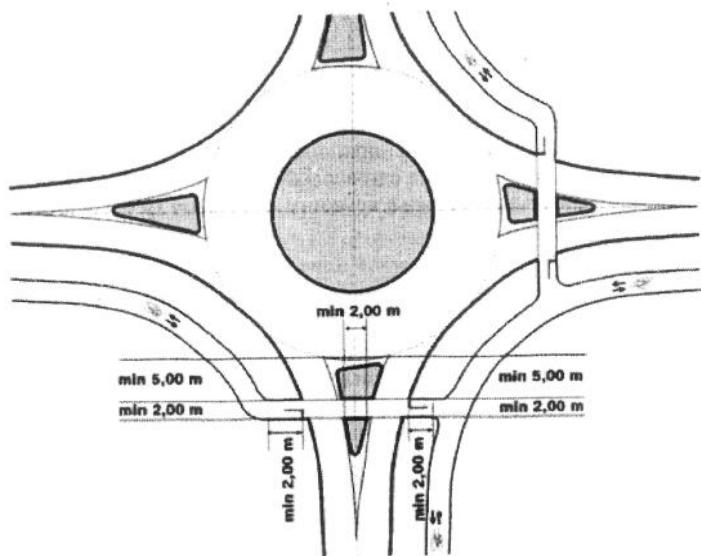


Слика 4-23: Стјалиште линијских аутобуса: а – иза и б – испред кружне раскрснице.

Пешачки прелази, у складу с тачком 4.5.3. овог прилога, минималне су ширине 2,00 м. Ако се ради о интензивнијем јавном приградском превозу ( $> 20$  аутобуса/вршном часу укупно на раскрсници) примењује се одговарајући градски тип кружне раскрснице (поглавље 5 – Техничка упутства за пројектовање површинских раскрсница у градовима). Перони се изводе целом дужином стјалишта  $L$  (слика 4-23 овог прилога), са обавезном заштитом путника од временских услова и димензијама као на површинским раскрсницама са пресецањем саобраћајних струја (тачка 3.5.9. овог прилога).

## 4.5.3. Пешаци и бициклсти у зони кружне раскрснице

Пешаци и/или бициклсти се јављају само у посебним условима ванградских путева у приградском подручју и воде се изван коловоза с једне стране ванградског пута с минималном ширином од 2,50 м (2,25 м), па се и попречни прелази преко уливно/изливних трaka кружне раскрснице такође обезбеђују једнострано (слика 4-24 овог прилога). Ако су интензивнији токови пешака и/или бициклista (више од 100 пешака и/или бициклista у вршном часу на било ком прелазу), примењује се одговарајући градски тип кружне раскрснице (поглавље 5 – Техничка упутства за пројектовање површинских раскрсница у градовима).



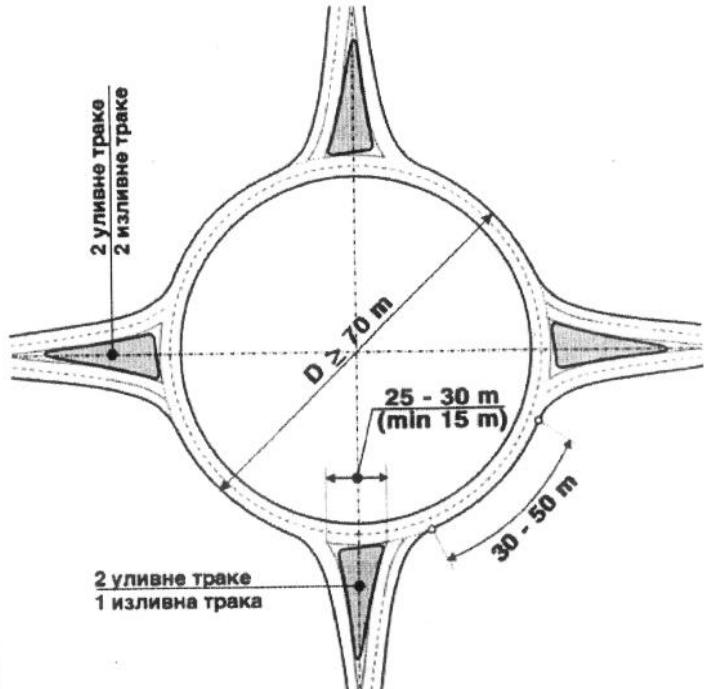
Слика 4-24: Пешачке и/или бициклстичке стазе у подручју ванградске кружне раскрснице.

## 4.6. Кружне раскрснице великог пречника

Кружне раскрснице великог пречника ( $D \geq 70 \text{ m}$ ) примењују се само на раскрсницама највиших функционалних рангова (ДП/ДП, евентуално ДП/ВП) или као саставни елемент денивелисане кружне раскрснице. Оне су увек четворокраке раскрснице. Возила у кружном току имају приоритет пролаза у односу на возила која се уливају.

## 4.6.1. Основни пројектни услови

Овај тип кружне раскрснице функционише с маневром преплиташа на деоници кружног коловоза, за шта је неопходно обезбедити доволјну чисту дужину (слика 4-25 овог прилога).



Слика 4-25: Основни пројектни услови за кружне раскрснице с преплиташем саобраћајних токова.

Број уливних трaka било ког приклучног правца се ограничава на највише две, док су две возне трake кружног коловоза или са значајним саобраћајним оптерећењем највише три возне трake. Ширина возних трaka кружног коловоза је 3,50–3,75 m; претходне ширине укључују и потребна проширења возних трaka, као и ивице линије од 0,20 m. Елементи нивелационог плана су као и на претходним типовима кружних раскрсница (тачка 4.2.4. овог

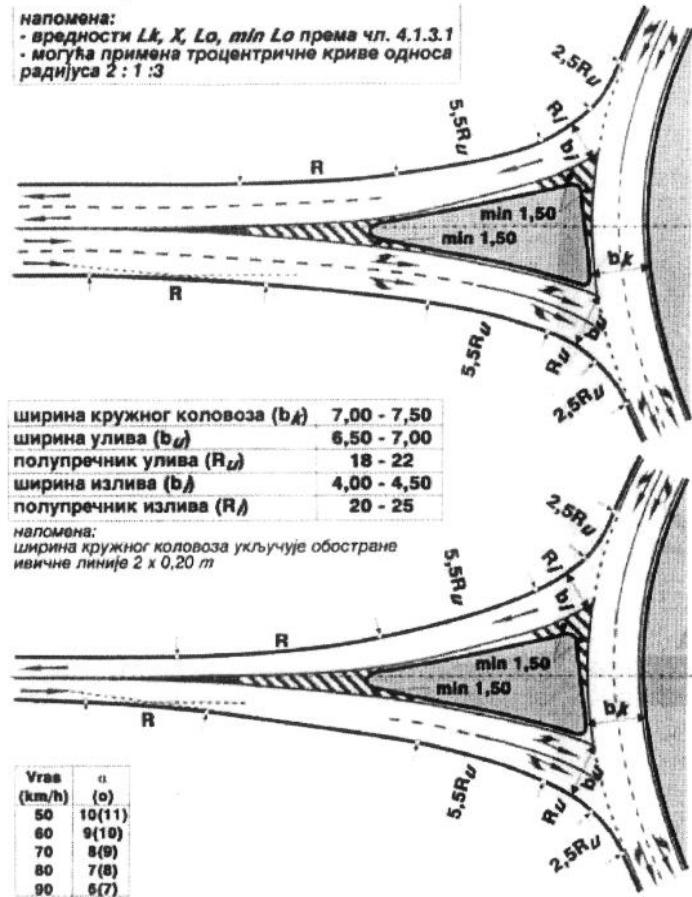
прилога). Пројектна решења се проверавају као што је утврђено у поглављу 4.3. овог прилога.

Уливи и изливи се раздвајају и максимално усмеравају уз обезбеђење довољне дужине странице острва према кружном коловозу. Примењује се само једна возна трака за излив чиме се смањује вероватноћа конфликата у изливању из кружног тока и разврставају се саобраћајне струје на кружном коловозу. Две изливне возне траке примењују се у комбинацији са три возне траке на кружном коловозу када је могуће хоризонталном сигнализацијом усмерити изливне токове на крајњу десну возну траку кружног коловоза.

#### 4.6.2. Пројектни елементи и обликовање улива и излива

Пројектни елементи и обликовање улива и излива дати су на слици 4-26 овог прилога, за приључне правце са две и једном возном траком у основном профилу, и то за типско решење са једном изливном траком.

**напомена:**  
 - вредности  $L_k$ ,  $X$ ,  $L_a$ ,  $min\ La$  према чл. 4.1.3.1  
 - могућа примена троцентричне криве односа радијуса 2 : 1 : 3



#### 5. САОБРАЋАЈНА И ПУТНА ОПРЕМА

##### 5.1. Сигнализација

Хоризонтална, вертикална и путоказна сигнализација предмет су посебних Техничких упутстава у којима се једнозначно дефинишу стандардна решења за слободне деонице ванградских путева и раскрснице на њима (површинске и денивелисане). Због тога су у овим техничким упутствима само назначени елементи сигнализације који су у директној вези с грађевинским решењем појединачних површинских раскрсница (са пресецањем саобраћајних струја или кружних).

##### 5.2. Осветљење

Површинске раскрснице на ванградској путној мрежи у принципу нису осветљене, осим ако нису у склопу денивелисаних раскрсница и/или објеката за комерцијалну експлоатацију. Ако се површинске раскрснице примењују у транзиционој зони између

ванградских и градских деоница, параметри осветљења подлежу релевантној техничкој и законској регулативи за ту област. Ако се на површинској раскрсници налазе пешаци, бициклисти и јавни превоз, обавезно се она мора осветлiti.

#### 5.3. Остала путна опрема

Путна опрема, као што су: сигурносне ограде, смерокази и сл. подлежу релевантној техничкој и законској регулативи за ту област са основним циљем унапређења безбедности и проточности путног саобраћаја. Пројекат те опреме је саставни део пројектне документације, као што су то и пројекти одводњавања, пејзажног уређења и сл.

#### ПРИЛОГ 4

##### 1. ДЕНИВЕЛИСАНЕ РАСКРСНИЦЕ ВАНГРАДСКИХ ПУТЕВА

Техничка упутства за пројектовање денивелисаних раскрсница ванградских путева су конципирана као основни документ техничке регулативе из области пројектовања ванградских путева, заснован на ставовима и вредностима дефинисаним у прилогу 2 – Траса ванградских путева. Ова техничка упутства служе за пројектовање објекта (денивелисаних раскрсница) новоградње, реконструкције и рехабилитације.

Упутства су дата у следећим поглављима:

- 1) Основе за пројектовање;
- 2) Класификација денивелисаних раскрсница;
- 3) Принципи компоновања денивелисаних раскрсница;
- 4) Геометријско обликовање и димензионисање;
- 5) Уређење подручја денивелисане раскрснице;
- 6) Саобраћајна и путна опрема;
- 7) Карактеристични примери.

Вредности пројектних елемената и предлози пројектних решења дефинисаних у овим упутствима формирани су на основу провера возно динамичких, конструктивних и саобраћајно-психолошких (естетских) критеријума уз истовремено уважавање захтева за минимумом инвестиционих улагања, максимумом безбедности и проточности саобраћаја и минимумом еколошких последица. Пошто су то сложени и у извесном смислу контрадикторни захтеви, оптимално решење је у њиховом компромису уз највећу креативност пројектанта и уважавање специфичних услова контекста при чему треба водити рачуна о правовременој и адекватној информисаности најшире јавности с обзиром на то да је пут јавно добро које се финансира из заједничких средстава.

Овим упутствима обухваћена су решења за денивелисане раскрснице изван непрекидно изграђеног градског подручја. То значи да раскрснице у прелазној зони између ванградског подручја и подручја непрекидне изграђености урбаних целина подлежу Техничким упутствима за пројектовање саобраћајница у градовима – денивелисане раскрснице, уз уважавање специфичних услова локације и саобраћајних захтева (моторни, јавни градски, бициклистички, пешачки саобраћај).

Од утврђених вредности појединачних елемената може се одступити само ако се техничким и економским анализама докаже оправданост другачијег решења и ако се гарантује захтевани ниво безбедности, проточности и заштите животне средине, као и ако је утрошак инвестиционих средстава у складу с пројектним захватом.

Овај документ се ослања на прилог 1 – Функционална класификација ванградских путева, прилог 2 – Траса ванградских путева, као и на Закон о јавним путевима.

#### 2. ОСНОВЕ ЗА ПРОЈЕКТОВАЊЕ

На денивелисаним раскрсницама се врши дистрибуција корисника на жељене правце кретања, што претпоставља одређене маневре (упорење, убрзанаје и сл.) и усклађено понашање свих учесника у саобраћају. Тај задатак се може успешно обавити плански уређеним грађевинским основама и уз поштовање основних циљева у реализацији тог грађевинског подухвата: минимум инвестиционих улагања, највећа безбедност, највећа проточност и

минимум еколошких последица. То такође подразумева и доследно поштовање и спровођење јединствене методологије пројектовања, било да се ради о денивелисаној раскрсници као самосталном објекту или као објекту у саставу одређеног путног потеза новог градње или реконструкције.

Основе за пројектовање денивелисаних раскрсница заснивају се на принципу одржања режима континуалних токова главног и споредног правца. То подразумева независно вођење главног и споредног правца у различитим грађевинским нивоима, чиме се обезбеђује просторно раздвајање конфликтних струја. Таквим решењем постижу се битни ефекти по безбедност вожње, проточност саобраћаја и умањење негативних ефеката на животну околнину.

Када је у питању безбедност вожње, саобраћајне статистичке показују да се просторним раздвајањем конфликтних саобраћајних струја могу у потпуности уклонити пресечне тачке и тиме отклонити главни узроци саобраћајних незгода. Поред повећања безбедности, други значајан чинилац у експлоатацији јесте повећање пропусне моћи, што се без сумње остварује применом денивелисаних раскрсница, које су вишеструког већег капацитета од површинских. Применом денивелисаних раскрсница постижу се и значајни ефекти у погледу смањења загађења окoline, пре свега зато што су токови континуални и следствено томе много мања емисија загађивача (бука, аерозагађење, и др.).

Поред тих неспорно позитивних ефеката, изградња денивелисаних раскрсница подразумева и ангажовање значајног простора од 20 до 50 пута већи простор него за површинске раскрснице, што захтева и одговарајућа финансијска средства. Стога се примена тих раскрсница може оправдати само на оним путним правцима, где је укупни ПГДС већи од **12.000 возила/дан**, и то ако је ПГДС споредног путног праваца већи од **3.000 возила/дан**.

## 2.1. Програмски услови

Програмски услови за пројектовање денивелисаних раскрсница на ванградским путевима обухватају функционалне захтеве пресечних (укрсних) праваца у погледу континуитета и брзине кретања возила, полазне ставове о врстама и типовима денивелисаних раскрсница, просторној организацији подручја, као и меродавне показатеље за пројектовање и контролу пројектних решења са становишта инвестиционих улагања, пропусне моћи, безбедности саобраћаја и еколошких последица.

Закон о јавним путевима, прилог 1 – Функционална класификација путева, прилог 2 – Траса ванградских путева, прилог 3 – Површинске раскрснице ванградских путева, представљају основну законску и техничку регулативу за планирање и пројектовање денивелисаних раскрсница.

У студији концепције пројекта за новопројектоване деонице или деонице које се реконструишу на постојећој мрежи формирају се програмски услови и пројектни задатак зависно од фазе израде пројектне документације. Пројектни задатак представља основни документ уговорних обавеза између инвеститора и пројектанта и, за државне путеве I и II реда, подлеже одговарајућој стручној контроли.

### 2.1.1. Функција у мрежи

На денивелисаним раскрсницама обавља се доминантна дистрибуција токова на путној мрежи у складу са ставовима изнетим у тачки 2.1. овог прилога. Стога се оправдање за примену денивелисаних раскрсница налази на даљинским и везним путевима одговарајућег саобраћајног оптерећења. Пошто се на аутопуту захтева потпуни континуитет саобраћајних токова, то значи да је обавезна примена денивелисаних раскрсница на тој категорији путева. На осталим путевима (вишетрачни путеви (ВП) / двотрачни путеви (П)) денивелисана раскрсница оправдана је само када су испуњени услови у погледу саобраћајног оптерећења дефинисаних у тачки 2.1. овог прилога.

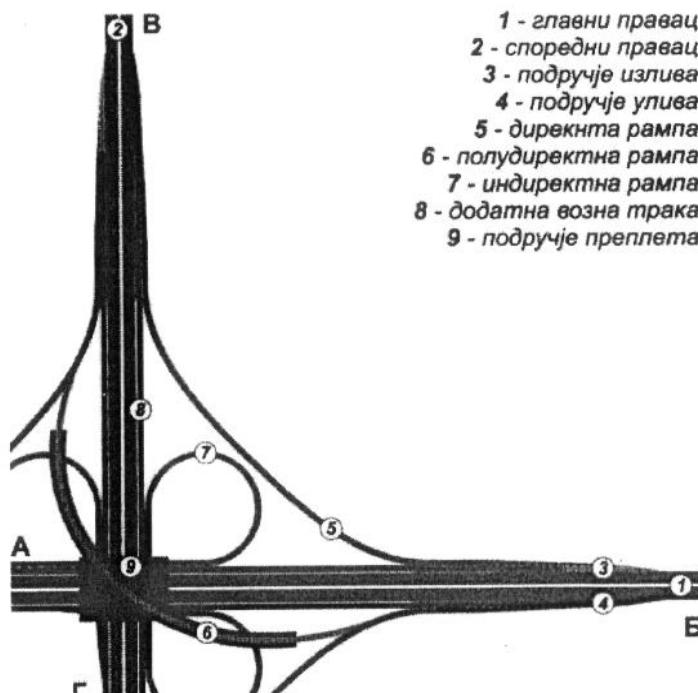
Као изузетак од наведеног, а када се врши денивелација укрштаја главног и споредног правца (природне условљености), могућ је специфичан тип површинске раскрснице (тзв. тип ЗБ), који је двострука комбинација приклучка типа ЗА за решење укрштаја наведеног висинског раздвајања укрсних правца. У том случају

денивелишу се проточне струје главног и споредног правца, а све друге струје подлежу законитостима пројектовања површинских раскрсница.

Детаљна функционална класификација денивелисаних раскрсница приказана је у тачки 3.1. овог прилога.

### 2.1.2. Просторна организација денивелисаних раскрсница

Денивелисана раскрсница обухвата (слика 2-01 овог прилога) поред главног и споредног правца и приклучне рампе и различите додатне возне траке, као и одговарајуће путне објекте (мостове) у ширем подручју раскрснице. У том подручју постоје различити утицаји: од топографских и морфолошких до специфичне намене простора који мора утицати и на само решење. Стога свака денивелисана раскрсница има своје специфичности које произлазе из програмских услова и просторних ограничења, уз неопходност унификације у најширем смислу да би се на путној мрежи, што је више могуће, обезбедила максимална проточност и безбедност саобраћаја уз минимизацију еколошких последица.



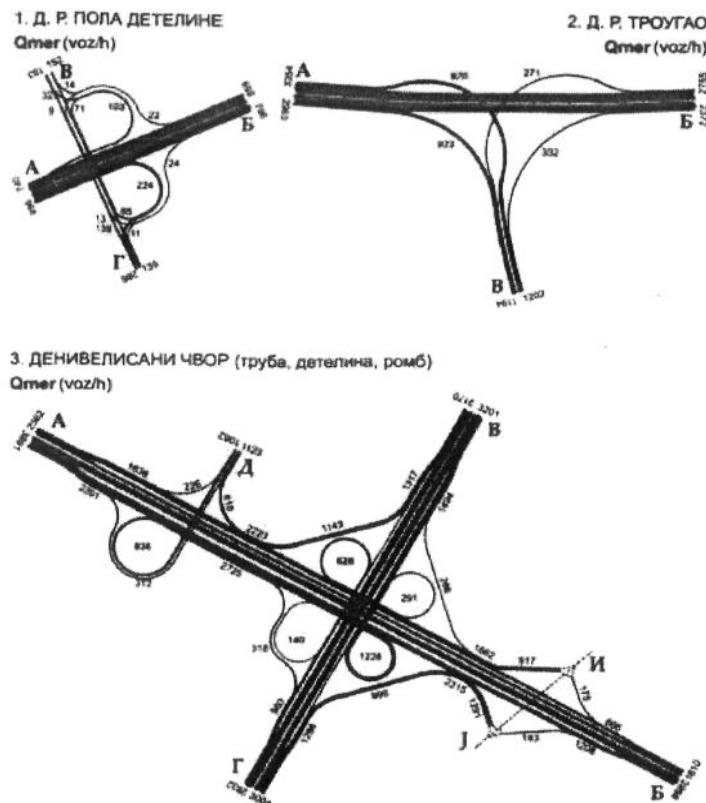
Слика 2-01: Основни елементи денивелисане раскрснице.

Полазни услов за оптималну просторну организацију денивелисане раскрснице је формирање синтезне карте (плана) ограничења. Основ за израду тог документа, у почетним фазама пројектовања, везан је за квалитет информација о ограничењима: природним (топографија, геотехника, клима, хидрологија, хидрографија, зоне и услови заштите) и створеним (намена површина и коришћење земљишта, саобраћајна и инфраструктурна основа, просторни планови). На основу дефинисане синтезне карте ограничења, могућа су варијантна решења денивелисане раскрснице зависно од система експлоатације укрсних (приклучних) праваца, дистрибуције саобраћајних токова и функционалног нивоа саме раскрснице.

Оптимално функционално решење бира се применом економских метода вредновања или применом метода вишекритеријумског вредновања.

### 2.1.3. Саобраћајно оптерећење

За пројектовање денивелисаних раскрсница меродавна саобраћајна оптерећења у складу су са дефинисаним у прилогу 1 – Функционална класификација ванградских путева, на нивоу протока меродавног часа, утврђена верификованим методама за анализу и прогнозу саобраћајног оптерећења.



Слика 2-02: Саобраћајна слика токова на денивелисаној раскрсници.

Меродавна саобраћајна оптерећења за пројектовање денивелисаних раскрсница рашчлањују се по саобраћајним струјама (слика 2-02 овог прилога) с детаљном структуром по врстама возила. Меродавни параметар за пројектовање денивелисаних раскрсница дефинише се у складу с програмским условима и захтевним нивоом услуге денивелисане раскрснице (НУДР), који мора бити обезбеђен на истом нивоу (изузетно за 1 ниво нижи ако је реконструкција) као и за деонице између раскрсница.

#### 2.1.4. Меродавне брзине у пројектовању

У пројектовању денивелисаних раскрсница полазне меродавне брзине су рачунске брзине деоница ( $V_{ri}$ ) које се сустичу у чвору, а на основу је димензионисани величина гранични елемента плана и профила укрсних (прикључних) правца. Примењени елементи пројектне геометрије укрсних (прикључних) правца димензионишу се и проверавају на основу резултујућих вредности пројектних брзина ( $V_{p_{GP}}$ , односно  $V_{p_{SP}}$ ).

За денивелисане раскрснице дефинишу се додатне меродавне брзине за појединачне елементе зависно од типа раскрснице (тачка 5.3. овог прилога) и концепције вођења секундарних токова. Разликују се следећи случајеви:

1) За изливе и уливе на потезу с континуалним протоком меродавна је пројектна брзина ( $V_p = 0,8V_{p_{GP}}$ ) у подручју изливања или уливања (тј. потез с континуалним протоком). Ако је на целом потезу предвиђено ограничење брзине, пројектна брзина је једнака највећој дозвољеној брзини ( $V_p = \max V_d$ ).

2) За спојне рампе меродавна је пројектна брзина рампе ( $V_{p,R}$ ), која зависи од функционалног нивоа денивелисане раскрснице (тачка 3.1. овог прилога), односно типа рампе. Детаљнији приказ примене и граничне вредности дати су у погл. 5 ових упутстава.

3) За површинске раскрснице у саставу денивелисане раскрснице меродавне брзине у складу с тачки 2.1.4. прилога 3 – Површинске раскрснице ванградских путева.

#### 2.1.5. Меродавна возила

Денивелисане раскрснице морају обезбедити пролаз свим врстама меродавних возила, која се као меродавна дефинишу за пројектовање појединачних путних потеза (деоница) у складу с прилогом 1 – Функционална класификација ванградских путева и прилогом

2 – Траса ванградских путева. Према наведеној техничкој регулативи, дефинисана су одговарајућа меродавна возила за конкретну категорију пута (даљински, везни, сабирни) за која се морају обезбедити услови проходности.

Дефинисање меродавног возила за пројектовање и обликовање елемената денивелисаних раскрсница и евентуално површинских раскрсница на споредном правцу, зависи од функционалног типа пута и од учесталости возила у меродавном часу за димензионисање.

#### 2.2. Критеријуми за пројектовање

Пројектовање денивелисаних раскрсница обухвата низ веома комплексних метода, поступака и процедуре у циљу формирања оптималног решења за природна и створена ограничења уз минимум инвестиционих улагања (грађење и одржавање), максимум проточности и безбедности саобраћаја и минимум еколошких последица. Дефинисане критеријуме, појединачно и скупно, треба у процесу пројектовања и обликовања доследно поштовати, и кад год је то могуће, изразити појединачним показатељима који могу послужити као релевантни параметри за вредновање варијантних решења. Одступање од наведених критеријума мора бити темељно обrazложено техничким, економским и обликовним анализама уважавајући ниво пројекта и значај укрсних (прикључних) правца.

##### 2.2.1. Услови локације

Пројектовање денивелисаних раскрсница почиње на основу дефинисаних програмских услова и пројектног задатка за пројекте новоградње или реконструкције, било да је раскрсница (раскрснице) саставни део деонице пута и/или путног потеза, или изолован пројекат раскрснице као посебан објекат. Избор макро и микролокације као и утврђивање просторних односа укрсних (прикључних) правца мора бити у складу с меродавним саобраћајним оптерећењем и њиховом значају у путној мрежи, што је полазна активност у пројектовању површинских раскрсница.

Денивелисана раскрсница мора да буде сагледљива с главног правца (спољашња прегледност) најмање с даљине слободне прегледности  $P_{s_{GP}} = 6V_{p_{GP}}$ . Тај услов искључује деонице главног правца с недовољном прегледношћу и граничним вредностима трасирања (тачка 4.1. овог прилога).

За услове прегледности са споредног правца за функционални ниво „А“ и „В“ ставови у погледу прегледности су, као и на главном правцу, али у функцији меродавне брзине споредног правца  $P_{s_{SP}} = 6V_{p_{SP}}$ . За функционални ниво „С“ денивелисаних раскрсница, који подразумева површинске раскрснице на споредном правцу, важе услови дефинисани у прилогу 3 – Површинске раскрснице ванградских путева.

Због проточности и безбедности денивелисаних раскрсница, број прикључних правца се ограничава на три (прикључак), односно на четири (укрштај). У стандардним условима формирања мреже ванградских путева и уз поштовање начела хијерархијског устројства мреже, (прилог 1 – Функционална класификација ванградских путева) напред наведени ставови о ограничавању броја прикључних (укрсних) правца се подразумевају. Кад год се не примени наведени принцип, последица је повећање броја укрсних (прикључних) правца, па је неопходно декомпоновати такав чвор и формирати две или више денивелисаних раскрсница.

Организација простора и правила регулативе денивелисаних раскрсница треба да буду остварена једноставним, логичним и по могућности униформним средствима која су прегледна и јасна за све кориснике да би се остварили максимални ефекти везани за проточност и безбедност саобраћаја.

У погледу еколошких захтева, решење се првенствено постиже адекватним планерским и пројектним решењима која су у складу са условима и ограничењима, али и применом неопходних техничких мера заштите када су вредности загађења веће од законом прописаних.

##### 2.2.2. Одстојање раскрсница – контрола приступа

Денивелисане раскрснице треба лоцирати тако да задовоље функционалне захтеве одвијања саобраћаја на нивоу раскрснице, али и уз уважавање захтева проточности и безбедности саобраћаја укрсних (прикључних) правца на макро нивоу. Између две суседне

раскрнице треба обезбедити деонице за континуитет саобраћајног тока и самим тим успоставити и логичну везу функционалних захтева саобраћаја и организације простора (намена површина) у утицајној зони пута. То значи да регулациони план пута треба да обухвати простор знатно шири од појаса експропријације, и да укључи и све урбанистичке и грађевинске активности у непосредној зони појаса контролисане изградње да би се обезбедила одговарајућа контрола приступа на основној путној мрежи државних путева I, односно II реда.

Поштовање хијерархијског принципа уређења путне мреже, (прилог I – Функционална класификација ванградских путева) један је од најважнијих чинилаца којим се обезбеђује захтевани ниво услуге и унапређује безбедност саобраћаја.

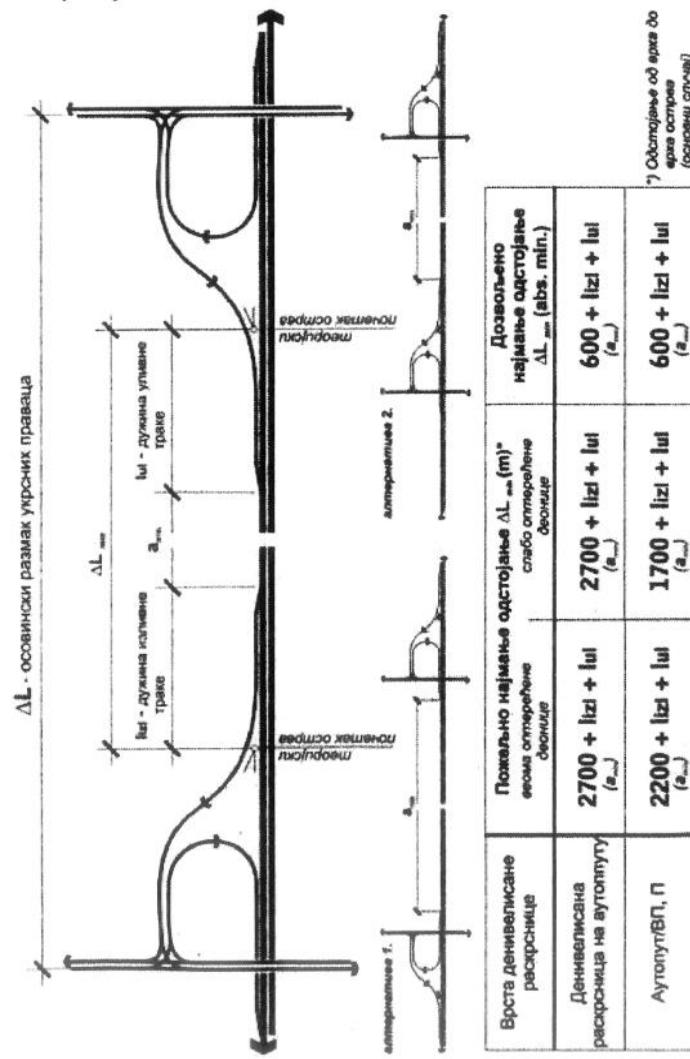
Минимално одстојање између денивелисаних раскрнице зависи пре свега од усаглашености намене површина и организације путне мреже (оптимална приступачност), односно за путеве са слободном експлоатацијом за денивелисане раскрнице **функционалног нивоа „A“ или „B“** износи **8 km**, док за раскрнице **функционалног нивоа „C“** износи **5 km**, тачка 3.1. овог прилога.

На аутопутевима с комерцијалном експлоатацијом најмање одстојање између денивелисаних раскрнице износи **10 km**. Апсолутно минимално одстојање између денивелисаних раскрнице може се применити само изузетно и уз посебно образложение, препоруке су дате на слици 2-03 овог прилога.

### 2.2.3. Безбедност

Да би денивелисана раскрница испунила захтеве безбедности, она мора бити:

- 1) благовремено уочена;
- 2) сагледљива и схватљива;
- 3) прегледна;
- 4) прикладна за вожњу, односно проходна за меродавна возила у току.



Слика 2-03: Минимално одстојање денивелисаних раскрнице на ванградској путној мрежи.

Наведени принципи се морају проверавати од нивоа утврђивања макро локације раскрнице до анализе проходности појединачних возила за дефинисану геометрију елемената раскрнице.

Било да се ради о пројектовању нових раскрнице или о реконструкцији, мора се стално проверавати **безбедност раскрнице** у свим фазама израде пројектне документације, као и приликом техничког прегледа и утврђивања нултог стања, што је основа за добијање употребне дозволе пута.

Кључни елементи који утичу на пројектна решења јесу спољна и унутрашња прегледност денивелисане раскрнице, брзина кретања возила кроз раскрницу, ефикасно отицање и прихватање површинских вода с коловоза и ефикасно одвођење прибрежних и подземних вода.

### 2.2.4. Ниво услуге и пропусна моћ

Заденивелисане раскрнице ванградске путне мреже обавезно се проверава ниво услуге и пропусне моћи. Провера подразумева дефинисање потребних показатеља за све кориснике по поступку и критеријумима који ће бити дефинисани посебним пратећим техничким упутствима заснованим на иностраним и домаћим сазнањима и експерименталним истраживањима. Док не буду израђена та упутства провере, саобраћајно димензионирање треба вршити неким од верификованих поступака анализа које се примењују у европским и/или ваневропским земљама уз критички осврт на сличности и разлике који проистичу из услова одвијања саобраћаја.

Посебно је значајно то да се иницијално функционално решење денивелисане раскрнице (тј. основна геометрија елемената ситуационог плана, подужних и попречних профила) провери са становишта пропусне моћи и изврше одговарајуће исправке да би се на оптималан начин ускладили захтеви саобраћаја са обимом инвестиционих улагања.

Зависно од фазе израде пројектне документације, те провере варирају од грубих процена укупних могућности денивелисане раскрнице до димензионирања појединачних елемената (нпр. потребне дужине преплитања, броја трака излива и улива и сл.).

### 2.2.5. Еколошка последице

Пројектовање денивелисане раскрнице (појединачно и/или у склопу трасе пута) подлеже свим проверама и анализама као и слободне деонице пута у складу са усвојеном методологијом пројектовања ванградских путева, као и важећој законској и техничкој регулативи из области заштите животне средине.

Пошто се на денивелисаним раскрницима обављају сложени маневри вожње (упорење, убрзаште и сл.), неопходно је прорачунати загађења, по различитим критеријумима, за реалне услове вожње користећи технику резултујућег профила пројектне брзине за сваки појединачни елемент раскрнице (изливи, рампе, уливи, деонице преплитања и сл.).

### 2.2.6. Инвестициона улагања

Како и код других грађевинских пројеката, тако и код пројекта денивелисаних раскрници тежња да се за минимум инвестиционих улагања добије што је могуће виши квалитет пројекта и пројектних решења, укључујући трошкове грађења и трошкове одржавања.

Денивелисане раскрнице су најсложенији објекти на путној мрежи и да заузимају значајан простор (од 2 до 10 и више хектара), па је од посебног интереса да се у процесу вредновања варијантних решења том проблему посвети посебна пажња.

За пројектовање денивелисаних раскрници важе исти услови у погледу прецизности исказивања трошкова (предрачун) зависно од фазе израде пројектне документације као и за слободне деонице ванградских путева према прилогу 2 – Траса ванградских путева.

### 2.3. Услови примене

Избор типа денивелисане раскрнице зависи од функционалног ранга приклучних правца, услова тока на главном правцу, оптерећења приклучних правца, пропусне моћи, задржавања на раскрници, безбедности вожње и заузимања простора.

### 2.3.1. Просторна ограничења

Просторна ограничења за пројектовање денивелисаних раскрнице могу бити двојака: природна и створена. Ако се разматрају природна ограничења, превасходно се морају анализирати топографска, геотехничка, хидролошка, хидрографска и климатска ограничења, као и ограничења проистекла из услова и зона заштите животне средине. Створена ограничења обухватају намену површина и коришћење земљишта, саобраћајну и инфраструктурну основу и просторне планове којима се уређује будући развој ширег окружења за плански период од 20 година.

Основни документ који треба формирати у почетним фазама израде пројектне документације за пројектовање денивелисане раскрнице јесте Синтезна карта (план) ограничења, у којој се једнозначно дефинишу подручја повољна за будућу изградњу, условно повољна или пак неповољна за даљу грађевинску активност. На основу тог документа предузимају се даље пројектантске активности у погледу задовољења функционалних, конструктивних и обликовних захтева за пројекат денивелисане раскрнице.

**Јединство функције, конструкције и форме (обликовања)** основни је поступат у пројектовању денивелисаних раскрници, као и у пројектовању свих грађевинских објеката.

Плански период за који се пројектује објекат (новоградња, реконструкција) дефинисан је у прилогу 1 – Функционална класификација ванградских путева и прилогу 2 – Траса ванградских путева.

### 2.3.2. Критеријуми за избор денивелисане раскрнице

У почетним фазама концепцијских анализа решења треба установити који је предлог оптималан за одређену категорију денивелисане раскрнице водећи рачуна о функционалним захтевима и могућностима локације (минимум инвестиционих улагања, највећа безбедност раскрнице, највећа проточност уз минимум трошкова корисника и минимум еколошких последица).

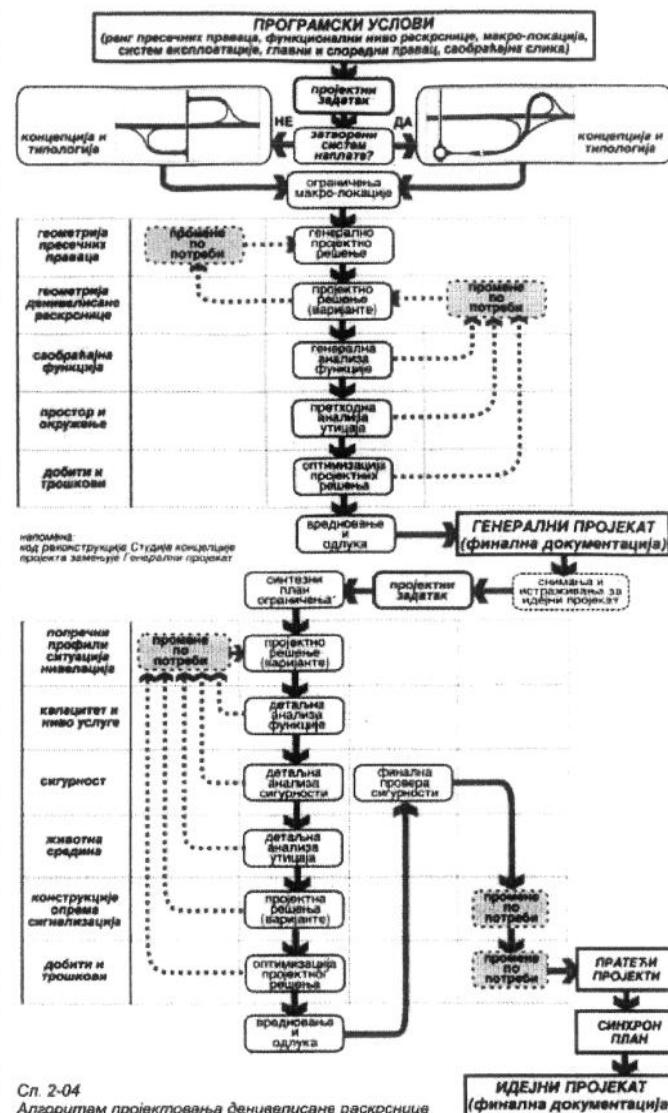
Поред општих параметара за избор оптималне варијанте на ведене критеријуме треба изразити у нову и/или на основу нумеричких показатеља да би одлука о одређеној категорији раскрнице била што поузданјија. Из тог разлога неопходно је да се на нову сваке пројектантске фазе (генерални, идејни и главни пројекат) на одговарајући начин вреднују варијантна решења и аргументовано утврди оптимално решење.

### 2.3.3. Алгоритам пројектовања денивелисаних раскрници

Процес пројектовања денивелисаних раскрници на ванградској путној мрежи заснива се на прецизно утврђеној хијерархији процеса: од генералног, преко идејног и главног пројекта до архивског пројекта, по истој логици као и за слободне леонице трасе. У Методологији пројектовања путева, дефинисане су основне активности процеса, док је на слици 2-04 овог прилога приказана алгоритамска структура за генерални и идејни пројекат, при чему се суштински проблеми пројектовања денивелисаних раскрници решавају управо на нивоу концепције и функције којима је посвећен тај алгоритам.

Битна одлука која се у почетним фазама пројектовања мора донети односи се на систем експлоатације, оптимално одстојање денивелисаних раскрници на мрежи и функционални ниво.

Минимална одстојања денивелисаних раскрници дефинисана су у тачки 2.2.2. овог прилога и важе и за пратеће садржаје, било да су то функционални пратећи садржаји, или садржаји за потребе корисника, а у складу са ставовима изнетим у прилогу 1 – Функционална класификација ванградских путева.



## 3. КЛАСИФИКАЦИЈА ДЕНИВЕЛИСАНИХ РАСКРНИЦА

Пројектна решења денивелисаних раскрници зависе од њиве улоге у путној мрежи и система експлоатације (слободно или комерцијално). Због тога су утврђене полазне претпоставке за дефинисање функционалних нивоа денивелисаних раскрници и специфични захтеви за одговарајућа пројектна решења.

### 3.1. Функционална класификација

Денивелисане раскрнице на путној мрежи могу се разврати у оквиру четири функционална нивоа „A”, „B”, „C”, „D”, зависно од категорије (функционалне класи-фикације) украсних праваца и меродавног саобраћајног оптерећења (слика 3-01 овог прилога).



Слика 3-01: Функционални нивои денивелисаних раскрсница.

Функционални ниво „А” везује се за укрштаје (прикључке) даљинских аутопутева приближно једнаких експлоатационих карактеристика. Тада функционални ниво обезбеђује потпуну контролу приступа на главном и споредном правцу и захтева пун програм денивелације и просторног каналисања са комфорним геометријским елементима који омогућавају да се интерне везе остваре с брзинама  $V_{p,R} \sim 0,5 V_{p,GP}$ .

Везне рампе за тај функционални ниво припадају категорији „рампи 1. реда“ (тачка 5.3. овог прилога).

Функционални ниво „В” везује се за укрштаје (прикључке) даљинских аутопутева и даљинских путева (вишетрачни, двотрачни) које карактерише сличан саобраћајни режим, а различито саобраћајно оптерећење. Тада функционални ниво обезбеђује потпуну контролу приступа на главном и споредном правцу и садржи пун програм просторног разdvajaња. Везни елементи денивелисане раскрснице (рампе) изводе се скромнијим геометријским елементима у режимима брзина  $V_{p,R} \sim 0,4 V_{p,GP}$ .

Везне рампе за тај функционални ниво припадају категорији „рампи 1. реда“ (тачка 5.3. овог прилога).

Функционални ниво „С“ везује се за укрштаје (прикључке) даљинских аутопутева и везних путева, односно даљинских путева (вишетрачни, двотрачни) које карактерише различит саобраћајни режим и знатне разлике у саобраћајном оптерећењу. Решење ових денивелисаних раскрсница је комбиновано. Денивелацијом се обезбеђује потпуна контрола приступа, континуална проточност и планирани ниво услуге главног правца (ГП), док се споредни правац (СП) оптерећује површинским раскрсницама, у складу с прилогом 3 – Површинске раскрснице ванградских путева) помоћу којих се решава до једне половине прикључних веза. Зависно од режима саобраћаја на споредном правцу, те раскрснице могу бити изведене као површинске раскрснице са пресецањем саобраћајних струја или као кружне раскрснице.

Везне рампе за тај функционални ниво припадају категорији „рампи 2. реда“ (тачка 5.3. овог прилога).

Функционални ниво „Д“ подразумева само просторно разdvajaње укрсних праваца, а не и изградњу прикључних веза. То решење је карактеристично за однос даљинских аутопутева са сабирним и приступним путевима, односно локалном путном мрежом. Споредни и главни правац се повезују индиректно кроз путну мрежу.

Локална мрежа се укршта (без контакта) са аутопутем натпутњацима или потпутњацима зависно од топографских услова, а у циљу омогућавања веза које су прекинуте изградњом аутопута на сваких 1–3 km.

Функционални нивои раскрсница дефинишу се у изради генералног пројекта, када се у варијантним решењима анализирају и њихове могуће варијације, а у циљу обезбеђења захтеване проточности, безбедности, еколошких последица и укупних инвестиционих улагања.

### 3.2. Експлоатациона класификација

Експлоатациона класификација денивелисаних раскрсница утврђује се у генералном пројекту и поред дефинисаног оптималног коридора представља један од кључних резултата рада на том документу.

Зависно од дефинисаног система експлоатације главног и споредног правила разликују се два основна типа:

- 1) денивелисане раскрснице за комерцијалну експлоатацију;
- 2) денивелисане раскрснице за слободну експлоатацију

Денивелисане раскрснице за комерцијалну експлоатацију везују се за затворени и/или комбиновани систем наплате путарине класичног типа. Основни услов за изградњу тих раскрсница јесте да се на једном наплатном месту обухвате сви учесници у саобраћају, тј. они који се искључују или укључују на главни (комерцијални) правац. Функционалне шеме тих раскрсница приказане су у тачки 4.4. овог прилога.

Денивелисане раскрснице за слободну експлоатацију примењују се на оним деловима путне мреже где се не наплаћује путарина, или у тзв. отвореном систему наплате путарине, где се путарина наплаћује само за транзитни саобраћај. Функционалне шеме тих раскрсница приказане су у тачки 4.4. овог прилога.

### 4. ПРИНЦИПИ КОМПОНОВАЊА ДЕНИВЕЛИСАНИХ РАСКРСНИЦА

Свака денивелисана раскрсница садржи три основне групе функционалних елемената из којих се компонује просторно решење:

- 1) укрсни правци [главни правац (ГП) – споредни правац (СП);
- 2) изливи и уливи;
- 3) спојне рампе.

У комбинованим решењима (функционални ниво „С“) додатни елеменат су и секундарне површинске раскрснице, а на комерцијалним аутопутевима и наплатна платформа.

Концепт денивелисане раскрснице, односно њено функционално решење настаје кроз процес просторног усклађивања најважнијих елемената при чему се поштују ограничења и захтева у погледу максималне безбедности саобраћаја, максималне проточности саобраћаја, минимума еколошких последица и минимума инвестиционих улагања (изградња и одржавање).

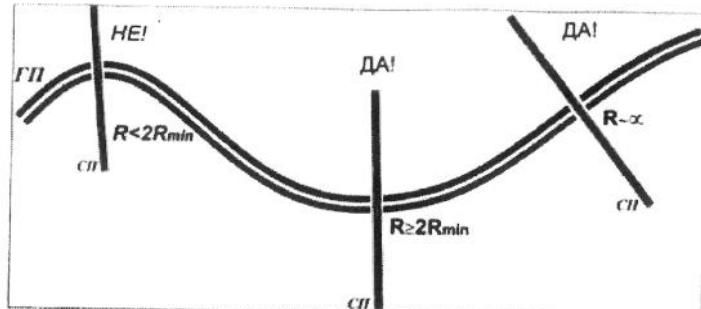
#### 4.1. Укрсни правци

Ситуациони и нивелациони ток укрсних праваца у широј зони денивелисане раскрснице зависи од реалних топографских услова, природних и створених ограничења и потреба денивелације. Пошто су ти чиниоци променљиви од локације до локације, неопходно је у процесу дефинисања позиције раскрснице, придржавати се следећих принципа:

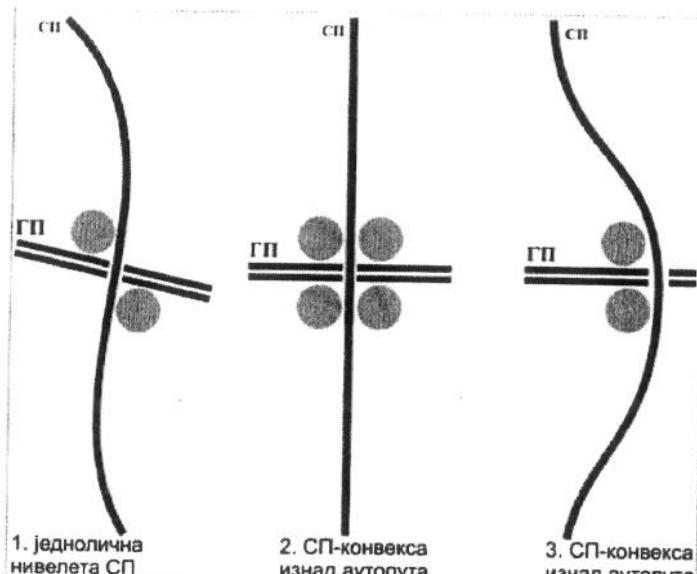
1) Пресечни праваца у широј зони укрштаја (прикључка) треба да буду вођени пројектним линијама које поред комфорних услова вожње омогућују и спољну прегледност чвора (тачка 2.2.1. овог прилога), што подразумева сагледљивост доминантних објеката (наппуштач, рампа и сл.) који формирају просторну контуру денивелисане раскрснице (слике 4-01 и 4-02 овог прилога). Тада квалитет решења, постиже се осмишљеним трасирањем укрсних (прикључних) праваца, тако да се денивелација остварује наппуштачом изнад главног праваца (ГП). Сагледљивост тог објекта решава се прикладним типом „S“ кривине главног праваца. Од тих принципа може се одступити само када топографски услови диктирају другачије решење.

2) Најповољнија позиција укрштаја на главном правцу (слика 4-01 овог прилога) налази се у инфлексионој зони или хоризонталној кривини  $R \geq 2R_{min}$ . Тако је могуће без већих нивелационих проблема укомпоновати прикључне везе, а остварење захтева изнетог у ставу 1. се подразумева.

3) Ситуациони ток споредног правца (СП) у подручју укрштаја (прикључка) (слика 4-02 овог прилога) мора бити усаглашен с нивелационим решењем и планираним програмом денивелисане раскрснице.



Слика 4-01: Карактеристични примери могућих позиција укрштаја (прикључка) у односу на ситуациони ток главног правца.



Слика 4-02: Ситуациони ток споредног правца зависно од нивелационог решења и програма денивелисане раскрснице.

4) Подужни нагиб нивелете главног правца (ГП) ограничава се на  $i_n \leq 3\%$ . У погледу нагиба нивелете споредног правца (СП), односно оштрине прелома нивелете, важе вредности изнете у прилогу 2 – Траса ванградских путева.

5) Угао укрштаја главног (ГП) и споредног (СП) правца треба да буде око  $90^\circ$ . Тиме се обезбеђују неопходне претпоставке за оптимално обликовање денивелисане раскрснице (функционалност, симетричност, ликовни квалитети и сл.).

#### 4.2. Изливи и уливи

Саобраћајне струје на денивелисаним раскрсницама уливају се и изливају према строго утврђеним правилима. Због тога за исправан функционални концепт посебно су значајне одлуке везане за положај излива и улива, њихов број, поредак и капацитет; односно за исправан пројектантски приступ морају се поштовати следећи принципи:

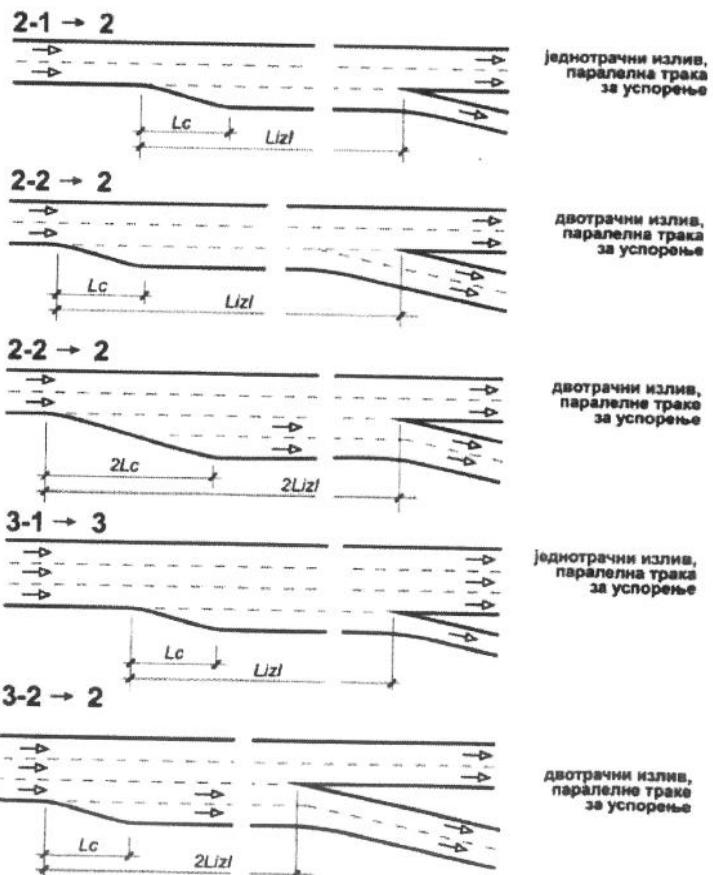
- 1) изливе и уливе треба пројектовати искључиво с десне стране главног путног правца;
- 2) за сваки путни смер треба организовати само по један излив и један улив;
- 3) исправан поредак је прво излив, па улив.

Одступања су дозвољена само изузетно када то услови локације и/или ограничења диктирају. У сваком том случају неопходно је техничким и економским анализама доказати оправданост другачијег решења и гарантовати захтеван ниво безбедности, проточности и заштите животне средине, као и то да је утрошак инвестиционих средстава у складу с пројектним захватом.

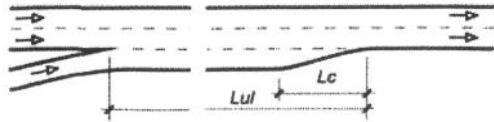
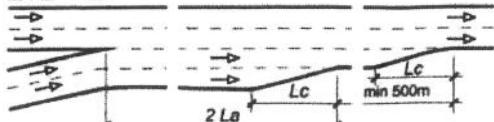
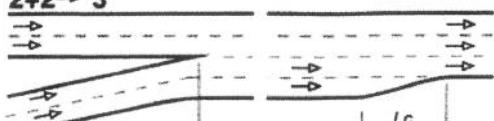
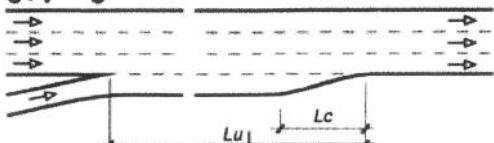
Изливи односно уливи могу бити једнотрачни или двотрачни са додатним возним тракама или без њих на основном коловозу (слике 4-03 и 4-04 овог прилога). Основна конфигурација је једнотрачни изливи односно уливи без додатних возних трака на основном коловозу. Број возних трака основног коловоза мења се између улива (додавање) и излива (укидање) суседних раскрсница. Креће се у границама  $\pm 1$  возна трака ( $t_v$ ). Промена броја возних трака основног коловоза између улива и излива суседних раскрсница може се променити у следећим случајевима:

- 1) велико оптерећење улива, односно излива које битно повећава укупно оптерећење деонице између њих;
- 2) недовољно одстојање улива и излива суседних раскрсница које угрожава пропусну моћ и безбедност деонице (маневар преплитавања);
- 3) угрожена безбедност у зонама улива.

Основне и посебне конфигурације излива и улива приказане су на сликама 4-03 и 4-04 овог прилога, заједно са условима њихове примене.



Слика 4-03: Типске конфигурације излива са могућим варијацијама броја возних трака.

**2+1 → 2**једнотрачни улив,  
паралелна трака  
за убрзаше**2+2 → 2**двојачни улив,  
паралелна трака  
за убрзаше**2+2 → 2**двојачни улив,  
паралелне траке  
за убрзаше**2+2 → 3**двојачни улив,  
паралелне траке  
за убрзаше**3+1 → 3**једнотрачни улив,  
паралелна трака  
за убрзаше

Слика 4-04: Типске конфигурације улива са могућим варијацијама броја возних трака.

**4.3. Спојне рампе**

За повезивање укрсних правца користе се рампе, односно самостални путеви за вођење саобраћајних струја које на раскрсници мењају путни правац. По функцији, разликују се две врсте: везне рампе које опслужују само једну саобраћајну струју између излива и улива и прикључне рампе које, преко секундарне површинске раскрснице, опслужују две саобраћајне струје.

Везне рампе користе се на денивелисаним раскрсницама истог функционалног ранга и режима протока (функционални нивои „A“ и „B“), док се прикључне рампе користе на денивелисаним раскрсницама различитог функционалног ранга и режима протока (функционални ниво „C“).

Типови рампи по просторном облику дати су на слици 4-05 овог прилога, а њихова комбинација је основ функционално-просторног решења денивелисане раскрснице.

Анализа меродавних брзина за пројектовање рампи и њихове проектне карактеристике (елементи попречног профила, ситуационог плана и подужног профила) дати су у тачки 5.2. овог прилога.

**4.3.1. Директне рампе**

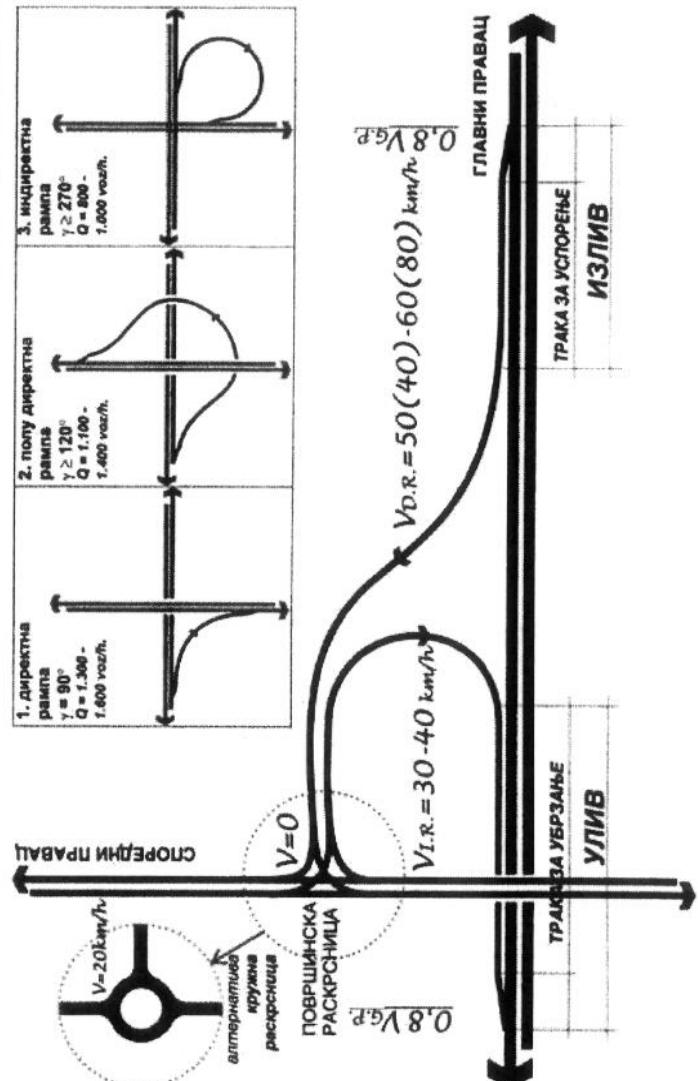
Скетни угао директних рампи је  $\gamma \approx 90^\circ$ . Њима се остварују најједноставније везе и служе за десна скретања. Користе се на свим типовима денивелисаних раскрсница, без обзира на функционални ниво. Капацитет једнотрачне директне рампе је од 1.300 до 1.600 возила на час.

**4.3.2. Полудиректне рампе**

Полудиректне рампе формирају се помоћу сложених кривинских облика који се развијају у оквиру скетног угла  $\gamma \geq 120^\circ$ . И у нивелационом погледу, те рампе, изазивају низ сложених просторних односа са обавезном употребом самосталних мостовских конструкција. Примењују се за комфорније вођење значајних левих скретања на раскрсницама вишег функционалног нивоа. Капацитет једнотрачне полудиректне рампе је од 1.100 до 1.400 возила на час.

**4.3.3. Индиректне рампе**

Индиректне рампе се развијају у оквиру скетног угла  $\gamma \geq 270^\circ$ , због чега имају спирални облик који изазива повратну вожњу и ограничenu брзину. Тај тип рампе је стандардно решење за вођење левих скретања. Капацитет једнотрачне индиректне рампе је од 800 до 1.000 возила на час.



Слика 4-05: Меродавне брзине и капацитети за пројектовање појединачних елемената денивелисаних раскрсница.

**4.4. Типови денивелисаних раскрсница**

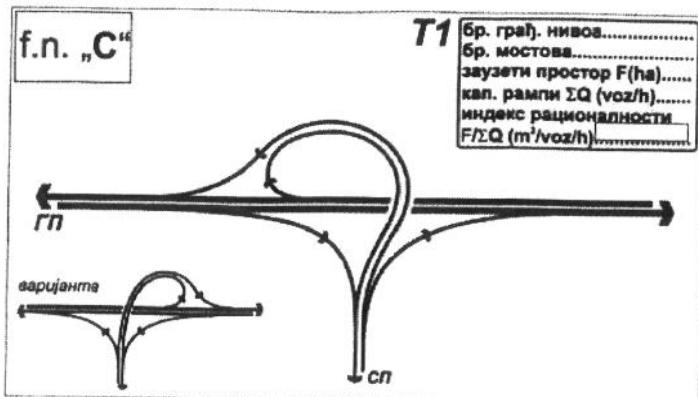
Типови денивелисаних раскрсница, односно њихова функционална решења систематизована су у складу са случајевима који се најчешће јављају на ванградској путној мрежи. Иако свака денивелисана раскрсница има своју особеност која мора бити уважена у процесу планирања и пројектовања. Изузетно је значајно што је могуће више унифицирати решења да би се утицало на повећање безбедности и проточности саобраћаја и минимизирање негативних ефеката по околину.

Приказана функционална решења денивелисаних раскрсница су први корак у формирању пројектног решења при чему су потпуно уважени захтеви саобраћаја, ограничења конкретне локације и расположивих инвестиционих средстава. Битна одлука, када је реч о функционалном решењу денивелисаних раскрсница доноси се на нивоу генералног пројекта и зависи од начина експлоатације аутопутних деоница (слободна или комерцијална експлоатација) и примењеног система наплате путарине (затворени, отворени, комбиновани).

## 4.4.1. Прикључци

## 4.4.1.1. Труба

Денивелисана раскрсница „ТРУБА“ (слика 4-06 овог прилога) је најједноставнији облик прикључка (трокрака денивелисана раскрсница) и припада функционалном нивоу „С“. Садржи све типове рампи: две директне за десна скретања и по једну индиректну и полудиректну рампу за лева скретања.



Слика 4-06: Денивелисана раскрсница облика „ТРУБА“.

Оријентација индиректне рампе (изливна или уливна) утврђује се према интензитету саобраћаја, углу укрштаја и условима прегледности. Геометријске форме приказане на слици 4-06 овог прилога континуални кривински облици полудиректне и индиректне рампе произлазе из захтева просторне прегледности. Те две рампе воде се развојеним коловозима да би се битно побољшили услови безбедности и онемогућио улазак у супротни смер вожње на главном правцу.

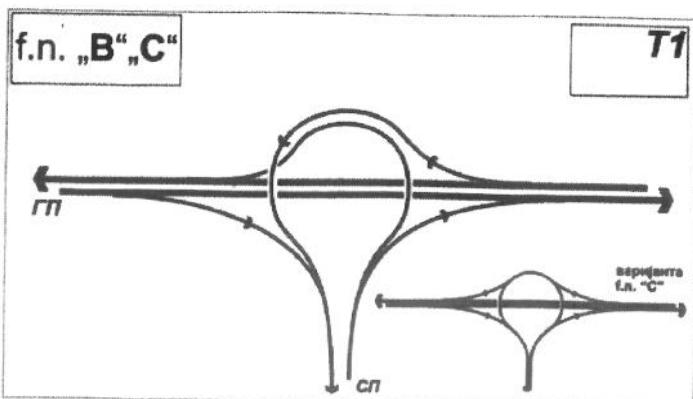
Праволинијски објекат над аутопутем примењује се када се у реконструкцији денивелисане раскрснице и/или њеној изградњи на постојећој деоници примењује монтажна градња, да би се минимално реметило одвијање саобраћаја.

За све денивелисане раскрснице неопходно је дефинисати и вредности дате у табели „Т1“ да би се вредновањем варијантних решења избрало оптимално.

## 4.4.1.2. Крушка

Прикључак „КРУШКА“ је комфорније решење од „ТРУБЕ“ (слика 4-07 овог прилога). Има симетричну функционалну шему са две директне и две полудиректне рампе. Када се те полудиректне рампе воде просторно независно, ради се о функционалном нивоу „В“, а када се интерно преплиће саобраћај на заједничком коловозу (централни део полудиректних рампи), то је решење функционалног нивоа „С“.

У експлоатационом погледу могућности тог решења су изнад могућности „ТРУБЕ“, али због знатно већих инвестиционих трошка треба пажљиво одмерити одлуку о примени прикључка типа „КРУШКА“.

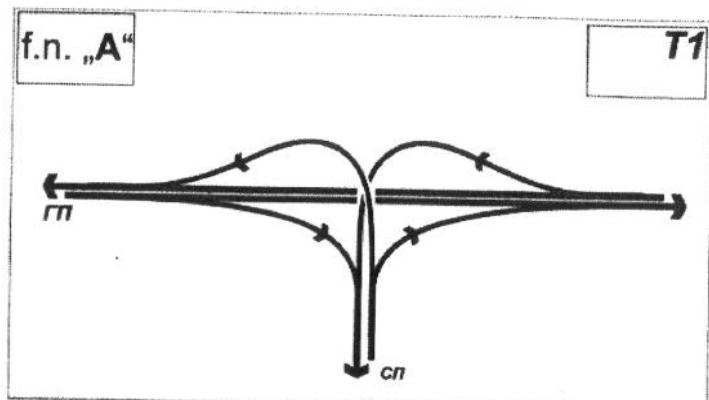


Слика 4-07: Денивелисана раскрсница „КРУШКА“.

## 4.4.1.3. Троугао

Трокрака раскрсница „ТРОУГАО“ представља највиши стандард за денивелисани прикључак и припада функционалном нивоу „А“. Повезивање се изводи двема директним и двема полудиректним рампама које су просторно самосталне. Ту је денивелација у три грађевинска нивоа са два моста (главни правац у средишту) или два грађевинска нивоа са три моста (два на главном правцу и један на укрштају полудиректних рампи). То решење има веома комфорне елементе пројектне геометрије у плану и профилу, што омогућује високу експлоатационе ефекте. Примењује се искључиво на аутопутевима високог саобраћајног значаја.

Зависно од конкретних услова локације (природних или створених ограничења), као и дистрибуције саобраћајних токова, разматрају се могућа варијантна решења, централна позиција мостовских конструкција (три грађевинска нивоа) или раздвојени мостови (3) у два грађевинска нивоа.

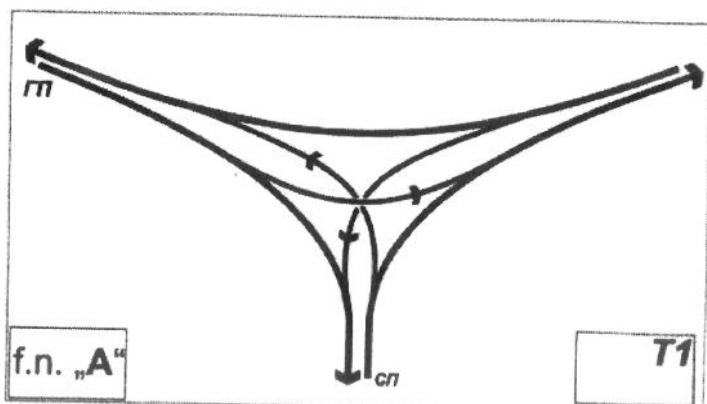


Слика 4-08: Денивелисана раскрсница „ТРОУГАО“.

## 4.4.1.4. Рачва

Трокрака раскрсница „РАЧВА“ је решење којим се спајају односно раздвајају аутопутни правци равноправни по функционалном нивоу и саобраћајном оптерећењу. Подједнак значај свих оријентација искључује класичне облике рампи са изливима и уливима. Уместо тога, рачвање и здруживање се врши слободним гранањем или спајањем, а лева скретања се нивелационо раздвајају у три грађевинска нивоа са два моста.

Денивелисана раскрсница „РАЧВА“ пружа највиши ниво саобраћајног комфора свим учесницима. Она подједнако фаворизује све саобраћајне струје, па у складу с тим оправдана је изградња на чврстим тачкама путне мреже на којима се разрешују односно висококапацитетних путних правца за даљински саобраћај (аутопут / аутопут).



Слика 4-09: Денивелисана раскрсница облика „РАЧВА“.

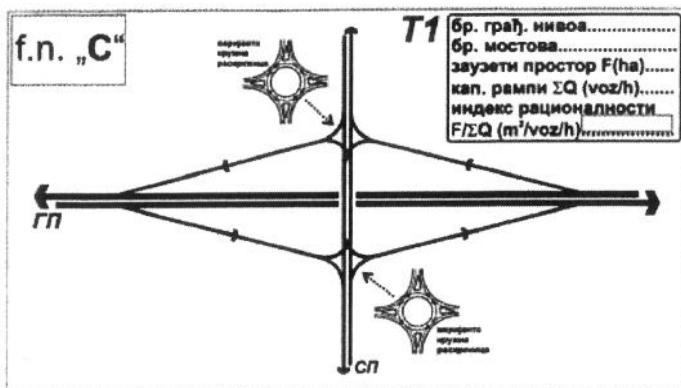
## 4.4.2. Укрштаји

Четврокраке раскрснице (укрштаји) доминирају на мрежи ванградских путева, како по броју тако и по сложености саобраћајног програма. У односу на трокраке раскрснице (прикључци),

ту постоји двоструко већи број саобраћајних струја (12:6) са приближно пет пута више пресечних тачака (16:3). То указује на тежину задатка и потребу рационалног компоновања самосталних елемената денивелисане раскрснице. Као и у прикључцима и укрштајима потребна је максимална униформност решења и економичност у погледу простора и инвестиционих улагања, као и задовољење услова безбедности, проточности и заштите околине.

#### 4.4.2.1. Ромб

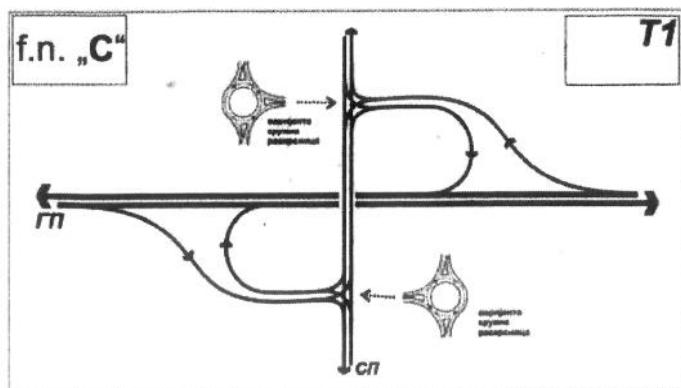
Укрштај „РОМБ“ је најједноставније и најекономичније решење денивелисаног укрштаја. Ова четворокрака денивелисана раскрсница је функционалног нивоа „С“. Састоји се из четири директне прикључне рампе које се постављају на минималном растојању од главног правца, искључиво према нивелационим условима. Рампе се прикључују на споредни правац двема површинским раскрсницама (раскрснице са пресецањем саобраћајних струја или кружне раскрснице) које су критичан елемент укрштаја. Те раскрснице треба планирати на прегледном делу споредног правца с једноликом нивелетом која је близу хоризонтали. По грађевинским размерама и заузетом простору решење типа „РОМБ“ је изразито рационално, али је ограничених експлоатационих могућности. Примењује се када саобраћајно оптерећење споредног правца не прелази 6.000 возила на дан.



Слика 4-10: Денивелисана раскрсница „РОМБ“.

#### 4.4.2.2. Популарни облик „ПОЛА ДЕТЕЛИНЕ“

Укрштај „ПОЛА ДЕТЕЛИНЕ“ је четворокрака раскрсница са популарним просторног раздавања (слика 4-11 овог прилога). Прикључне везе остварују се двема директним и двема индиректним рампама, које се за споредни правац везују двема површинским раскрсницама. Те површинске раскрснице могу бити са пресецањем саобраћајних струја или кружне раскрснице. Тип и систем површинских раскрсница треба у свему изабрати према прилогу 3 – Површинске раскрснице ванградских путева.



Слика 4-11: Денивелисана раскрсница облика „ПОЛА ДЕТЕЛИНЕ“.

Диспозиција рампи одређује се према условима локације (просторна ограничења) и/или према усмерености и интензитету саобраћајних токова. Распоред рампи треба да буде по дијагонали јер се тако предност даје левим скретањима (доминантна) из једног путног правца и стварају повољнији односи за формирање површинских раскрсница.

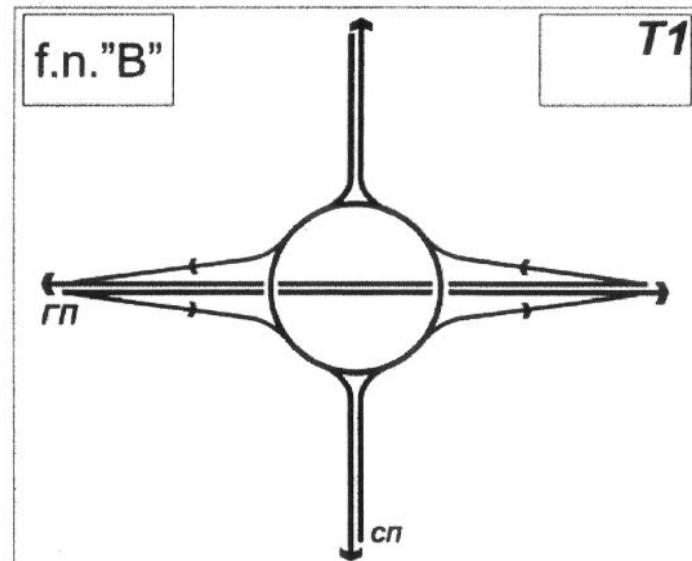
Четворокрака раскрсница „ПОЛА ДЕТЕЛИНЕ“ подразумева денивелацију у два грађевинска нивоа са једном мостом изнад главног правца и примењује се за укрштаје путева различитог саобраћајног значаја, функционални ниво „С“. То решење, додатком одговарајућих елемената, може се унапредити до пуног програма денивелације, што проширује његову примену за случај етапне изградње и значајног повећања проточности и безбедности саобраћаја.

#### 4.4.2.3. Кружни подеоник

Укрштај „КРУЖНИ ПОДЕОНИК“ (слика 4-12 овог прилога) проточно је решење четворокраке раскрснице са кружним кретањем престројавањем, преплитањем саобраћајних струја. Подеоник се због боље прегледности налази у јединственој равни изнад главног правца, а прикључне везе се остварују директним „паралелним“ рампама.

Експлоатационе могућности тог укрштаја су у функцији димензија кружног подеоника, а у условима равномерног дотока саобраћајних струја обезбеђује се континуално кретање са ограниченим брзином, што у одговарају функционалном нивоу „В“.

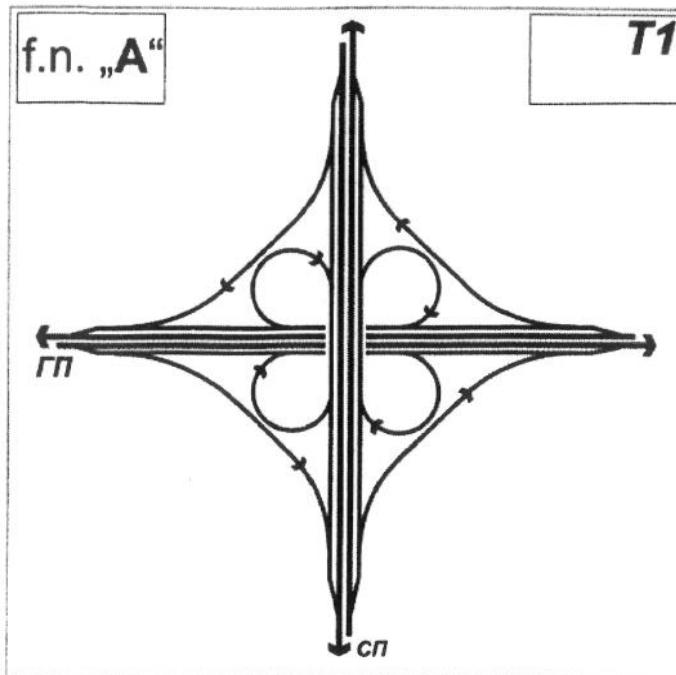
Кружни подеоник се обликује сходно условима дефинисаним за површинске кружне раскрснице великог пречника у прилогу 3 – Површинске раскрснице ванградских путева.



Слика 4-12: Денивелисана раскрсница „КРУЖНИ ПОДЕОНИК“.

#### 4.4.2.4. Детелина

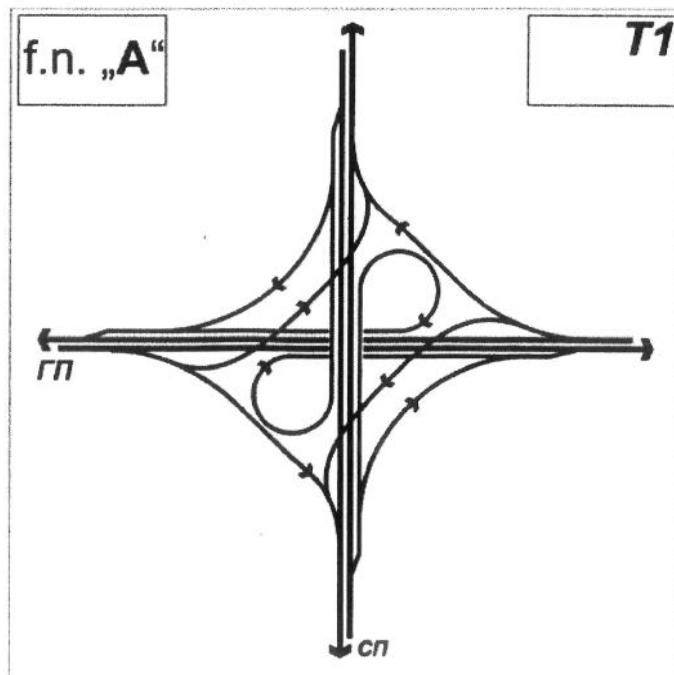
Четворокрака раскрсница „ДЕТЕЛИНА“ је у грађевинском погледу најједноставније решење укрштаја с пуним програмом просторног раздавања (слика 4-13 овог прилога). Решење те денивелисане раскрснице подразумева четири директне рампе за десна скретања и исти број индиректних рампи за лева скретања, функционални ниво „А“. У складу с принципима изнетим у поглављу о пројектовању подручја изливна и улива (тачка 4.2. овог прилога) неопходно је увести пратеће – паралелне коловозе дуж читаве изливно-уливне зоне главног и споредног правца. Основни задатак тих пратећих трака је да дистрибуирају изливни саобраћај и организовано укључује уливни саобраћај у главни, односно споредни правац.



Слика 4-13: Денивелисана раскрсница „ДЕТЕЛИНА”.

#### 4.4.2.5. Модификована детелина

Укрштај „МОДИФИКОВАНА ДЕТЕЛИНА“ је сложено просторно решење денивелисане раскрснице настало усавршавањем функционалне шеме „ДЕТЕЛИНА“ (слика 4-14 овог прилога). Суштина тог решења је замена једне или више индиректних рампи спиралног облика полуудиректним рампама за фаворизована лева скретања. Тај тип денивелисане раскрснице је функционалног нивоа „А“ и реализује се у три грађевинска нивоа с великим бројем мостовских конструкција. То решење омогућава везе високог капацитета и комфорта и примењује се на укрштајима даљинских аутопутева највишег функционалног нивоа,



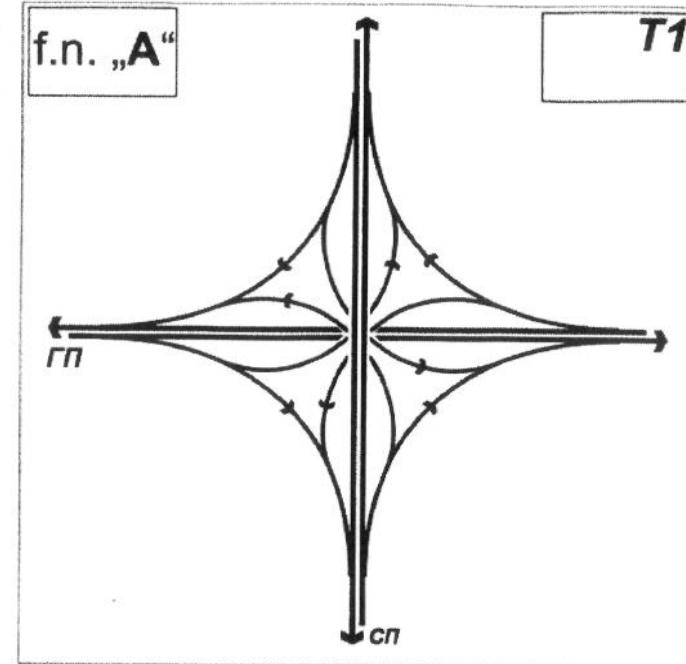
Слика 4-14: Денивелисана раскрсница „МОДИФИКОВАНА ДЕТЕЛИНА”.

#### 4.4.2.6. Малтешки крст

Четворокрака денивелисана раскрсница „МАЛТЕШКИ КРСТ“ је укрштај највишег функционалног стандарда на којем

су сва лева скретања решена полуудиректним рампама (слика 4-15 овог прилога). Парови тих рампи (са истог путног правца) воде се на истом грађевинском нивоу кроз пресециште укрштаја. Тако се у језгру раскрснице ствари сложена траспратна мостовска конструкција, а саобраћај се обавља на четири грађевинска нивоа, у складу с бројем укрсних праваца, функционални ниво „А“.

Сажимање паре полуудиректних рампи на једном грађевинском нивоу доприноси томе да се функционални програм денивелисане раскрснице оствари комфорним геометријским елементима на релативно малом простору.



Слика 4-15: Денивелисана раскрсница „МАЛТЕШКИ КРСТ“.

Ово решење нуди максималне експлоатационе ефекте, али по цену високих инвестиционих улагања. Због тога се денивелисана раскрсница „МАЛТЕШКИ КРСТ“ примењује само изузетно на путној мрежи и то на укрштају најзначајнијих аутопутева за даљински саобраћај с великим бројем левих скретања.

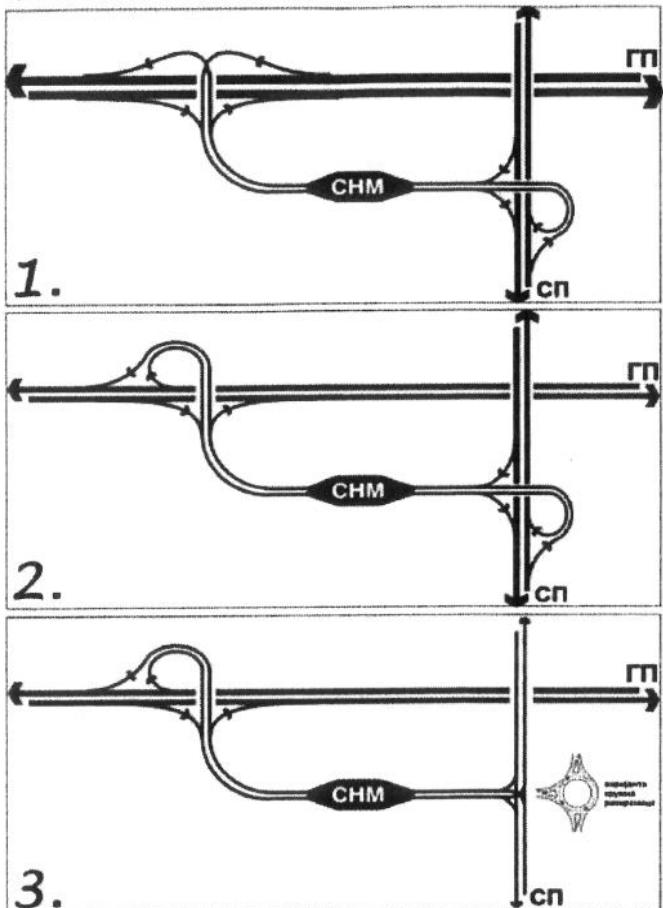
#### 4.4.2.7. Денивелисане раскрснице у комерцијалној експлоатацији аутопутева

На аутопутној мрежи с наплатом путарине дефинисани су посебни захтеви у погледу пројектовања и обликовања денивелисаних раскрсница. Увођењем тог система експлоатације усlovљавају се промене и у планерском и у пројектантском третману, па је неопходно да став о комерцијалној експлоатацији одређене деонице, односно путног потеза буде утврђен у генералном пројекту. Посебно је значајно да се програмски услови за пројектовање денивелисаних раскрсница за тзв. затворени и комбиновани систем наплате путарине једнозначно дефинишу у почетним фазама планирања и пројектовања. Из услова минимизације трошкова наплате, такве денивелисане раскрснице морају имати само једно наплатно место (плато) којим су обухваћени сви учесници у саобраћају, они који се искључују и они који се укључују на аутопут којим се наплаћује путарина. Везна деоница и наплатни плато димензионишу се према условима и систему наплате путарине за мрдовави саобраћајно оптерећење и услове накупљања возила. На слици 4-16 приказан је варијанте денивелисаних раскрсница за наведене услове експлоатације.

Тип 1. „ТРОУГАО – ТРУБА“ је највиши функционални ниво денивелисане раскрснице када је саобраћај на аутопуту с комерцијалном експлоатацијом интензитета који захтева приклучак типа „ТРОУГАО“, функционалног нивоа „А“. Секундарни укрсни правац је аутопут или вишетрачни пут с мањим саобраћајним оптерећењем, па ке одговарајући приклучак на тај правац „ТРУБА“ функционалног нивоа „С“. Све саобраћајне струје сустичу се на јаједничком наплатном платоу који се поставља у средишту свих веза.

Тип 2. „ДУПЛА ТРУБА“ је просторно рашиљањем укрштаја са индиректним повезивањем помоћу два денивелисана прикључка типа „ТРУБА“. Тај тип денивелисане раскрснице примењује се на укрштајима аутопутева или вишетрачних путева сличног саобраћајног значаја, али другачијег система експлоатације саобраћаја. У простору индиректне рампе могуће је организовати неки од потребних функционалних садржаја аутопута (база за одржавање и др.).

Тип 3. „ИНДИРЕКТНА ТРУБА“ је решење којем се међусобно повезују два путна правца посредством једне денивелисане раскрснице типа „ТРУБА“ на главном правцу и једне површинске раскрснице (са пресецањем саобраћајних струја или кружном раскрсницом) на споредном правцу који припада категорији двотрачних или вишетрачних путева. Све саобраћајне струје сутичу се на заједничком наплатном платоу.



Слика 4-16: Типови денивелисаних раскрсница код комерцијалне експлоатације аутопутева:

1. Тргао-труба; 2. Дупла труба; 3. Индиректна труба.

##### 5. ГЕОМЕТРИЈСКО ОБЛИКОВАЊЕ ДЕНИВЕЛИСАНИХ РАСКРСНИЦА

Пројектни елементи денивелисаних раскрсница одабирају се у складу са функционалним рангом и условима локације, а непосредно се обликују и димензионишу на основу возно динамичких, конструкцијских и естетских критеријума. У циљу унификације решења и једнообразности у третирању појединачних елемената, извршена је одређена генерализација и на основу теоријских и емпиријских истраживања предложена су решења за примену на мрежи јавних ванградских путева.

##### 5.1. Изливи и уливи

Изливи и уливи су кључни пројектни елементи денивелисаних раскрсница из два разлога:

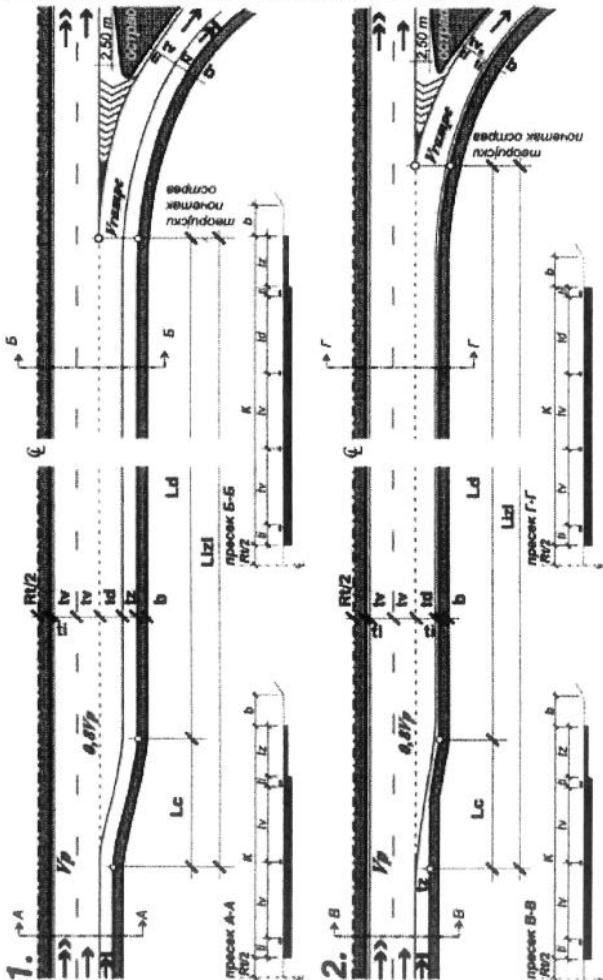
- 1) утицаја на основни саобраћајни ток у погледу проточности и безбедности саобраћаја;
- 2) укупне ефикасности денивелисане раскрснице.

##### 5.1.1. Изливи

Изливање са основног правца на спојну рампу састоји се из промене водне траке ( $L_c$ ) уз прилагођавање брзине вожње на дужини траке за успорење ( $L_d$ ). Успорење је  $1,5\text{--}2 \text{ m/sec}^2$ . Стандардна дужина излива ( $L_{izl}$ ) =  $L_c + L_d$  је дужине од  $250 \text{ m}$ , од чега се промена водне траке обави на дужини од  $L_c = 60 \text{ m}$ , а успорење на дужини од  $L_d = 190 \text{ m}$ . На двотрачним изливима дужина „ $L_{izl}$ “ износи  $500 \text{ m}$ . Изливање треба да се обави тако да се не поремете саобраћајни услови основног правца, што захтева посебно грађевинско и саобраћајно уређење (слика 5-01 овог прилога). Одступање од наведених стандардних дужина треба аргументовати одговарајућим возно динамичким и саобраћајним анализама.

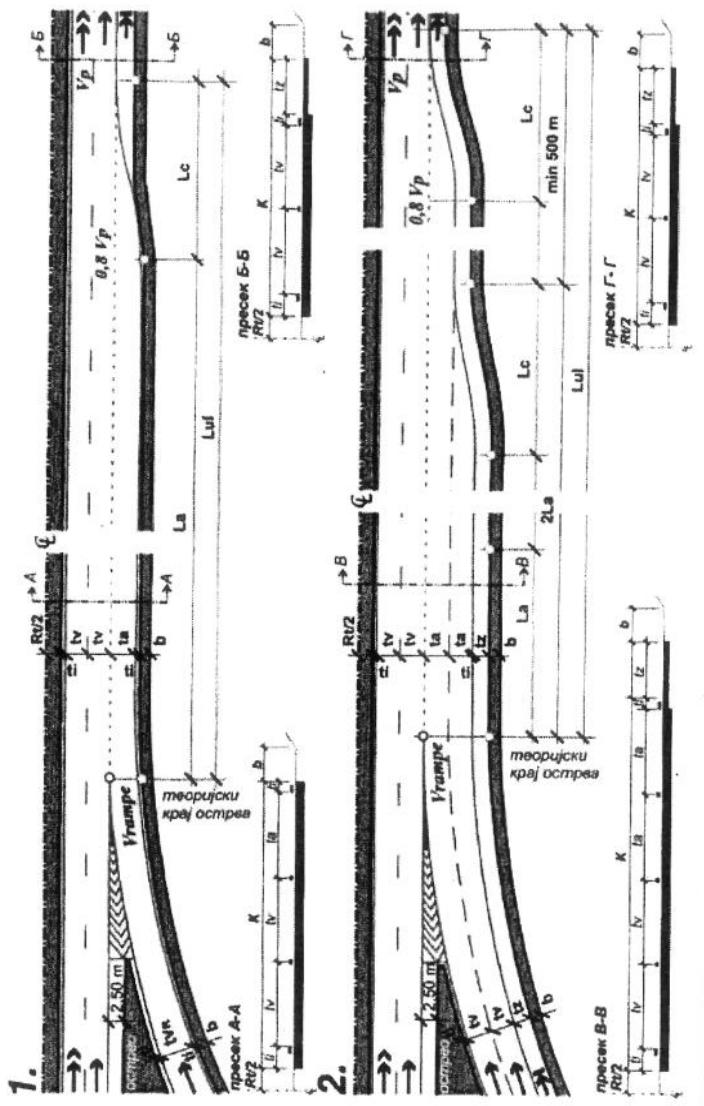
##### 5.1.2. Уливи

Уливање у основни правац је компликованији маневар који укључује убрзање возила до брзине приближно једнаке брзини на основном правцу и бочно померање возила при чему треба да постоји прихватљива временска празнина у десној возној траки основног правца. При том је неопходно обезбедити захтевану прегледност у складу с тачком 5.3. овог прилога. Интензитет убрзања на подручју улива је  $0,8\text{--}1 \text{ m/sec}^2$ . Стандардна дужина улива ( $L_{ul}$ ) =  $L_a + L_c$  је  $250 \text{ m}$ , од чега на маневар убрзања отпада  $L_a = 190 \text{ m}$ , а промена водне траке обави се на дужини од  $L_c = 60 \text{ m}$ . На двотрачним уливима дужина „ $L_{ul}$ “ износи  $500 \text{ m}$ . Зависно од интензитета саобраћаја на основном правцу, неопходно је проверити пропусну моћ на критичним тачкама улива и коначну дужину утврдити на основу спроведених саобраћајних и возно динамичких анализа. Обликовање подручја улива за неке карактеристичне ситуације приказано је на слици 5-02 овог прилога, док је на слици 5-03 овог прилога приказано обликовање завршетака острва на подручју излива и улива.

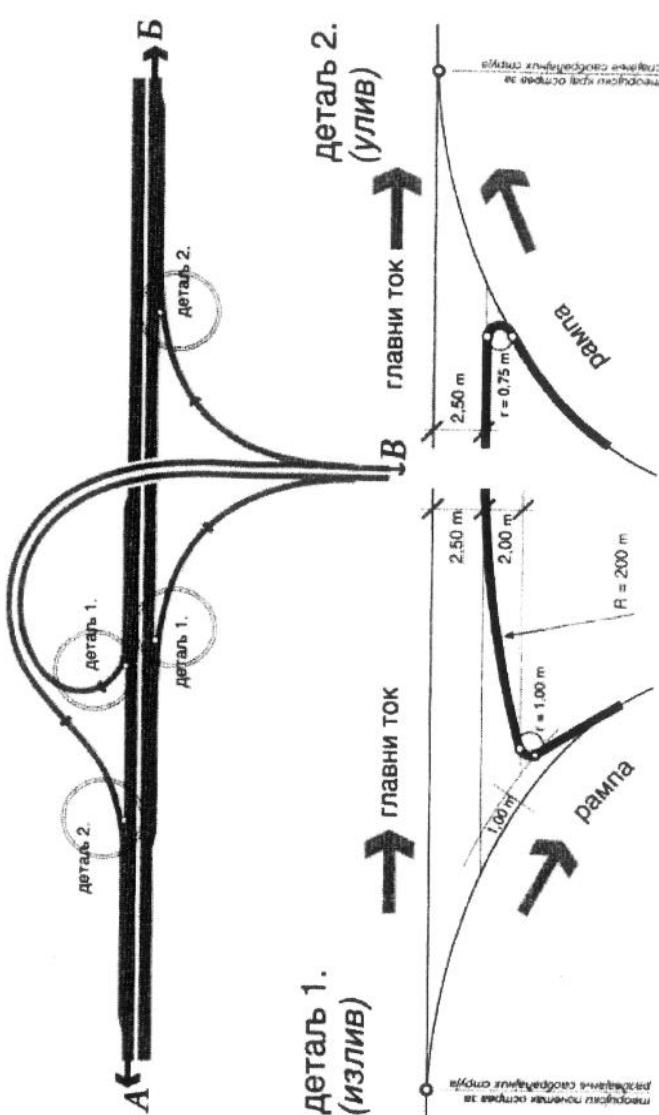


Слика 5-01: Обликовање излива:

- 1) главни и споредни правац са зауставном траком у попречном профилу;
- 2) главни правац са зауставном траком, споредни правац без ње.



Слика 5-02: Обликовање улива: 1) једнотрачни улив; 2) двотрачни улив с постепеним уливањем у главни ток.



Слика 5-03: Обликовање завршетака острва на подручју излива и улива.

## 5.2. Спојне рампе

Рампе на денивелисаним раскрсницама су кратки самостални путеви који се развијају на ограниченој просторији. Оне имају улогу посредника у повезивању два путна правца, главног (ГП) и споредног (СП).

### 5.2.1. Попречни профили

Геометријски попречни профили рампи утврђују се према меродавном саобраћајном оптерећењу и дужинама рампи. На слици 5-04 овог прилога приказани су карактеристични типови попречних профилова једносмерних рампи са условима за њихову примену.

Профил „R1“ има једнотрачни коловоз укупне ширине **5,50 м**, (минимум **5,00 м**), који омогућује вожњу у колони уз минималне услове за обилажење заустављеног возила. Примењује се на релативно кратким рампама ( $L < 250$  м) за  $Q_{mer} \leq 1.000$  воз/ч или на средње дугим рампама малог саобраћајног оптерећења на укрштају (прикључку) аутопута с двотрачним (вишетрачним) путем.

Профил „R2“ садржи једнотрачни коловоз са зауставном траком укупне ширине **6,00 м** и примењује се на средње дугим и дугим рампама оптерећења  $Q_{mer} \leq 1.000$  воз/ч. Тада профил примењује се на укрштају (прикључку) два аутопута или аутопута и вишетрачног пута.

Профил „R3“ садржи капацитетан двотрачни коловоз ширине **7,00 м** без зауставне траке намењен саобраћајном оптерећењу  $Q_{mer} > 1.000$  воз/ч, или мањем саобраћајном оптерећењу  $Q_{mer} > 800$  воз/ч на дугим једносмерним рампама. Тада профил примењује се на укрштају (прикључку) два аутопута.

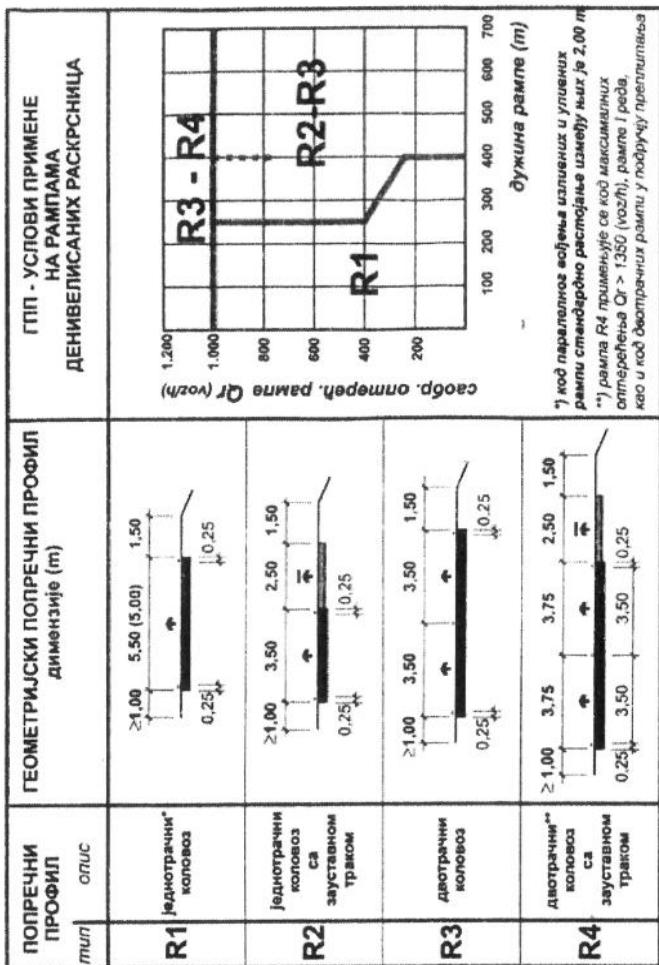
Профил „R4“ садржи капацитетан двотрачни коловоз са зауставном траком укупне ширине **10,00 м** намењен саобраћајном оптерећењу  $Q_{mer} > 1.350$  воз/ч и дугим спојним рампама. Примењује се и на двотрачним рампама у подручју преплитања. Тада профил примењује се на укрштају (прикључку) два аутопута.

Наведени профили за једносмерни саобраћај не захтевају проширење коловоза у кривинама.

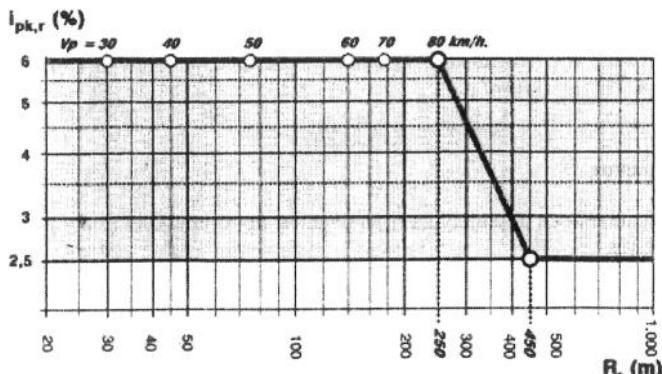
Када се паралелно воде уливне и изливне (двојасног) рампе нпр. денивелисана раскрница „ТРУБА“ или „ПОЛА ДЕТЕЛИНЕ“, стандардна ширина разделне траке између њих ради безбедности износи  $Rt \geq 2,00$  м.

Димензионисање попречног нагиба коловоза у кружним кривина на спојним рампама врши се према дијаграму на слици 5-05 овог прилога. Највећа вредност попречног нагиба  $i_{pk}$  износи **6 %**, а резултујући нагиб коловоза износи  $i_{rez} \leq 9 %$ .

Сва димензионисања и провере геометријских елемената спојних (везне и прикључне) рампи на денивелисаним раскрсницама врше се према резултујућим вредностима пројектне брзине -  $V_{prez,r}$ .



Слика 5-04: Геометријски попречни профили рампи на денивелисаним раскрсницама.



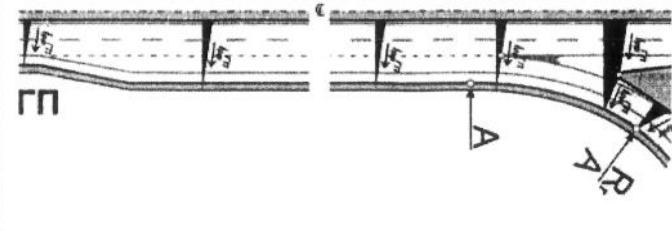
Слика 5-05: Дијаграм за одређивање величине попречног нагиба коловоза у кружним кривинама рампи денивелисаних раскрсница.

У нивелационом погледу изливно-уливне траке прате основни коловозни профил, слика 5-06. Те траке задржавају попречни нагиб основног путног правца, који се простира све до физичке границе рампе (слика 5-06 овог прилога) случај 1 и случај 2.

Одступање је дозвољено само када се рампа издваја из супротно оријентисане кривине основног правца (слика 5-06 овог прилога) случај 3. У том случају попречни нагиб коловоза основног правца задржава се до теоријског почетка острва, а затим се коловоз изливне, односно уливне траке витопери до грађевинског почетка острва, на попречни нагиб до +2,5 %. Додатни услов је да у тој тачки оштрина прелома (Dipk) између коловоза основног правца и коловоза спојне рампе буде мања или једнака 6 %. Од те тачке врши се самостално витоперење коловоза изливне (уливне) рампе на попречни нагиб коловоза –  $i_{pk,r}$  који одговара полупречнику –  $R_i$  и пројектној брзини –  $V_{pk,r}$  те кружне кривине.

Нагиб рампе витоперене изливно-уливних трака и спојних рампи на денивелисаним раскрсницама ограничава се на  $i_{rv} \leq 1,5 \%$ .

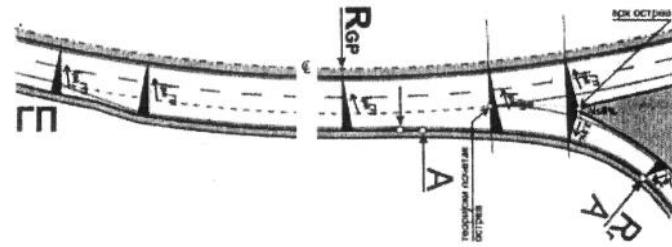
1. главни и споредни правац са зауставним тракама - истосмерна закриљеност главног правца и изливне (уливне) рампе



2. главни правац са зауставном траком, а споредни правац без зауставне траке - истосмерна закриљеност главног правца и изливне (уливне) рампе



3. главни правац са зауставном траком, а споредни правац без зауставне траке - супротна закриљеност главног правца и изливне (уливне) рампе



Слика 5-06: Основни начини нивелационих решења коловоза у зони изтива – улица.

### 5.2.2. Елементи ситуационог плана

У обликовању спојних рампи денивелисаних раскрсница користе се основни елементи пројектне геометрије: правци, кружни лукови и прелазне кривине облика клотоиде. За примену правца не постављају се никаква ограничења, а допушта се и слободније комбиновање кривинских елемената у односу на трасе ванградских путева (примена „S”, „O”, „C” и других геометријских форми). С обзиром на ограничен простор у коме се развијају геометријски елементи хоризонталне пројекције директних, полудиректних и индиректних рампи, основна провера је провера безбедности и проточности саобраћаја, што не значи да треба занемарити ликовне и естетске квалитетете како појединачних елемената, тако и чвора у целини, јер свака денивелисана раскрсница даје печат простору у коме се налази и представља препознатљиву визуелну доминantu конкретне локације. Као и у планирању других грађевинских објеката, тако је и у планирању и пројектовању денивелисаних раскрсница основни предуслов квалитета остварење јединства функције, конструкције и облика (форме), чиме се испуњавају предуслови за оптимизацију решења у функцији инвестиција, безбедности, проточности и заштите животне средине.

Полазни основ за конструисање и димензионисање спојних рампи пружа пројектна брзина  $V_{pk,r}$ . Она у начелу зависи од типа рампе (слика 5-07 овог прилога) функционалног нивоа раскрснице (тачка 3.1. овог прилога) и принципа компоновања денивелисаних раскрсница (тачка 4.3. овог прилога).

Све рампе разврстане су у две категорије:

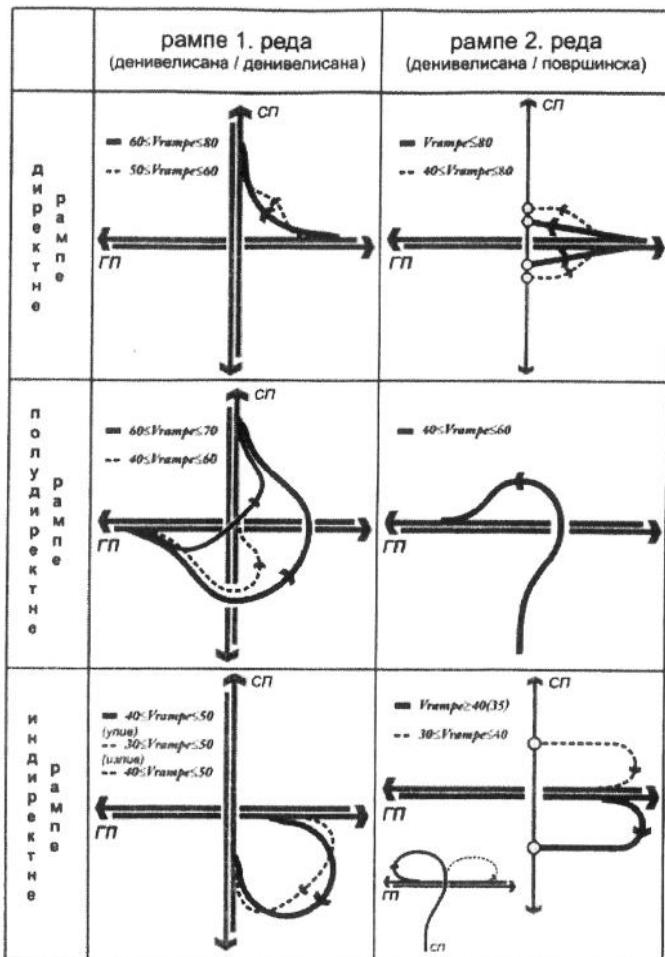
- 1) рампе 1. реда, које се везују за денивелисане раскрснице функционалног нивоа „A“ и „B“;
- 2) рампе 2. реда, које се везују за денивелисане раскрснице функционалног нивоа „C“.

Различитост брзина директних, полудиректних и индиректних рампи зависи од геометријског континуитета кривинских

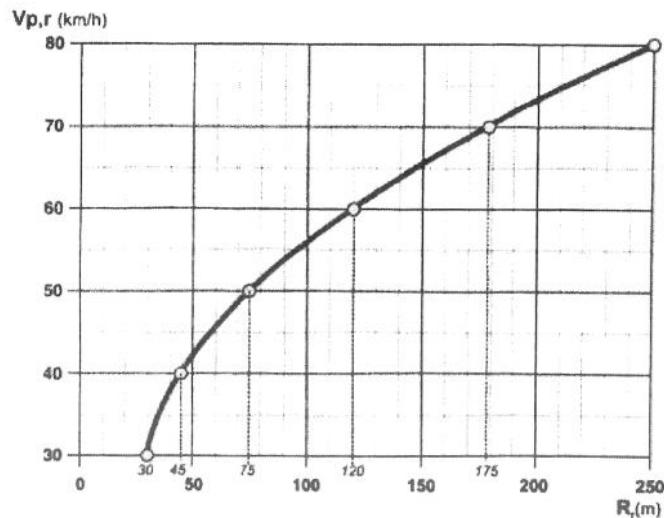
облика и концепције изливних, односно уливних подручја (слика 5-07 овог прилога). То значи да се веће брзине условљавају за подручје излива, а нешто мање вредности за подручје улива.

Основ за димензионисање и проверу примењених геометријски елемената јесу резултујуће вредности пројектне брзине на спојним рампама –  $V_{p,r}$ ,  $r$  (тачка 5.2.1. овог прилога).

Вредности пројектне брзине у кружним кривинама  $V_{pk,i}$  на рампама денивелисаних раскрсница одређују се на основу дијаграма на слици 5-08 овог прилога. Те брзине су условљене вредношћу попречног нагиба  $i_{pk}=6\%$  и одговарајуће вредности радијалне компоненте трења  $fR(V)$ .



Слика 5-07: Програмски услови за пројектовање рампи на денивелисаној раскрсници.



Слика 5-08: Теоријска зависност пројектне брзине од примене радијуса спојних рампи.

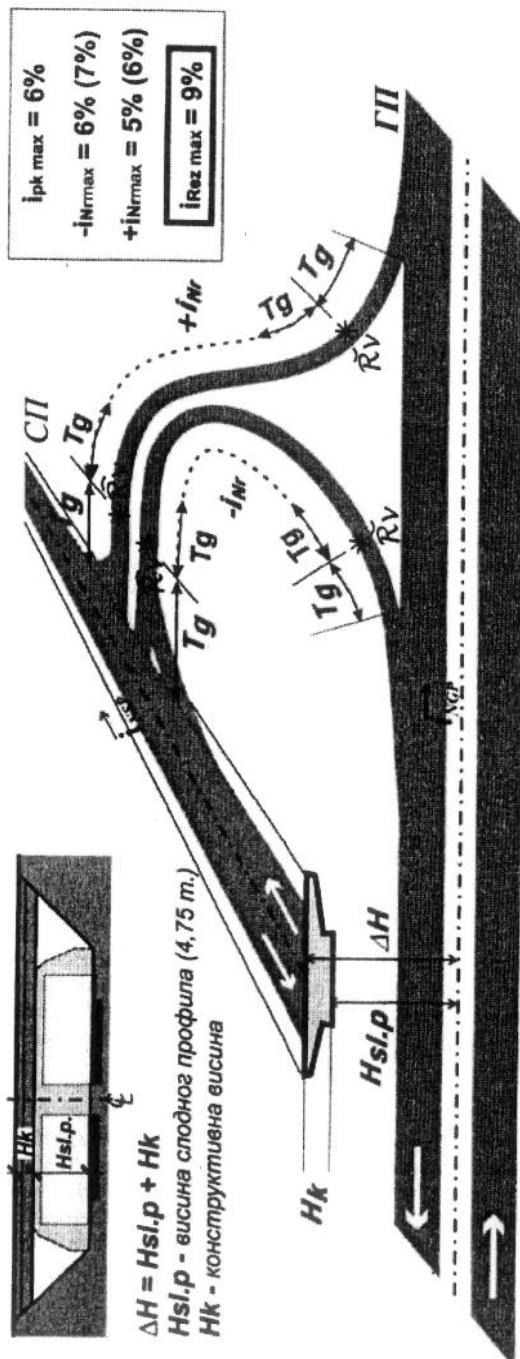
### 5.2.3. Подужни профил

Вертикална пројекција рампи се применом граничних елемената нивелације да би се смањила дужина рампи, а тиме и заузети простор. Генерални просторни однос на денивелисаној раскрсници (слика 5-09 овог прилога) последица је функционалног нивоа и применењеног основног типа раскрснице.

Минимална висинска разлика на месту пресецања траса износи:  $\Delta H = H_{sl,p} + H_k$ , где је:  $H_{sl,p}$  висина слободног профила који треба остварити изнад највише тачке коловоза ( $4,75\text{ m}$ ), а  $H_k$  конструкцијска висина натпутњака укључујући и потребна надвишења.

Максимални нагиби нивелете не треба да пређу следеће вредности: за рампе у успону  $\max i_N = 6\%$ , а за рампе у паду  $\max i_N = 7\%$ . Додатни услов односи се на резултујући нагиб коловозне површине који не сме да пређе вредност  $\max i_{Rv} = 9\%$ . За рампе у тунелу максимални подужни нагиб  $\max i_{Rv} = 4\%$ .

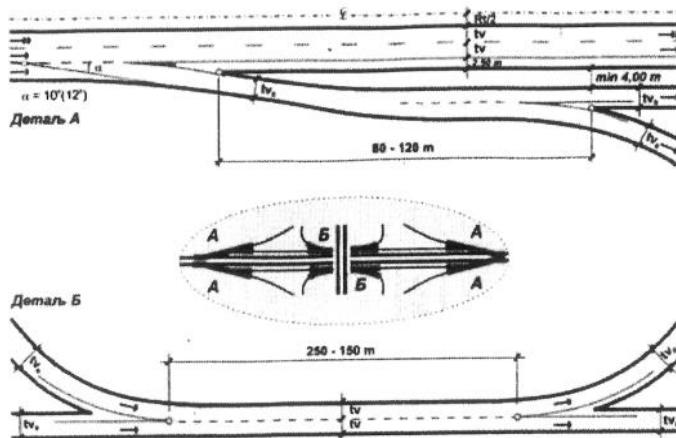
Границне вредности елемената пројектне геометрије спојних рампи денивелисаних раскрсница дате су у тачки 8, на слици 8-01 овог прилога.



Слика 5-09: Генерална диспозиција денивелисаних раскрсница с приказом граничних елемената нивелете.

## 5.2.4. Подручја преплитања

У сложеним просторним решењима (функционални ниво „A“ и „B“) могуће су здружене деонице двеју истосмерних рампи, на којима се саобраћајне струје рачвају, спајају и преплићу (слика 5-10 овог прилога). Наведене димензије рачви, односно преплета треба проверити у анализи пропусне моћи и безбедности на критичним тачкама.



Слика 5-10: Типска решења рачвања и преплитања једнотрачних рампки.

## 5.3. Анализа прегледности

Кључни елементи који утичу на пројектна решења јесу услови спољне и унутрашње прегледности денивелисане раскрснице.

Спољна прегледност денивелисане раскрснице ( $P_s$ ) дефинисана је у тачки 2.2.1. овог прилога.

Унутрашња прегледност денивелисане раскрснице подразумева услове прегледности возило–возило на свим уливима (слика 5-11 овог прилога). Троуглови прегледности, минимални и пожељни, морају бити ослобођени свих препрека које ометају визуре возача у складу с прилогом 3 – Површинске раскрснице ванградских путева. Дуж рампи обезбеђује се слободна визура на дужини захтеване прегледности у складу с прилогом 2 – Траса ванградских путева, при чему је меродавна пројектна брзина спојне рампе ( $V_{p,r}$ ).

Прегледност у зони секундарне површинске раскрснице на функционалном нивоу „C“ анализира се у свему према прилогу 3 – Површинске раскрснице ванградских путева.

## 6. УРЕЂЕЊЕ ПРОСТОРА ДЕНИВЕЛИСАНЕ РАСКРСНИЦЕ

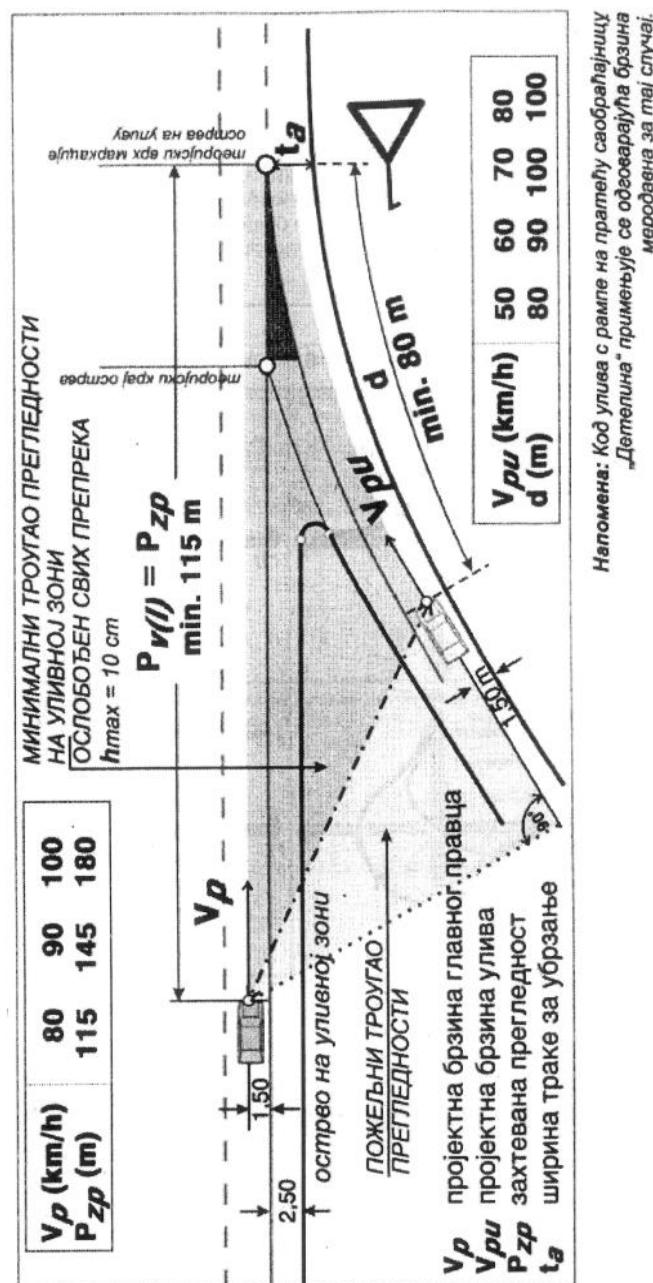
Уређење простора денивелисане раскрснице обухваћено је границама заштитног појаса, односно појаса контролисане изградње у складу с прилогом 2 – Траса ванградских путева. Посебно је значајно да се у документима просторног планирања – Просторни план пута (инфраструктурног коридора), односно Регулационог плана пута обухвати наведени простор и успостави веза са садржајима у контактној зони у циљу оптимизације коришћења простора (намена површина) и расположиве саобраћајне основе.

## 6.1. Етапност реализације

Етапност реализације денивелисане раскрснице разматра се током процеса израде Генералног пројекта, када се доноси одлука о начину реализације ширих потеза путне (аутопутне) мреже. И када се предвиђа етапност реализације профиле аутопута (изградња тзв. полуаутопута у првој етапи), денивелисане раскрснице се реализују у коначном облику. Од овог правила се може одступити ако се саобраћајним анализама утврди да се као прва етапа реализује нижи функционални ниво денивелисане раскрснице „C“, који ће се у коначној етапи доградити на виши функционални ниво „A“ (нпр. пола детелине у првој етапи, а детелина као коначно решење). При разматрању етапности изградње треба се руководити чињеницом да изградња (доградња) денивелисане раскрснице под саобраћајем значајно повећава инвестициона улагања.

## 6.2. Локална путна мрежа

У планирању и пројектовању денивелисаних раскрсница, као и у планирању и пројектовању основних потеза државних путева 1. и 2. реда, неопходно је обезбедити функционисање локалне путне мреже (општински путеви и некатегорисани путеви) чији ниво не може бити мањи од нивоа на коме је функционисала та мрежа пре изградње нових капацитета. Евентуалне реконструкције локалне путне мреже,



Слика 5-11: Конструкција зоне прегледности на подручју улива денивелисане раскрснице.

узроковане изградњом једне или више денивелисаних раскрсница и/или деоница државног пута обавеза су инвеститора новог пројекта. У пројекту преуређења локалне путне мреже у зони денивелисане раскрснице треба се руководити оправданим захтевима локалне средине ако то не умањује ниво основног пројекта.

### 6.3. Инфраструктура у зони денивелисане раскрснице

У зони денивелисане раскрснице посебну пажњу треба посветити евентуалној реконструкцији јавне и/или комуналне инфраструктуре која је на тој локацији постојала пре доношења одлуке о њеној изградњи. Ти радови падају на терет новог пројекта и морају се обухватити у свим фазама израде пројектне документације и изградње.

### 6.4. Пејзажно уређење денивелисане раскрснице

С обзиром на значај денивелисане раскрснице у укупном визуелном доживљају учесника у саобраћају, као и становника у њеној непосредној околини, неопходно је тај простор пејзажно уредити. Поред естетског унапређења простора раскрснице, пејзажним уређењем се у великој повећава стабилност објекта (земљаног трупа пре свих), као и ефикасност прихватања и канализација прибрежних (чистих) вода.

Са становишта израде пројектне документације денивелисане раскрснице, неопходно је да одговорни пројектант формира синтезну карту (план) са ограничењима за израду пројекта пејзажног уређења (прегледност, услови прихватања вода, заштитне конструкције и др.).

### 6.5. Посебни услови за одржавање денивелисаних раскрсница

У процесу израде пројектне документације посебну пажњу треба посветити условима ефикасног и рационалног одржавања денивелисане раскрснице и управљања денивелисаном раскрсницом, као саставним делом целокупне путне мреже. Због тога је важно функционалне пратеће садржаје (базе за одржавање, контролне станице, наплатне платформе и др.) и садржаје за потребе корисника (паркиралишта, одморишта, пумпе за гориво, сервиси, мотели) просторно ускладити с локацијама денивелисаних раскрсница. То је посебно значајно на аутопутевима с комерцијалном експлоатацијом, где је могуће неке слободне просторе (простор омеђен индиректном рампом) искористити за смештај пратећих садржаја (нпр. базе за одржавање, истурени пунктови и сл.).

Неки простори денивелисане раскрснице могу се, ако се на одговарајући начин поново моделира терен, искористити и за смештај објекта за заштиту околине (нпр. таложник и пречишћивач прљаве воде с коловоза могуће је лоцирати у простор индиректне рампе и др.).

Да би се ефикасно одвијао саобраћај и у ванредним ситуацијама (екстремни климатски услови, рехабилитација једне коловозне траке, превоз специјалног терета и др.), потребно је да се у зони денивелисане раскрснице прекине разделна трака (појас) аутопутева који се укрштају (прикључују), односно да се прекине разделна трака (појас) главног аутопутног правца ако се укрштај (прикључак) изводи двотрачним (вишетрачним) путем. Геометријско обликовање и димензионирање тих прекида подлеже провери са становишта вредности одговарајуће пројектне брзине  $V_p$ .

## 7. САОБРАЋАЈНА И ПУТНА ОПРЕМА

### 7.1. Сигнализација

Хоризонтална, вертикална и путоказна сигнализација предмет су посебних техничких упутстава у којима се једнозначно дефинишу стандардна решења за слободне деонице ванградских путева и раскрснице на њима (површинске и денивелисане). Због тога су у овим техничким упутствима само назначени они елементи сигнализације који су у директној вези с грађевинским решењем појединачних денивелисаних раскрсница.

### 7.2. Осветљење

Денивелисане раскрснице на ванградској путној мрежи се осветљавају да би се повећала безбедност саобраћаја, побољшао комфор вожње, естетски доживљај и др. Осветљењем се мора обезбедити да возач јасно види, са сигурношћу лоцира и

правовремено уочи све покретне и непокретне сметње у свом видном пољу које утичу на његове одлуке у вожњи.

Извори светlostи, интензитет осветљења и други технички услови за осветљење денивелисаних раскрсница дефинисани су одговарајућом законском и техничком регулативом и нису обухвачени овим упутствима.

### 7.3. Остале путне опреме

Путна опрема као што су: сигурносне ограде, смерокази и сл. подлежу техничкој и законској регулативи за ту област са основним циљем унапређења безбедности и проточности путног саобраћаја. Пројекат те опреме је саставни део пројектне документације денивелисане раскрснице, као што су то и други пројекти утврђени Методологијом пројектовања путева.

## 8. ГРАНИЧНИ ЕЛЕМЕНТИ ПЛАНА И ПРОФИЛА РАМПИ

ЕЛЕМЕНТИ ПРОЈЕКТНЕ ГЕОМЕТРИЈЕ	Пројектна брзина на рампи $V_{p,r}$ (km/h)							
	30	40	50	60	70	80		
минимални популрник хоризонталне кривине	min R (m)	30	45	75	120	175	250	
минимални параметар клотоиде	min A (m)	30	35	55	75	100	125	
минимални популрник конвексног забобљења	min Rv konk (m)	750 (500)*	1.000 (500)*	1.500 (800)*	2.000 (1250)*	2.500 (2000)*	3.500	
минимални популрник конкавног забобљења	min Rv konk (m)	500 (550)*	750 (550)*	1.000 (900)*	1.250 (1.800)	1.800 (2.500)		
захтевана препредност	R <sub>pr</sub> (m)	30	40	55	70	90	115	
граничне вредности подужних напреза	max i <sub>n</sub> (%) успон	+ 6						
	max i <sub>n</sub> (%) пад		- 7					
минимални попренни напреза изван подручја витопериња	min i <sub>p</sub> (%)			2,5				
максимални попренни напреза изван подручја витопериња у кривини	max i <sub>p</sub> (%)			6				
минимални напрези рампе витопериња	min i <sub>r</sub> (%)				0,4 (В.О.Н.), 0,2 (В.О.О.)			
максимални напрези рампе витопериња	max i <sub>r</sub> (%)					1,5		
максимални раздулубљени напрези коповне површине	max i <sub>rz</sub> (%)					9		

(\*) предности у залеђу abs. min.

Слика 8-01: Границни елементи пројектне геометрије рампи денивелисаних раскрсница.

## 1739

На основу члана 201. став 1. тачка 26, Закона о планирању и изградњи („Службени гласник РС”, бр. 72/09, 81/09 – исправка, 64/10 – УС и 24/11),

Министар животне средине, рударства и просторног планирања доноси

## ПРАВИЛНИК

### о општим правилима за парцелацију, регулацију и изградњу

#### 1. УВОДНЕ ОДРЕДБЕ

##### Члан I.

Овим правилником прописују се општа правила и услови парцелације, регулације и изградње, којима се одређује величина,