

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**

(Сл. гласник РС број 50/11)

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.

(1) 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).

(2) Прилози 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.

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 повећањем 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 терминали 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 се 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 разгранатост 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 терминала других система или ка њима (водни, ваздушни, железница). Последично, путна мрежа је и кључни елемент обједињавања 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 терминали 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 робе (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 робе, 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) домета. По утицају на функцију путне мреже приближно су једнаки са **подручним саобраћајним тежиштем** дефинисаним за насеља.

- области и центри с највише краткотрајних или једнодневних боравака и релативно једнородном понудом услуга с највише кратких или једнодневних боравака корисника, односно подручја и центри подручног (регионалног) домета. 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 робе 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) домета (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) домета (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. Прекограничне везе

Категоризација саобраћајних тежишта и последично нивои функције њиховог повезивања у прекограничним 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. Нивои функције повезивања саобраћајних тежишта

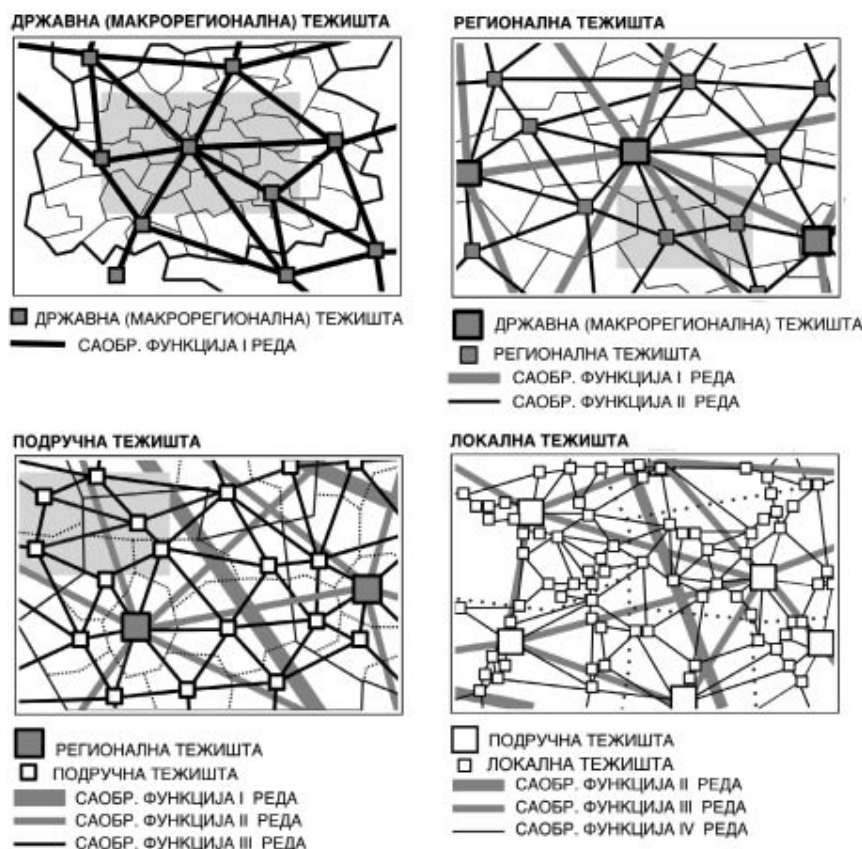
Ниво функције потеза (деонице) путне мреже у складу је с категоријом саобраћајног тежишта које опслужује; разликују се четири реда саобраћајне функције (слика 2-01 овог прилога):

Саобраћајна функција I реда: међусобно повезивање државних (макрорегионалних) саобраћајних тежишта, прекогранично 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 (деоница) 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** појединих подручних и/или регионалних саобраћајних тежишта подразумева функцију саобраћајног обједињавања урбаних насеља и/или других врста саобраћајних тежишта, као и њихово прикључивање на потезе (деонице) највишег функционалног нивоа путне мреже;

- **даљинско повезивање** регионалних и/или државних (макрорегионалних) саобраћајних тежишта 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, сервис, 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 врсти, интензитету и броју дефинише као битан планерско-пројектантски 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 контролисаних 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 ширем простору, кретање и боравак деце, шетња, коришћење услуга објеката 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 боравак 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 боравак. У зони изграђених подручја кроз које пролази ванградски пут преклапање функција је правило тако да се у таквим ситуацијама првенствено тежи раздвајању функције повезивања од функције опслуживања и боравак (сегрегација).

Уколико раздвајање 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 ниже 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 тежишта (тачка 2.3.3.3. 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, повезивање саобраћајних тежишта и даљинско повезивање саобраћајних тежишта.

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 врсте 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 раније дефинисаних нивоа саобраћајне функције (тачка 2.3.3.3. 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)
- везни путеви међурегионални (ВП-м)
- даљински путеви међурегионални (ДП-м)
- даљински путеви државни, међудржавни (ДП-д).



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

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

● ГЛАВНА ФУНКЦИЈА
 ○ СПОРЕДНА ФУНКЦИЈА
 ○ САМО ИЗУЗЕТНО

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 дефинисан 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 с променама у просторном и саобраћајном развоју, проверава се и модификује у складу са одређењима, односно реализацијом развоја.

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 домета.

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-л, ПП-п).

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 с 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 вишој 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 пресецања 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	≤ 50 m	50 - 150 m	≥ 150 m
нагиб падина	≤ 1 : 10	1 : 10 - 1 : 2	≥ 1 : 2

Коначно 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 постоје 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					○	○	●	●

● ДА ○ МОГУЋЕ ○ САМО ИЗУЗЕТНО

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 је путна мрежа уређена у складу с претходно изнетим правилима повезивања. Сагласно претходном закономмерно 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 одржања потребних брзина, па се прикључење остварује на ограниченом броју раскрсница 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 путовања	проток	брзина	контрола приступа	густина раскрсница	дужина у мрежи
ПРИСТУПНИ	ПП-л	опслуживање садржаја	↓	↓	↓	↓	↑	↑
	ПП-п							
САБИРНИ	СП-п	сабирање токова	↓	↓	↓	↓	↑	↑
	СП-р							
ВЕЗНИ	ВП-р	повезивање	↓	↓	↓	↓	↑	↑
	ВП-м							
ДАЉИНСКИ	ДП-м	даљинско повезивање	↓	↓	↓	↓	↑	↑
	ДП-д							

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

Број и ритам раскрсница 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 раскрсница 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

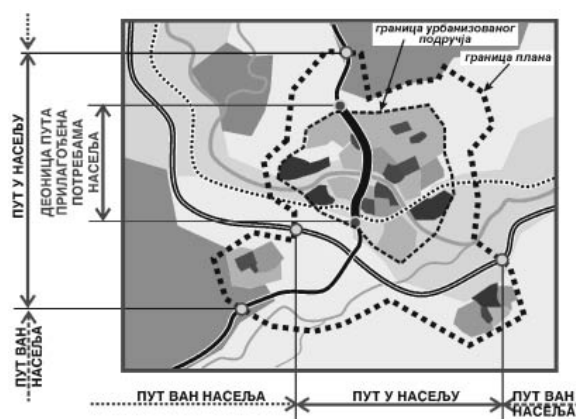
овог прилога). Разликују се две врсте деоница ванградских путева: деоница кроз подручје насеља и деоница прилагођена потребама насеља.

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 раскрсница, повезивање путне мреже насеља (изворни/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 раскрсница усклађује с надлежнима за развој предметног насеља.

Та врста деоница 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 плана; евентуална промена почетка и/или краја деонице мора се поднети на сагласност управљачу предметне деонице.

Та врста деоница 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.

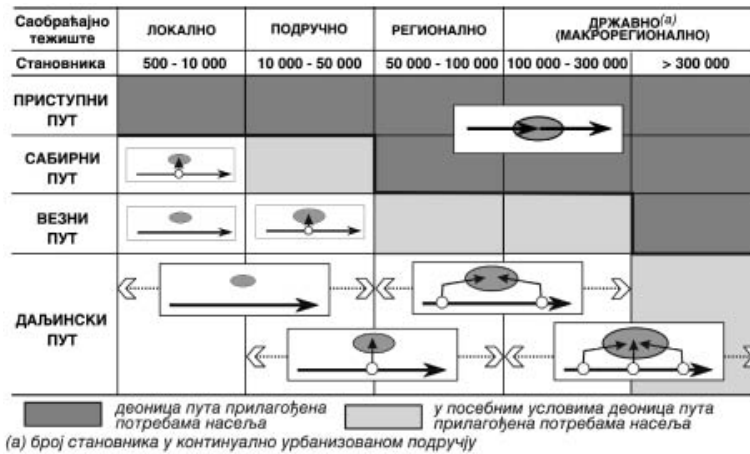
5.1.1.2. Деоница ванградског пута прилагођена потребама насеља

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 градском путном мрежом који је дужан да све захвате усагласи с управљачем ванградском путном мрежом сагласно административној класификацији путева (тачка 4.4.2.1. овог прилога). Све промене граница и/или функција деонице прилагођене 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 изворно/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 изворним/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 бициклических 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 планерске 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.

ВАНГРАДСКА ПУТНА МРЕЖА ПРИМАРНА ГРАДСКА ПУТНА МРЕЖА	ПРИСТУПНИ ПП	САБИРНИ СП	ВЕЗНИ ВП	ДАЉИНСКИ ДП
	min ————— дужина путовања —————> max min ————— проток —————> max min ————— брзина —————> max min ————— контрола приступа —————> max max ————— густина раскрсница —————> min max ————— дужина у мрежи —————> min			
САБИРНА УЛИЦА СУ	●	●		
ГРАДСКА МАГИСТРАЛА ГМ	●	●	●	
ГЛАВНА ГРАДСКА МАГИСТРАЛА ГГМ		●	●	●
ГРАДСКИ АУТОПУТ ГА			●	●

● ДА ● МОГУЋЕ

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. Испуњење тих циљева не зависи само од карактеристике траса 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 подстицај 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 правца (нпр. брзине возила, проточност, безбедност и сигурност саобраћаја, удобност вожње итд.).

Функционални пратећи садржаји обухватају следеће основне групе:

- **базе за одржавање путева** су комплекси објеката 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 трака на важнијим путним деоницама где нема зауставне траке (тј. важнији двотрачни путеви и вишетрачни путеви осим аутопутева) имају улогу дисконтинуалне зауставне траке и користе се само у случају изненадне потребе (нпр. квар 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 примењује 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 ослоњену 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 техничкој и организационо сложенијој служби.

Наплата путарине, аутобуска стајалишта и проширења (нише) за заустављање возила су објекти специфични само за поједине 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)		ДАЉИНСКИ (ДП)	
ТИП ПУТА	ПП-л	ПП-п	СП-п	СП-р	ВП-р	ВП-м	ДП-м	ДП-д
БАЗЕ ЗА ОДРЖАВАЊЕ	← садржаји се формирају за део путне мреже (мрежни концепт) →				●	●	●	●
УПРАВЉАЊЕ И КОНТРОЛА САОБРАЋАЈА	← садржаји се формирају за део путне мреже (мрежни концепт) →				●	●	●	●
НАПЛАТА ПУТАРИНЕ	○	○	○	○	○	●	●	●
АУТОБУСКА СТАЈАЛИШТА	○	●	●	●	●	●	○	○
ПРОШИРЕЊА ^(а) 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 садржаји пута зависно од типа пута.

5.2.2. Пратећи садржаји за потребе корисника

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

5.2.2.1. Функционални тип пута и услуге корисницима

Пратећи садржаји 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 нижег нивоа (**ПП-л, ПП-п, СП-п, СП-р** евентуално **ВП-р**) подразумева да корисницима пута стоје на располагању садржаји 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)		ДАЉИНСКИ (ДП)	
	ПП-л	ПП-п	СП-п	СП-р	ВП-р	ВП-м	ДП-м	ДП-д
ПАРКИРАЛИШТА	○	○	●	●	●	●	●	●
ОДМОРИШТА	○	○	○	○	●	●	●	●
ПУМПЕ ЗА ГОРИВО	○	○	●	●	●	●	●	●
СЕРВИСИ	○	○	○	●	●	●	●	●
МОТЕЛИ	○	○	○	○	●	●	●	●

ЛЕГЕНДА: ● ДА ● МОГУЋЕ ○ НЕ *ритам садржаја се максимално контролише*

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 садржаја 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 садржаји 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 садржаји не би неконтролисано увећали, што може угрозити основну функцију путног правца. Тај аспект је 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 садржаја за потребе корисника пута

На основу функционалних карактеристика пратећих садржаја 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 садржаја могуће је додатно опремити мањим продавницама (нпр. покретне продавнице сезонског воћа) и/или кафеима који раде током најоптерећенијих месеци, 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.

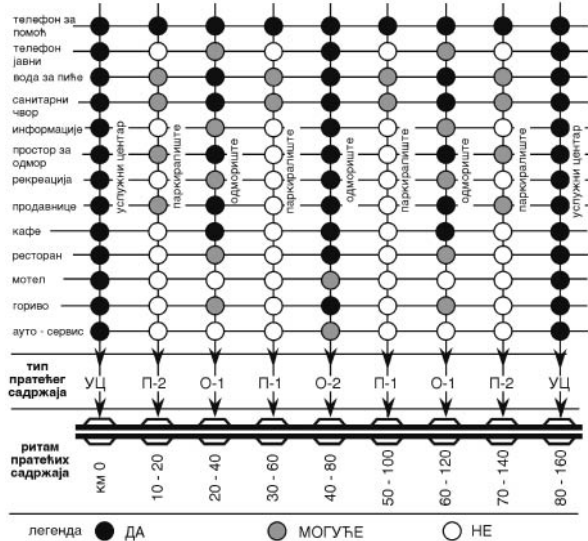
2) **Одморишта** подразумевају дуже задржавање корисника (30-90 мин.) и имају раздвојене површине за паркирање путничких возила, аутобуса, теретних возила и, ако постоји потреба, туристичких возила. Она садрже све програме паркиралишта као и додатно јавни телефон, осветљење, ресторани, продавнице, кафе 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 садржаја. 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 садржаји 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 подручја 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. Паркинг 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 садржаје, као и услови повезивања с путним правцем на који су ослоњени уз рационалну процену колико садржаји 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 садржаја за потребе корисника пута

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



Слика 5-06: Врсте услуга, функционална класификација и растојања 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 међуодстојања (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 међуодстојања пратећих садржаја негативно утичу на проточност, брзину вожње и безбедност саобраћаја, док истовремено умањују ниво прихода појединачних садржаја одморшта 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 испуњење 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.

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

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 прикључивањем возила и генерисањем посебних врста саобраћаја (нпр. пешаци, бициклисти и сл.) угрози саобраћајну функцију пута, а интензиван саобраћај на путној 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. пољопривредна возила, јавни превоз, бициклисти, пешаци и сл.), одстојања и врсте раскрсница и/или пратећих садржаја, могућности директног прикључивања локација и сл. На путевима највишег функционалног ранга она мора бити потпуна да би се обезбедили захтевани ниво услуге, брзине кретања и сигурност.

Прикључивање појединачних локација, односно директан колски приступ (слика 6-01, овог прилога) битан је елемент контроле приступа посебно ако се има у виду да сваки прикључак 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 поштравају 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 пољопривредна возила морају се уклонити с путева највише категорије (ВП, ДП) и оријентисати на приступне путеве (ПП), некатегорисану или специфичну мрежу пољопривредних 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 (МЕЂУГРАДСКИ) АУТОБУСИ	регулисано		дозвољено					
ТЕРЕТНА ВОЗИЛА	регулисано		дозвољено					
АУТОВОЗОВИ, ВУЧНИ ВОЗОВИ	регулисано		дозвољено					
ТРАКТОРИ И ПОЉОПРИВР. ВОЗИЛА	дозвољено		регулисано		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, бициклисти 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
ЈАВНИ ПРЕВОЗ	АУТОБУСИ ЈАВНОГ ПРЕВОЗА	да/не	дозвољено		дозвољено у посебним условима		забрањено	
	СТАЈАЛИШТА	могуће на коловозу	аутобуска стајалишта ван проточног коловоза			нема		
	ПРИСТУП ПЕШАКА ДО СТАЈАЛИШТА	слободан у нивоу	регулисани прелази у нивоу		регулисани прелази у нивоу (два нивоа)		нема	
БИЦИКЛИСТИ	ПОДУЖНО КРЕТАЊЕ	слободно	слободно ^(а) пожељно регулисање		регулисано (забрањено)		забрањено	
	ЗАШТИТА ПОДУЖНИХ ТОКОВА	нема	заједно са ^(а) пешацима или издвојена стаза		издвојена стаза за бициклисте		независно вођење стаза за бициклиста	
	ПОПРЕЧНО КРЕТАЊЕ	слободно	пешачки и/или бициклистички прелази		регулисано, бициклистички прелази		независно	
ВОЂЕЊЕ ПОПРЕЧНИХ ТОКОВА	у нивоу				у нивоу ^(а) или два нивоа		два нивоа	
ПЕШАЦИ	ПОДУЖНО КРЕТАЊЕ	могуће на ^(б) коловозу	регулисано, по потреби ^(б) једнострано или обострано			забрањено		
	ЗАШТИТА ПОДУЖНИХ ТОКОВА	нема ^(б) (ивичњак)	ивични раздвојени 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 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, надстрешнице и сл.). Приступ путника до стајалишта, зависно од интензитета токова пешака и брзине кретања моторних возила треба регулисати пешачким прелазима па аутобуске станице треба да буду лоциране непосредно у зони регулисане површинске раскрснице. 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 мопед и бицикле 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 видова саобраћаја. На путевима осталих функционалних врста и типова захтеви заштите бицикличких и пешачких токова од конфликта и утицаја проточног моторног саобраћаја се поштравају (слика 6-03 овог прилога), а даљинским путевима (ДП) бицикличке 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 пресеке 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_0) 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_0 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. Тај 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		ДАЉИНСКИ ПУТ	
	ПП-л	ПП-п	СП-п	СП-р	ВП-р	ВП-м	ДП-м	ДП-д
УСЛОВИ САОБРАЋАЈНОГ ТОКА ВОЗИЛА	нема значаја		дисконтинуални (прекинут) ток			пожељан ^(а) континуални (непрекинут) ток		
МЕРОДАВНИ НИВО УСЛУГЕ	није применљиво		E (D)		D (E)		D (C)	
ОСНОВНА ^(б) БРЗИНА V_0	равн. 60 брдовит 40 планински 30		равн. 80 брдовит 60 планински 40		равн. 90 брдовит 70 планински 50		равн. 100 брдовит 80 планински 60	
ПРЕТИЦАЊЕ ^(в) % ДУЖИНЕ	равн. 40 брдовит 20 планински 10		равн. 60 брдовит 40 планински 20		равн. 70 брдовит 50 планински 30		равн. 80 брдовит 60 планински 40	
НАЈМАЊА ^(г) ОДСТОЈАЊА	400 м. (200 м.)		1000 м. (500 м.)		3000 м. (1500 м.)		5000 м. (3000 м.)	
ОСНОВНИ ТИП РАСКРСНИЦЕ	површинске неканалисане			површинске мин. каналисане		површинске ^(д) потпуно каналисане или денивелисане		
ЗАУСТАВЉАЊЕ (ПО ЖЕЉИ)	дозвољено на коловозу у складу са општим правилима вођње			регулисано или ван коловоза		забрањено, обавезно коришћење пратећих садржаја		
ЗАУСТАВЉАЊЕ (ОПРАВДАНИ РАЗЛОГ)	дозвољено на коловозу у складу са општим правилима вођње					дозвољено изван проточног коловоза		
ПАРКИРАЊЕ ВОЗИЛА	регулисано на коловозу		регулисано на коловозу или ван коловоза		искључиво ван коловоза на посебним површинама пратећих садржаја			

(а) - зависно од саобраћајног оптерећења

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

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

(г) - вредности у заградама само у изузетним условима

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

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

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

Раскрснице су чворна места путне мреже од пресудног утицаја на укупан квалитет одвијања саобраћаја. Пошто оне ограничавају укупну пропусну моћ деонице и пошто су подручја конфликта 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 новоградње 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. Тај 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 израде 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 правац 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:

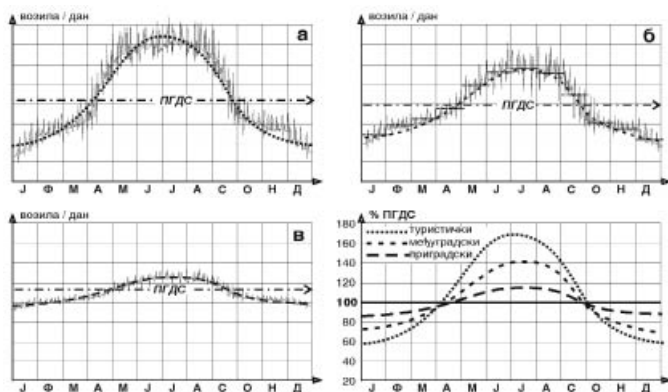
bs - приближни коефицијент годишње неравномерности

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

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

Границе коефицијента 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); показатељи 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 коефицијент неравномерности смерова $ks = 0,55-0,60$, с међуградским саобраћајем $ks = 0,60-0,65$ а с доминантним међуградским-туристичким саобраћајем $ks = 0,65-0,70$. Тај 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

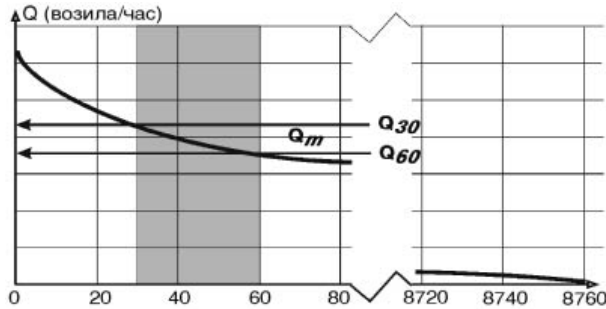
За димензионасање путних елемената и за вредновање варијантних решења дефинишу се показатељи, који се примењују у изради пројектне и планске документације. Ти показатељи су програмски параметри и резултат су саобраћајних истраживања у студији путне мреже.

6.2.3.1. Меродавни часовни проток

За потребе димензионасања попречног профила 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).

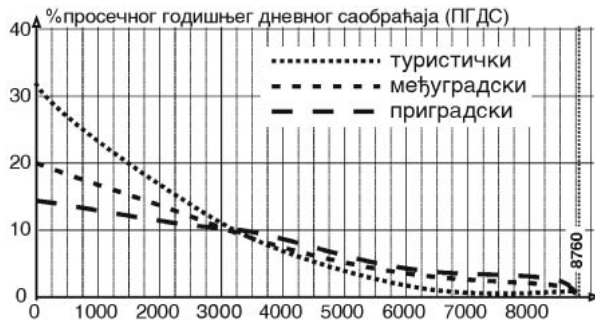


Слика 6-06: Меродавни час за мерење.

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 n-тог часа (ФНЧ). Тај фактор највише зависи од доминирајућег карактера саобраћајних токова (слика 6-07 овог прилога) и вредности су: за приградско-градски карактер токова **ФНЧ = 10-14 % ПГДС**, за међуградски **ФНЧ = 13-17% ПГДС**, а за преовлађујући туристички карактер има највећи распон **ФНЧ = 15-30 % ПГДС**.



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

Фактор n-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

$$Q_m = \text{ПГДС} * \text{ФНЧ}/100 \text{ (возила/час/оба смера);}$$

- путеви с раздвојеним коловозима по смеровима

$$Q_m = \text{ПГДС} * k_s * \text{ФНЧ}/100 \text{ (возила/час/смеру),}$$

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

6.2.3.4. Структура саобраћајног тока

Меродавни часовни проток (Q_m) моторних возила, као и сви остали показатељи саобраћајног оптерећења морају имати податак 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 сврстати у посебну категорију возила, која захтева специфичне функционалне пратеће садржаје (аутобуска стајалишта) у смислу тачке 5.2.1. овог прилога. Меродавно саобраћајно оптерећење ($Q_{mјр}$) изражава се као број аутобуса јавног превоза на час по смеру уз податке о врсти возила (обичан или зглобни аутобус). За постојеће стање, поред бројања, могуће је дефинисати меродавни број возила (аутобуса ЈП/час/смер) 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 с највећим протоком, тј, $Q_{mb} = \max Q_b 15 \text{min}$. 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 $Q_{mp} = \max Q_p 5(15) \text{min}$. 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.

1. ТРАСА ВАНГРАДСКИХ ПУТЕВА

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

Упутства су организована у оквиру следећих поглавља:

- 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 формиран 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 контрадикторни захтеви, оптимално решење је у њиховом компромису уз максималну креативност пројектанта и уважавање специфичних услова контекста при чему треба водити рачуна о правременој 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 захватом.

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.

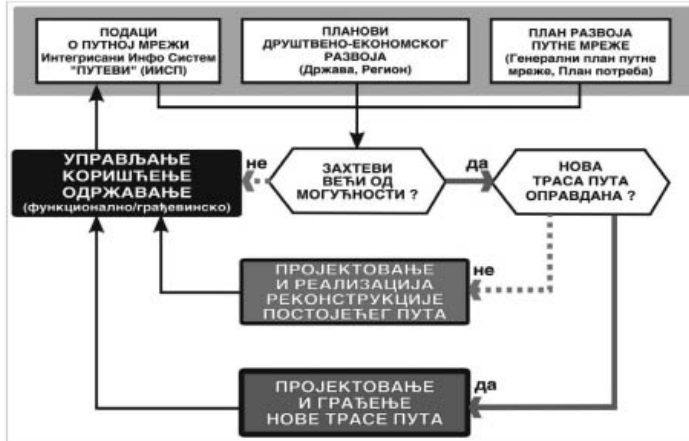
ТЕКУЋЕ КОНТРОЛЕ	ПРАЋЕЊЕ СТАЊА ПОСТОЈЕЋЕГ ПУТА (равност, трење, носивост, расположива прегледност, ...)
	ПРАЋЕЊЕ СТАЊА САОБРАЋАЈА НА ПУТУ (PGDS, Qmer, HY (LOS), незгоде - N_s , V_{370} , V_{95} ...)
	ПРАЋЕЊЕ УТИЦАЈА НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ (бука, аерозагађење, вода, тло, фауна, флора, наслеђе, ...)
ОДРЖАВАЊЕ (путеви - П, аутопутеви - АП)	ФУНКЦИОНАЛНО ОДРЖАВАЊЕ ПУТА (зимско одржавање, летње одржавање, ...)
	ГРАЂЕВИНСКО ОДРЖАВАЊЕ ПУТА (рехабилитација) 1. обнова површине коловоза, 2. ојачање коловозне конструкције 3. унапређење пута у границама путног земљишта (све грађевинске активности, по правилу, у границама постојеће експропријације)
ИЗГРАДЊА (пројектовање, грађење) (путеви - П, аутопутеви - АП)	РЕКОНСТРУКЦИЈА ПУТНИХ ПОТЕЗА (ДЕОНИЦА) (промена постојећих граница експропријације)
	НОВОГРАДЊА ПУТНИХ ПОТЕЗА (ДЕОНИЦА) (нове границе експропријације)

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 ефекте, 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 закључака претходне, контролишу се и кроз повратну спрегу; мање измене полазних поставки 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 израде 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 проистичу суштинске карактеристике пута. Одредити локацију је кључни проблем у свим фазама планирања и пројектовања путева (слика 2-03 овог прилога).

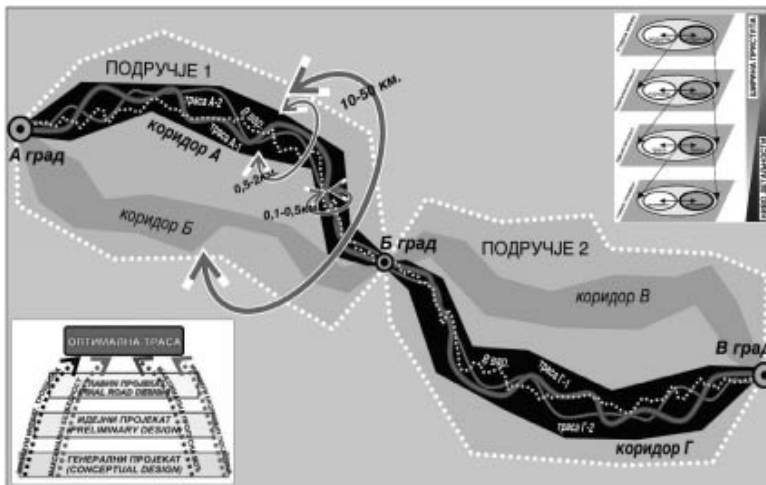
У генералном пројекту потребно је одредити оптимални коридор на дефинисаном подручју, док се за идејни пројекат истражује и једнозначно дефинише оптимална траса у усвојеном оптималном коридору у претходној фази - генералном пројекту.

У главном и извођачком пројекту траса је фиксирана у апсолутном координатном систему $XoYZ$, па се оптимизација своди на избор појединачних елемената и евентуална микро померања 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 издвоје 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 квалитету спроведених истраживања. При том се издвајају два основна задатка:

- 1) одлука мора бити заснована на детаљним, непристрасним и поузданим параметрима;

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



Слика 2-03: Избор оптималне локације зависно од фазе израде 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 токова 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 стационом пресека деонице пута и границе плана (слика 2-05 овог прилога).

центар	ЛОКАЛНИ	ОПШТИНСКИ	РЕГИОНАЛНИ	ГЛАВНИ
становника	< 5.000	5.000 - 20.000	20.000 - 100.000	> 300.000
ПРИСТУПНИ ПУТ				
САБИРНИ ПУТ				
ВЕЗНИ ПУТ				
ДАЉИНСКИ ПУТ				

деоница пута прилагођена потребама насеља
 у посебним условима деоница пута прилагођена потребама насеља

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

Разликују се две врсте деоница:

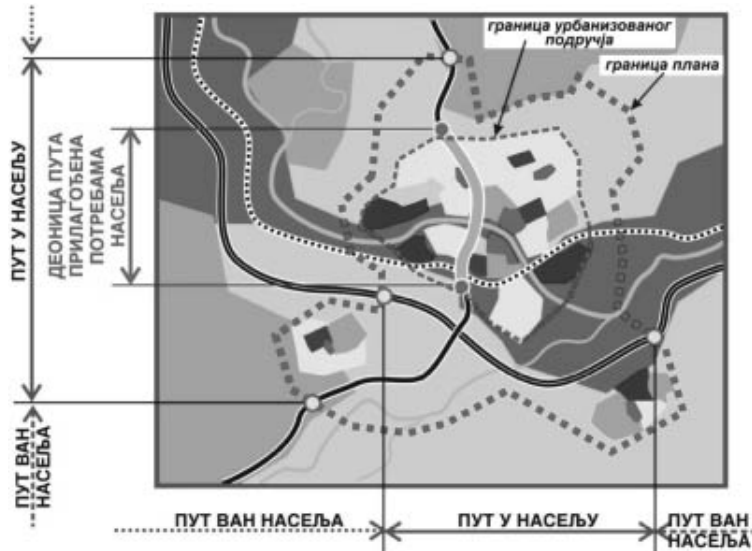
1) Деоница ванградског пута кроз подручје насеља која има доминантну функцију вођења пролазних токова и, преко раскрсница, повезивање насеља (изворни/циљни саобраћај) с ванградским путем. Такве деонице имају доминантну међуградску функцију и у надлежности су организације која управља ванградском мрежом. Оне се планирају и пројектују по правилима за ванградске путеве, с тим што се њихов положај у простору и број раскрсница усклађује с надлежним за развој предметног насеља. Воде се просторима 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 стационом пресека 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 стационом 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 њеном 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 трошкова 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 измењеним елементима, објектима и опремом прилагођене потребама насеља.



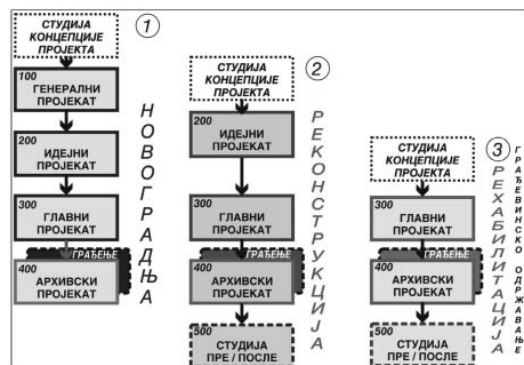
Слика 2-05: Принципи утврђивања деоница пута у насељу и ван насеља.

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 чему 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 процедури 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.

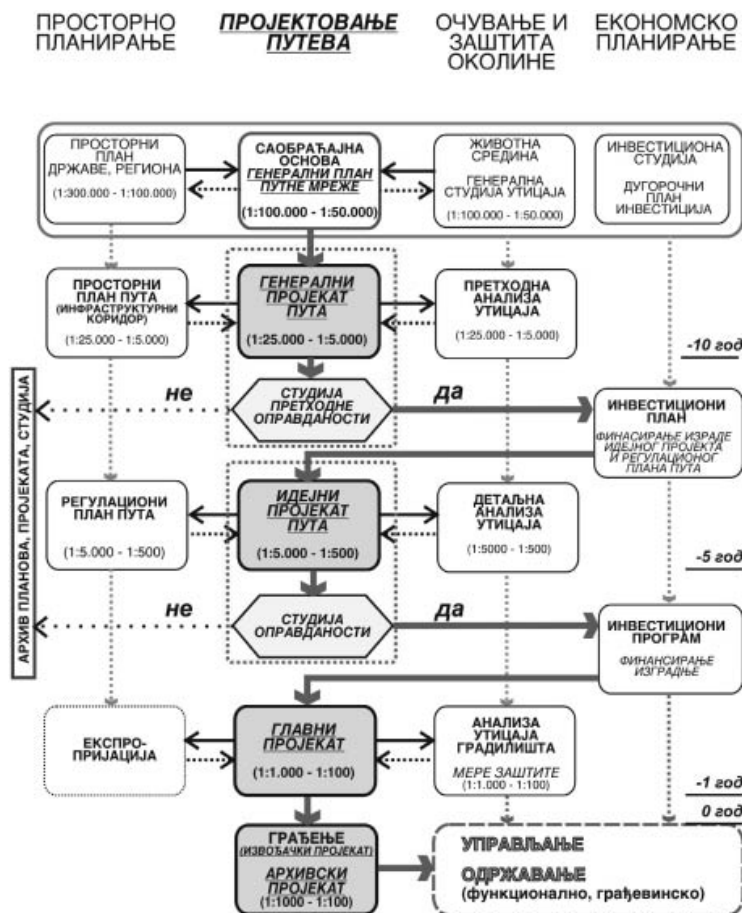
Временска одредница појединих фаза планирања/пројектовања, изражена као број година пре изградње пута када се комплетира документација, у суштини одражава основну карактеристику саобраћајне основе подручја, тј. представља просторни оквир развоја.

Јака међузависност путне мреже и просторног развоја захтева усклађену и правовремену израду пројектне документације путева, при чему 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!**

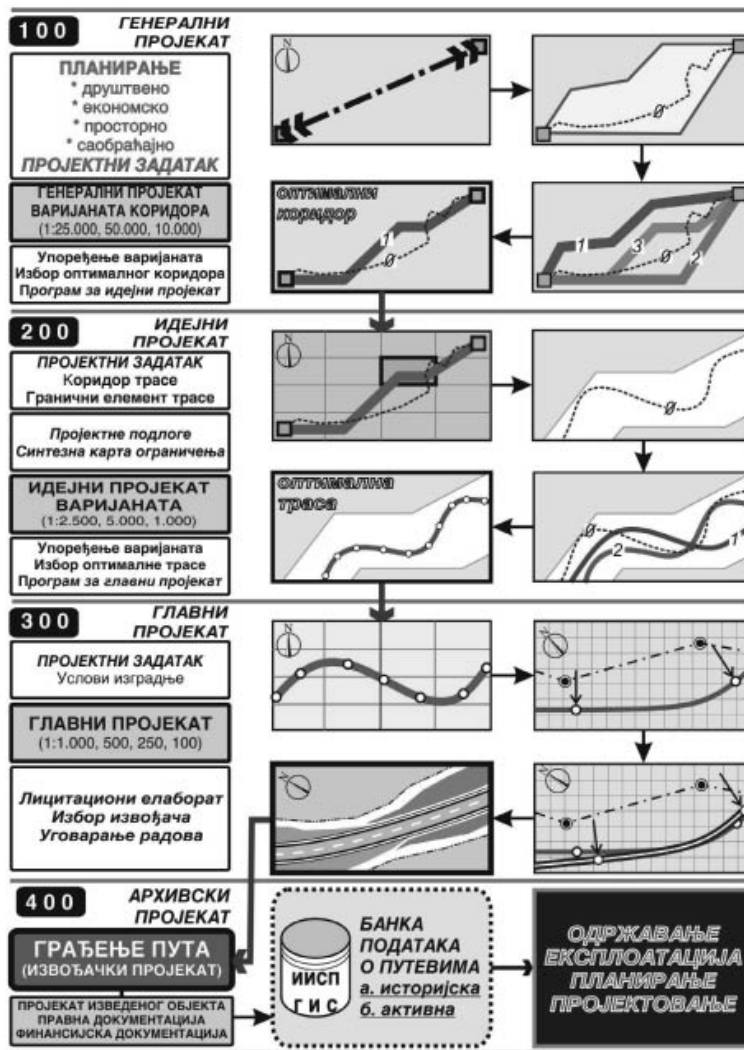
Структура процеса пројектовања путева је хијерархијски уређена и представља вишеравански процес који почиње израдом генералног пројекта, а наставља се идејним, главним, (извођачким) и архивским пројектом.

Генерални пројекат је функционално-техничка провера планерских 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 изабрао **оптимални коридор**. У тој фази морају се донети и начелне одлуке о етапности грађења, условима експлоатација (слободно или комерцијално), локацији и концепцији раскрсница, 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 микро померања 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 планско и рационално експлоатацију и одржавање пута и чини поуздану основу за даље планерске 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. нултом 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-информациони 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 уговарања 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 пројеката 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 интегрисани 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 израде пројектне документације, једнозначно разграничење права и обавеза свих учесника (првенствено инвеститора и пројектанта) 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 садржај пројекта**.

Пројектним задатком, за сваку фазу израде 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 појединих фаза израде пројекта.

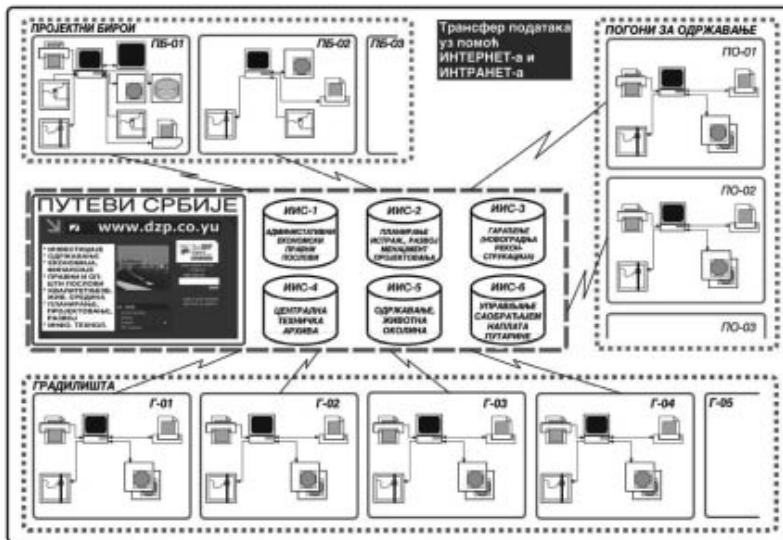


Слика 2-09: Генерални приказ структуре процеса пројектовања путева.

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 бирои, градилишта, погони за функционално и грађевинско одржавање пута.

Пресудну улогу у томе има интегрисани информациони систем "Путеви". За успешну реализацију сложених задатака газдовања путном мрежом, неопходно је да тај систем испуни и следеће задатке: да омогући припрему и праћење свих активности (на једном или више инвестиционих објеката) и с техничког и с финансијског становишта, да обезбеди релевантне базе информације за планирање и пројектовање, да обезбеди ажурно 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 израде 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 бирои - 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 обрађена у прилогу 1, Функционална класификација ванградских путева.

ВРСТА ПУТА	ТИП ПУТА	ФУНКЦИЈА				
		ОСПЛУЖИВАЊЕ	САБИРАЊЕ ТОКОВА	ПОВЕЗИВАЊЕ	ДАЉИНСКО ПОВЕЗИВАЊЕ	
ПРИСТУПНИ ПУТ (ПП)	ПП-л	●	○	○	○	ОПШТИНСКИ ПУТЕВИ
САБИРНИ ПУТ (СП)	СП-п	○	●	○	○	
ВЕЗНИ ПУТ (ВП)	ВП-р	○	○	●	○	ДРЖАВНИ ПУТЕВИ II РЕДА
ДАЉИНСКИ ПУТ (ДП)	ДП-м	○	○	○	●	ДРЖАВНИ ПУТЕВИ I РЕДА
	ДП-д	○	○	○	○	

● ГЛАВНА ФУНКЦИЈА ○ СПОРЕДНА ФУНКЦИЈА ○ САМО ИЗУЗЕТНО

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 возно динамички параметри: основна брзина (V_0) 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	равничарски	брдовит	планински
на 1.000 m одстојања	≤ 50 m	50-150 m	≥150 m
нагиб падина	≤ 1:10	1:10 - 1:2	≥1:2

Коначно утврђивање карактера терена дуж трасе и подела на карактеристичне деонице резултат је израде 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_o** 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_o

Основна брзина - **V_o**, полазни је програмски параметар који показује ниво услуге одређеног путног правца при меродавном саобраћајном оптерећењу - **Q_{mer}**. Основна брзина - **V_o** 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_o** реално остварљива.

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

Табела 3-02: Вредности основне брзине (V_o).

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_o**, 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 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 одсечима, где би комфорнији елементи изазвали неприхватљиве инвестиционе трошкове. На осталим одсечима најчешће ће постојати могућност примене повољнијих елемената који пружају могућност за остварење већих брзина од рачунске. Пошто повољнији елементи најчешће повлаче за собом и већа инвестициона улагања, суштински задатак пројектанта 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 3-04 овог прилога.

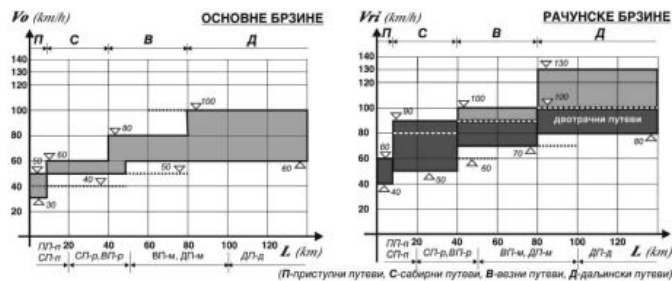
Табела 3-04: Максималне вредности рачунске брзине.

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

*) вредности за двотрачне, односно вишетрачне (међупрофили) путеве.

Максимална брзина на правцу једнака је $\max V_r$, односно $V_{ri}+20$. Вредност $V_{ri}+20$, компарише се са $\max V_r$ уз услов да се не прекораче вредности дате у 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 имперфекције.

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



Слика 3-02: Приказ основне (V_o) 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 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 прегледност. Тај услов исказује се процентуалном дужином деоница 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 сигурна 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: $V_{ri} \leq V_p \leq \max V_r$.

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 профила пројектне брзине са осталим меродавним брзинама дат на слици 3-04 овог прилога.

Конструкција профила пројектне брзине спроводи се на основу дефинисаних законитости:

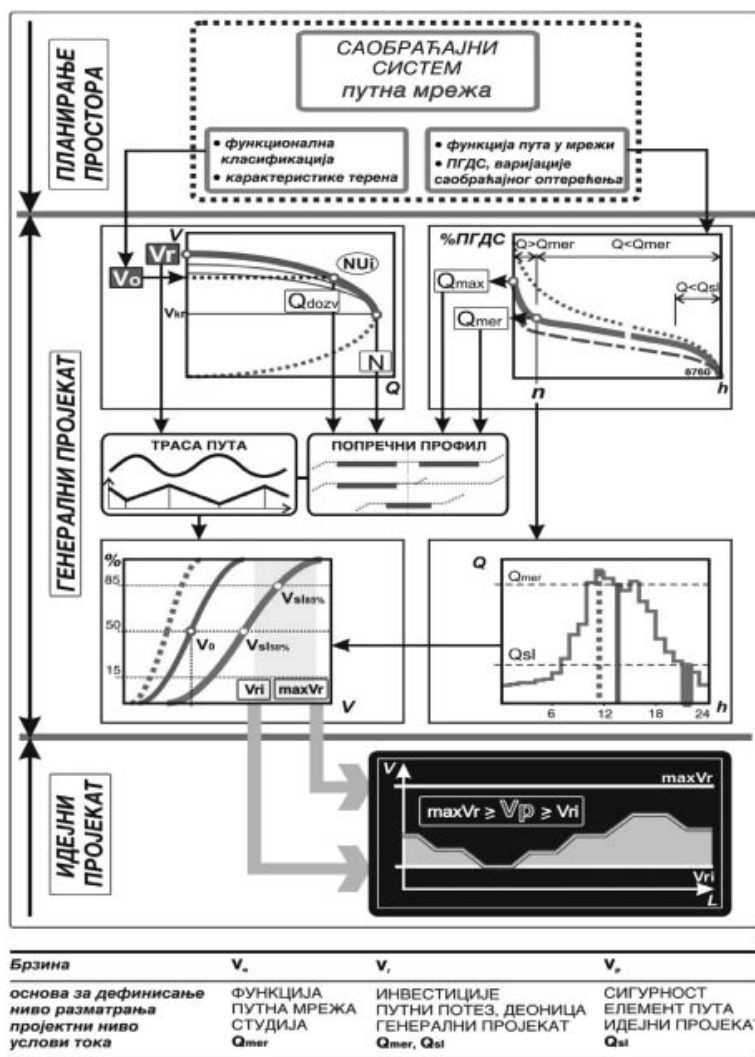
1. пројектна брзина - радијус хоризонталне кривине ($Vp-R$);
2. пројектна брзина - подужни нагиб ($Vp-iN$);
3. модела војње којим се апроксимира варијација брзина у слободном саобраћајном току (убрзање/успорење) у функцији елемената ситуационог плана и подужног профила.

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

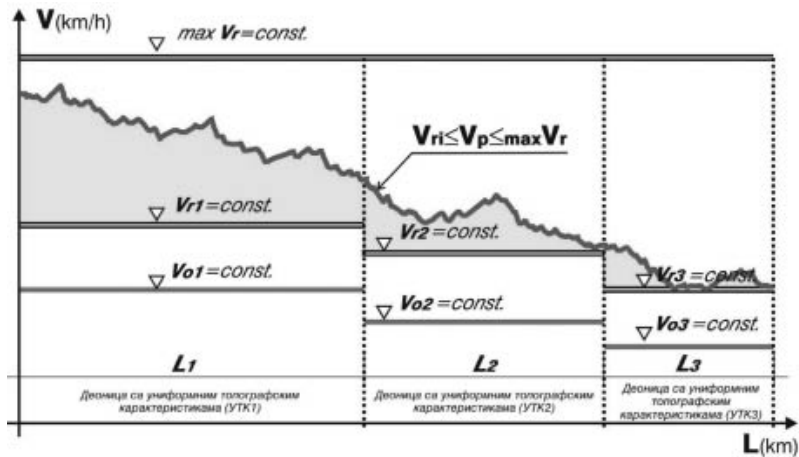
На основу резултујућег профила пројектне брзине:

- димензионишу се и проверавају пројектни елементи пута;
- димензионишу се и проверавају пројектни елементи пута у функцији захтеване прегледности - Pzp ;
- динамички се усклађују суседни пројектни елементи (DV_{ij}) и хомогенизују трасе пута (средња пројектна брзина - Vp_{sr} , 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.

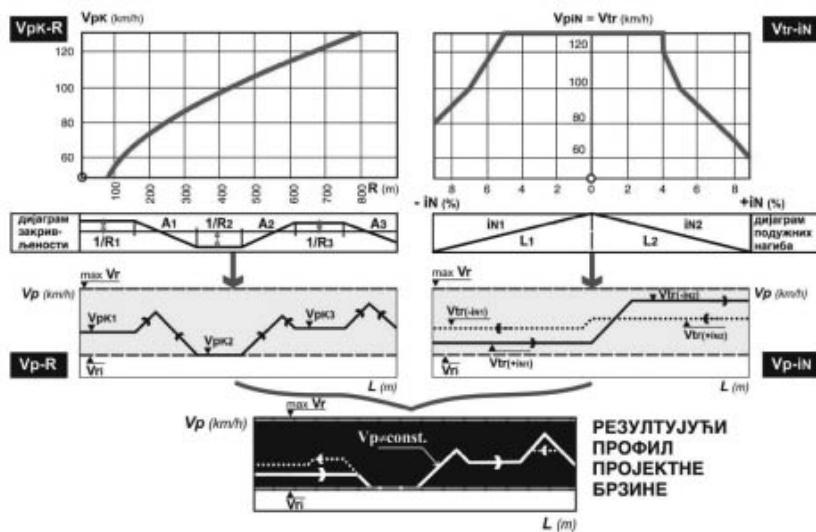
На слици 3-05 овог прилога приказана је конструкција резултујућег профила пројектне брзине за модел војње са константним и једнаким вредностима убрзања и успорења, односно $a=d=0,8 \text{ m/sec}^2$.



Слика 3-03: Алгоритам формирања меродавних брзина.



Слика 3-04: Општи приказ профила пројектне брзине.



Слика 3-05: Конструкција резултујућег профила пројектне брзине.

3.4. Меровални параметри возача, возила и пута

3.4.1. Возач

3.4.1.1. Видно поље и меровадне визууре

а) Изоштрана визура прегледности - P_i ;

Изоштрана визура прегледности веује 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 оптичку 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 визууре возача, при којој се (под стандардним условима видљивости) могу разазнати 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 ивичне 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: $L_r = 0,556 V$ (m), где је брзина V дата у km/h.

3.4.1.3. Физиолошка ограничења

Вредности физиолошких параметара дефинисане су величином **убрзања** (m/sec^2) и **трзаја** (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 профила) 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.

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

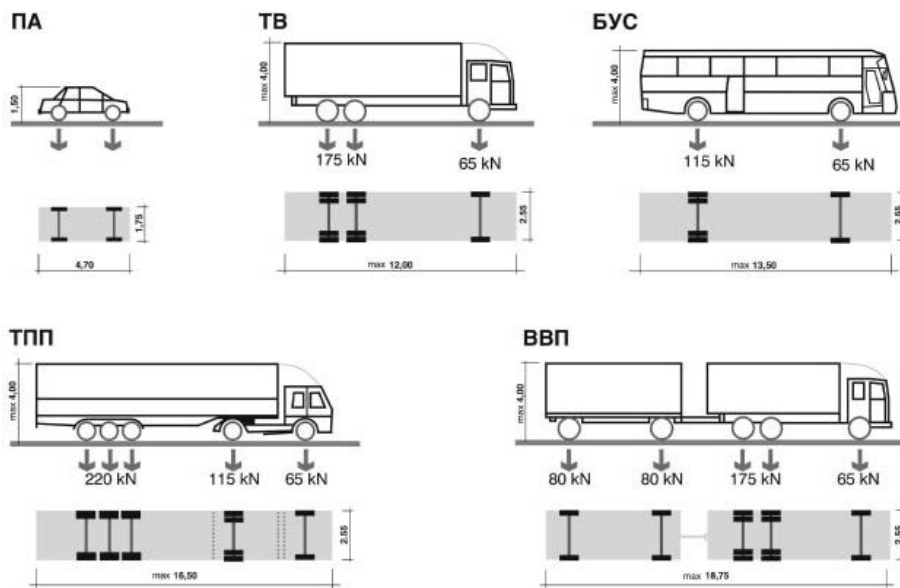
Вредности нормалне (бочне) компоненте трзаја дефинисане су у распону $s_N = 0,8-0,3 \text{ m/sec}^3$, за распон брзина $V = 40-130 \text{ km/h}$.

3.4.2. Меродавна возила

Статички и динамички параметри (габарит, вучно-брзинске карактеристике) меродавних возила (путничких и теретних) основа су за обликовање саобраћајног простора и димензионисање путних елемената.

Меродавни параметри статичког габарита карактеристичних представника моторних возила на ванградској путној мрежи приказани су на слици 3-06 овог правилника, у складу са Правилником о подели моторних и прикључних возила и техничким условима за возила у саобраћају на путевима.

МЕРОДАВНА ВОЗИЛА - ВАНГРАДСКИ ПУТЕВИ

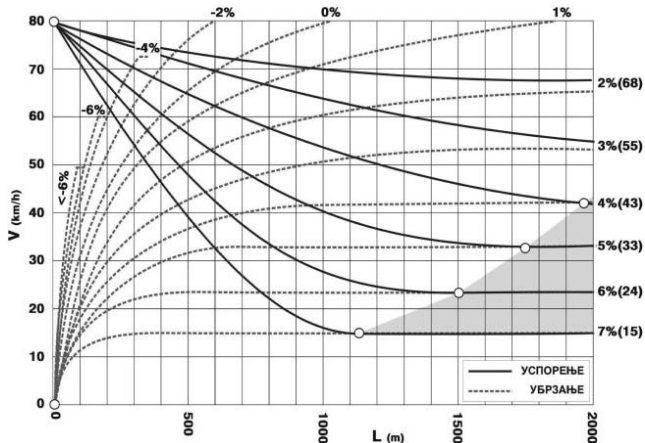


Слика 3-06: Карактеристичне габаритне мере меродавних возила.

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.

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



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

3.4.3. Пут

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

3.4.3.1. Саобраћајни и слободни профил

Сви јавни путеви морају да обезбеде услове за саобраћај возила с највећим габаритним димензијама. То је возило ширине $b_v = 2,50 \text{ m}$ висине, $h_v = 4,00 \text{ m}$, дужине $l_v = 18,00 (18,35) \text{ m}$ (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 профила тзв. саобраћајним и слободним профилом.

а) 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 $H_d = 4,20 \text{ m}$, која садржи статичку висину меродавног возила увећану за величину динамичких осцилација ($\Delta H_d = 0,20 \text{ m}$).

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 профила те обавезе морају бити доследно поштоване.

За прелазак нисконапонских и/или високонапонских водова преко јавних путева потребно је да обезбедити 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 профила 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 профилем пута не угрозити безбедност ваздушног саобраћаја.

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

3.4.3.2. Нормиране (меродавне) вредности коефицијената трења

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

Табела 3-05: Меродавне вредности коефицијената 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. Зауствавна прегледност (Pz)

Зауствавна 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 елемент пројектне геометрије (табела 4-01 овог прилога).

Табел 4-01: Зауствавна 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

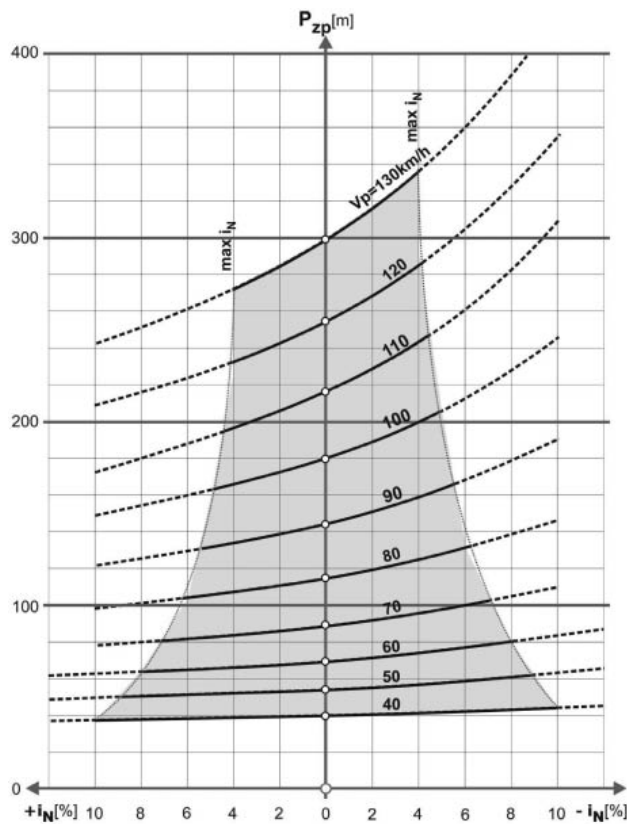
4.2. Захтевана прегледност (Pzp)

У пројектовању путева тежи се примени елементата 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 директно зависи од вредности пројектне брзине (**Vp**) и стварних (примењених) елементата пројектне геометрије пута.

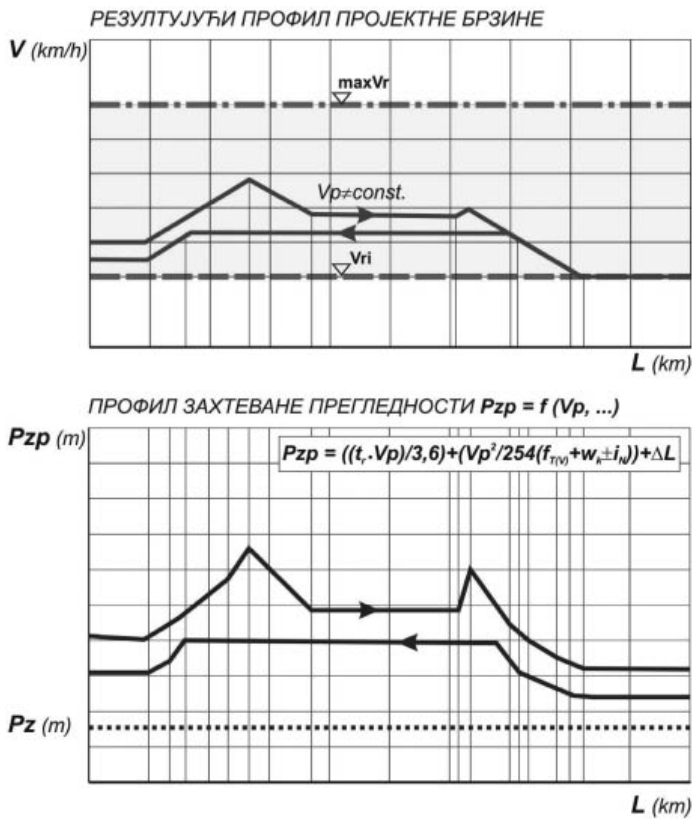
Та прегледност се назива "**захтевана прегледност**" (**Pzp**) и на основу ње проверавају се и димензионишу елементи пројектне геометрије пута у све три пројекције (радијуси вертикалних кривина, берме прегледности, зоне прегледности на раскрсницама и др.).

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

На основу резултујућег профила 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 профила димензионише се берме прегледности, проверавају и димензионишу вредности примењених радијуса вертикалних кривина, димензионишу зоне прегледности на раскрсницама, димензионише хоризонтална и вертикална сигнализација, саобраћајна и грађевинска опрема пута и сл. Профил захтеване прегледности служи и као параметар за вредновање варијантних решења.

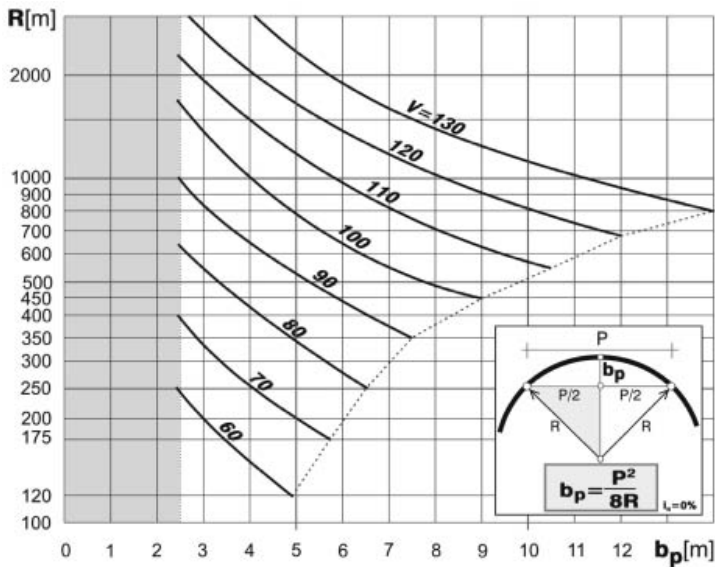


Слика 4-01: Дијаграм захтеване прегледности (Pzp) у функцији пројектне брзине (Vp) и величине подужног нагиба ($\pm iN$).



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 (Pp)

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.

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

4.4. Распожива прегледност (Pr)

Зависно од физичке и просторне структуре пута неопходно је утврдити "распоживу прегледност" - Pr с места ока возача ($h_o = 1,10$ 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 вођње (слика 4-04 овог прилога).

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

$$\%Pr = \frac{\sum l_{pi}}{L} (\%)$$

где је:

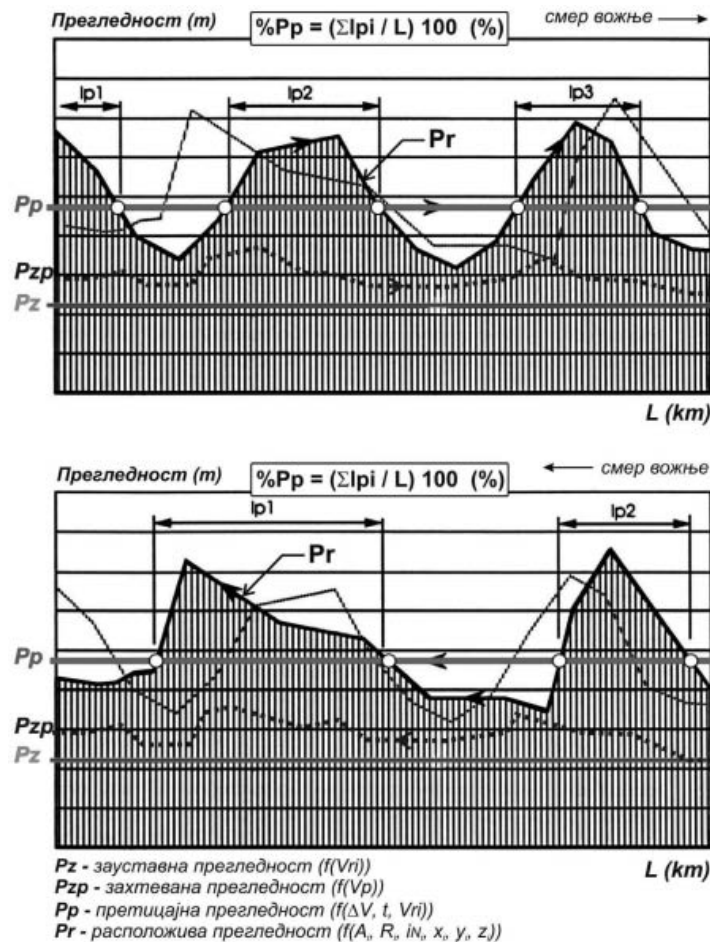
l_{pi} (m) - дужина на којој је расположива прегледност већа или једнака од претицајне прегледности тј. $Pr \geq Pp$ (m);

L (m) - укупна дужина трасе.

Процент 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 вођње).

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



Слика 4-04: Профил расположиве 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 профилем (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.).

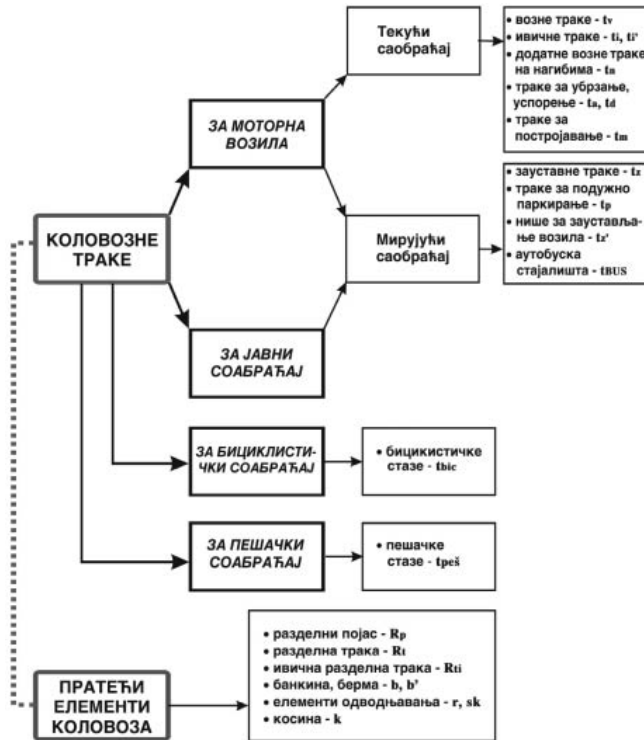
Геометријски попречни профил пута одређује се на основу функције пута у мрежи, програмских услова за пројектовање датог путног потеза и/или деонице (V_r , V_{ri}) и топографских карактеристика терена.

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. Тај 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 профилем једнозначно се утврђују границе грађења, границе експропријације, заштитни појас пута и појас контролисана изградње, у свему према Закону о јавним путевима.

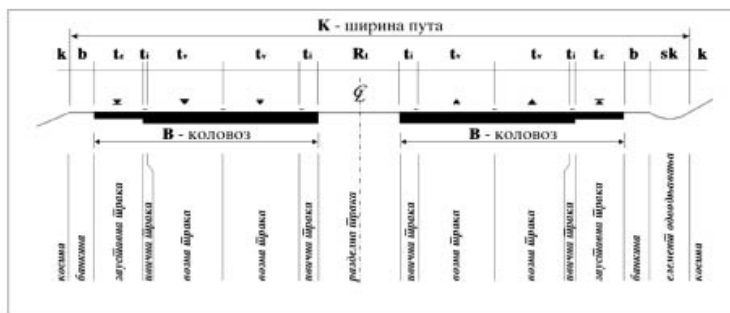
Нормални попречни профил пута се пројектује у правцу и у кривини за позицију пута на насипу, у усеку, у засеку као и на мосту и у тунелу. За све типичне случајеве који се јављају у различитим позицијама пута пројектује се одређени тип нормалног попречног профила за сваку појединачну деоницу пута @f (Vri).

Карактеристичним 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 возње и др.).

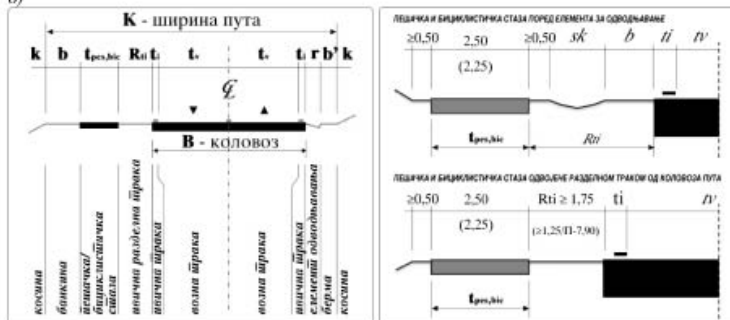


Слика 5-03: Елементи попречног профила пута.

а)



б)



Слика 5-04: Карактеристични елементи геометријског попречног профила:

а) аутопут;

б) двотрачни пут с карактеристичним позицијама пешачке и бициклическе стазе.

5.1. Елементи попречног профила

5.1.1. Коловозне траке

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

Возне траке - t_v намењене 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_{ri}) и дефинисана је у табели 5-01 овог прилога, док су попречни нагиби у границама од 2,5-7 %.

Табела 5-01: Ширина возних трака (t_v).

V_{ri} (km/h)	t_v (m)	Тип пута и карактер терена
$V_{ri} > 100$	$t_v = 3,75$	АП (равничарски)
$80 < V_{ri} \leq 100$	$t_v = 3,50$	АП (брдски, планински), ВП, П
$60 < V_{ri} \leq 80$	$t_v = 3,25$	П
$40 < V_{ri} \leq 60$	$t_v = 3,00$	П
$V_{ri} \leq 40$	$t_v = 2,75$	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_{ri} (km/h)	V_{min} (km/h)	V_{gr} (km/h)
$130 \geq V_{ri} > 100$	50	60
$100 \geq V_{ri} \geq 80$	40	50
$80 > V_{ri}$	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_z , стандардне ширине 2,50 m.

Траке за успорење и убрзање - t_d / t_a , су додатни елеменат основног коловоза у зони денивелисаних раскрсница. Служе за прилагођавање брзина приликом изливања и уливања у главни саобраћајни ток и изливања и уливања 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 престојивање - t_m , улазе у састав коловоза у зони површинских раскрсница. Служе за престојивање возила која скрећу на раскрсници. Стандардна ширина тих трака је $t_m = 3,00$ m.

Ивичне траке и ивичне разделне линије - t_i, t_r служе, у првом реду, за визуелно разграничење проточног дела коловоза од осталих елемената пута. У аутопутним профилима примењује се ивична трака уз разделну траку, док се ивичне линије примењују за разграничења између возних трака, као и возне 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 шестотрачним профилима као и на четворотрачним профилима при рачунским брзинама $V_{ri} > 100$ km/h за ефикасно одвојење површинских вода 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 $V_{ri} < 100$ km/h може се применити ужа ивична трака, али не мања од 0,50 m. Нормалне ширине ивичних трака дате су у табели 5-03, овог прилога.

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

Табела 5-03: Ширине ивичних трака (t_i).

Vr (km/h)	Ивична трака t_i (m)
$Vr \geq 100$	$t_i = 1,00 (0,75), (0,50)$
$80 \leq Vr < 100$	$t_i = 0,35$
$Vr < 80$	$t_i = 0,25$

Зауоставна трака - t_z је непрекидна саобраћајна трака која прати проточни део коловоза. Она је обавезан елемент аутопутних профила, односно прве етапе аутопутног профила - међуофил **M1(ВП1)**, 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 зауоставне траке износи $t_z = 2,50 \text{ m}$, а попречни нагиб прати основни коловоз возних трака.

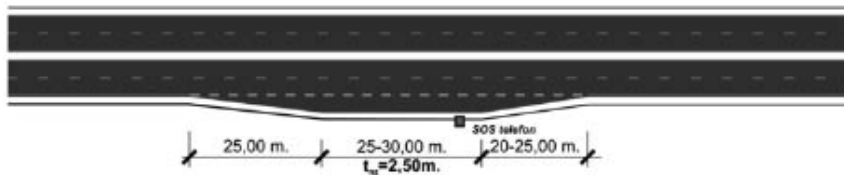
У аутопутним тунелима дужине $L > 300 \text{ m}$ зауоставна трака се може изоставити ако се изграде одговарајуће нише за уклањање возила, а саобраћајном и грађевинском опремом обезбеди захтевани ниво безбедности, удобности и ефикасности вожње.

На путевима с раздвојеним коловозима где се изоставља зауоставна трака (нпр. међупрофил **M-3(ВП3)**) (тачка 5.3. овог прилога), неопходно је обострано на одстојању не већем од **1000 m** у профили предвидети нише за привремено заустављање возила у квару 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 трака износи, $t_p = 2,50 \text{ m}$.

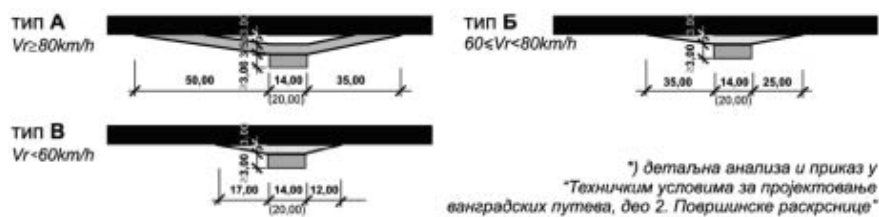
На путевима вишег ранга паркиралишта се граде као самосталне коловозне површине изван основног путног профила.

Нише за заустављање возила - t_z представљају посебна проширења изван проточних возних трака на важнијим путним деоницама [нпр. профил. ВП3(М-3)], где нема континуалне зауоставне 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 траке, разделна трака, банке и евентуално риголе.

Разделна трака - R_t 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 трака $R_t = 4,00 - 2,50 \text{ m}$ с класично обликованом разделном траком, односно ширина од $R_t = 1,50 \text{ m}$ 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 каналисање саобраћаја с једног коловоза на други. Ти прекиди су обавезно испред и иза денивелисаних раскрсница, великих мостова и тунела. Геометријска и конструктивна обрада прекида треба да омогући промену саобраћаја с једног на други коловоз аутопута при брзинама од **Vp ~ 50 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).

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

Ригола - r, је пратећи елемент путног профила 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 ригола 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 ригола, 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 вођења, 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).

Бициклическе стазе - t_{bic} се граде изван основне равни коловозног профила. Укупна ширина стаза зависи од интензитета бициклическог саобраћаја. Саобраћајни и слободни профил бициклических стаза приказан је у тачки 5.2. овог прилога. Основни модул за димензионисање (саобраћајни профил) износи **1,00 x 2,25 m**. Попречни нагиб тих стаза је **2,5%**.

Пешачке стазе - t_{пеш} 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 нагиб 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:

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

б) 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 усеци 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.

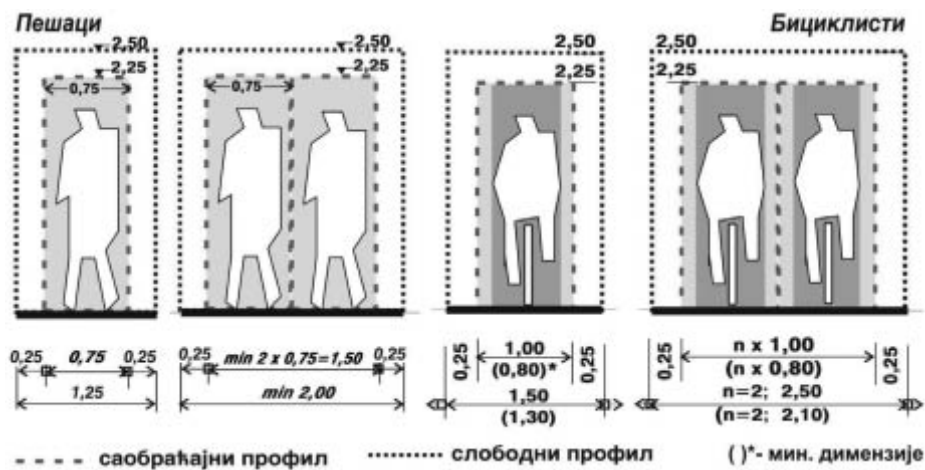
Техничка инфраструктура (водови) за потребе пута могу се наћи у подручју банке, удаљени најмање 2,00 m од ивице саобраћајног профила и на дубини до 1,10 m. У новоградњи, елементи путне телематице смештају се у посебну траку ширине 2,00 m на спољњу страну од заобљења пута.

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

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

5.2. Саобраћајни и слободни профил

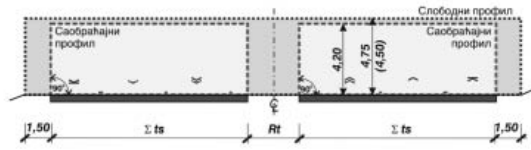
У складу с тачком 3.4.3.1, на слици 5-08 овог прилога приказани су слободни и саобраћајни профили пешачких и бициклических стаза, док су на сликама од 5-09 до 5-12 овог прилога приказани карактеристични типови саобраћајних и слободних профила аутопутева и двотрачних/вишетрачних путева.



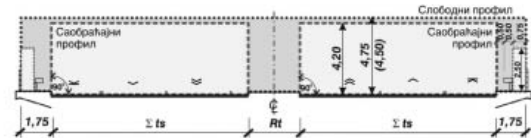
Слика 5-08: Саобраћајни и слободни профили пешачких и бициклических стаза.

САОБРАЋАЈНИ И СЛОБОДНИ ПРОФИЛ

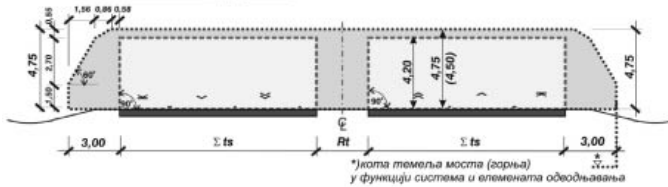
АП



АП на мосту



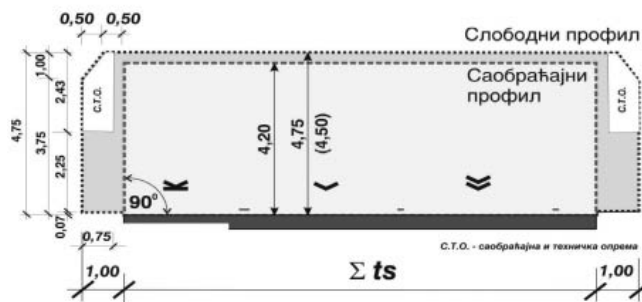
Мост изнад АП



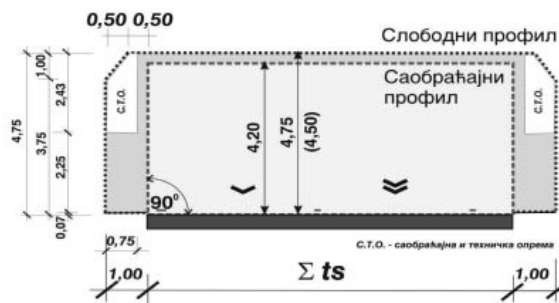
Слика 5-09: Слободни и саобраћајни профил аутопута.

САОБРАЋАЈНИ И СЛОБОДНИ ПРОФИЛ

АП деоница у тунелу са зауставном траком - t_z



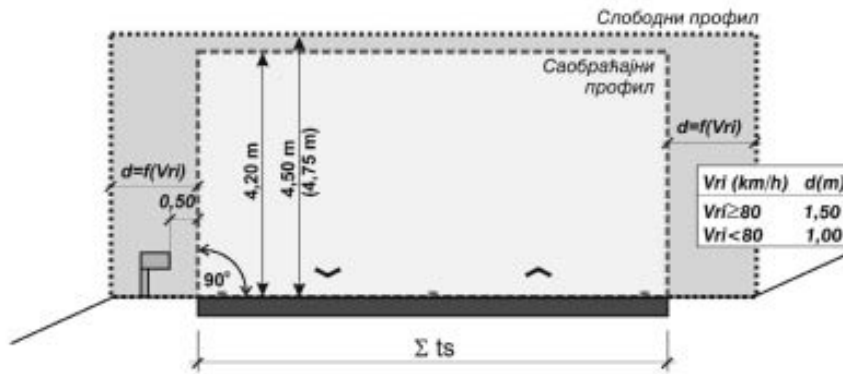
АП деоница у тунелу без зауставне траке



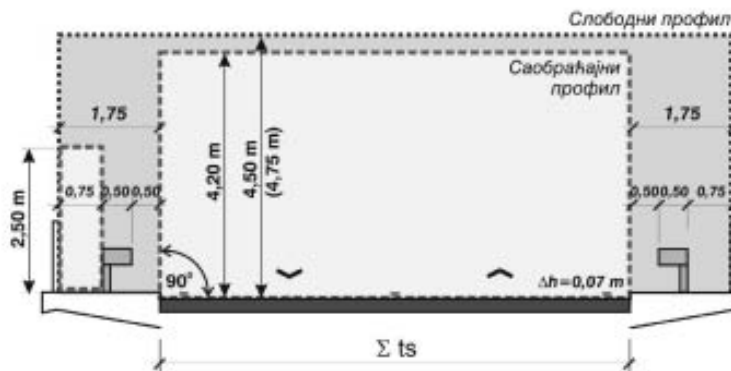
Слика 5-10: Слободни и саобраћајни профил аутопута у тунелу.

ДВОТРАЧНИ (ВИШЕТРАЧНИ) ПУТЕВИ

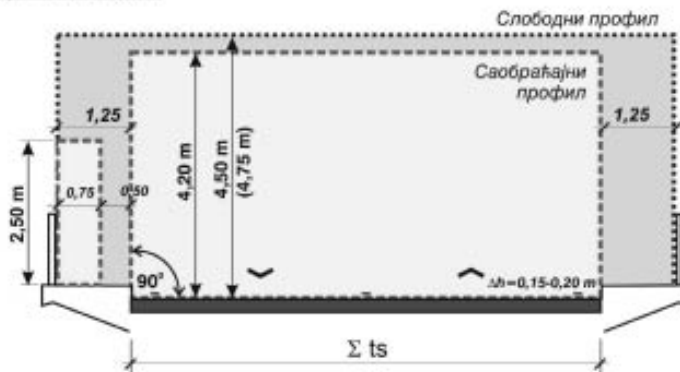
Слободна деоница



На мосту са заштитним и пешачким оградама ($V_p > 50$ km/h)



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

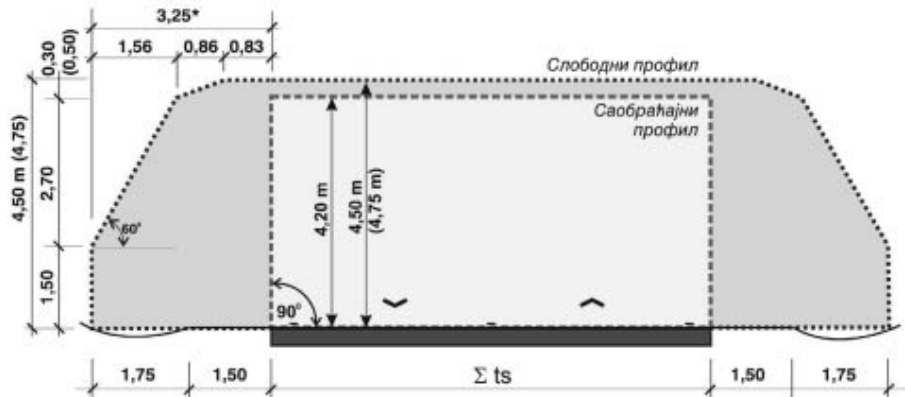


*) уколико има пешачког и/или бицикличичког саобраћаја ширина се прилагођава тим захтевима

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

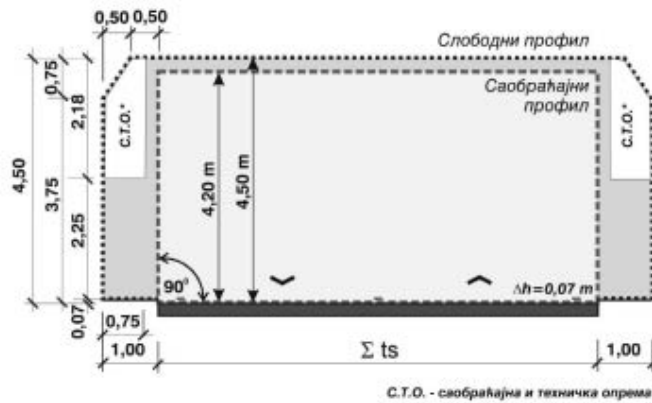
ДВОТРАЧНИ (ВИШЕТРАЧНИ) ПУТЕВИ

Мост изнад двотрачног (вишетрачног) пута



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

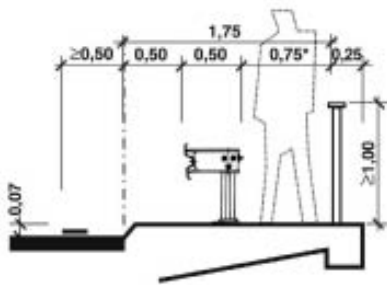
Тунелска деоница



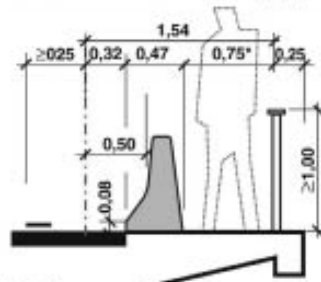
С.Т.О. - саобраћајна и техничка опрема

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

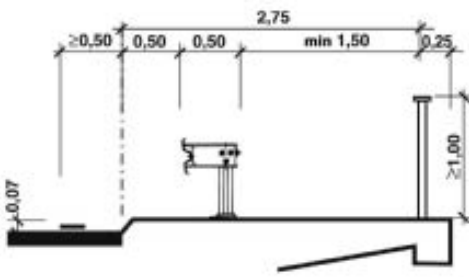
А) Радна стаза, на мосту с металном заштитном оградом



Б) Радна стаза, на мосту с бетонском заштитном оградом

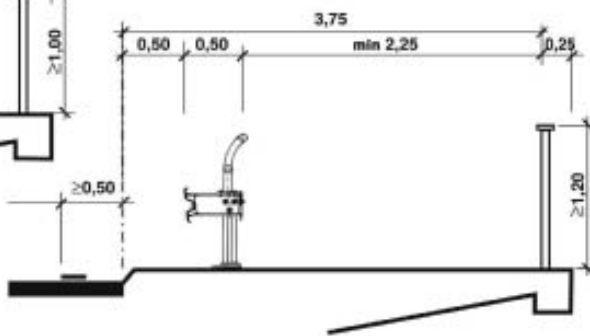


В) Пешачка стаза поред металне зашт. ограде

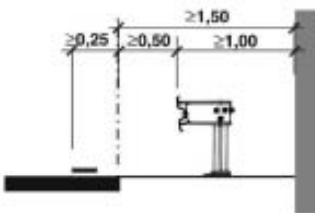


*) ширина радне стазе: када се користи као пешачка и/или бицикличка стаза, примењују се друге димензије (дет: Е, Ж)

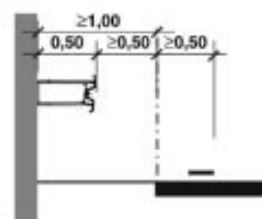
Г) Бицикличка или комбинована стаза (биц. / пеш.) поред металне зашт. ограде



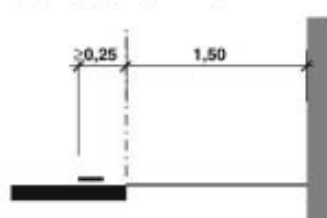
Д) Поред објекта (нпр. стуб моста) са заштитном оградом



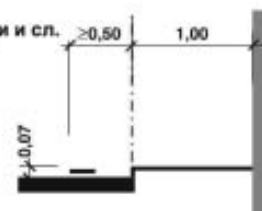
Ђ) Поред објекта (нпр. стуб моста) са заштитном оградом на објекту (изузетно)



Е) Поред чврстог објекта без заштитне ограде

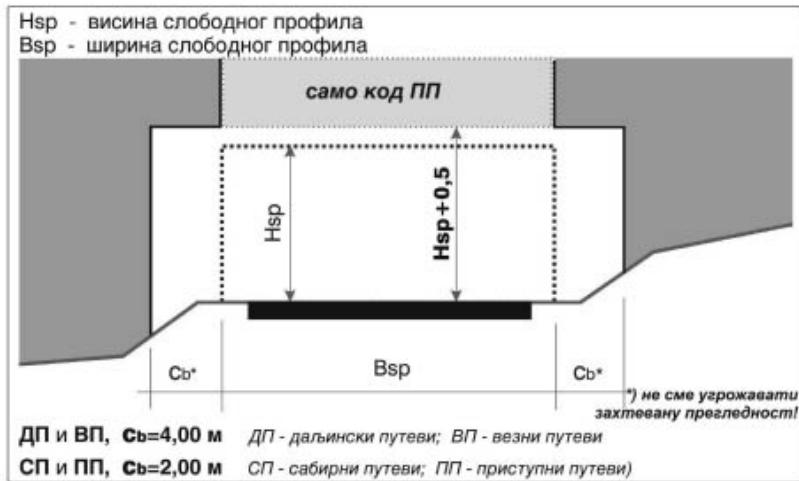


Ж) У тунелу, галерији и сл.

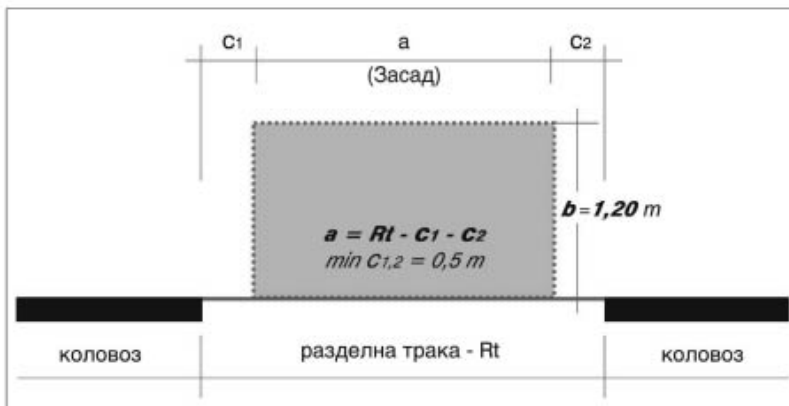


Слика 5-13: Радне, пешачке и бицикличке стазе на путним објектима.

ОГРАНИЧЕЊА ЗА ОЗЕЛЕЊАВАЊЕ (трава, жбуње, дрвеће)



ОГРАНИЧЕЊА ЗА ОЗЕЛЕЊАВАЊЕ РАЗДЕЛНЕ ТРАКЕ



Слика 5-14: Стандардна ограничења у пејзажном 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 профила аутопутева, вишетрачних путева (међупрофила) и двотрачних путева.

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

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

Проблем етапне градње, било по деоницама с пуним профилем, било по деоницама с редуцијом профила (тзв. полуаутопут), мора се решавати током процеса израде генералног пројекта и коначна структура профила, односно геометријски попречни профил путног потеза (деонице) треба да буде резултат израде 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 ($Q_{\text{рег}}$, NUP , V_0 и др.) доведу у реалан однос с капацитетом (Q_d) и из тих поређења донесу закључци о потребној структури и димензијама профила.

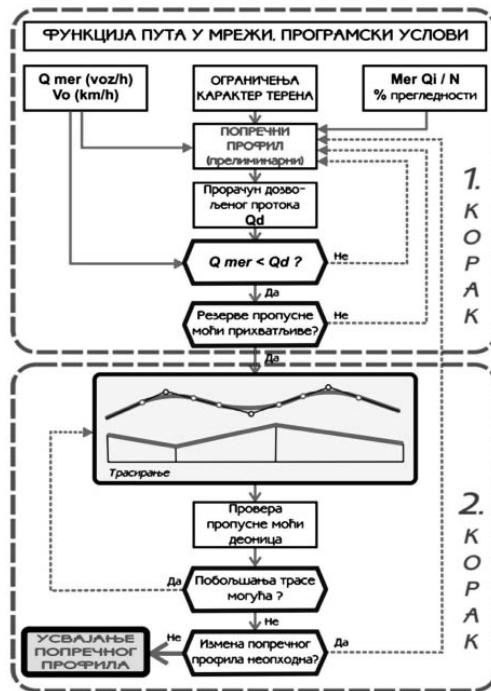
Сам процес димензионисања спроводи се у два корака: први даје основу за одлуку аутопут, међупрофил или двотрачни пут, док други корак обезбеђује правилан избор коловозног профила и утврђује резерву пропусне моћи.

Ако је саобраћајно оптерећење $PGDS > 20.000$ воз/24 h, јасно је да се ради о аутопутном профилу, 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.

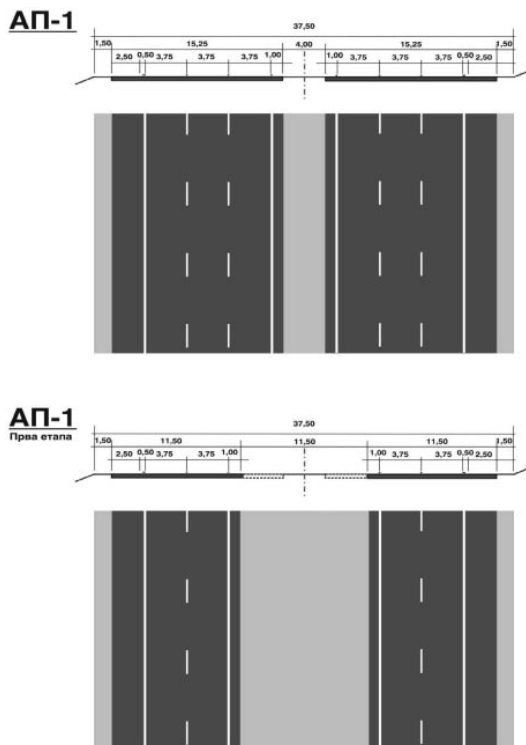
међупрофила. Они се могу примењивати као коначно решење, али и као прва етапа у развоју аутопутног профила када то обим и пораст саобраћаја оправдавају.

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

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

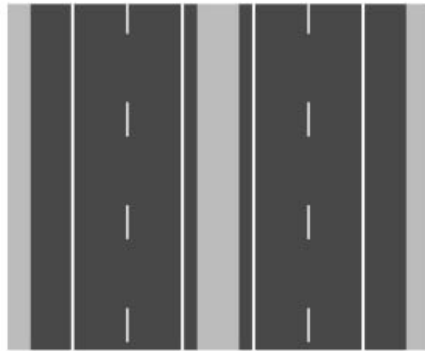


Слика 5-15: Алгоритам избора стандардног геометријског попречног профила пута.

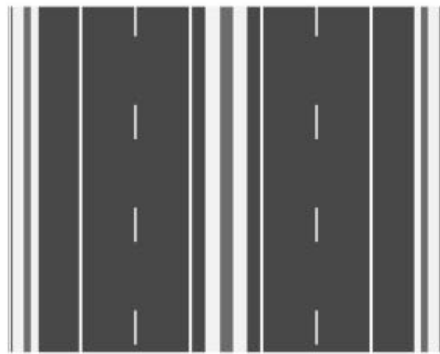
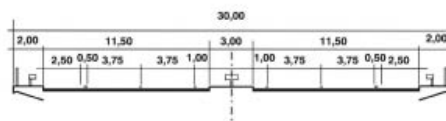


Слика 5-16: Стандардни геометријски попречни профил АП-1.

АП-2

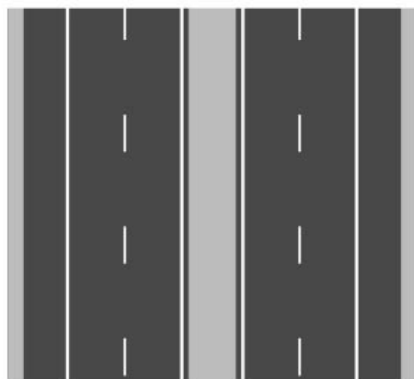
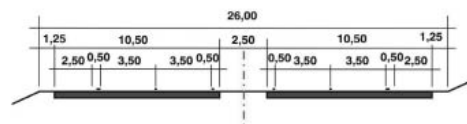


АП-2 на мосту



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

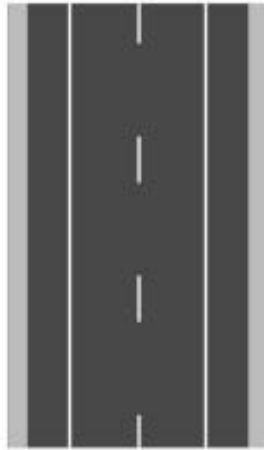
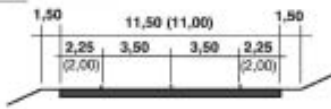
АП-3



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

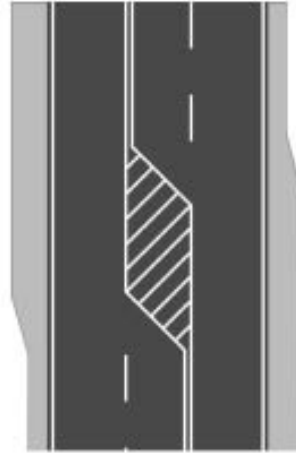
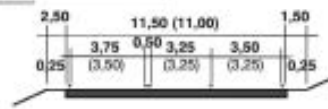
ВП-1

М-1 $2(tv+tz)$



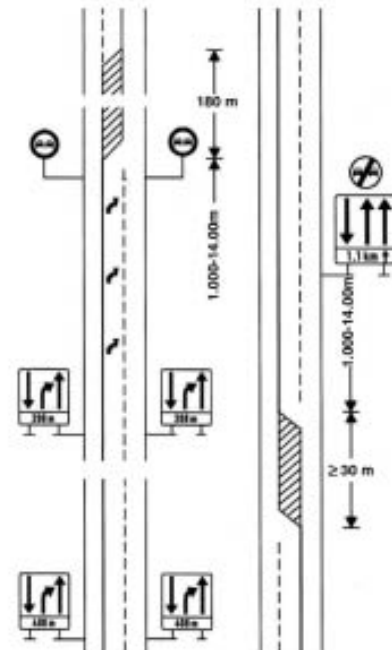
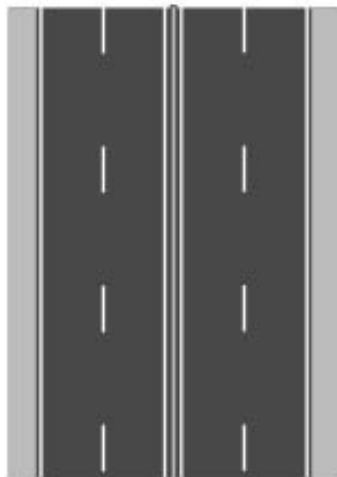
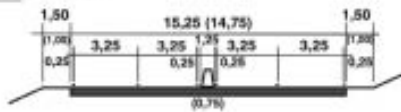
ВП-2

М-2 $(2+1(1+2))tv$



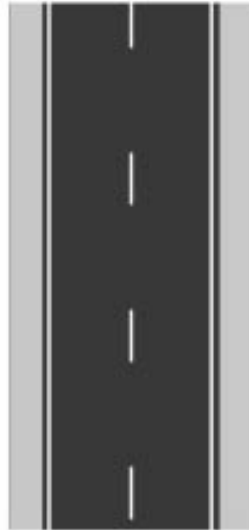
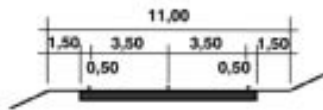
ВП-3

М-3 $(2+2)tv$

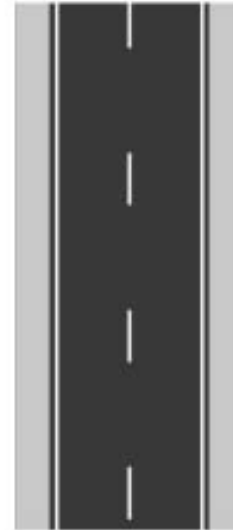
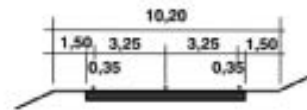


Слика 5-19: Стандардни геометријски попречни профил вишестрачних путева (међупрофила).

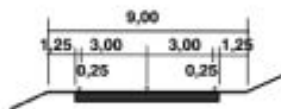
П-1 2 tv ($V_{ri}=100$ km/h)



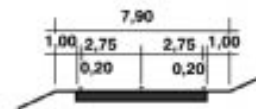
П-2 2 tv ($V_{ri}=80$ km/h)



П-3 2 tv ($V_{ri}=60$ km/h)



П-4 2 tv ($V_{ri}=40$ km/h)



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

6. ПРОЈЕКТНИ ЕЛЕМЕНТИ СИТУАЦИОНОГ ПЛАНА

6.1. Правци

Правец 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.

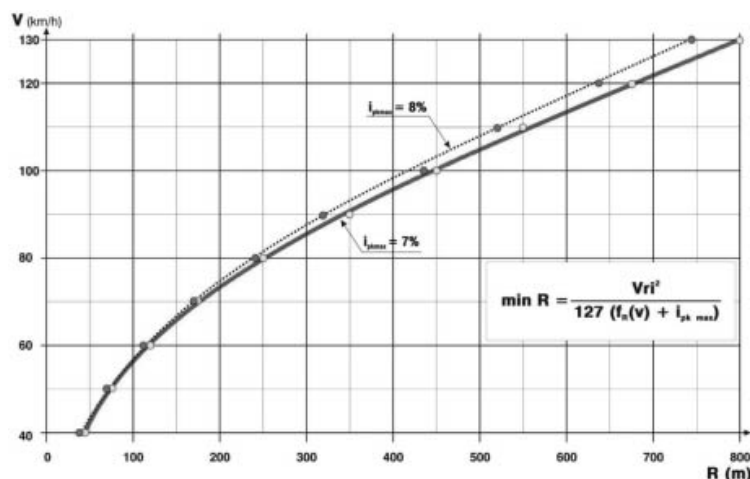
У пројектовању путева могу се применити кружни лукови чији су радијуси: $\min R \leq R \leq \max R$.

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_{ri}) 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, $L_k \geq 5 \cdot v_r$ (v_r 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_{ri} (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
$\min R$ (m)	45	75	120	175	250	350	450	550	675	800
$\min L_k$ (m)	22	28	33	39	44	50	56	61	67	72



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 закривљеност. 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:

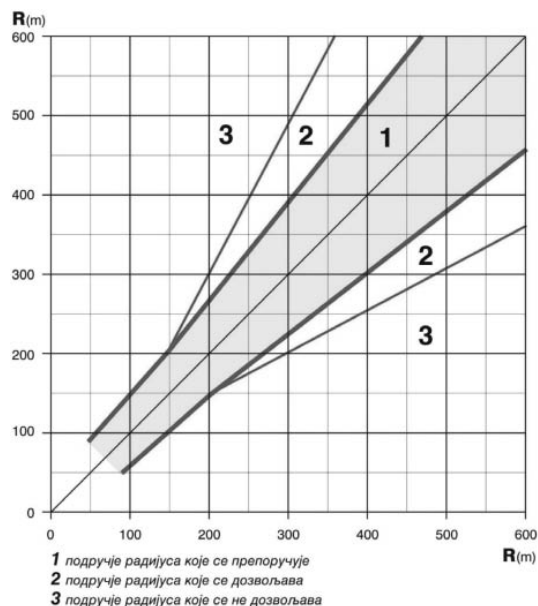
$$L_{\text{pravca}} < 300 \text{ m} \rightarrow R_{\text{prim.}} > L_{\text{pravca}}$$

$$L_{\text{pravca}} \geq 300 \text{ m} \rightarrow R_{\text{prim.}} \geq 400 \text{ m, а на аутопутевима}$$

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

При том R_{prim} мора да задовољи и остале услове (возно динамичке, конструктивне и естетске).

На прелазу с једног кружног лука на други исте закривљености, али различитих радијуса, захтева се примена прелазне кривине, тзв. "О" - криве.



Слика 6-02: Поље избора радијуса суседних кривина.

6.3. Прелазне кривине

Да би се задовољили возно динамички, конструктивни и саобраћајно-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 (прикључни радијус на крају прелазне кривине);

L (m) - дужина прелазне кривине (од почетка прелазнице до прикључног круга).

Минималне вредности параметра прелазне кривине ($\min A$) дефинисане су у функцији рачунске брзине деонице ($V_{\text{н}}$) и приказане у табели 6-02 овог прилога.

Табела 6-02: Минималне вредности параметара прелазних кривина.

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

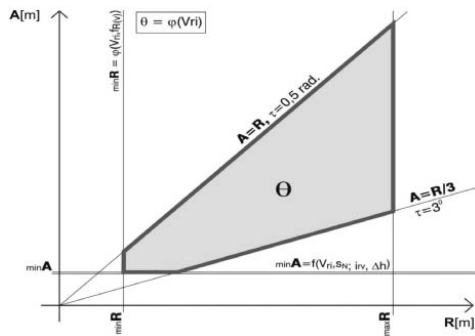
*) вредности у заградама су одговарајуће дужине прелазних кривина (m)

***) ВП - вертикални профили (межупрофиле М1 и М2)

воо - витоперње око осовине колосека; вои - витоперње око ивице колосека

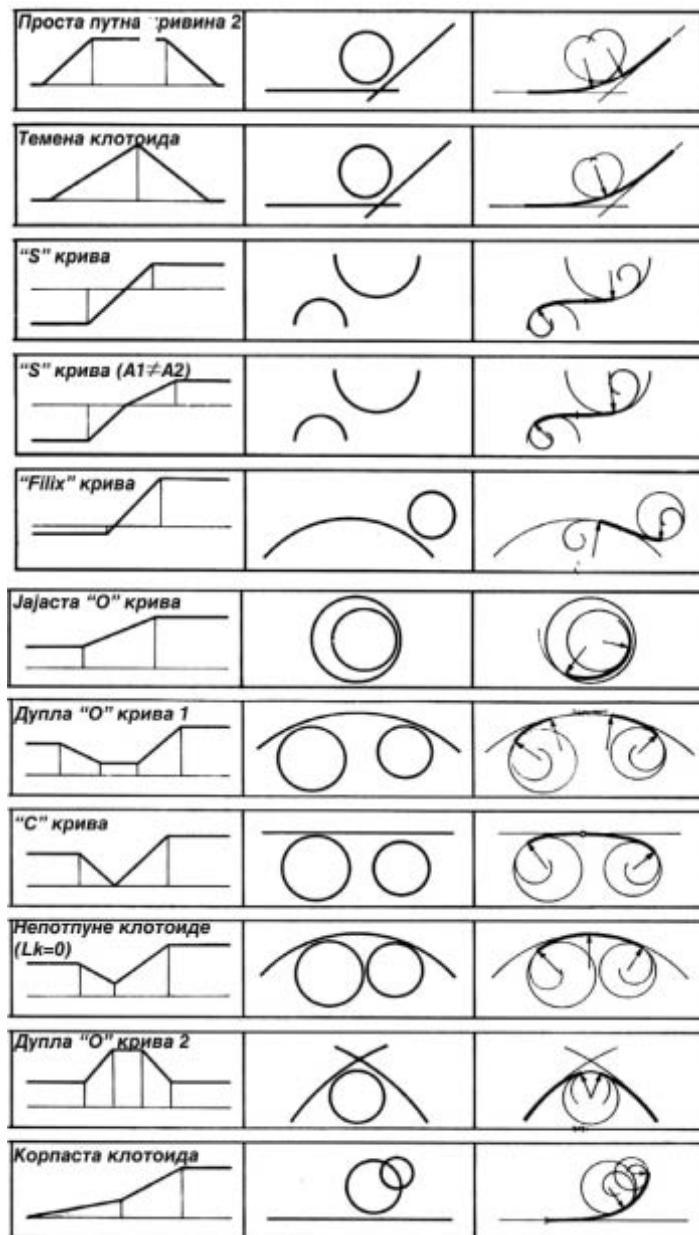
Максимални нагиби рампи витоперње: $V_p \leq 70 \text{ km/h} \rightarrow 1,5\%$; $V_p = 80 \text{ i } 90 \text{ km/h} \rightarrow 1,0\%$; $V_p \geq 100 \text{ km/h} \rightarrow 0,9\%$

Вредности параметра прелазних кривина које се могу примењивати 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_{ri} 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 примењиване 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 вођњом 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 елемент 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 читав 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: $R \geq 450 \text{ m}$. Попречни профил у теменој зони се обликује тако да се његова константност обезбеди за минимум две секунде вође константном брзином.

д) Прекретна "S" - крива са два различита параметра

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

Ако се примењују клотоиде различитих параметара и када је $A_2 \geq 200 \text{ m}$, 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 денivelисаним раскрсницама.

Да би се успешно и ефикасно применили наведени облици у слободном вођењу траса, 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 $V_p \leq 80 \text{ km/h}$, а $R \geq 1.500 \text{ m}$ (изузетно $R \geq 1.000 \text{ m}$), односно када је $V_p \geq 80 \text{ km/h}$, а $R \geq 3.000 \text{ m}$.

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:

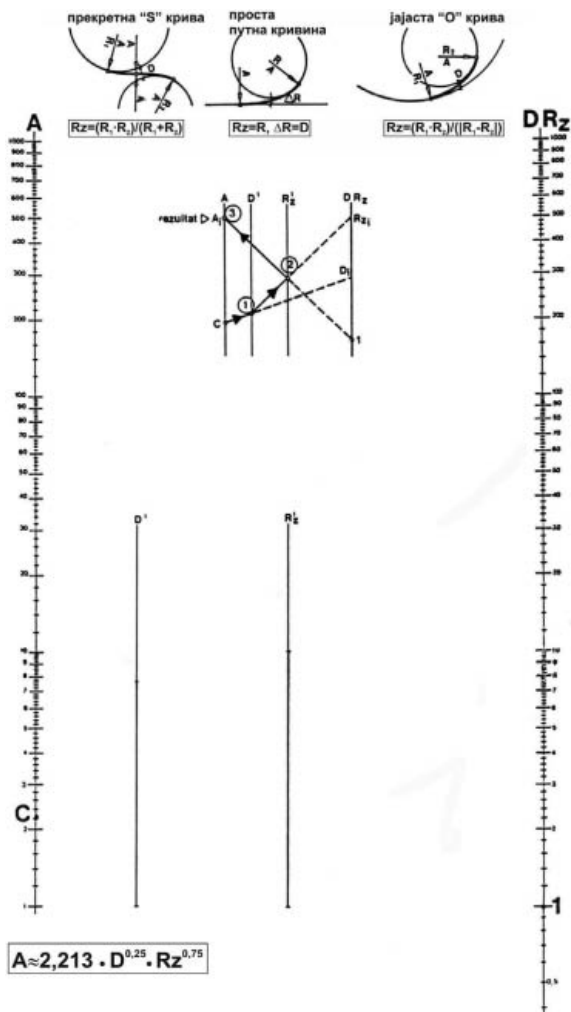
$$K = \sum_{i=1}^n (\alpha_i + \tau_i) / L \quad (^\circ/\text{km}) \text{ или } (^\circ/\text{km}), \text{ где је:}$$

α_i ($^\circ$), ($^\circ$), угао i-те кружне кривине

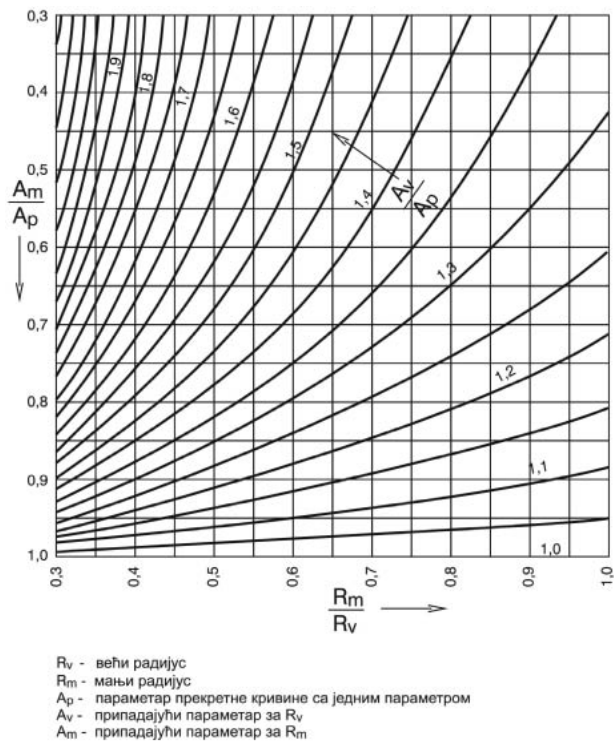
τ_i ($^\circ$), ($^\circ$), угао i-те прелазне кривине

L = укупна дужина деонице (km).

Поред параметра (K), за геометријску анализу трасе одређује се стандардно одступање (σ ($^\circ/\text{km}$)) 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 " $A_1 \neq A_2$ ".

6.5. Специјални облици путних кривина

Ови облици путних кривина примењују се у оним случајевима када је брзина кретања релативно мала, $Vr \leq 30 \text{ km/h}$, 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 трактрису 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).

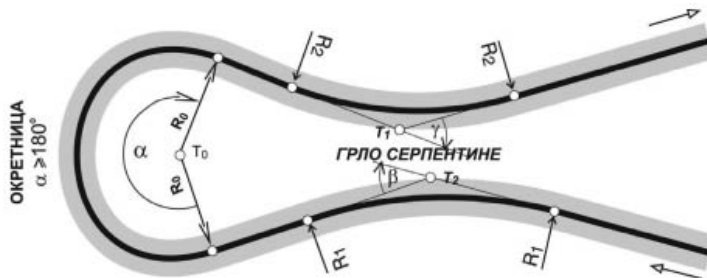
У табели 6-03 овог прилога дати су основни типови серпентинских окретница за чију конструкцију се дају табеларни подаци у додатку ових упутстава.

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

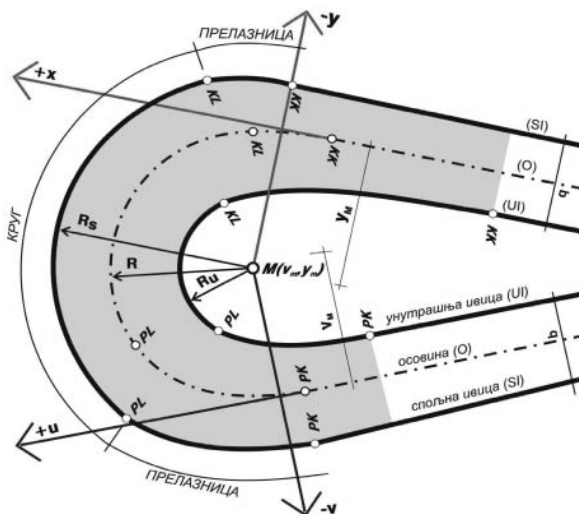
Подручје окретнице подлеже специфичним условима нивелационог обликовања. Максимална вредност попречног нагиба $i_{pk} = 9\%$, док се вредност резултујућег нагиба коловоза ограничава на $max i_{ez} = 10\%$.

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.



R_0 - полупречник окретнице
 R_1, R_2 - полупречници прикључних кривина

Слика 6-07: Основни елементи серпентинске окретнице.



Слика 6-08: Конструкција серпентинске окретнице.

6.6. Проширење коловоза у кривини

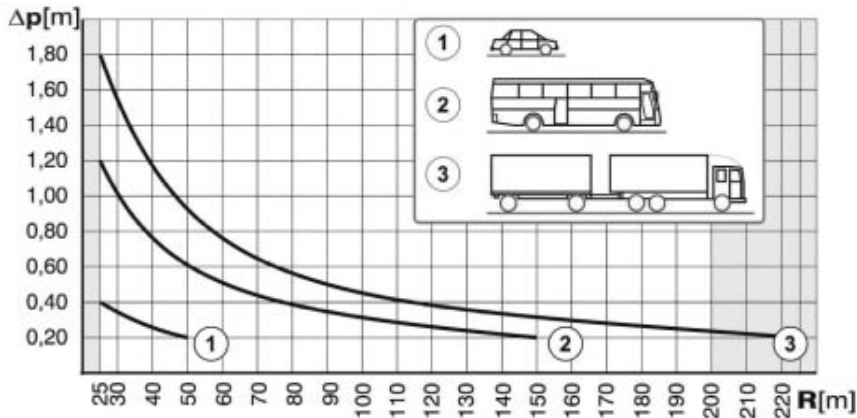
6.6.1. Величина проширења

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 $P = \sum^n (\Delta p_i)$, где је Δp_i - вредност проширења за поједину возну траку.

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

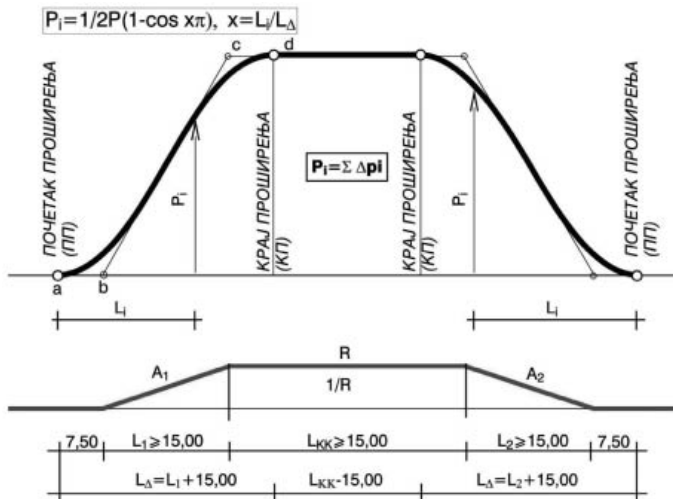


Слика 6-09: Потребна величина проширења возне траке у кружној кривини.

6.6.2. Извођење проширења

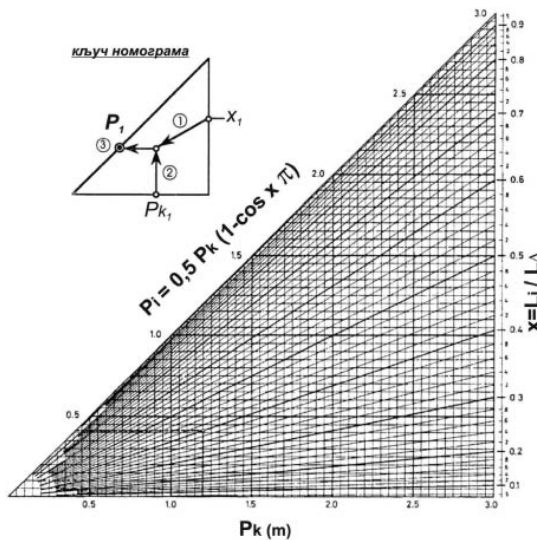
Проширење се изводи са унутрашње стране кривине. При томе се захтева да се одржи континуитет ивичне линије пута. Да би се то остварило, минимална дужина кружног лука мора бити већа од $15,00 \text{ m}$, а минимална дужина прелазнице такође мора бити већа од $15,00 \text{ m}$. Ако нису испуњени ти геометријски 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 расподеле проширења у простој путној кривини.

Вредности проширења на произвољном 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 примењеног 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 с коловоза треба посебно анализирати применом тзв. нивелационих планова коловозне површине са еквиливанцом 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 инвестициона улагања мора се посебно утврдити како са становишта обликовања елемената пројектне геометрије, тако и са становишта вредновања варијантних решења.

Табели 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 раскрсница 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) - апсциса квадратне параболе;

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

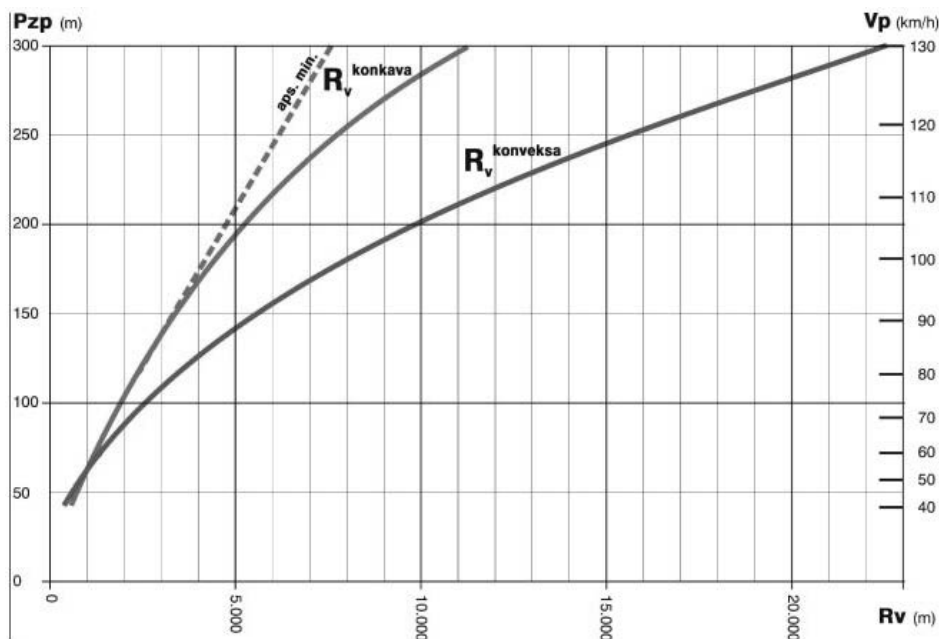
7.2.1. Минималне вредности радијуса заобљења

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

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 возње.

Табели 7-02: Минималне вредности радијуса вертикалних кривина.

Vr (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
min R _v konk. (m)	550	900	1.250	1.800	2.500	3.250	4.250	5.750	8.250	11.250
min R _v konv. (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

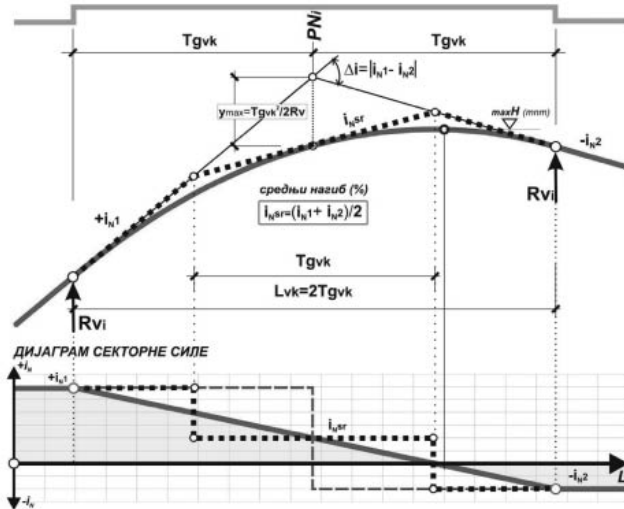
У примени максималних вредности радијуса вертикалних кривина практично не постоји ограничење, али се мора водити рачуна о односу суседних радијуса вертикалних кривина (конкавних и конвексних) и усклађености дужина вертикалних кривина. У погледу услова геометријске компатибилности облика могу се применити 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:

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

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 силе, 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 једностраном паду. Попречни нагиб на правцу је у једноличном нагибу и његова вредност одговара минималним условима успешног одвођења површинских вода с коловозна.

8.1.1. Граничне 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. изведено стање $R_{min} = 750 \text{ m}$ за $V_r = 120 \text{ km/h}$ према раније важећим прописима, односно, $V_{ri} = 130 \text{ km/h}$, $R_{min} = 800 \text{ m}$, према овим прописима).

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

8.1.2. Попречни нагиб коловоза у кривинама

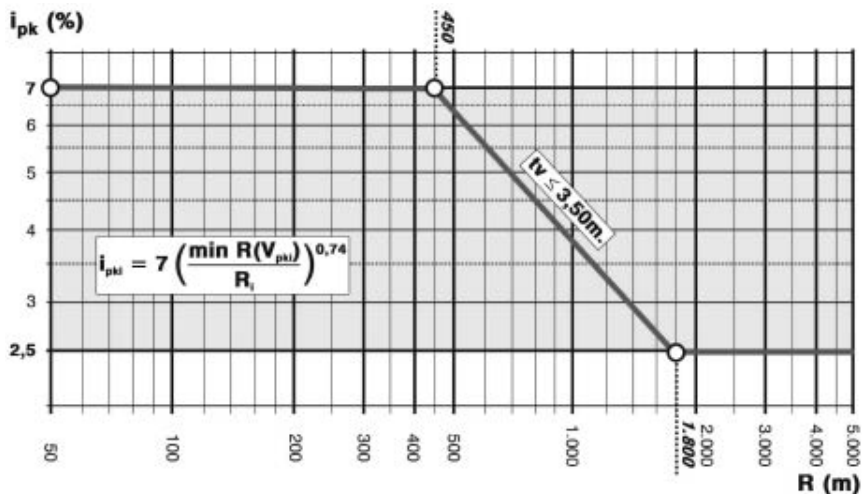
Попречни нагиб коловоза у кривинама различитих радијуса и различитих класа путева одређује се на основу дијаграма датих на сликама 8-01 и 8-02 овог прилога. Вредност попречног нагиба заокружује се на већих 0,5 %. По дефиницији максимална вредност попречног нагиба примењује се у кривинама минималног радијуса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

$$i_{pki} = 7(\min R(V_{pk_i}) / R_i)^{0,74} (\%), \text{ где је:}$$

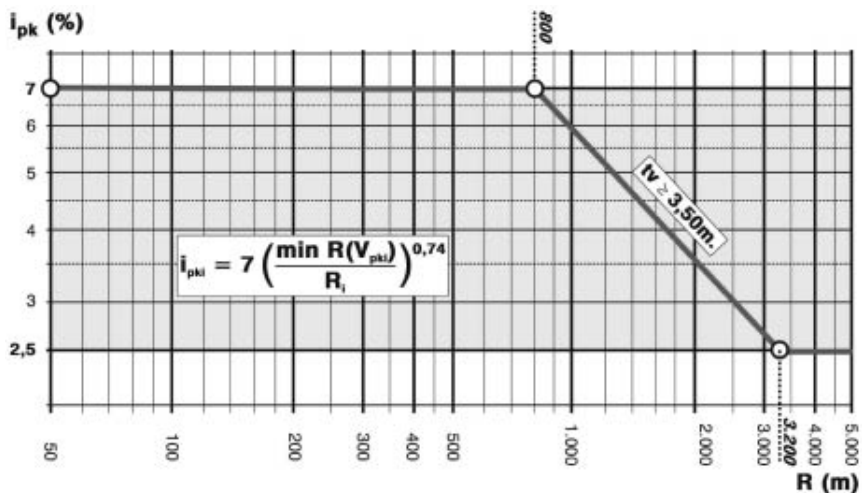
i_{pki} - попречни нагиб коловоза у i -тој кривини (%);

$\min R(V_{pk_i})$ - 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 вишестрачни 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 ($i_{pk} = -2,5\%$).

Vr (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 оштрина прелома (Δi) 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 разделну траку

(лева ивица 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. Граничне 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.

Vr (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.

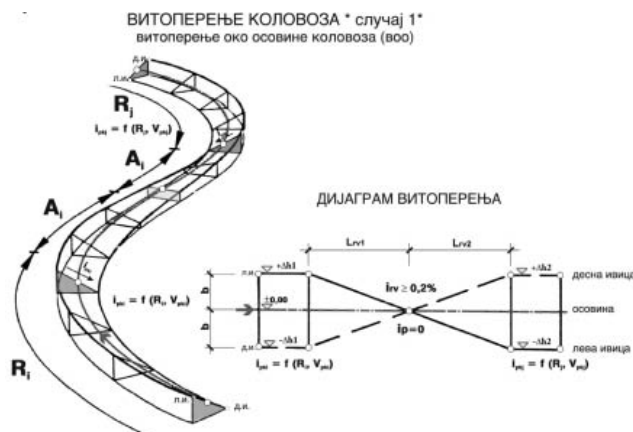
Ако су вредности резултујућег нагиба коловозне површине (најчешће у зонама инфлексије) мање од вредности критичног нагиба отицања површинских вода, могу се применити и специјалне форме витоперења формирањем кровастог профила у угроженој зони на дужини која је дефинисана у табели 8-03 овог прилога.

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

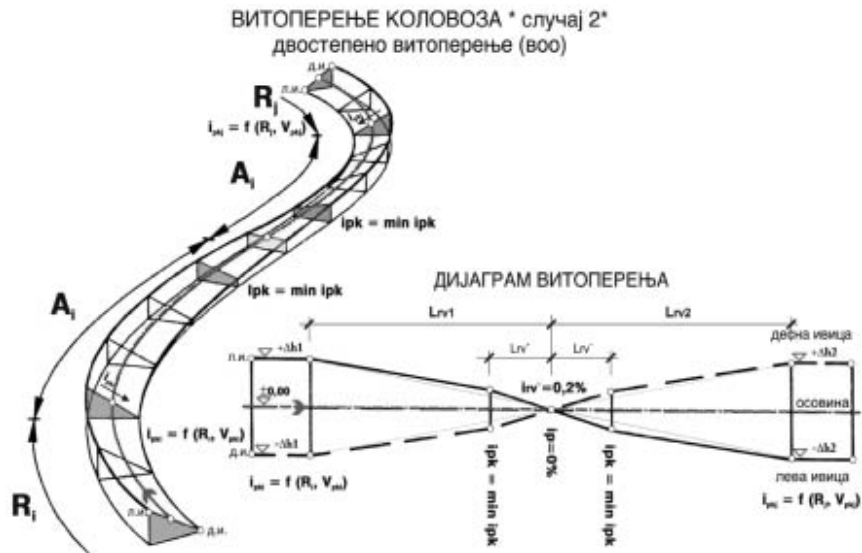
Vp (km/h)	60	70	80	90	100	110	120	130
Lk (m)	40	50	60	70(80*)	100	125	135	150

*) важи за вишетрачне путеве.

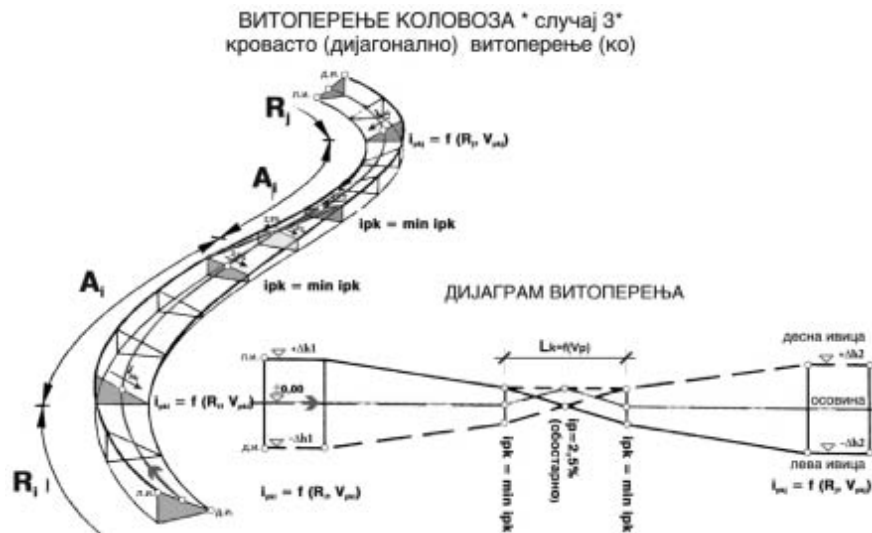
Основне шеме витоперења приказане су на сликама 8-03, 8-04, 8-05 и 8-06 овог прилога. На слици 8-07 овог прилога приказани су начини витоперења постелице (планума) пута. Дијаграм резултујућег нагиба одводњавања приказан је на слици 8-08 овог прилога.



Слика 8-03: Континуална промена попречног профила.



Слика 8-04: Двостепена промена попречног профила.

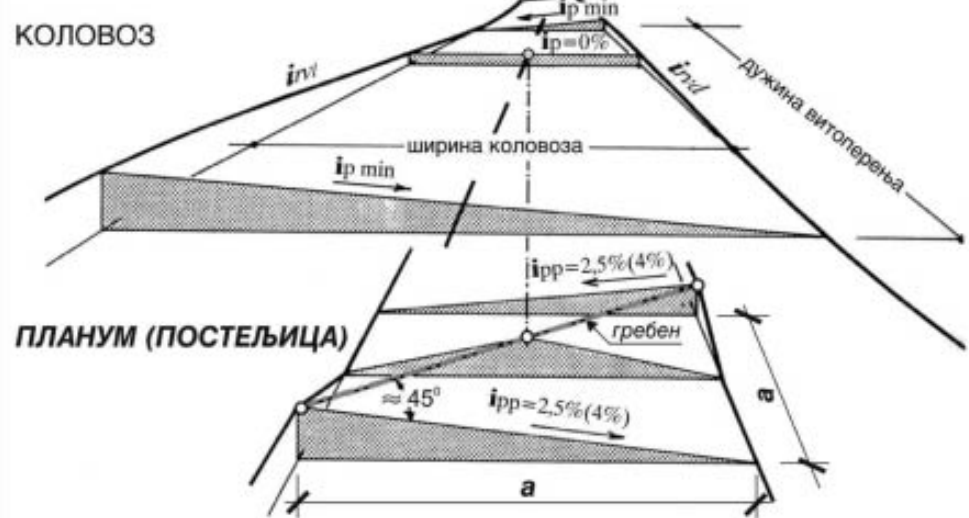


Слика 8-05: Двостепена промена попречног профила са кровастим (дијагоналним) витоперењем.

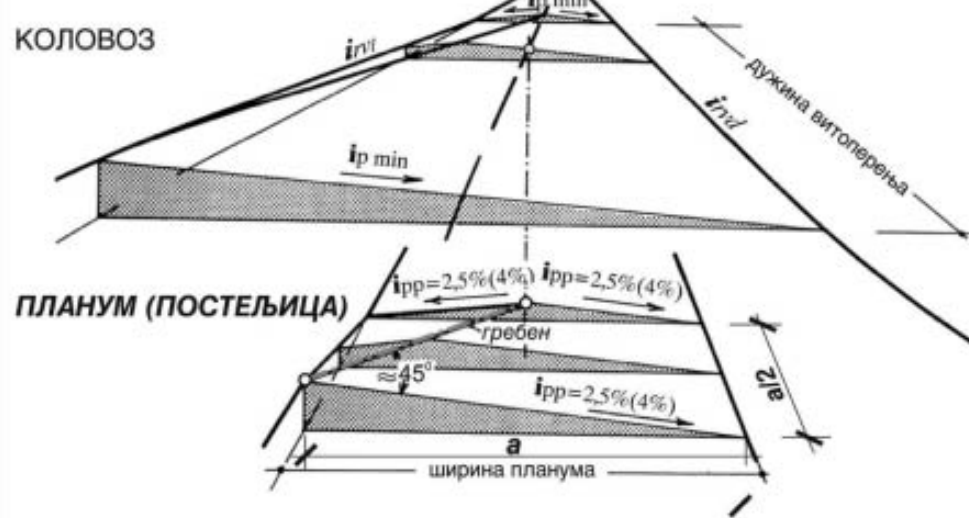


Слика 8-06: Континуална промена попречног профила - витоперење око ивице коловоза.

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

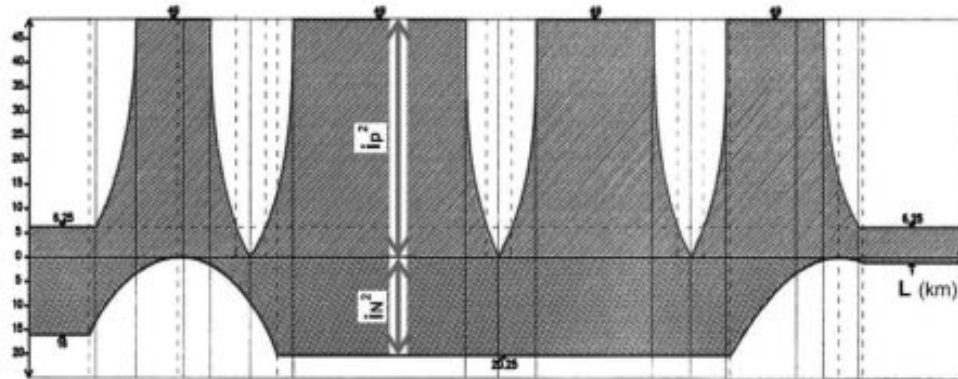
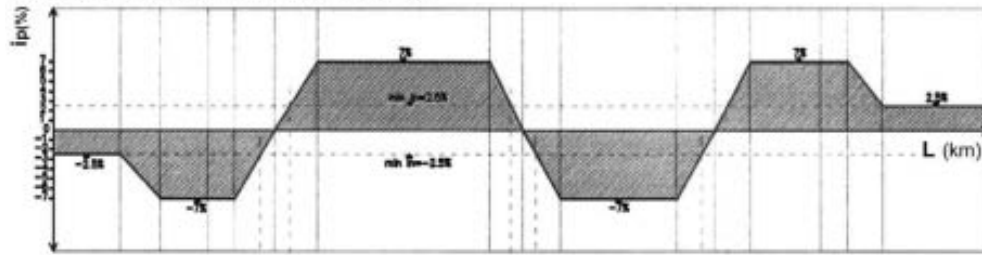


ПРОМЕНА ПОПРЕЧНОГ НАГИБА КОЛОВОЗА И ПОСТЕЉИЦЕ ПРЕЛАЗНА КРИВИНА - ПРАВАЦ

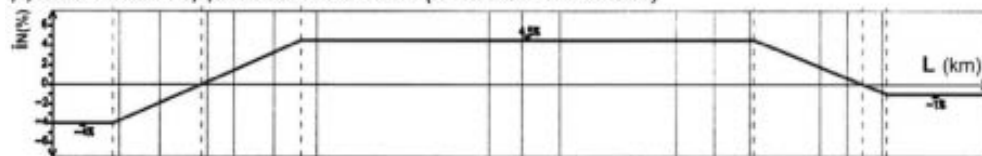


Слика 8-07: Витоперење плануа (постељице) пута.

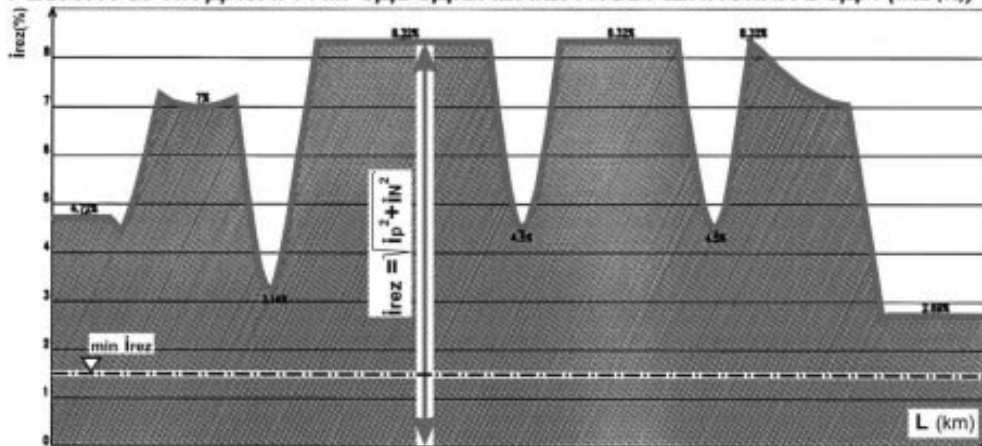
ДИЈАГРАМ ПОПРЕЧНИХ НАГИБА



ДИЈАГРАМ ПОДУЖНИХ НАГИБА (СЕКТОРНА СИЛА)



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



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 $P_s = 6 V_p$ у видном пољу возача једновремено се може наћи више геометријских облика који заједно оцртавају 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 здружено у простору. Основно правило просторног трасирања везује се за континуитет попречног профила, ситуационог плана и подужног профила.

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 инфлексције због повољнијих услова прегледности.

9.1.2. Ситуациони план

Величина и међусобни однос примењених елемената битно утичу на обликовне квалитете 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 квалитете 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:

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

Клотоида као равноправан елемент у трасирању ствара најповољније оптичке ефекте, па та њена особина надмашује уско схваћен возно динамички смисао тзв. прелазне кривине. Зато се у избору и примени одговарајућег параметра клотоиде мора полазити не са гледишта минималних конструктивних потреба, већ знатно шире - са гледишта путне естетике. У том погледу најповољнија ликовна решења постижу се при односу:

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

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 изазива 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.

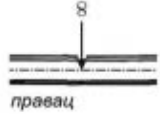
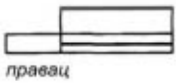

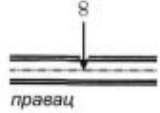


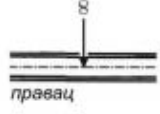


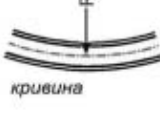
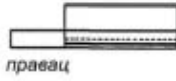

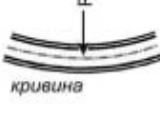
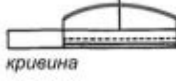


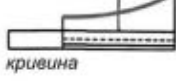

Вертикалне кривине делују оптички повољно само ако имају одговарајућу дужину. Као најбоља мера оптичке удобности узима се дужина вертикалне кривине у границама изоштрене визуре прегледности:

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

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

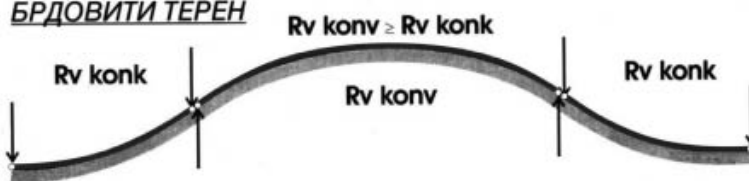
Када се нивелета пута стриктно повија по терену, може се догодити "губитак трасе" у видном пољу, па је у том случају задовољавајуће решење само укрупњавање потеза нивелете.

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

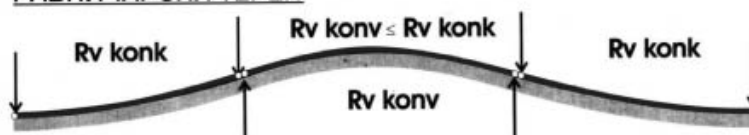
ситуациони план	подужни профил	просторни ток трасе
 правац	 правац	 правац у константном подужном нагибу
 правац	 кривина	 конвекса на правцу
 правац	 кривина	 конкава на правцу
 кривина	 правац	 кривина у константном подужном нагибу
 кривина	 кривина	 закривљена конвекса
 кривина	 кривина	 закривљена конкава

Слика 9-01: Основни просторни елементи трасе пута.

БРДОВИТИ ТЕРЕН



РАВНИЧАРСКИ ТЕРЕН



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 конструктивни ефекти (слика 9-03 овог прилога).

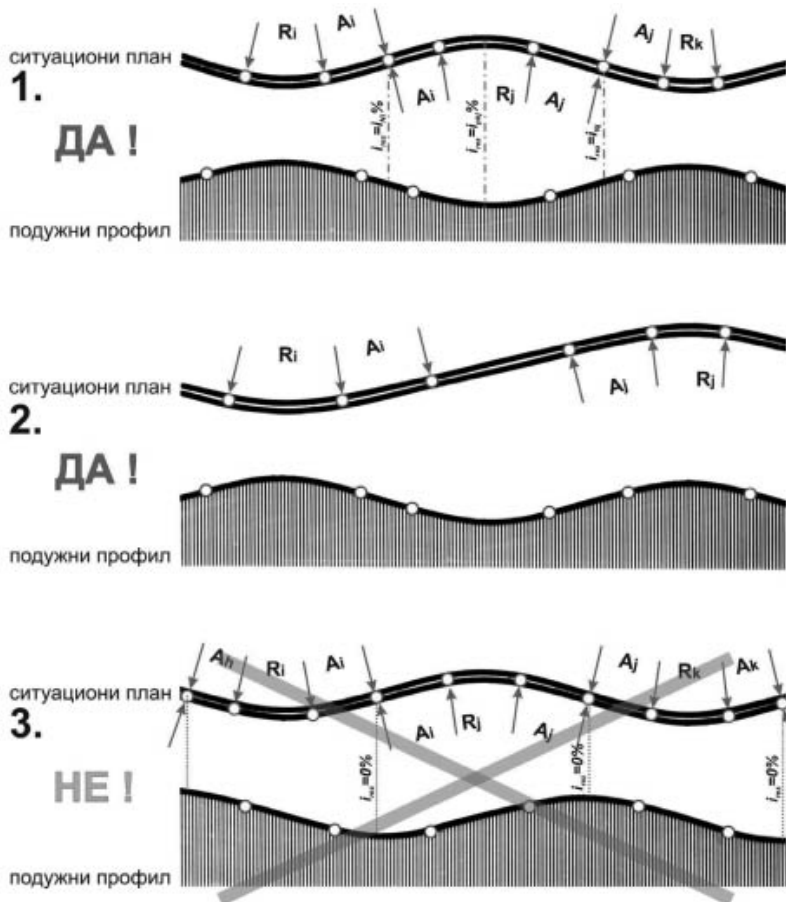
Повољан просторни ток трасе постиже се ако је однос радијуса вертикалних (R_v) и хоризонталних (R_h) кривина:

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

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

Преломи нивелете у правцу захтевају бржљиво преиспитивање с гледишта утицаја на сагледљивост хоризонталних кривина. То посебно важи за конвексне прелома који могу потпуно да сакрију 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 ($i_{rez} \geq i_{krit}$);
3. незадовољавајуће решење ($i_{rez} = 0$).

9.2. Пут и околина

9.2.1. Пејзажно обликовање

За успешно уклапање пута у пејзаж потребно је да буду предузете две врсте мера: 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, косине 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 елемент обликовања путног појаса којим се постиже физичка и ликовна равнотежа природне средине поремећене насилним 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 аеро загађења.

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 равноправно 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 брижљиво обрађене. 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.

Надвожњаке треба радити с максималним могућим светлим отвором, а мостове на траси треба укомпоновати у кривинске облике који омогућавају пуну сагледљивост.

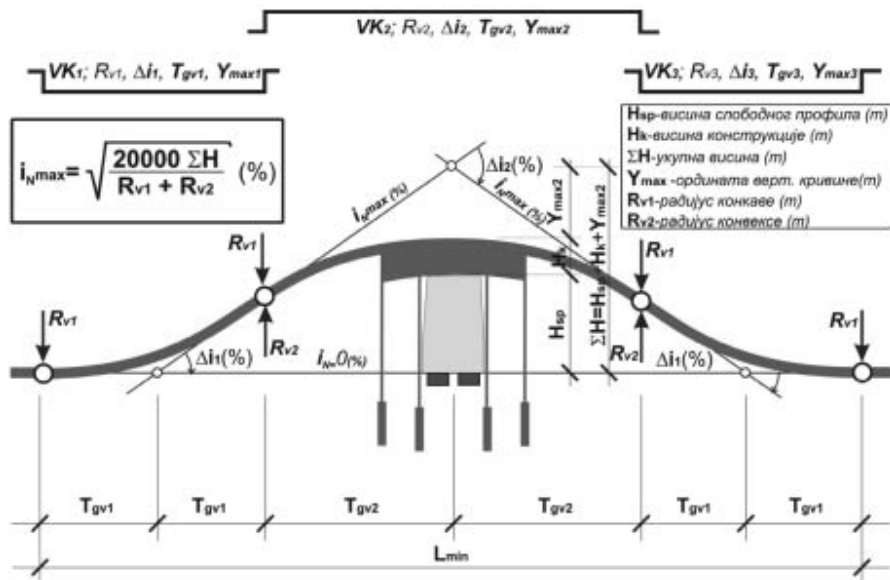
У погледу оштрине прелома нивелете, а у циљу минимизације конструкције моста и навоза, важе следећи принципи:

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 утврђеног у тачки 7.1.2. и 9.1.3. овог прилога.

На преласцима осталих категорија путева (вишетрачни или двотрачни) преко сувоземних комуникација максимални нагиб навоза 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.

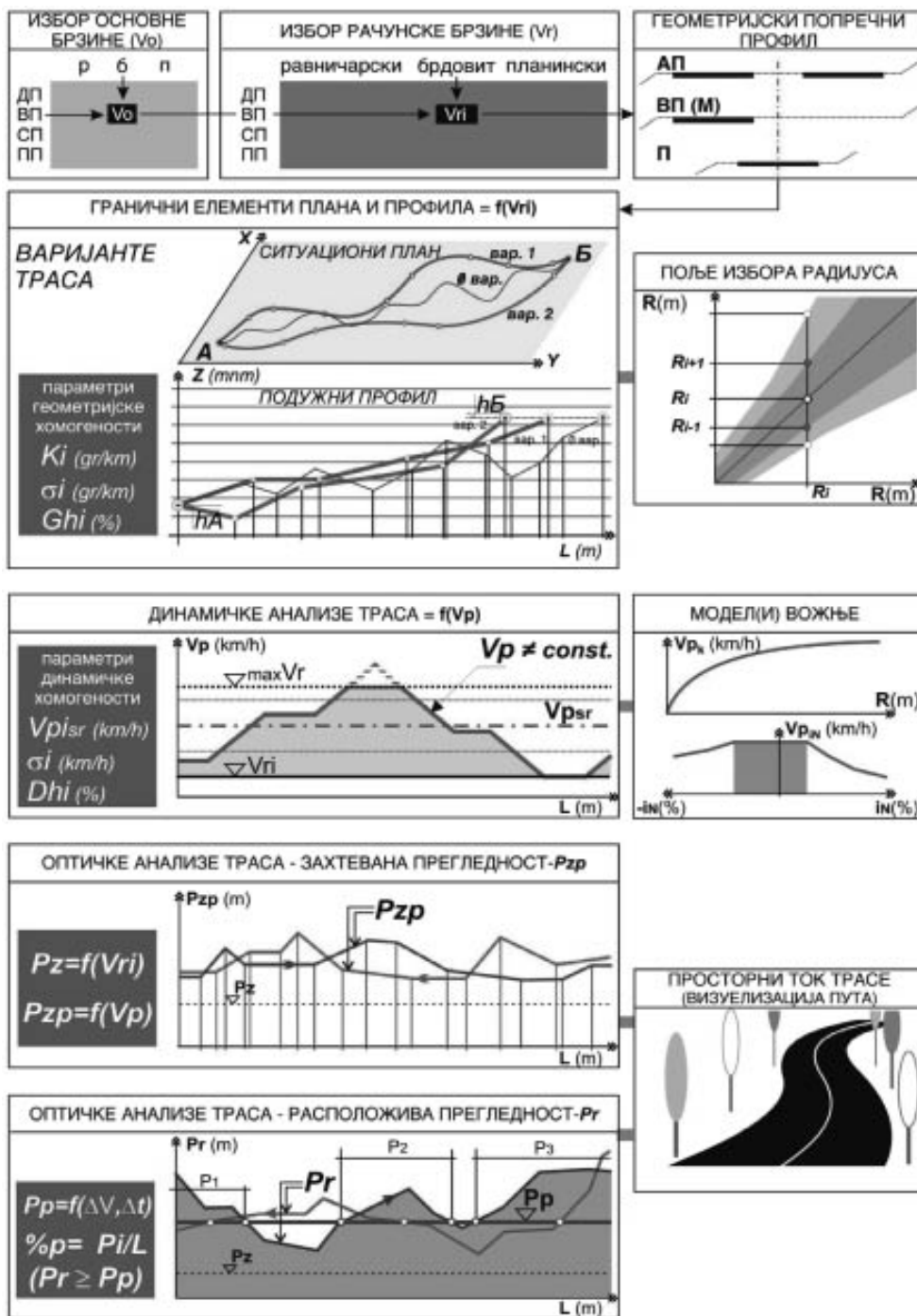
Обликовање тунелских портала треба усагласити са околним тереном и прилагодити порталну конструкцију функционалним и естетским принципима да би оставила што је могуће повољнији утисак на возача. Треба тежити једноставним решењима уз примену лаких и транспарентних конструкција, чије детаље треба веома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

9.3. Синтезни приказ процеса пројектовања путева



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

10. ГРАНИЧНЕ ВРЕДНОСТИ ПРОЈЕКТНИХ ЕЛЕМЕНАТА

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

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 објеката (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 (криве трагова за меродавна возила и карактеристични пример површинских раскрсница).

Вредности пројектних елемената и предлози пројектних решења дефинисаних овим упутствима формиран 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 контрардикторни захтеви, оптимално решење је у њиховом компромису уз максималну креативност пројектанта и уважавање специфичних услова контекста при чему треба водити рачуна о правременој 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 проистеклим 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.

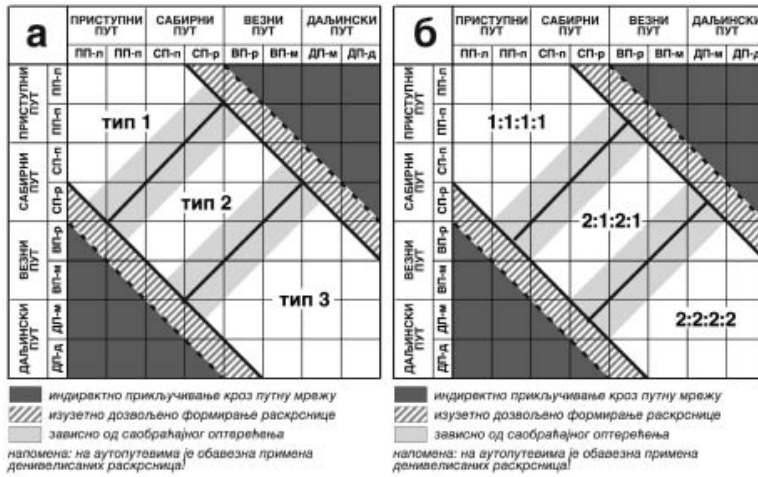
2.1. Програмски услови

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 новопројектоване 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.



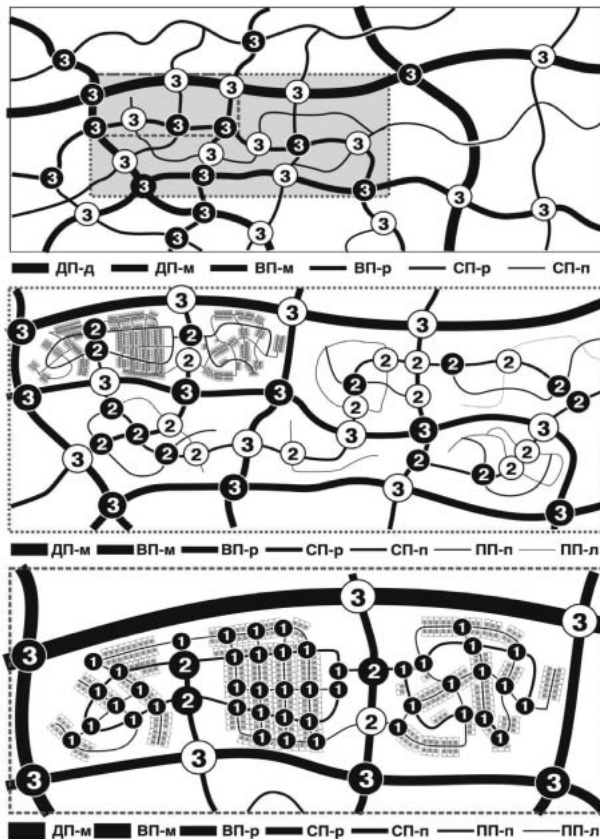
Слика 2-01: Општи приказ поделе раскрсница према функционалним типовима пресечних (укрсних) праваца ванградске путне мреже:
 а) раскрснице са пресецањем саобраћајних струја;
 б) кружне раскрснице.

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 (деталније 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 хијерахијског уређења.

Основни принцип усклађености пројектних решења и оптималне дистрибуције саобраћајних токова јесте да су нивои раскрсница у директној корелацији са значајем путног правца 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 уличних трака пресечних, односно укрсних праваца.

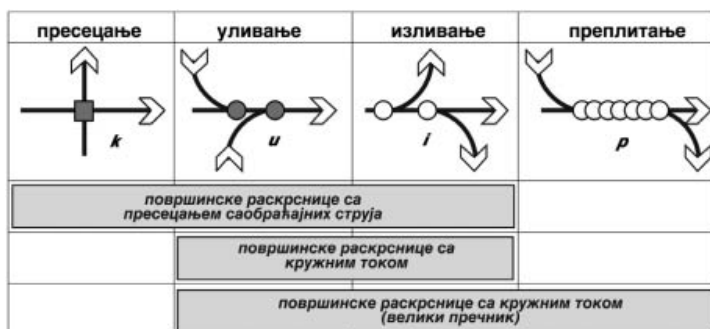


Слика 2-02: Шематски приказ макро локације различитих типова површинских раскрсница са становишта функционалних захтева путне мреже.

2.1.2. Просторна организација површинских раскрсница

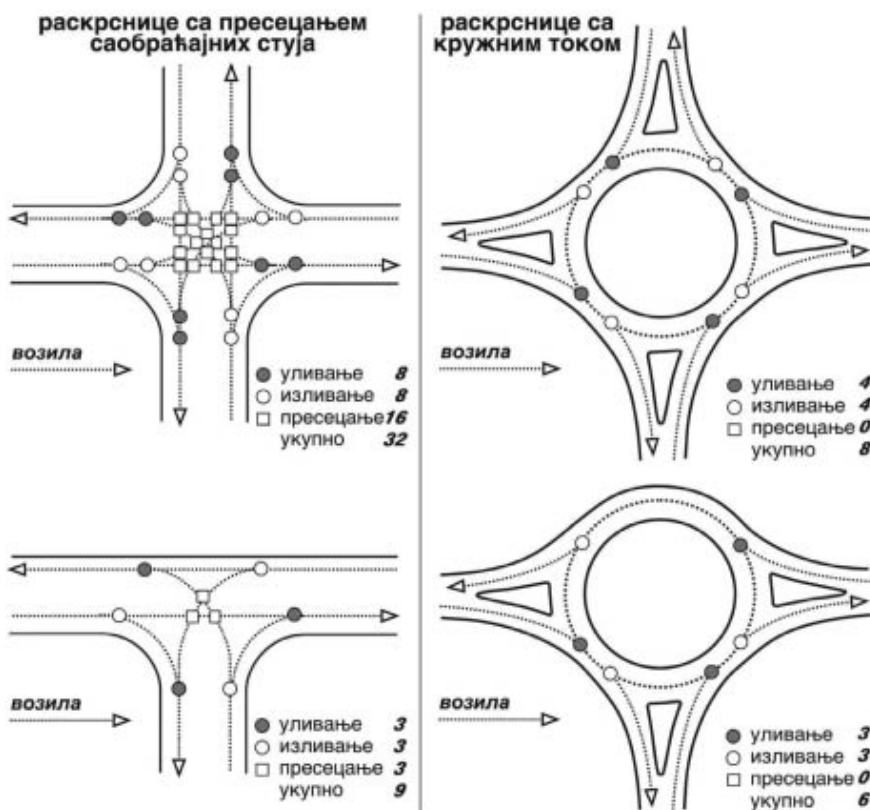
Површинска раскрсница обухвата поред коловозних површина и шире подручје на коме се јављају различити утицаји од топографских и морфолошких до специфичне намене простора која може утицати и на само решење. Свака површинска раскрсница има стога своје специфичности које произлазе из програмских услова 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 раскрсници формирају се зоне смањене проточности и угрожене безбедности - то су места пресецања супротно усмерених саобраћајних струја, тзв. **конфликтне тачке**, док се на местима изливања или уливања саобраћајне струје истог смера, тзв. **колизионе тачке**.

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



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

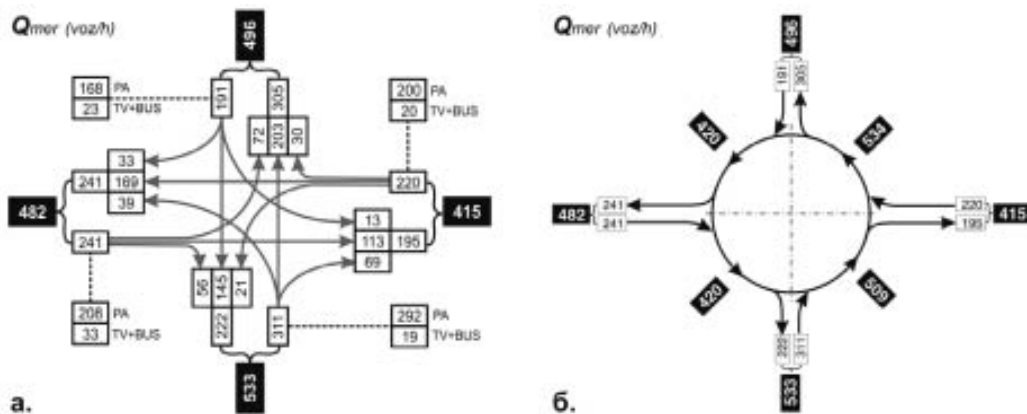
Просторни распоред конфликтних и колизионих тачака који проистиче из врсте и типа површинске раскрснице утврђује се њеним грађевинским решењем. На слици 2-04 приказан је распоред тих тачака за четворокраке (укрштаји) и трокраке (прикључци) раскрснице. Основни принцип у пројектовању раскрсница, због проточности 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 раскрсница (тачка 2.2. овог прилога).



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

2.1.3. Саобраћајно оптерећење

За пројектовање површинских раскрсница меродавна саобраћајна оптерећења у складу су са саобраћајним оптерећењима дефинисаним у тачки 6, односно 6.2. прилога 1 - Функционална класификација ванградских путева, протоку меродавног часа, утврђена верификованим методама за анализу и прогнозу саобраћајног оптерећења. Меродавна саобраћајна оптерећења за пројектовање површинских раскрсница рашчлањују се по саобраћајним струјама с детаљном структуром по врстама возила (слика 2-05). Меродавни параметар за пројектовање површинских раскрсница дефинише се програмским условима и **ниво услуге раскрснице (НУР)**, који мора бити истог нивоа као и за деонице између раскрсница. Изузетно, у реконструкцији или рехабилитацији може се прихватити и за један степен нижи ниво услуге.



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

2.1.4. Меродавне брзине у пројектовању

У пројектовању површинских раскрсница полази се од меродавне пројектне брзине (средње пројектне брзине), $V_{p_{sr}}$ (резултујући профил пројектне брзине, подручја макро локације раскрснице).

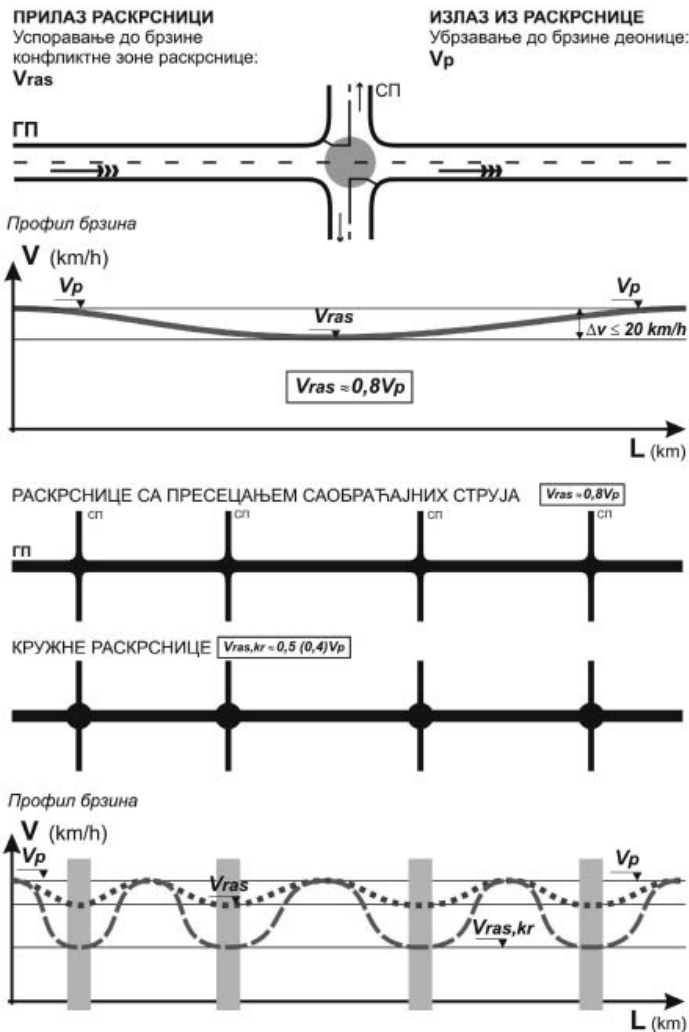
За површинске раскрснице с пресецањем саобраћајних струја меродавна је пројектна брзина раскрснице - $V_{ras} \approx 0,8 V_{p_{sr}}$, која износи:

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

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

За кружне површинске раскрснице, на макро нивоу, важе слични принципи у погледу дефинисања меродавне брзине раскрснице - $V_{ras.kruga} \approx 0,5(0,4) V_{p_{sr}}$, као и за раскрснице 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 раскрсница димензионишу се према V_{ras} , изузев захтеване прегледности (P_{zp}) која се одређује према V_p . Општи приказ тока меродавних брзина у подручју површинских раскрсница дат је на слици 2-06 овог прилога.



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

2.1.5. Меродавна возила

Површинске раскрснице морају обезбедити пролаз свим врстама меродавних возила, која се као меродавна дефинишу за пројектовање појединих 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 раскрсница дефинише се зависно од функционалног типа пута и од учесталости 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	ПРИСТУПНИ 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)
ПРИСТУПНИ ПУТ ПП		БУСл, БУСлзг ТВ1, ТВ2, ТВ3		ТВ2 (БУСл,ТВ1,ТВ3)

напомена:
 - велика разлика функционалних рангова, изузетан случај
 - карактеристике меродавних возила чл.3.4.2 ПП-Т08
 - вредности у () могу се применити код оштрих просторних ограничења
 - код јавног приградског превоза меродавно возило ЈП (БУСл или БУСлзг)

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

2.2. Критеријуми за пројектовање

Пројектовање површинских раскрсница обухвата низ веома сложених метода, поступака и процедура у циљу формирања оптималног решења за природна и створена ограничења уз минимум инвестиционих 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 укрсних (прикључних) праваца.

2.2.1. Услови локације

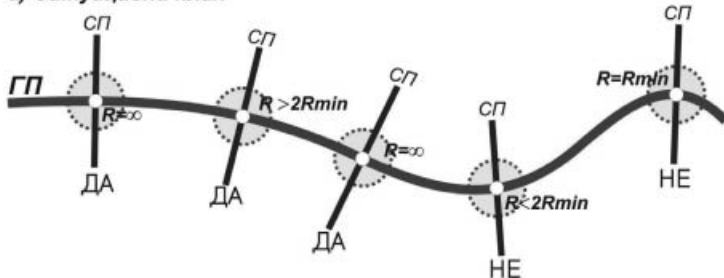
Пројектовање површинских раскрсница почиње на основу дефинисаних програмских услова и пројектног задатка за пројекте новоградње, реконструкције или рехабилитације, било да се ради о раскрсници (раскрсницама) као саставном делу деонице пута и/или путног потеза, било да се ради о изолованом пројекту раскрснице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

Површинска раскрсница мора да буде сагледљива са главног правца најмање с даљине изоштрене визуре прегледности: $Pip = 3Vp$. Тај 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 инфлексije прелазних кривина и деонице хоризонталних кривина радијуса већег или једнаког двострукој вредности минималног радијуса. Графички приказ подобности микро локације раскрснице 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 заобљења мањег од четвороструке 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.

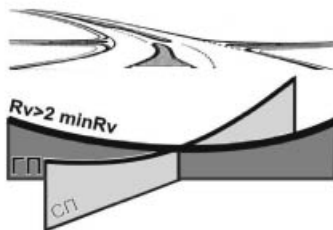
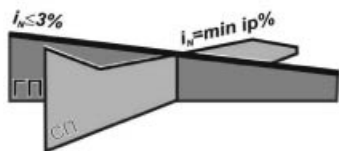
За елементе споредног правца (СП) важно је истаћи да се његов подужни нагиб у зони раскрснице формира према попречном нагибу главног правца који треба да обезбеди ефикасно отицање површинских вода с коловоза раскрснице и да не треба да је мањи од $1,5\%$.

а) Ситуациони план

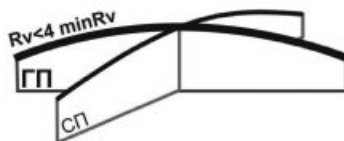
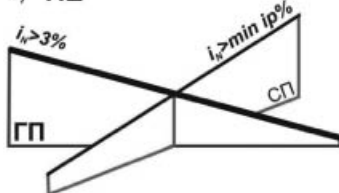


б) Подужни профил

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 возње и друго, на подручју девијације лако се изводе потребна проширења, а да се при томе одржи континуитет ивичних линија.

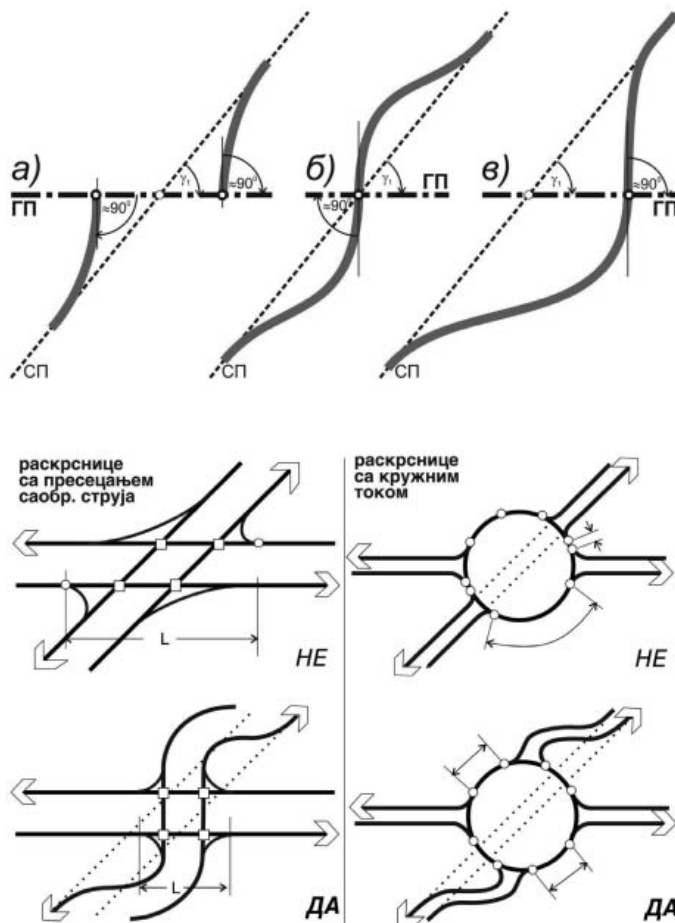
На раскрсницама с кружним током потребна је централна симетрија кружне раскрснице укључујући и зоне излива/улива да би се обезбедили равноправни услови за све токове, што је полазни концепт таквих раскрсница.

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

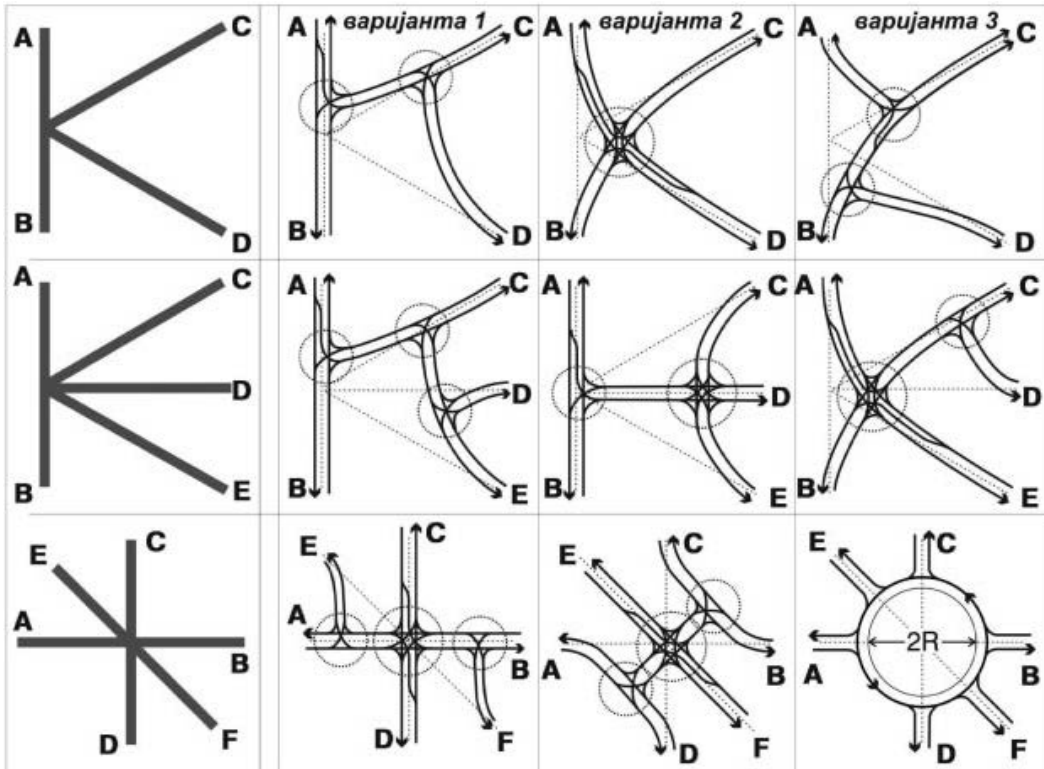
Ради проточности и безбедности површинских раскрсница број прикључних праваца се ограничава на три (трокрака раскрсница), односно број укрсних праваца на четири (четворокрака раскрсница). У стандардним условима формирања мреже ванградских путева и уз поштовање начела хијерархијског уређења мреже ставови о ограничењу броја прикључних (укрских) праваца се подразумевају. Кад год није могуће применити наведени принцип, тј. када има већи број укрских (прикључних) праваца, неопходно је декомпоновати такав чвор и формирати две или више површинских раскрсница према изнетим ставовима. Тај принцип доследно је спроведен на слици 2-10 овог прилога, где је за различите диспозиције раскрсница с повећаним бројем прикључних (укрских) праваца изложено више варијантних решења могуће декомпозиције. Које ће се варијантно решење применити у конкретном случају зависи од значаја укрских (прикључних) праваца 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.



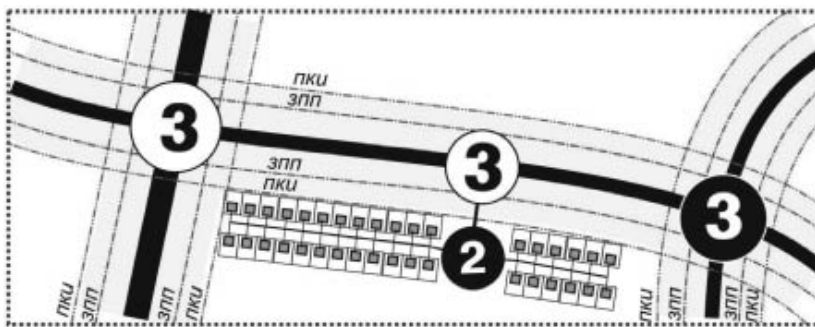
Слика 2-09: Примери лошег и исправног вођења споредног путног правца у зони раскрснице.



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

2.2.2. Одстојање раскрсница - контрола приступа

Површинске раскрснице треба лоцирати тако да оптимално задовоље функционалне захтеве одвијања саобраћаја на раскрсници, али исто тако и уз уважавање захтева проточности и безбедности саобраћаја укрсних (прикључних) праваца на макро нивоу. Између две суседне раскрснице 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 раскрсница 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 раскрсница и/или појединачних прикључака на ванградској путној мрежи.

V_{ri} (km/h)	50	60	70	80	90	100
$minL_{ras}$ (m)	150	180	210	240	270	300

Минимално одстојање раскрсница подразумева се одстојање од крајње тачке функционалног подручја једне раскрснице до почетне тачке функционалног подручја следеће раскрснице.

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 раскрснице - **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 раскрсница 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 раскрснице, па до анализе проходности појединачних возила за дефинисану геометрију елемената раскрснице.

Било да се ради о пројектовању нових раскрсница или о реконструкцији, односно рехабилитацији постојећих раскрсница, 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 раскрснице.

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

За успешно и безбедно функционисање површинске раскрснице, неопходно је да токови који прилазе раскрсници, 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 раскрснице (слика 2-12 овог прилога).

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

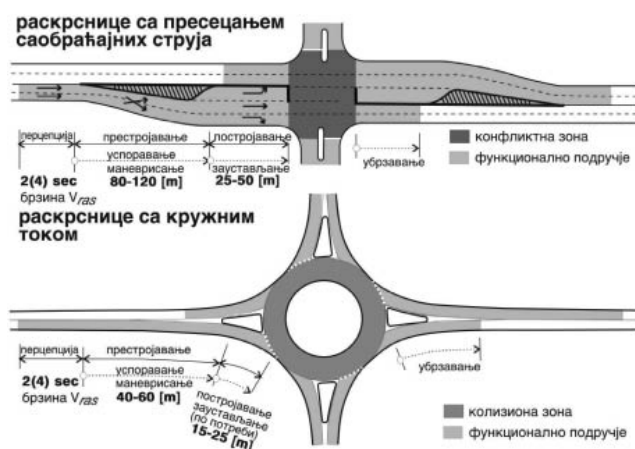
Зона перцепције је зона у којој возач, у складу са изабраним путем (тј. право, лево или десно), сагледава задатке и услове кретања кроз раскрсницу на основу општих правила вожње и одговарајуће саобраћајне сигнализације смештене у тој зони. Дужина те зоне је 2-4 секунде вожње брзином **V_{рас}**.

Зона престројавања почиње хоризонталном и вертикалном сигнализацијом којом се дају обавештења о типу раскрснице 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 раскрснице у коме су возила разврстана по саобраћајним струјама у реду којим ће проћи кроз раскрсницу.

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

Зона убрзавања налази се непосредно иза површинске раскрснице. 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 проверама 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 површинских 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 раскрсница 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 прикључних праваца, услова тока на главном правцу, оптерећења прикључних праваца, пропусне моћи, губитака времена на раскрсници, 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 проистекла 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 раскрснице 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 раскрснице.

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.

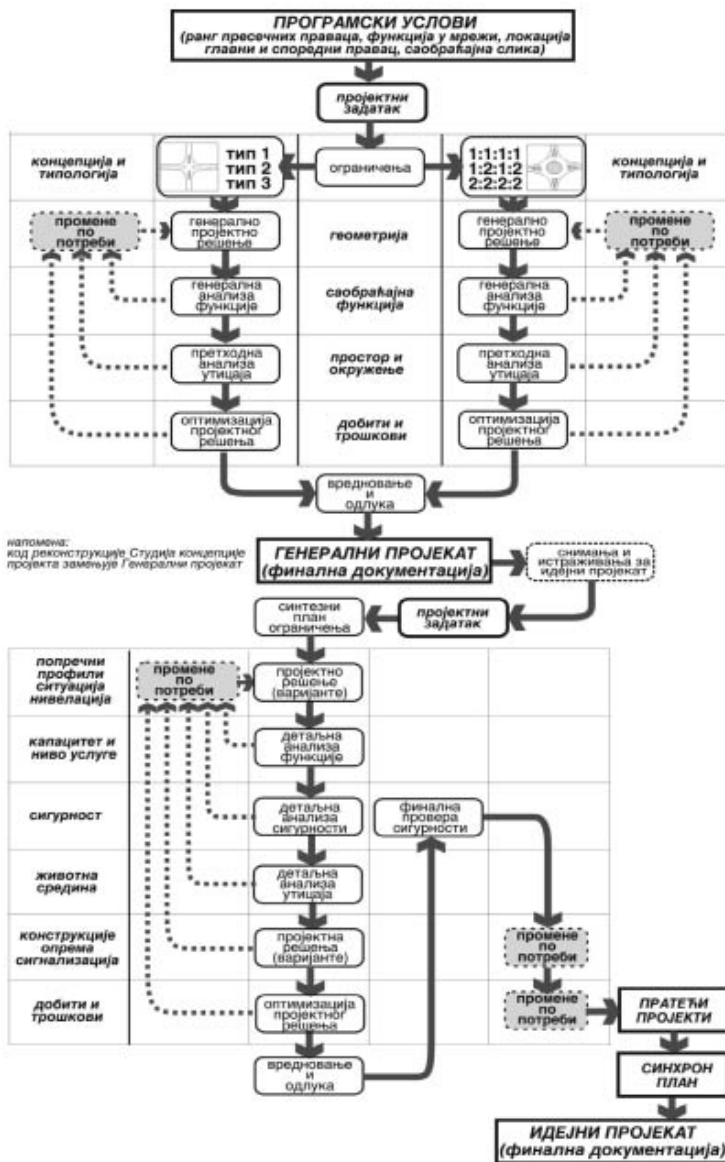
Поред општих параметара за избор повољније варијанте наведене критеријуме треба изразити помоћу новчаних и/или нумеричких показатеља да би одлука о одређеној категорији раскрснице била што поузданија.

КРИТЕРИЈУМИ УПОРЕЂЕЊА		
ФУНКЦИОНАЛНИ РАНГ ПРИКЉУЧНИХ ПРАВАЦА		
исти или приближно исти (1 ранг виши/нижи)		+
битно различит	+	
УСЛОВИ ТОКА ВОЗИЛА НА ГЛАВНОМ ПРАВЦУ		
обезбеђење приоритета главног правца	+	
континуитет тока главног правца	+	
одржање брзина главног правца	+	
смањење брзина свих возила (умирење саобраћаја)		+
ОПТЕРЕЂЕЊА ПРИКЉУЧНИХ ПРАВАЦА		
моторна возила		
иста или приближна (~40%)		+
битно различита (> 40%)	+	
аутобуси јавног превоза		
ниски (укупно < 30 возила ЈП/час)		+
интензивни (укупно > 30 возила ЈП/час)	+	
пешачки токови		
мала концентрација (< 400 пешака/час укупно)		+
висока концентрација (> 400 пешака/час укупно)	+	
бициклистички токови		
мала концентрација (< 100 бициклиста/час укупно)		+
висока концентрација (> 100 бициклиста/час укупно)	+	
ПРОПУСНА МОЋ		+
ГУБИЦИ ВРЕМЕНА		+
СИГУРНОСТ И ТЕЖИНА НЕЗГОДА		+
ЗАУЗИМАЊЕ ПРОСТОРА		
конфликтно/колизионо подручје	+	
подручје престојавања / 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 раскрсница на нивоу генералног и идејног пројекта.

3. РАСКРСНИЦЕ СА ПРЕСЕЦАЊЕМ САОБРАЋАЈНИХ СТРУЈА

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

3.1. Типологија

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

На дијаграму **Vr - Qmer** (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 раскрснице), у пројектној разради мора бити уважен принцип строге функционалности свих примењених елемената и детаља и рационално дефинисање и обликовање приступа раскрсници и саме конфликтне зоне.

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

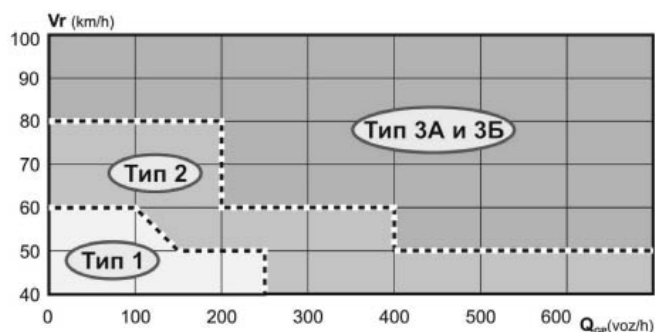
1. Број прикључних праваца се ограничава на три или четири (трокраке или четворокраке раскрснице), постојање више од четири прикључна правца решава се преуређењем мреже (тачка 2.2.1 овог прилога);
2. Угао пресецања приближан правом углу;
3. Неопходно је разврставати прикључне правце на главни (ГП) и 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); раскрснице 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 раскрснице;
6. Заједничка површина, односно конфликтна зона треба да буде што је могуће мања с јасним условима њеног коришћења и дефинисаним трајекторијама возила.

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

1 2 3
тип површинске раскрснице

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

Слика 3-01: Типови површинских раскрсница са пресецањем саобраћајних струја зависно од функционалне класификације укрских (прикључних) праваца.



Слика 3-02: Типови површинских раскрсница 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 праваца 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 заснивати 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.

основни облик	трокрака	четворокрака
<p>прикључак/укрштање путева са укупно две возне траке (ГП, СП) без манипулативних трака за лева скретања</p> <p>■ без острва за каналисање токова на СП</p>	<p>T1 ниво каналисања токова I</p>	
<p>ГП са две траке без (са) манипулативне траке за лева скретања, СП са укупно две возне траке</p> <p>■ острво (суза) за каналисање токова на СП</p>	<p>T2 ниво каналисања токова II</p>	
<p>ГП и СП са две (три) траке по смеру са манипулативним тракама за лева (по потреби и десна) скретања са ГП на СП.</p> <p>■ маркација за раздвајање токова на ГП (лева скр.)</p> <p>■ острва за каналисање токова на СП (суза, троугао (ГП-СП))</p>	<p>T3 ниво каналисања токова III</p>	

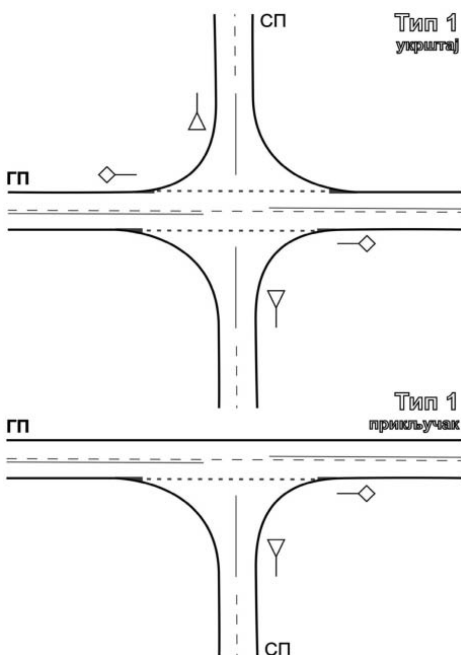
Слика 3-03: Основни типови површинских раскрсница са пресецањем саобраћајних струја.

3.2. Површинска раскрсница - Тип 1

Тип 1 представља најједноставнији 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 с 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 четворокраке (укрштај) и трокраке (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 % $Q_{\text{рег}}$. Грађевинске интервенције се свode на уређење приступа споредног правца (СП) са обавезним острвом капљичастог облика за раздвајање саобраћајних струја за лева скретања с главног на споредни, као и са споредног на главни правац. Пошто 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 крећу возила која иду право и возила која скрећу лево с главног правца.

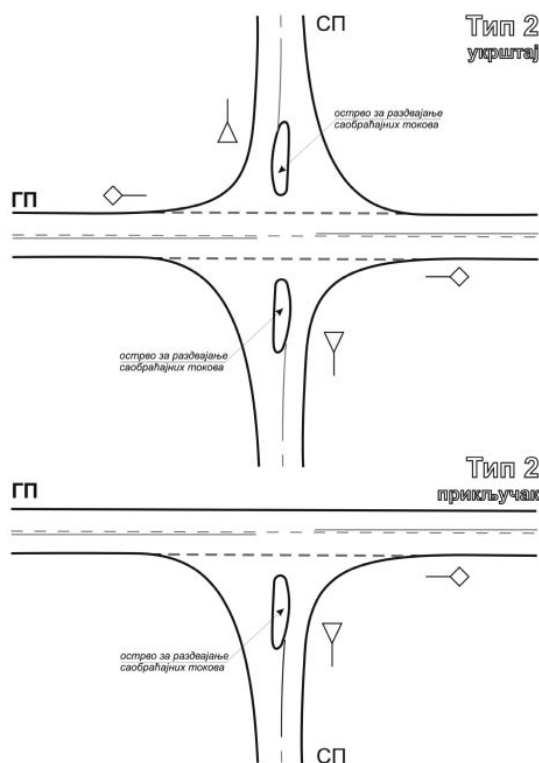
И у једном и у другом случају примењују се одговарајућа хоризонтална, вертикална и путоказна сигнализација у циљу обезбеђења максималне безбедности возње.

Коловoз главног правца (ГП) (случај 1) проширује се са ширине возне траке на ширину 5,50 m, у складу с прилогом 1 - Траса ванградских путева, обострано симетрично ако је подручје раскрснице у правцу или у инфлексији, односно једнострано, на унутрашњу страну ако је подручје раскрснице у хоризонталној кривини.

Десна скретања на том типу површинске раскрснице 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 раскрснице 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 раскрснице 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 раскрснице.



Слика 3-05: Површинска раскрсница - Тип 2.

3.4. Површинска раскрсница - Тип 3

Тип 3 површинске раскрснице 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 саобраћајне 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 раскрсница примењује се за укрштаје (прикључке) двотрачних путева највишег ранга, као и за вишетрачне путеве (тротрачни, четворотрачни), ако обим саобраћаја и захтевани ниво безбедности не условљавају примену денивелисаних раскрсница.

Зависно од топографских услова и природних ограничења могу се разликовати два типа раскрсница Тип 3: **3А** и **3Б**.

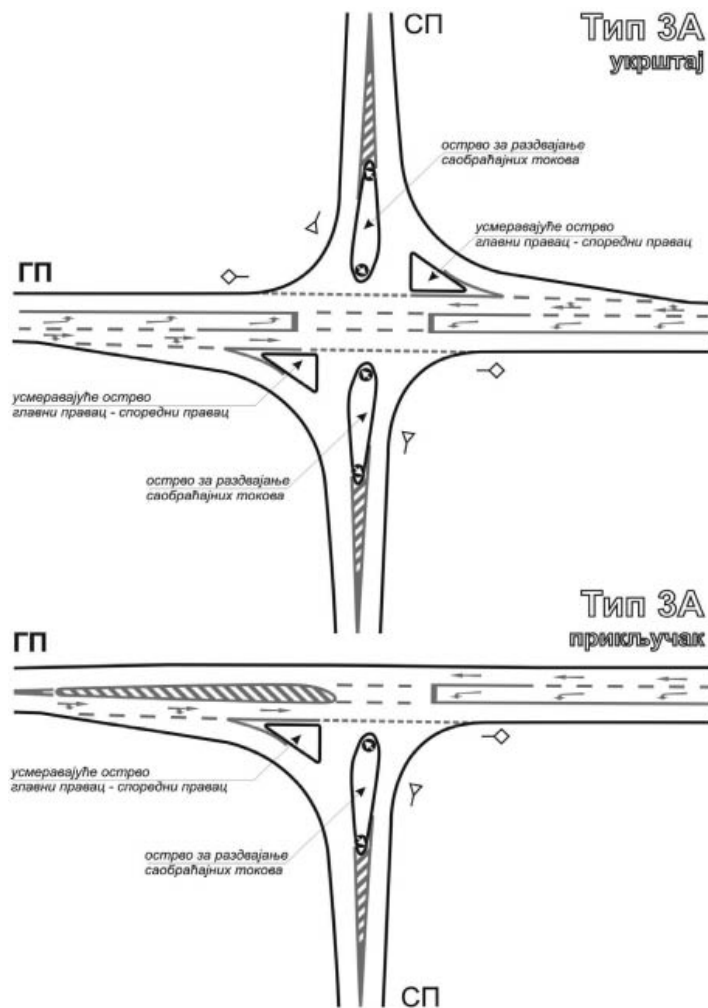
На раскрсницама Типа **3А**, (слика 3-06 овог прилога) обавезно се формирају посебне траке за лева скретања с главног на споредни правац зависно од брзине у раскрсници **V_{рас}** и меродавног саобраћајног оптерећења **Q_{мер}**. На споредном правцу се формира острво физички издвојено из основне равни коловоза, капљастог облика за раздвајање саобраћајних токова левих струја. Десна скретања с 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 раскрснице 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 раскрсницу.

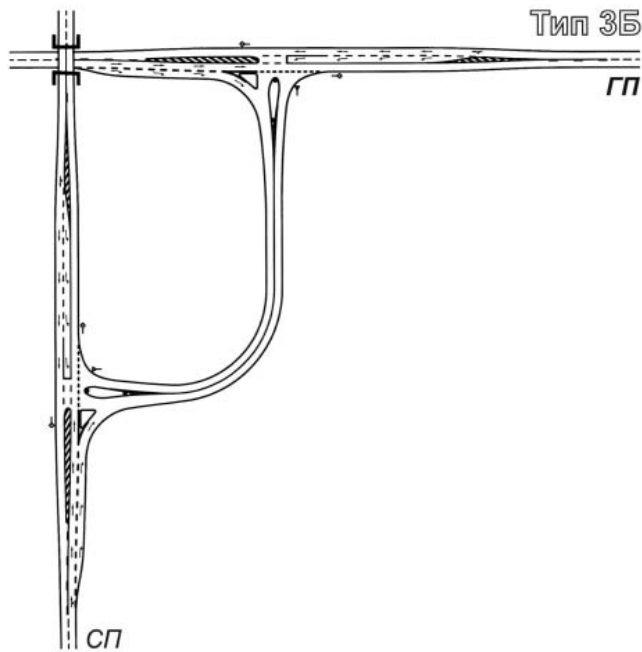
У специфичним топографским условима, када се денивелише укрштај главног и споредног правца (природне погодности), могуће је формирати специфичан тип површинске раскрснице (тзв. тип **3Б**), који је двострука комбинација прикључка типа **3А** за решење укрштаја наведеног висинског раздвајања укрсних правца. Таква раскрсница се јавља када су оптерећења укрсних правца таквог интензитета да не би било могуће проблем решити раскрсницом типа **3А** за укрштај пресечних правца.

За оба анализирана Типа **3** површинске раскрснице неопходно је обезбедити спољну и унутрашњу прегледност у складу с граничним условима дефинисаним у поглављима 2 и 3 овог прилога.

Тип 3 површинске раскрснице приказан је на слици 3-07 овог прилога.



Слика 3-06: Површинска раскрсница - Тип 3А.



Слика 3-07: Површинска раскрсница - Тип 3Б.

3.5. Пројектни елементи

Геометријско пројектовање раскрсница почиње рашчлањењем конфликтне 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 разделно острво капљастог облика на споредном правцу, чије димензије зависе од изабраног типа површинске раскрснице и коначно се конструише ивична 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 бициклички 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).

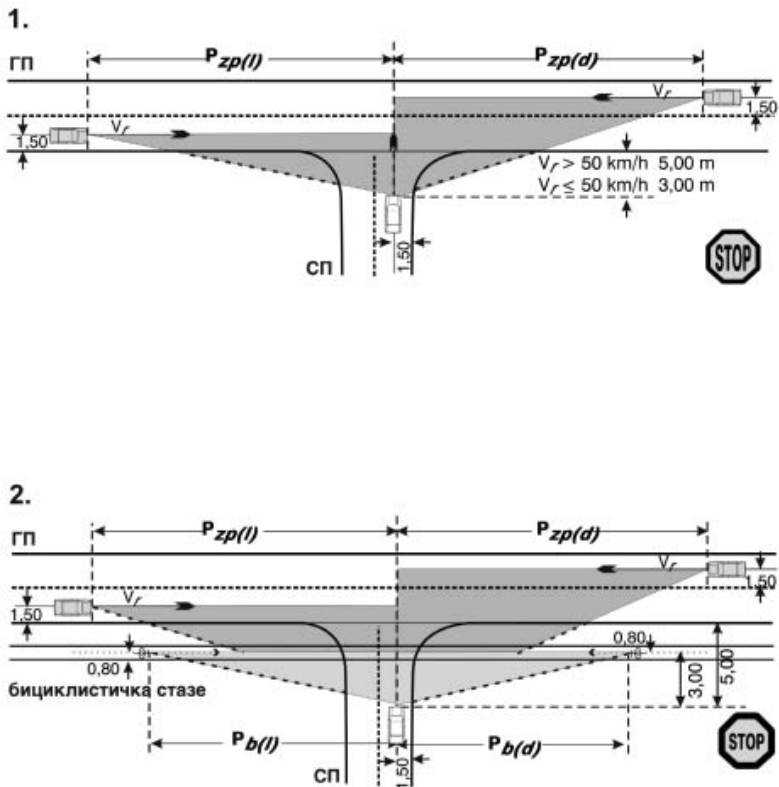
Спољна прегледност главног правца износи $P_{s_{GP}} = 3Vp_{GP}$ (m), док на споредном правцу мора бити обезбеђена спољна прегледност - $P_{s_{SP}}$, на нивоу захтеване прегледности $P_{zp} = f(Vp_{SP})$ за пројектну брзину споредног правца у зони раскрснице. На нивоу ових прегледности не сме бити препрека које би ометале сагледљивост, односно расположива прегледност $Pr = f(Ri, Ai, i_{Ni}, Rvi, xi, yi, zi)$ мора бити већа или једнака $P_{s_{GP}}$, односно $P_{s_{SP}}$ 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 бициклички саобраћај предвиђена је посебна трака која је ивичном разделном траком одвојена од проточног дела коловоза. У оба случају саобраћај на споредном правцу је под знаком обавезног заустављања - **СТОП**.

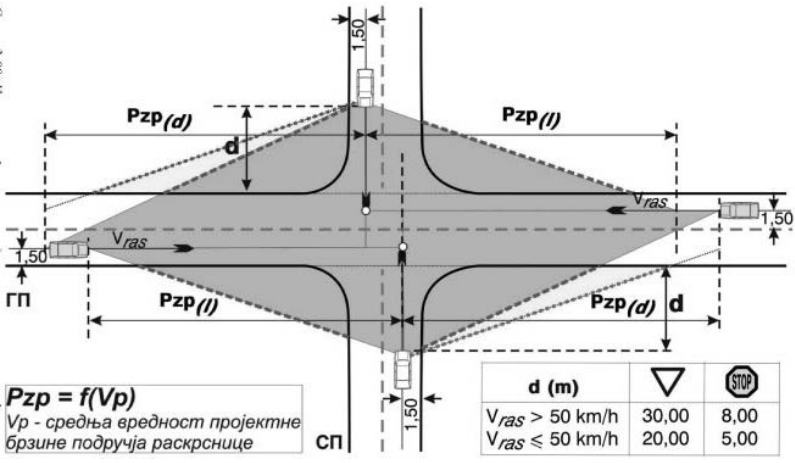
Ако се саобраћај са споредног правца улива на главни ток под знаком укрштања с путем с првенством пролаза - обрнути троугао, важе претпоставке приказане на слици 3-09 овог прилога - конструисане су зоне прегледности за укрсне правце и дефинисани троуглови прегледности који морају бити под посебним режимом 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 профила важе принципи и димензије дефинисане у прилогу 2 - Траса ванградских путева.



Слика 3-08: Конструкција зоне прегледности на трокракој површинској раскрсници ако се на њој обавља саобраћај:
 1) моторним возилима;
 2) моторним возилима и бициклима.



Слика 3-09: Конструкција зоне прегледности на четворокракој површинској раскрсници.

3.5.2. Возне и манипулативне траке

Возне траке на површинским раскрсницима треба да буду у пуном саставу (ширина и број) вођене кроз подручје раскрснице. 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 ванградских 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** м. Ако се манипулативна трака за лева скретања из главног правца и у главни правац формира помоћу физички издвојених острва из равни коловоза, захтева се да минимална ширина возне траке - t_v у зони раскрснице буде $\geq 4,50$ м. То се првенствено захтева ради безбедности возње и услова ефикасног одржавања путева у зимским условима.

3.5.3. Проходност возила на раскрсници

Провера проходности површинске раскрснице с пресецањем саобраћајних струја спроводи се за дефинисана меродавна возила сагласно тачки 2.1.5 овог прилога. Провера се спроводи применом

верификованог програмског система, конструкцијом трајекторија 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 раскрсницама.

	ДАЉИНСКИ ПУТ ДП	ВЕЗНИ ПУТ ВП	САБИРНИ ПУТ СП	ПРИСТУПНИ ПУТ ПП
ДАЉИНСКИ ПУТ ДП	R1:R2:R3 2,5:1:5,5	R1:R2:R3 2 : 1 : 3 (2,5:1:5,5)	R1:R2:R3 2 : 1 : 3	
ВЕЗНИ ПУТ ВП		R1:R2:R3 2 : 1 : 3	R1:R2:R3 2 : 1 : 3 (R = R2)	R1:R2:R3 2 : 1 : 3 (R = R2)
САБИРНИ ПУТ СП	 АВ, ВВ		R1:R2:R3 2 : 1 : 3 (R = R2)	R = R2 (R1:R2:R3) (2 : 1 : 3)
ПРИСТУПНИ ПУТ ПП	 БУСл, БУСлзг  ТВ1, ТВ2, ТВ3			R = R2

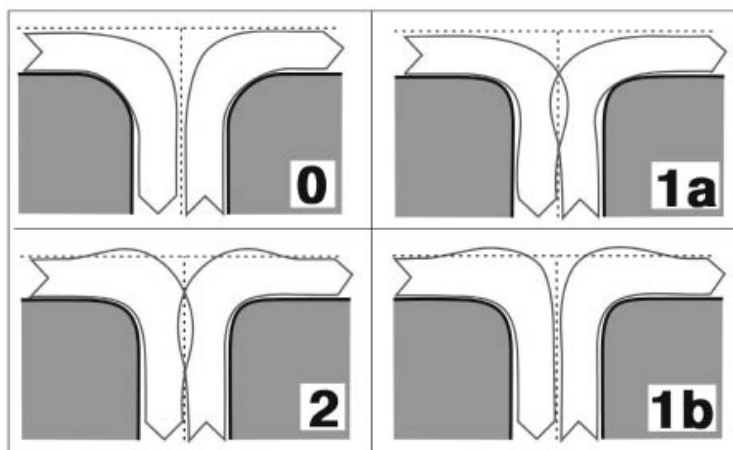
напомена:
 велика разлика функционалних рангова, изузетан случај
 - могућа примена вредности у ()

Слика 3-10: Криве трагова за формирање геометрије ситуационог плана раскрснице.

Поред дефинисања меродавног возила за проверу проходности површинске раскрснице, 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 раскрсници 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 1а**) или из кога изводи маневар скретања (**тип 1б**) 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).

	ДАЉИНСКИ ПУТ ДП	ВЕЗНИ ПУТ ВП	САБИРНИ ПУТ СП	ПРИСТУПНИ ПУТ ПП
ДАЉИНСКИ ПУТ ДП	АВ, ВВ - 0	АВ, ВВ - 0	АВ, ВВ - 1b (ТВ1)	-
ВЕЗНИ ПУТ ВП		АВ, ВВ - 1b	ТВ1 - 1b (АВ,ВВ)	ТВ1 - 1b(1a) (БУСл, ТВ2)
САБИРНИ ПУТ СП	 АВ, ВВ		ТВ1 - 1b (БУСл, ТВ2)	ТВ1 - 1b(1a) (БУСл, ТВ2)
ПРИСТУПНИ ПУТ ПП	 БУСл, БУСлзг  ТВ1, ТВ2, ТВ3			ТВ2 - 1b(1a) (БУСл,ТВ1,ТВ3)

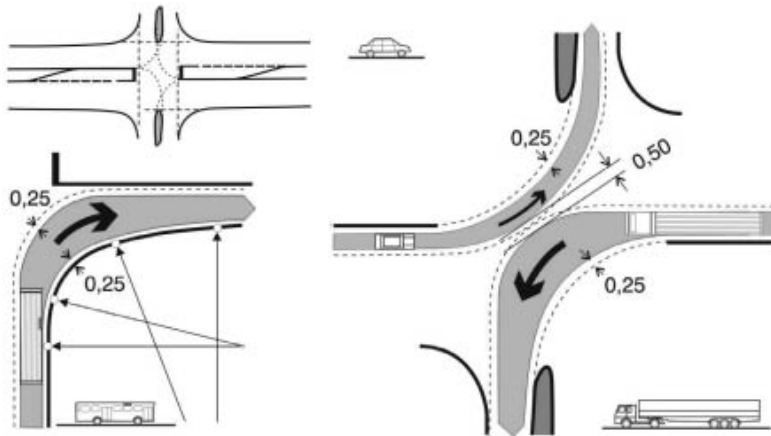
() могућа примена ако су оштрија просторна ограничења и/или ако се изводи реконструкција



Слика 3-11: Услови скретања за меродавно возило.

Гранични услови проходности за десна и лева скретања на површинској раскрсници са пресецањем саобраћајних струја приказани су на слици 3-12 овог прилога.

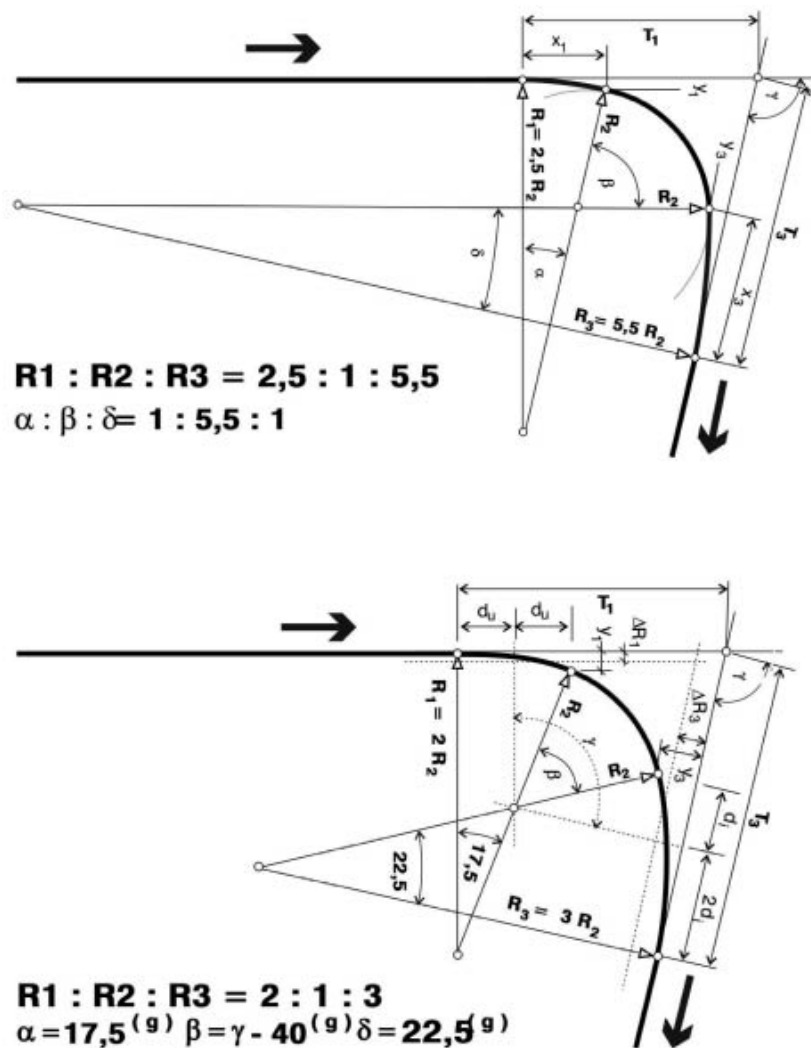
За скретања десно (слика 3-12 овог прилога) гранични услов подразумева обезбеђење заштитне ширине од 0,25 m у односу на обе контурне криве. За скретања лево у највећем броју случајева довољно је обезбедити истовремено извођење маневра за тешко теретно возило (АВ, ВВ) и путнички аутомобил (ПА) под условима приказаним на слици 3-12 овог прилога. Изузетак могу бити интензивни токови левих скретања с вероватном појавом истовременог скретања тешких теретних возила (АВ, ВВ) 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.



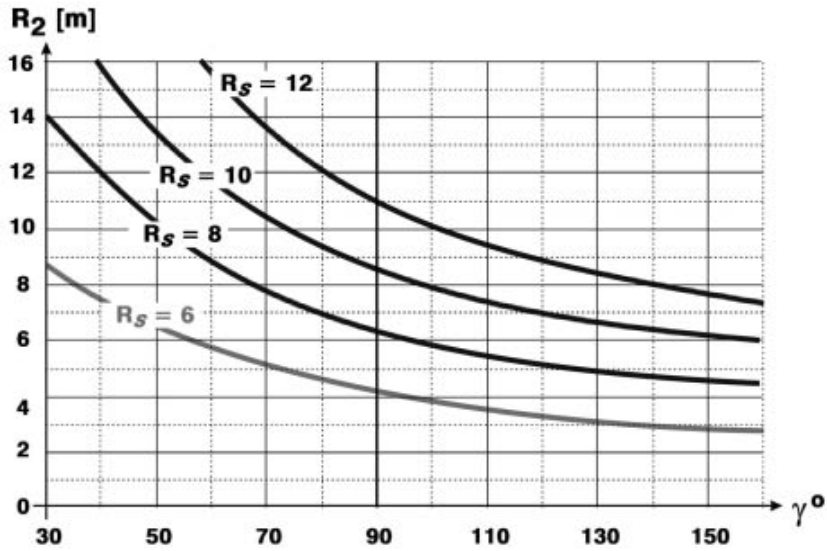
Слика 3-12: Гранични услови проходности за десна и лева скретања.

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 праваца (слика 3-14 овог прилога).



Слика 3-13: Стандардни типови троцентричних кривих за обликовање ивичних и водећих линија.

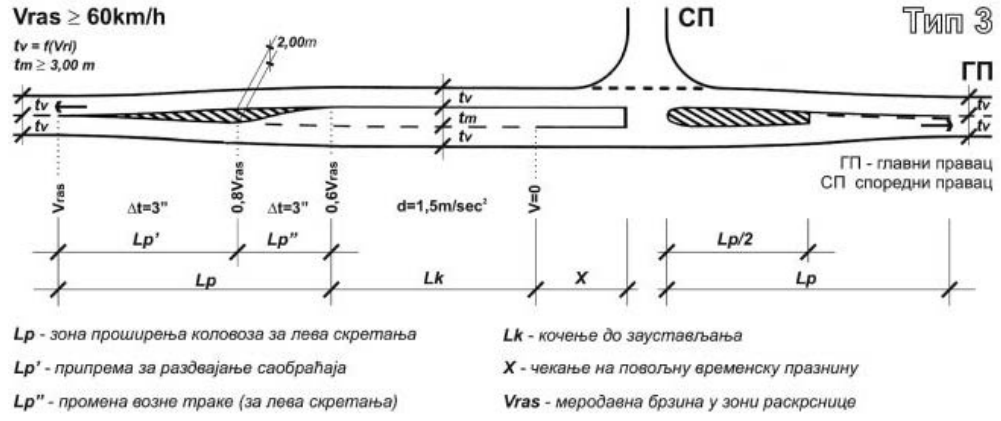


Слика 3-14: Избор полупречника кривине (R_2) у зависности од скретног угла (γ) и меродавног возила: $R_s = 6$ - Путничко возило (ПА); $R_s = 8$ - Комби (ДВ); $R_s = 10$ - Камсион, Аутобус (ТВ, БУС); $R_s = 12$ - Ауто воз, Вучни воз (АВ, ВВ).

3.5.4. Геометријско обликовање левих скретања на главном правцу

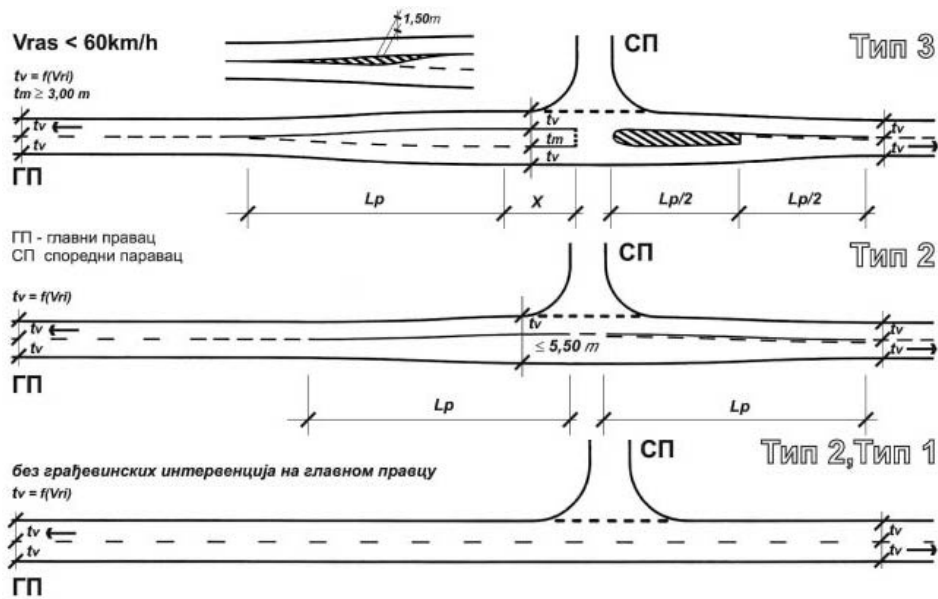
Геометријско обликовање левих скретања на главном правцу зависи од типа површинске раскрснице и изводи се као што је приказано на сликама 3-15 и 3-16 овог прилога.

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.



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

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.

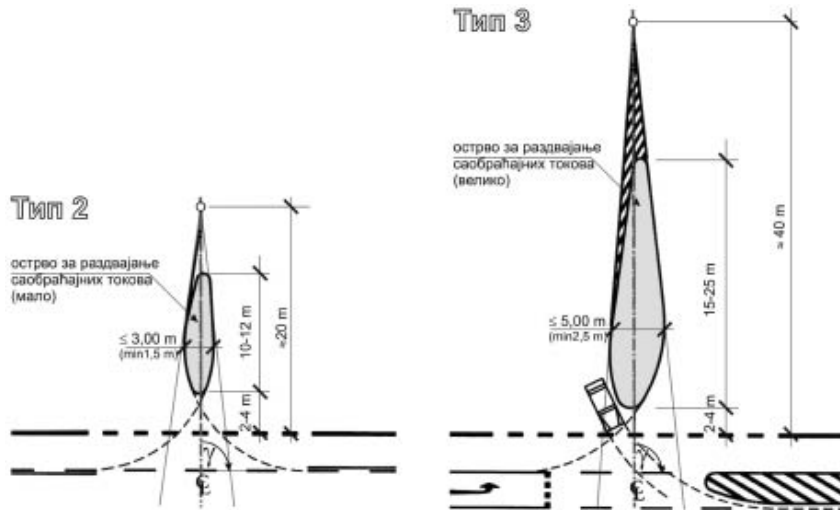
	ТИП 1	ТИП 2	ТИП 3
1.	 $R = 8; 12 \text{ m}$ или $R_2 = 12; 15 \text{ m}$ $R_2 = 8 \text{ m}$	 $R_2 = 15 \text{ m}$	—
2.	—	—	 клинасти излив $I_k = 35 \text{ m}$ $R = 25 \text{ m}$
3.	—	 паралелни излив $I_p = 50 \text{ m}$ $R = 20 \text{ m}$	 паралелни излив $I_p = 100 \text{ m}$ $R = 25 \text{ m}$
R - радијус кружне кривине за преломни угао $\gamma=90^\circ$ R_2 - централни радијус троцентричне кривине за меродавно возило I_k/I_p - изливна трака (клинаста или паралелна)			

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 m и ширине до 3,00 m. Одстојање од ивице возне траке за кретања право ограничава се на 2-4 m. Апсолутни минимум ширине тог острва износи 1,5 m.

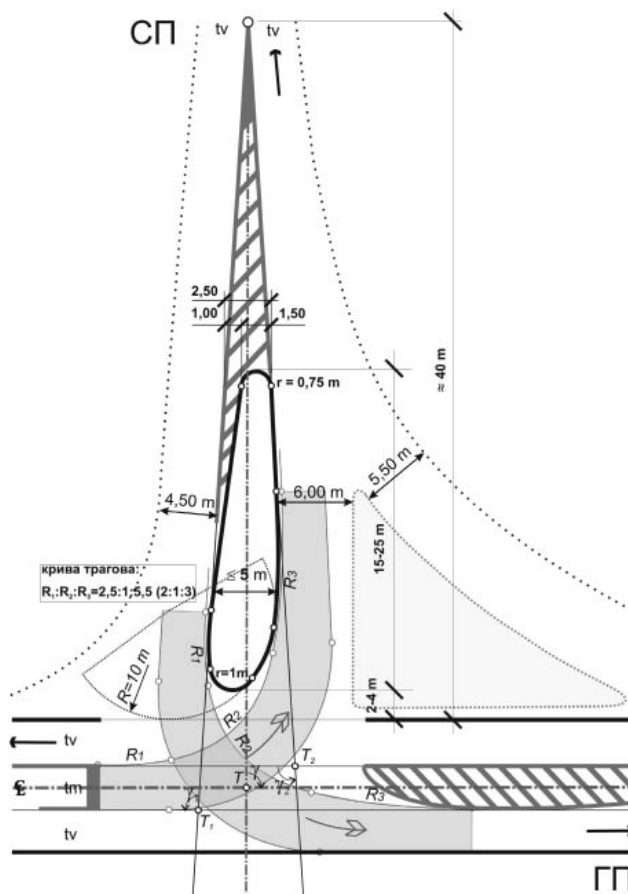
На раскрсницама Типа 3 ради се о сличном облику острва, али са знатно комфорнијим елементима.



Слика 3-18: Услови за геометријско обликовање острва за раздвајање саобраћајних токова на споредном правцу.

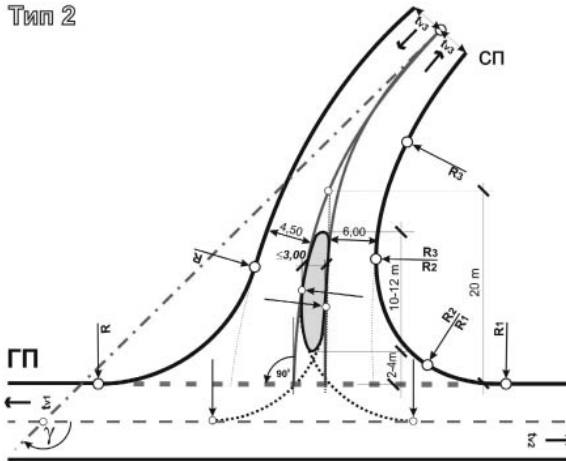
На слици 3-19 овог прилога приказана је детаљна конструкција острва за раздвајање саобраћајних токова на споредном правцу и приказан је начин провере проходности за меродавно возило у току.

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 правац и обрнуто. Треба да се та острва издигну у односу на раван коловоза типским, префабрикованим ивичњацима да би се у потпуности остварила пројектована геометрија, а само острво поплица или калдрмише. Формирање зелених затрављених острва долази у обзир на раскрсници Типа 3 и на укрштају (прикључку) путних деоница највишег ранга. Одлуку о грађевинском обликовању треба донети водећи рачуна о функционалном (летњем и зимском) одржавању предметних деоница ванградске путне мреже.



Слика 3-19: Конструкција острва за раздвајање саобраћајних токова на споредном правцу.

Тип 2

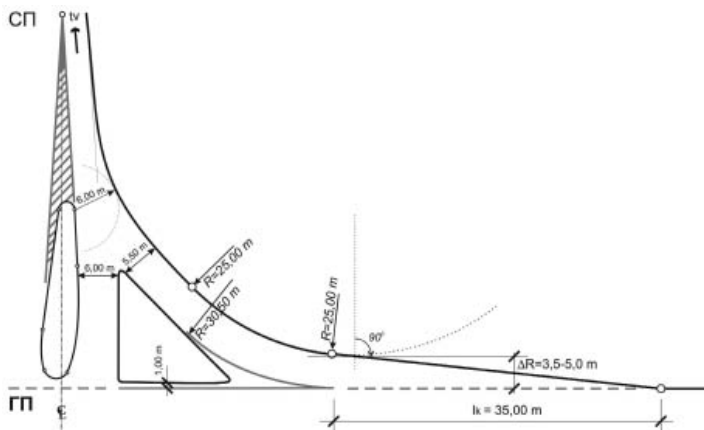


Слика 3-20: Пример геометријске конструкције водећих линија за раскрсницу Типа 2 с корекцијом угла прикључивања споредног правца.

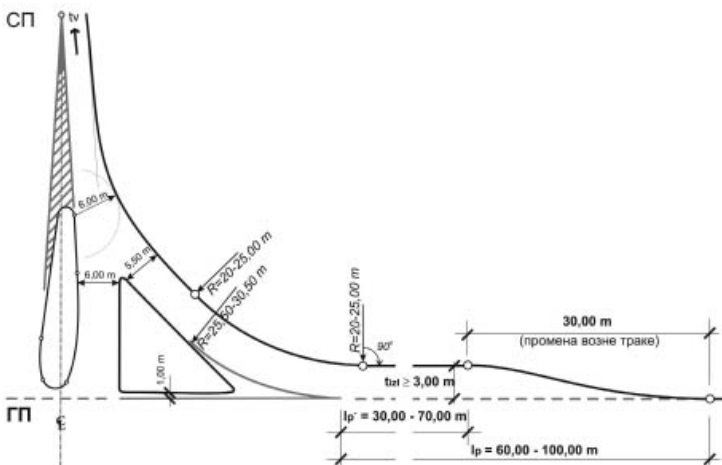
Формирање усмеравајућег острва с главног на споредни правац у директној је вези са избором решења посебне изливне траке с главног на споредни правац; клинаста или паралелна на раскрсницама Типа 3.

На слици 3-21 овог прилога приказана је геометријска конструкција усмеравајућег острва 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 острва 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 острва.

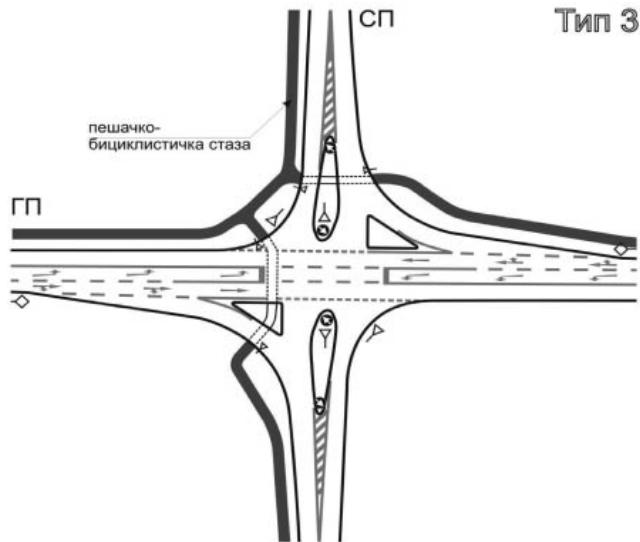


Слика 3-22: Пример конструкције паралелне изливне траке и усмеравајућег острва.

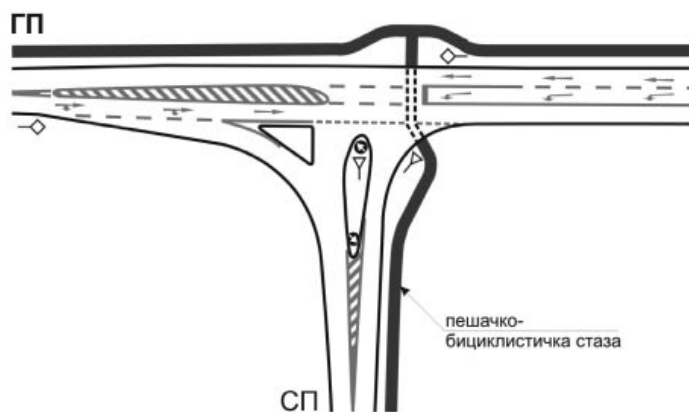
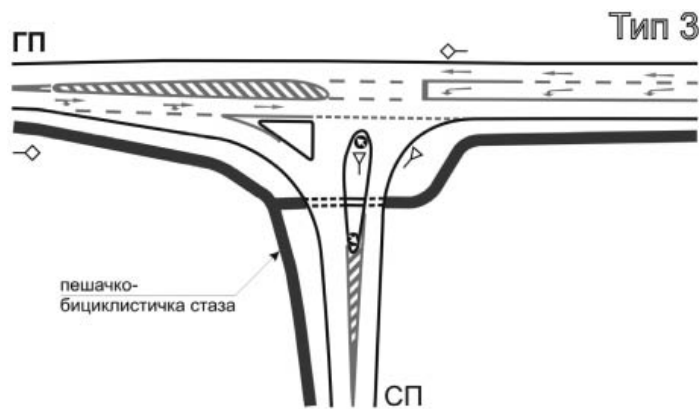
3.5.7. Бицикличички и пешачки саобраћај

Бицикличички саобраћај на ванградској путној мрежи води се паралелно са основним правцем пута и најчешће се та посебна трака, одвојена ивичном разделним 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 бицикличичког и пешачког саобраћаја у зонама четворокраких и трокраких површинских раскрсница.

Ако топографија и просторна позиција укрсних (прикључних) праваца допуштају, најпогодније је укрштаје са бицикличичким, односно пешацима решавати денивелацијом помоћу плочастих пропуста у трупку насипа. 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-бицикличичка стаза у зони четворокраке раскрснице.



Слика 3-24: Пешачко-бицикличичка 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 прикључних праваца;
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 раздвајање и каналисање токова.

Најмања вредност попречног нагиба коловозних површина у подручју раскрснице ограничава се на $\min i_p = 1,00\%$. Највеће вредности резултујућег нагиба ($\max i_{rez}$) зависно од функционалног нивоа укрских, односно прикључних праваца, као што је приказано на слици 3-25 овог прилога.

	ДАЉИНСКИ ПУТ ДП	ВЕЗНИ ПУТ ВП	САБИРНИ ПУТ СП	ПРИСТУПНИ ПУТ ПП
ДАЉИНСКИ ПУТ ДП	2,5% (3%)	3% (3,5%)	3% (4%)	-
ВЕЗНИ ПУТ ВП		3% (4%)	3,5% (4,5%)	4% (4,5%)
САБИРНИ ПУТ СП			4% (5%)	4,5% (5%)
ПРИСТУПНИ ПУТ ПП				5% (5,5%)

$$i_{rez} = \sqrt{i_N^2 + i_p^2}$$

i_N - подужни нагиб
 i_p - попречни нагиб
 i_{rez} - резултујући нагиб

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

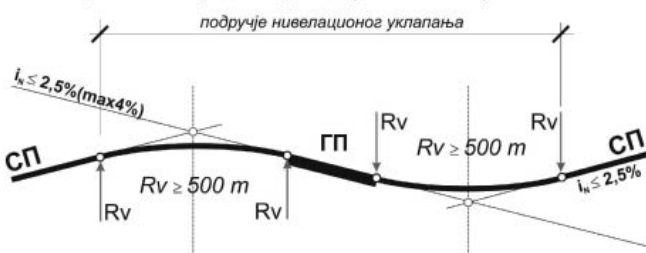
Слика 3-25: Највеће вредности резултујућег нагиба коловоза на подручју површинске раскрснице са пресецањем саобраћајних струја.

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.

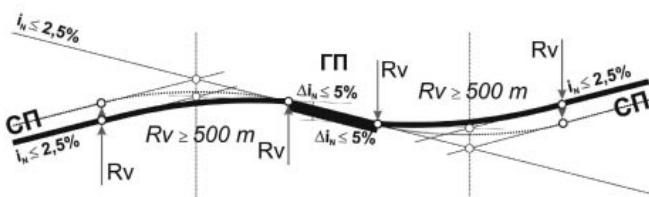
За раскрснице вишег функционалног нивоа - Тип 2 и Тип 3 решење се постиже без прелома на контакту ГП/СП (слика 3-26.1 овог прилога), а на раскрсницама Типа 1 (слика 3-26.2 овог прилога) дозвољава се прелом оштрине који не сме бити већи од 5%. Радијуси вертикалног заобљења споредног правца димензионишу се у функцији меродавне брзине споредног правца.

Детаљно решење нивелационог уклапања главног и споредног правца у зони површинске раскрснице приказује се тзв. нивелационим планом ($E = 5,2$ 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)

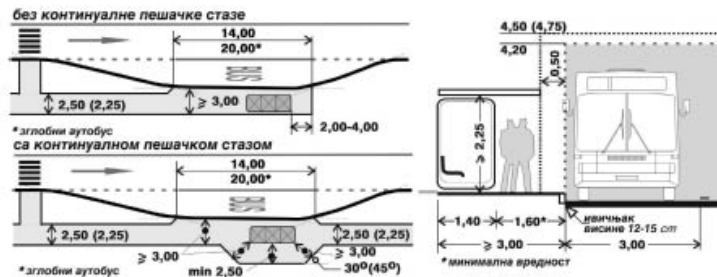
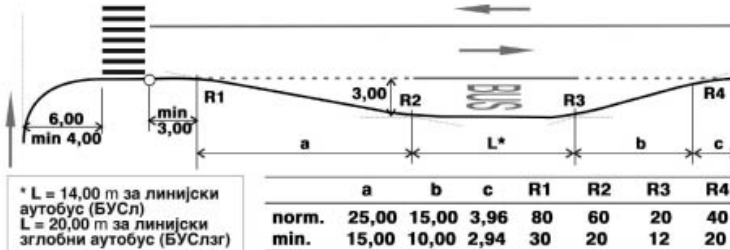


Слика 3-26: Пример вођења подужног профила споредног правца у зони површинске раскрснице са пресецањем саобраћајних струја.

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 преплитању токова, односно раскрснице с већим пречником.

4.1. Типологија кружних раскрсница

Типологија површинских раскрсница са кружним током заснива се на основном критеријуму функционалног нивоа раскрснице који је усклађен с величином пречника уписаног круга (D). Ако је пречник уписаног круга $D > 70$ 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 правца 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 оштрог угла од 80° уз додатни услов да је оштри угао на месту улива у кружни коловоз;

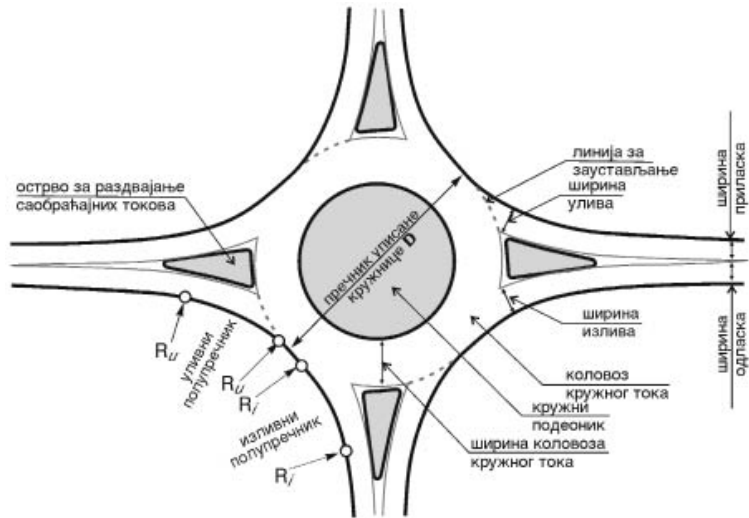
3. нема поделе на главни и споредни правац, а све саобраћајне струје (право, лево, десно) имају исти пројектни третман са идентичним мерама регулативе (приоритет имају возила у кружном току);

4. саобраћајне струје разврставају се само у зонама улива, 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 колизиона зона треба да омогући пролаз меродавног возила на једнотрачним раскрсницама или њихову паралелну вожњу у истом смеру на двотрачним раскрсницама.

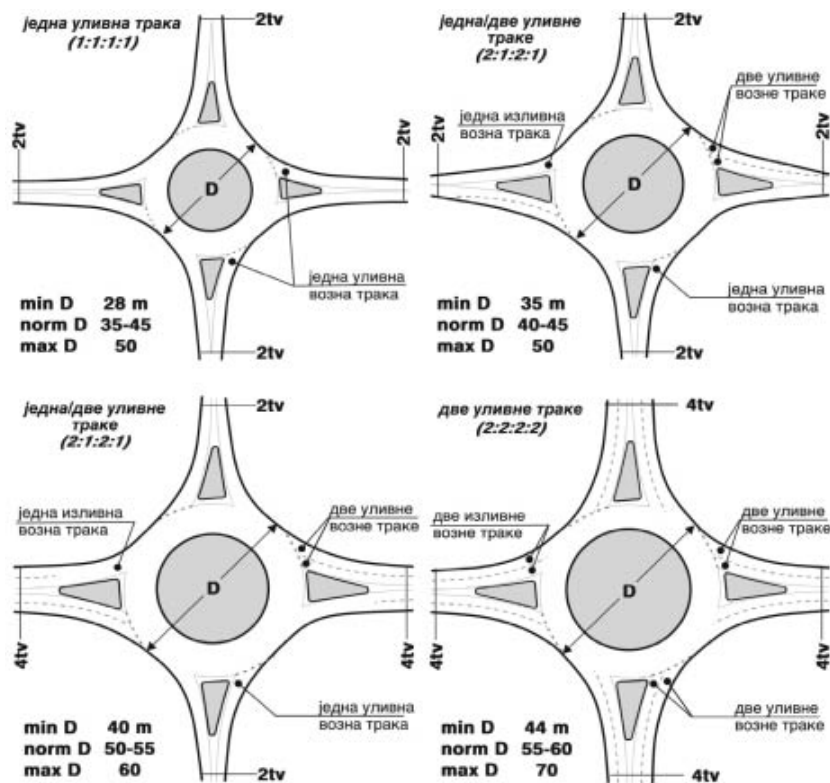
Основни елементи и појмови за кружне раскрснице приказани су на слици 4-01 овог прилога.



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 с 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 за двотрачни.

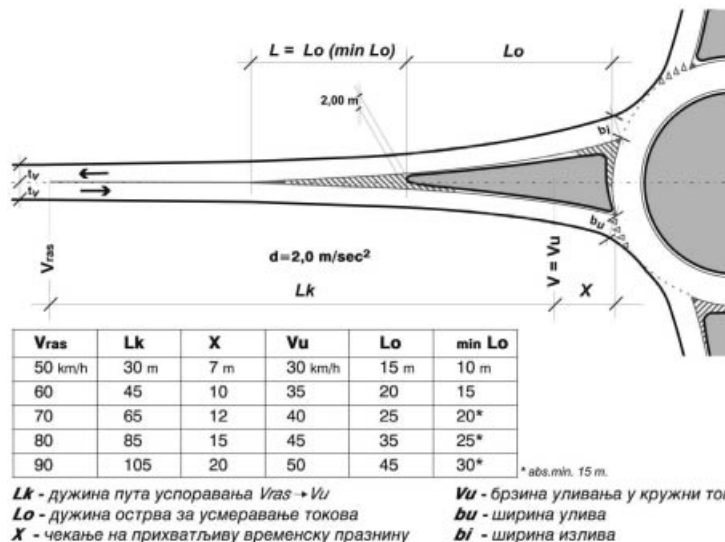
Кружне раскрснице с преплитањем, односно с великим пречником уписане кружнице ($D > 70$ m) нису приказане будући да су посебно обрађене у поглављу 4.6. овог прилога. Њихова примена ограничава се на пресецишта највиших функционалних рангова (ДП/ДП) или као секундарни елементи денивелисаних раскрсница.

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

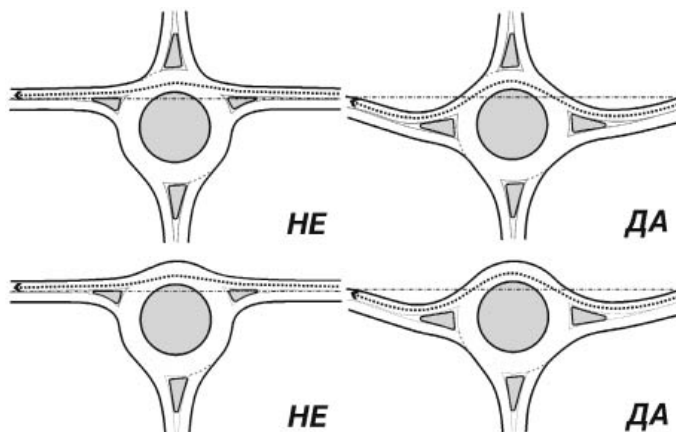
Почетни услови обликовања прикључака кружне раскрснице приказани су на слици 4-03 овог прилога. Каналисање кружних раскрсница подразумева обликовање кружног подеоника и острва за раздвајање саобраћајних токова на свим прикључним правцима да би се раздвојили и усмерили токови уливања и изливања у циљу 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 правци се стога морају усмерити ка центру уписане кружнице уз уједначено одстојање суседних прикључака (слика 4-04 овог прилога).



Слика 4-04: Вођење прикључних праваца на кружној четворокракој и трокракој раскрсници.

Привилеговани правци и/или настају ако се уместо кружнице примени елипса па ако просторна ограничења не омогућавају примену 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 уливања (V_u), брзина кретања у кругу (V_k) и брзина изливања (V_i) треба да буду ± 10 km/h највише ± 15 km/h.

За раскрснице на којима највећа брзина на било ком прикључном правцу износи $\max V_{ras} < 60$ km/h горња граница може износити ± 20 km/h. Брзина изливања треба да је већа од брзине уливања ($V_i \geq V_u$). 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 односи решавају уливањем и изливањем. У овом поглављу се дефинишу пројектни елементи попречних профила, 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 праваца, 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)			
минимум	28	40 (35)	44
нормално	35-45	50-55 (40-45)	55-60
максимум	50	60 (50)	70
број трака улива	1	2	2
ширина улива b_u (м)	3,50-4,00	6,50-7,00	6,50-7,00
полупречник улива R_u (м)	12-16	14-16 (12-16)	14-16
број трака излива	1	1	2
ширина излива b_i (м)	3,75-4,50	3,75-4,50	7,00-7,50
полупречник излива R_i (м)	14-18	16-18 (14-18)	16-18

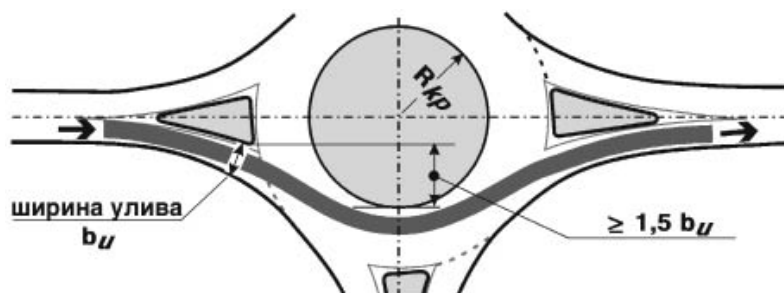
напомена: вредности у () за тип 1:2:1,2 где је двотрачни улив на једном од прикључних праваца формиран проширењем двотрачног двосмерног коловоза у подручју улива

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 нивои 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 праваца 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: Дисконинуитет тока возила кроз кружну раскрсницу и гранични услови за полупречник кружног подеоника (R_{kp}).

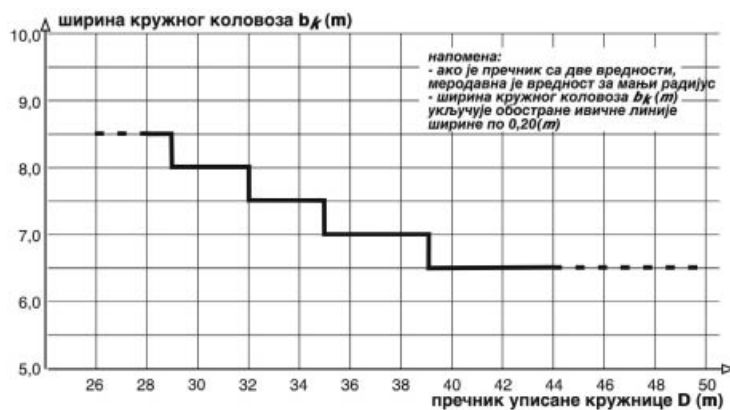
За различите ширине улива по појединачним прикључним правцима (нпр. раскрсница типа **1:2:1:2**) меродавна је највећа ширина улива на прикључним правцима ($b_u = \max b_u$). Одступање од централног положаја кружног подеоника могуће је само док се не испуне услови дисконтинуитета ($R_{kr} \geq 1,5 b_u$) 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 ширина кружног коловоза не искључује потребу провере проходности.

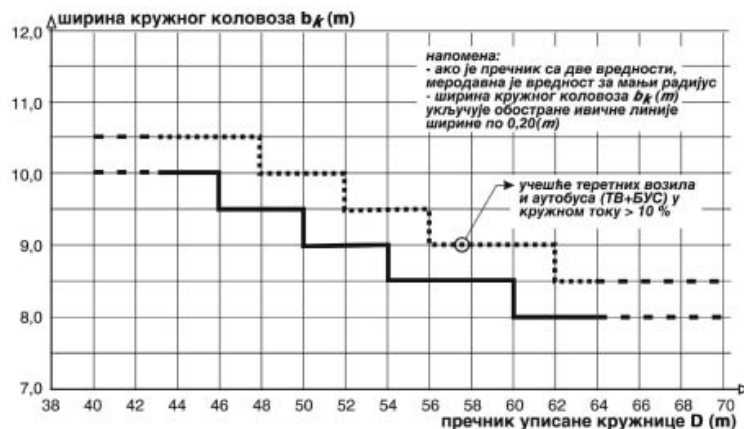
Стандардне ширине кружног коловоза (b_k) за једнотрачне кружне раскрснице (слика 4-06 овог прилога) дефинисане су у функцији пречника уписане кружнице (D); оне укључују и обостране ивичне линије ширине по 0,20 m.

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 (**АВ**, **ВВ**) и путничког аутомобила (**ПА**). Ширине кружног коловоза у паралелном кретању меродавних теретних возила (**ТВ + ТВ**) или аутобуса (**БУС + БУС**) дужине до 12,00 m обухваћене су проширењем од 0,50 m, а примењују се ако тих возила има више од 10 % на најмање једном пресеку кружног тока.



Слика 4-07: Ширине кружног коловоза двотрачне кружне раскрснице.

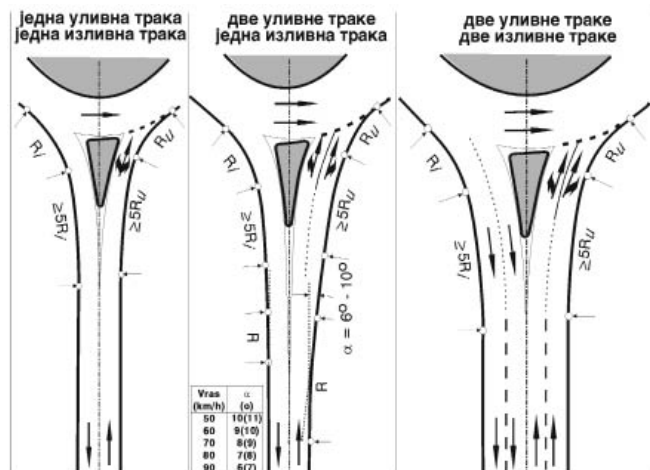
4.2.3. Уливи и изливи

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 прикључног 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

Као 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 прикључног правца у зони улива или су на прикључним 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 прикључних праваца и усмеравање улива и излива

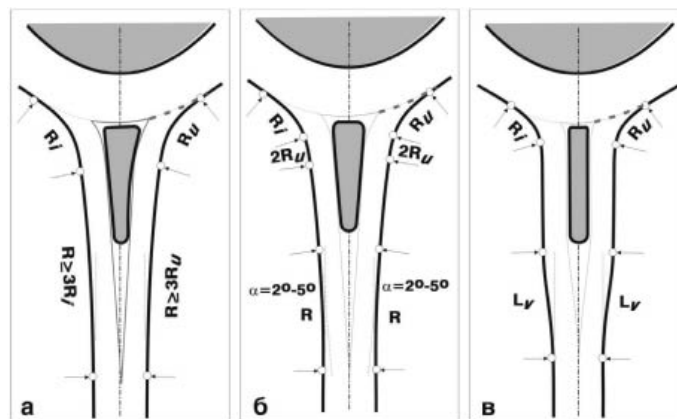
Геометријски елементи прикључних праваца директно су условљени захтевима усмеравања возила која се уливају у кружни ток или се изливају из кружног тока, тј. обликовања острва за раздвајање улива и излива.

Највеће усмеравање улива и излива (слика 4-09/а 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 $\max V_{рас} \geq 60$ km/h.

Средње усмеравање (слика 4-09/б овог прилога) може се применити на кружним раскрсницама са $40 > D \geq 28$ m уз највећу меродавну брзину $60 > \max V_{рас} \geq 50$ km/h.

Минимално усмеравање (слика 4-09/в овог прилога) изузетно се примењује на раскрсницама ранга ПП / ПП и СП / ПП, пречника $D < 30$ m. и највећу меродавну брзину $\max V_{рас} < 50$ km/h. Дужина раздвајања супротно усмерених возних трака (L_v) и конструкција криве (слика 4-09/в овог прилога) подлежу истим правилима за раздвајања примарних возних трака раскрснице са пресецањем саобраћајних струја.

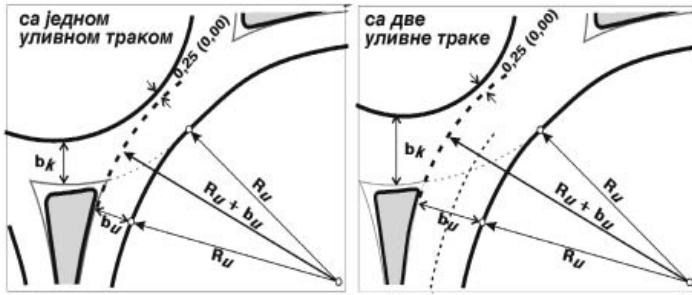
На двотрачним кружним раскрсницама (тип 1:2:1:2 и тип 2:2:2:2) обавезно је максимално усмеравање улива и излива. Обликовање острва за раздвајање улива и излива зависи од степена усмеравања возила и обрађено је у тачки 4.4.1. овог прилога.



Слика 4-09 : Прикључни 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 полупречник излива буде већи од полупречника 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 полупречника 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 праваца ($i_N \leq 2,5$ %), 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 праваца.

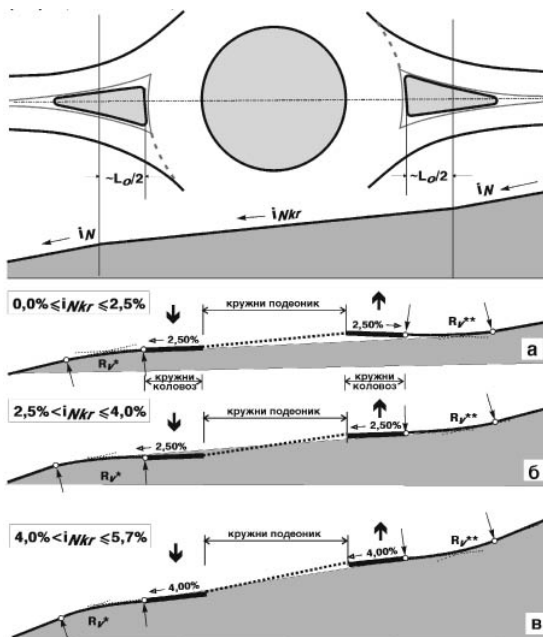
4.2.4.1. Подужни нагиби у подручју кружне раскрснице

Ублажење подужних нагиба прикључних праваца у зони кружне раскрснице приказано је на слици 4-11 овог прилога. Преломи нивелете испред, односно иза кружне раскрснице налазе се на приближном одстојању $L_0/2$ (тачка 4.1.3.1 овог прилога) од спољне ивице кружног коловоза. Минималне вредности радијуса заобљења 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 $i_{Nkr} \leq 2,5$ % (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 $V_{ras} \geq 60$ km/h.

Ублажење подужних нагиба на вредности $2,5\% < i_{Nkr} \leq 4,0$ % (слика 4-11/б овог прилога) може се применити у условима просторних ограничења на једнотрачним кружним раскрсницама с меродавном брзином $V_{ras} < 50$ 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 $V_{ras} < 50$ km/h и малом вероватноћом да ће се у кружном току појавити теретна возила и аутобуси ($ТВ + БУС \leq 2\%$).



Слика 4-11: Ублажење подужних нагиба прикључних праваца на кружној раскрсници.

4.2.4.2. Попречни нагиби и витоперење кружног коловоза

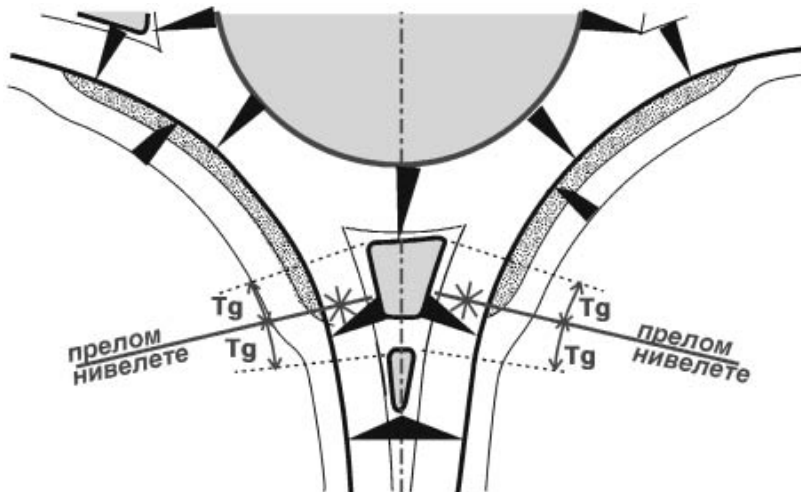
Полазни услови, односно генерална нивелација кружне раскрснице подразумева ублажење подужних нагиба као што је дефинисано претходним чланом. Нормалан попречни нагиб кружног коловоза је **2,50 %** и усмерен је ка спољној ивици, односно нема витоперења коловоза ради прилагођавања нагибу терена и/или нивелетама прикључних праваца.

Табела 4-02 : Попречни нагиби кружног коловоза.

Нагиб i_{Nkr} (%)	$0 < i \leq 2,5$	$2,5 < i \leq 4,0$	$4,0 < i \leq 5,7$
Витоперење Кружног коловоза	не	да	да
Максимални попречни нагиб i_p (%)	-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 возње 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 (**AB**, **BB**). На раскрсницама на приступним путевима могуће је применити меродавна возила с 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 (БУСл, ТВ2)
САБИРНИ ПУТ СП	 АВ, ВВ		ТВ1 (БУСл, ТВ2)	ТВ1 (БУСл, ТВ2)
ПРИСТУПНИ ПУТ ПП	 БУСл, БУСлзг	 ТВ1, ТВ2, ТВ3		ТВ2 (БУСл, ТВ1, ТВ3)

напомена:
 - велика разлика функционалних рангова, изузетан случај
 - карактеристике меродавних возила чл.3.4.2 ПП-Т108
 - вредности у () могу се применити ако су оштрија просторна ограничења
 - у јавном приградском превозу меродавно возило ЈП (БУСл или БУСлзг)

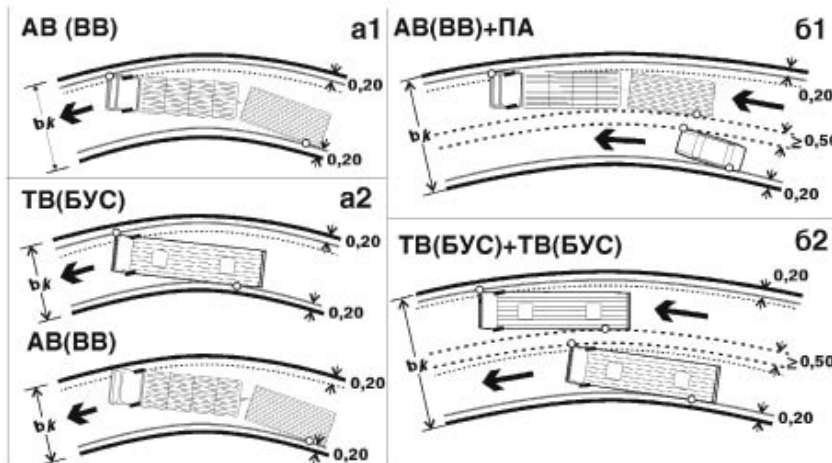
Слика 4-13: Меродавна возила за проверу проходности кружне раскрснице зависно од функционалног ранга пресечних праваца.

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/а1 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 тачка (слика 4-14/а2 овог прилога), односно ако предњи препуст захвата простор изван спољње ивице кружног коловоза.

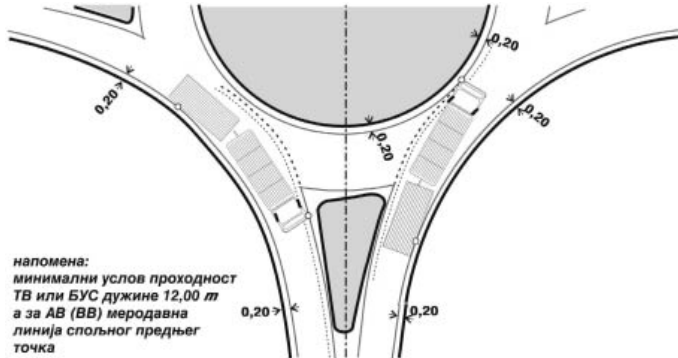
За двотрачне кружне раскрснице (тип 1:2:1:2 или 2:2:2:2) проверавају се услови паралелне вожње аутовоза (АВ) или вучног воза (ВВ) спољним делом, а путничког аутомобила (ПА) унутрашњим делом кружног коловоза (слика 4-14/б1 овог прилога), што омогућава прихватљиву проходност за највећи број кружних раскрсница. На раскрсницама где се очекује релативно висока концентрација возила већих димензија (теретна возила, аутобуси) у кружном току (> 10 %), будући да њихова учестала 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 м. (слика 4-14/б2 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 (**AB**, **BB**) 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 (**AB**, **BB**) меродавна је путања критичног тачка, односно ако предњи препуст захвата простор изван спољне 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).



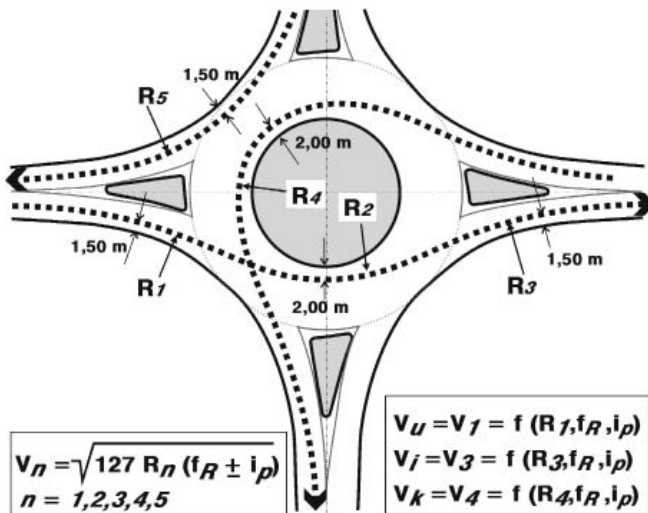
Слика 4-15: Гранични услови проходности улива и излива.

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 прикључних 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 основ за дефинисање карактеристичних брзина (слика 4-16 овог прилога).

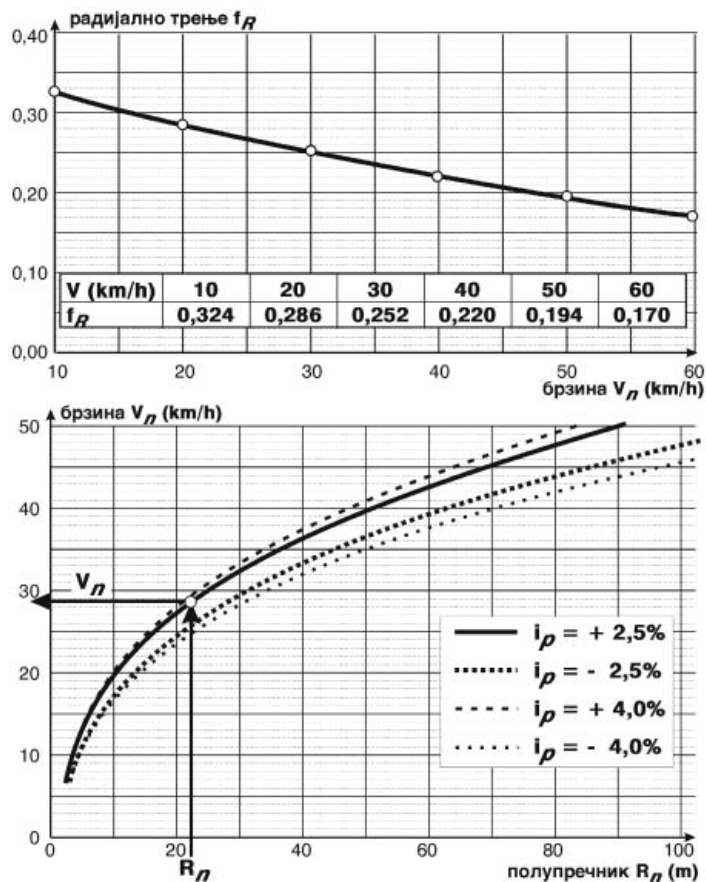


Слика 4-16: Трајекторије проласка возила кроз кружну раскрсницу и карактеристични полупречници (R_n).

4.3.2.2. Карактеристичне брзине

Дефинисане трајекторије возила и карактеристични полупречници 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 полупречника одређују се карактеристичне брзине кружне раскрснице као функција карактеристичног полупречника кривине (R_n), нормалног (радијалног) коефицијента трења (f_r) и попречног нагиба (i_p) применом дијаграма на слици 4-17 овог прилога. Меродавна вредност попречног нагиба је највећи попречни нагиб у подручју карактеристичног полупречника; 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 уливања, изливања или кружног кретања (V_u , V_i , V_k) за све прикључне правце треба да буду релативно хомогене у складу с

тачком 4.1.4. овог прилога. Ако тај услов није испуњен, неопходно је променити пројектне елементе кружне раскрснице.



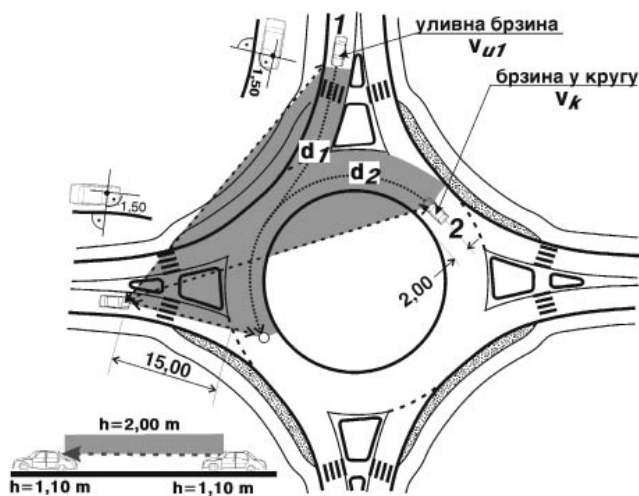
Слика 4-17: Дијаграм за дефинисање карактеристичних брзина (V_n).

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.

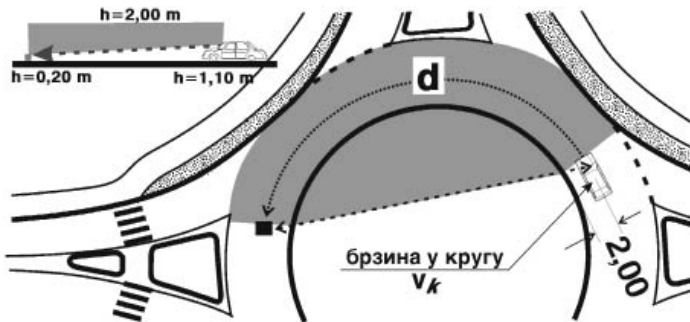
Возач возила које се улива у кружни ток мора имати обезбеђену слободну визуру прегледности (слика 4-18 овог прилога) ка:

- 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 Pz_1 , односно Pz_2 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 визуру 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.

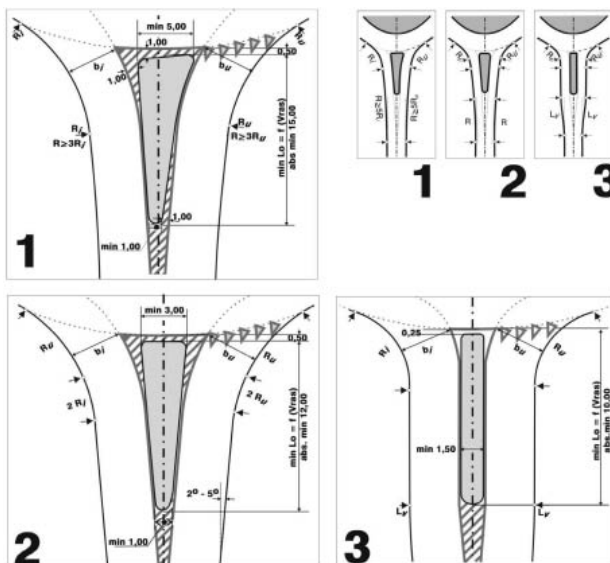
Дужина пута d једнака је дужини зауставне прегледности Pz за брзину V_k у складу с тачком 4.1. прилога 2 - Траса ванградских путева. Формирана зона прегледности (слика 4-19 овог прилога) мора бити ослобођена свих препрека које ометају визуру возача. Ако се кружна раскрсница формира у усеку, вредности берме прегледности су према тачки 4.2. прилога 2 - Траса ванградских путева, с тим што је меродавна одговарајућа карактеристична брзина уливања, изливања 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 праваца.

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. Типска решења приказана су на слици 4-20 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 m^2 примењују се елементи за попљочавање 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 ($R_{кр}$) на раскрсницама ванградске путне мреже димензионише се сходно тачки 4.2.2.1. овог прилога. Ивице кружног коловоза према кружном подеонику обликују се применом елемената другачије структуре (нпр. елементи за попличавање, ситна коцка), уз формирање оивичења према слици 4-21 овог прилога. Уз спољну ивицу кружног коловоза треба применити додатне попличане траке ширине 0,25 - 0,30 m у равни коловоза; ширине банкина и попречног нагиба је у складу с тачком 5.1.2. прилога 2 - Траса ванградских путева, апс. минимум $b = 1,00$ m.



Слика 4-21: Обликовање ивица кружног коловоза .

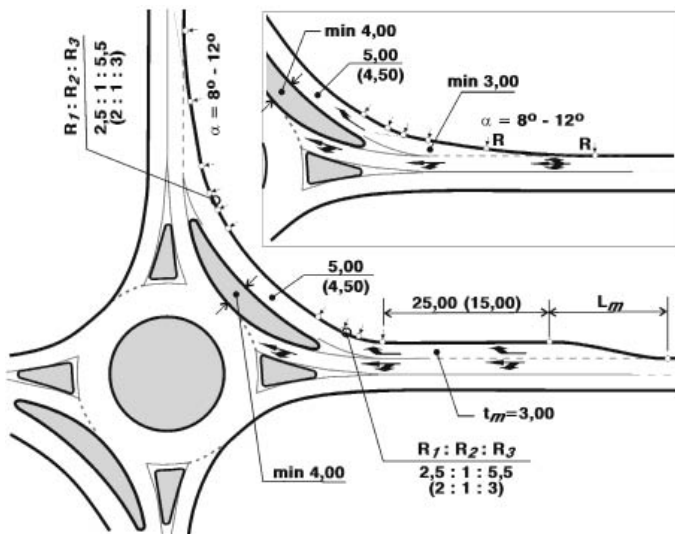
Површина кружног подеоника се затрављује. Ниско зеленило и/или визуелне доминанте у центру кружног подеоника (нпр. високо зеленило) дозвољено је само ако не улази у обвојницу линија визура прегледности возила у кружном току (тачка 4.3.3.2. овог прилога). Визуелне доминанте у центру кружног подеоника позитивно утиче на сагледљивост целе површинске раскрснице и визуелно информира 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. Издвојени коловоз за десна скретања

Издвојеним 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 свде на стандардно решење са по две уливне траке. Такође, издвојен коловоз за десна скретања примењује се када суседни улив и излив заклапају оштар угао и/или су међуодстојања улива и излива различита. Стандардни елементи издвојеног коловоза за десна скретања на кружној раскрсници приказани су на слици 4-22 овог прилога. Директно издвајање десних скретања, односно без додатне манипулативне траке (t_m) могуће је ако је улив с меродавном брзином прикључка $V_{рас} \leq 60$ km/h.



Слика 4-22: Издвојени коловоз за десна скретања на кружној раскрсници.

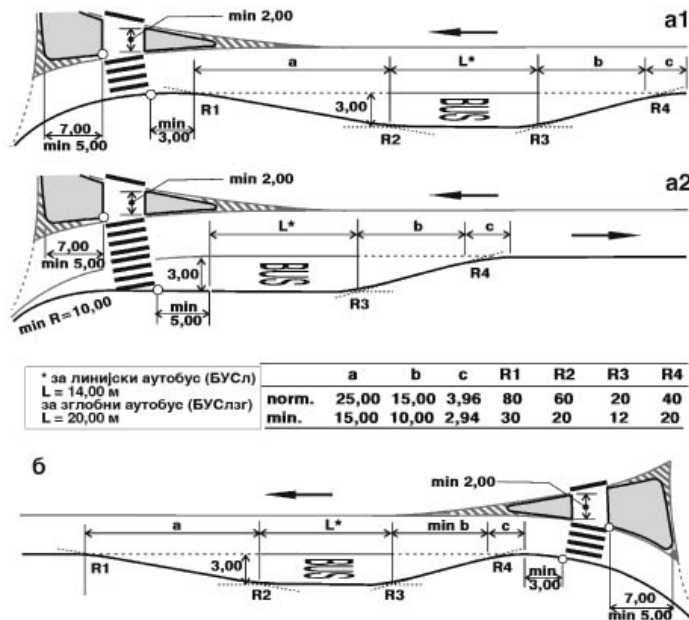
4.5.2. Јавни превоз у зони кружне раскрснице

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 $V_{ras} \leq 50$ km/h.

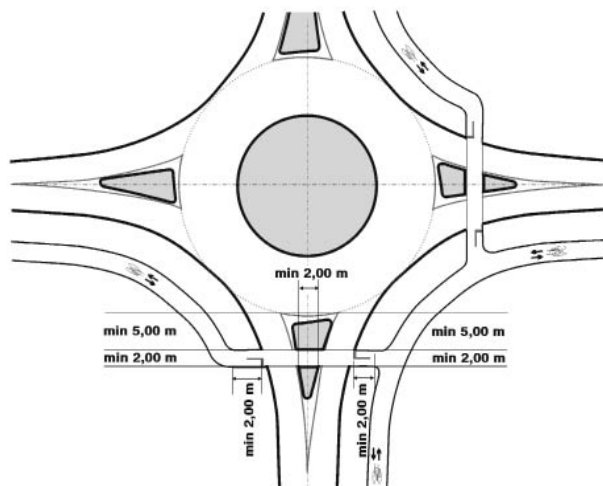


Слика 4-23: Стајалиште линијских аутобуса: а - иза и б - испред кружне раскрснице.

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 стајалишта 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 бициклисти у зони кружне раскрснице

Пешаци и/или бициклисти 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 трака кружне раскрснице такође обезбеђују једнострано (слика 4-24 овог прилога). Ако су интензивнији токови пешака и/или бициклиста (више од 100 пешака и/или бициклиста у вршном часу на било ком прелазу), примењује се одговарајући градски тип кружне раскрснице (поглавље 5 - Техничка упутства за пројектовање површинских раскрсница у градовима).



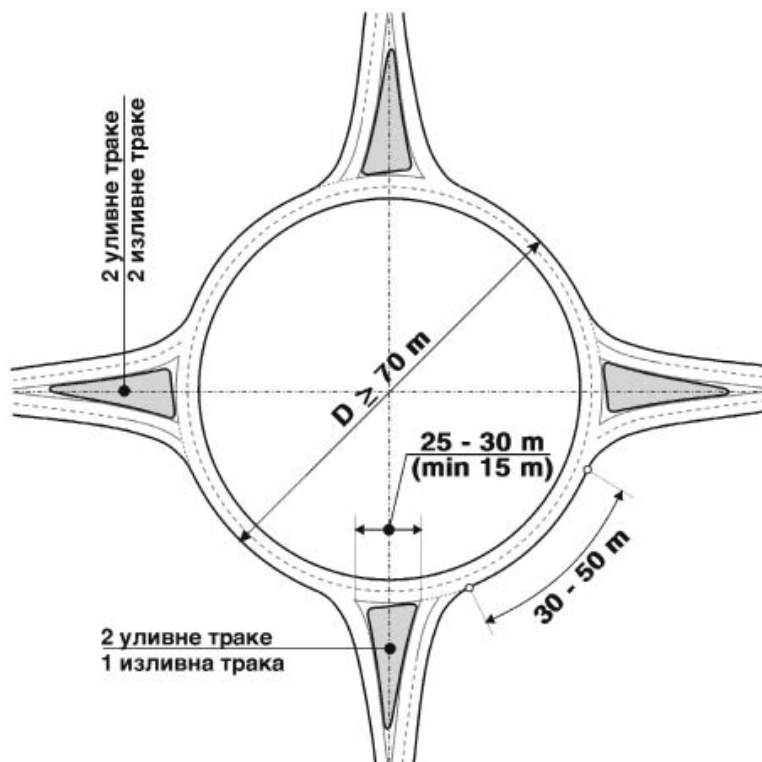
Слика 4-24: Пешачке и/или бицикличке стазе у подручју ванградске кружне раскрснице.

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 денivelисане 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 преплитања на деоници кружног коловоза, за шта је неопходно обезбедити довољну чисту дужину (слика 4-25 овог прилога).



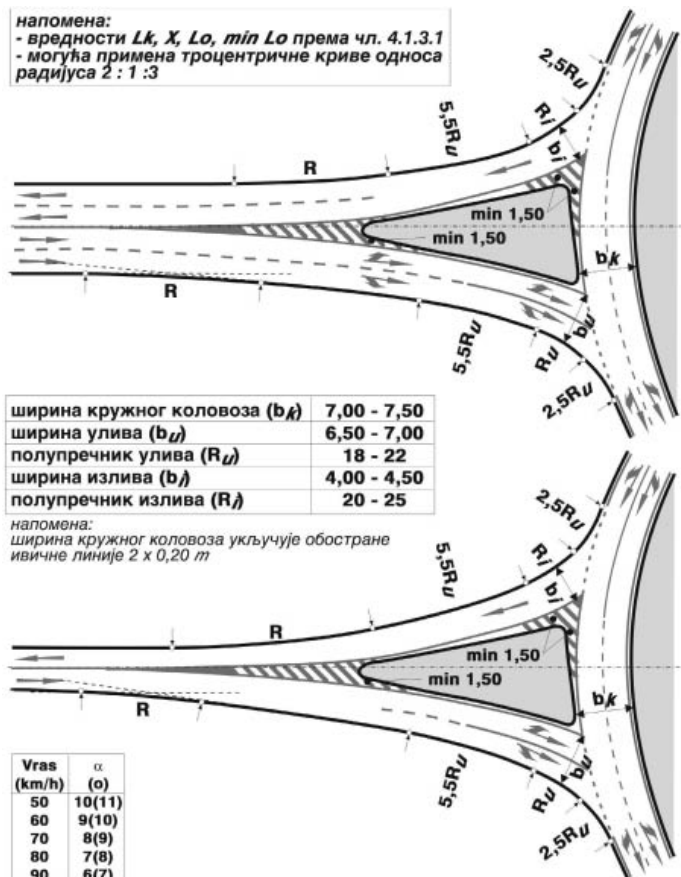
Слика 4-25: Основни пројектни услови за кружне раскрснице с преплитањем саобраћајних токова.

Број уливних трака било ког прикључног правца се ограничава на највише две, док су две возне траке кружног коловоза или са значајним саобраћајним оптерећењем највише три возне траке. Ширина возних трака кружног коловоза је 3,50-3,75 m; претходне ширине укључују и потребна проширења возних трака, као и ивичне 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 конфликта 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 прикључне правце са две и једном возном траком у основном профилу, и то за типско решење са једном изливном траком.



Слика 4-26: Пројектни елементи и обликовање улива и излива за кружне раскрснице са преплитањем саобраћајних токова.

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 осветлити.

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.

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 објеката (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 формиран 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 правременој 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, бициклички, 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 (успорјење, убрзање 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 новоградње 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 возње, проточност саобраћаја и умањење негативних ефеката на животну околину.

Када је у питању безбедност возње, саобраћајне статистике 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 вишеструко већег капацитета од површинских. Применом денивелисаних раскрсница постижу се и значајни ефекти у погледу смањења загађења околине, 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 правца 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

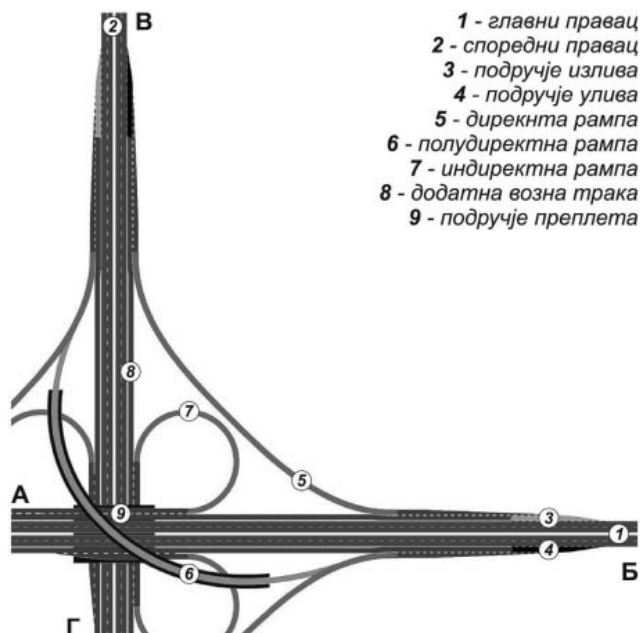
На денивелисаним раскрсницама обавља се доминантна дистрибуција токова на путној мрежи у складу са ставовима изнетим у тачки 2.1. овог прилога. Стога се оправдање за примену денивелисаних раскрсница налази на даљинским и везним путевима одговарајућег саобраћајног оптерећења. Пошто се на аутопуту захтева потпуни континуитет саобраћајних токова, то значи да је обавезна примена денивелисаних раскрсница на тој категорији путева. На осталим путевима (вишестрачни путеви (ВП) / двотрачни путеви (П)) денивелисана раскрсница оправдана је само када су испуњени услови у погледу саобраћајног оптерећења дефинисаног 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 **3Б**), који је двострука комбинација прикључка типа **3А** за решење укрштаја наведеног висинског раздвајања укрсних праваца. 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 прикључне 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.

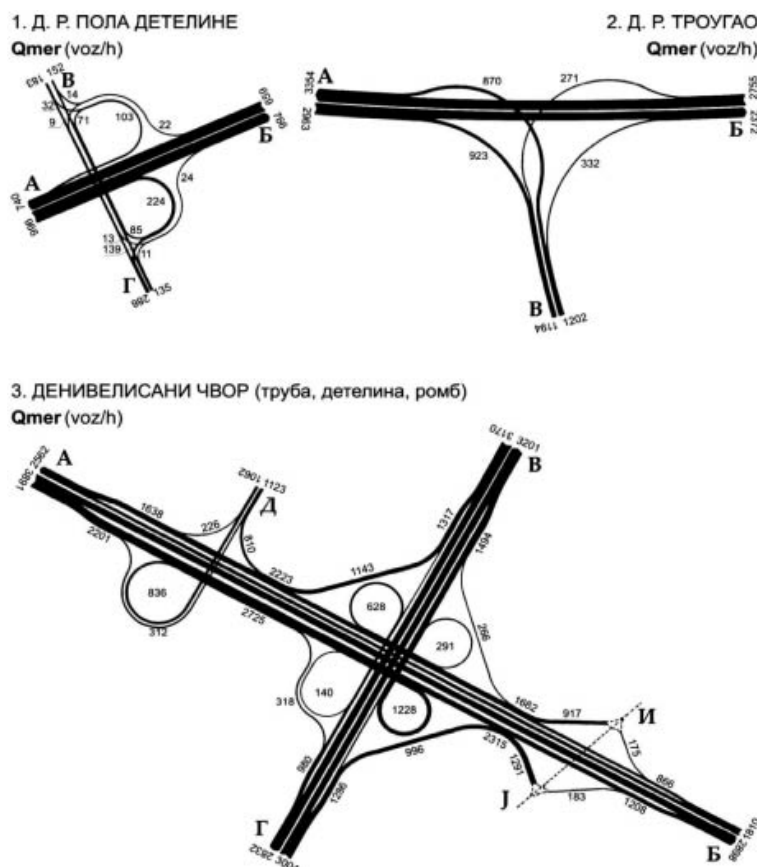
Полазни услов за оптималну просторну организацију денивелисане раскрснице је формирање синтезне карте (плана) ограничења. Основ за израду тог документа, у почетним фазама пројектовања, везан је за квалитет информација о ограничењима: природним (топографија, геотехника, клима, хидрологија, хидрографија, 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 (прикључних) 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 захтеваним 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 димензионисаних величина граничних елемената плана и профила укрсних (прикључних) праваца. Примењени елементи пројектне геометрије укрсних (прикључних) праваца димензионују се и проверавају на основу резултујућих вредности пројектних брзина (V_{pGP} , односно V_{pSP}).

За денивелисане раскрснице дефинишу се додатне меродавне брзине за поједине 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 ($V_p = 0,8V_{pGP}$) 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 тачком 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 појединих 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 процедура 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 образложено техничким, економским и обликовним анализама уважавајући ниво пројекта и значај укрских (прикључних) праваца.

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 микро локације као и утврђивање просторних односа укрских (прикључних) праваца 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 (спољашна прегледност) најмање с даљине слободне прегледности $P_{SP}=6V_{GP}$. 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 $P_{SP}=6V_{SP}$. 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 праваца се ограничава на три (прикључак), односно на четири (укрштај). У стандардним условима формирања мреже ванградских путева и уз поштовање начела хијерахијског уређења мреже, (прилог 1 - Функционална класификација ванградских путева) напред наведени ставови о ограничавању броја прикључних (укрских) праваца се подразумевају. Кад год се не примени наведени принцип, последица је повећање броја укрских (прикључних) праваца, 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 укрских (прикључних) праваца на макро нивоу. Између две суседне раскрснице 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 1 - Функционална класификација ванградских путева) један је од најважнијих чинилаца којим се обезбеђује захтевани ниво услуге и унапређује безбедност саобраћаја.

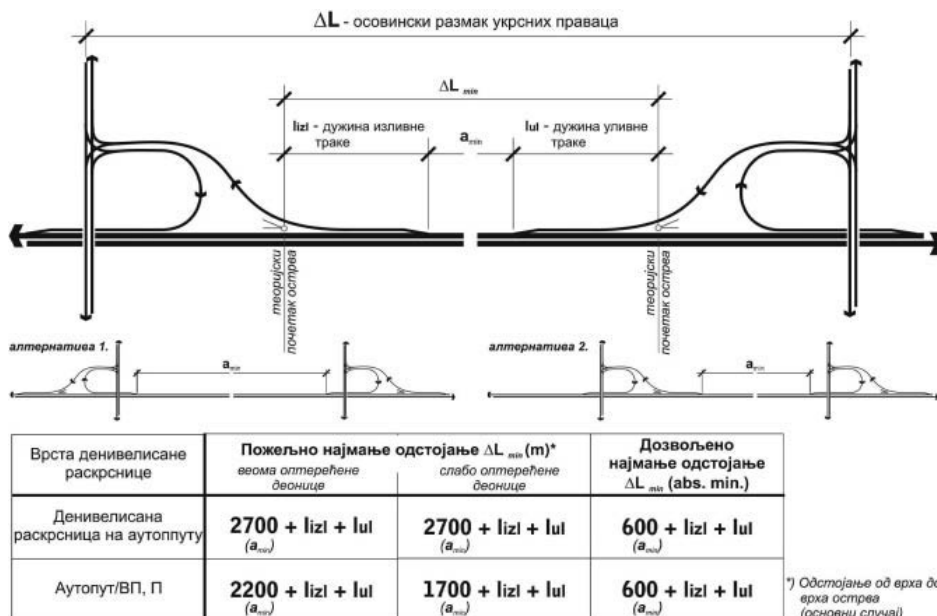
Минимално одстојање између денивелисаних раскрсница зависи пре свега од усаглашености намене површина и организације путне мреже (оптимална приступачност), односно за путеве са слободном експлоатацијом за денивелисане раскрснице **функционалног нивоа "А" или "В" износи 8 km**, док за раскрснице **функционалног нивоа "С" износи 5 km**, тачка 3.1. овог прилога.

На аутопутевима с комерцијалном експлоатацијом најмање одстојање између денивелисаних раскрсница износи 10 km. Апсолутно минимално одстојање између денивелисаних раскрсница може се применити само изузетно и уз посебно образложење, препоруке су дате на слици 2-03 овог прилога.

2.2.3. Безбедност

Да би денивелисана раскрсница испунила захтеве безбедности, она мора бити:

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



Слика 2-03: Минимално одстојање денивелисаних раскрсница на ванградској путној мрежи.

Наведени принципи се морају проверавати од нивоа утврђивања макро локације раскрснице до анализе проходности појединачних возила за дефинисану геометрију елемената раскрснице.

Било да се ради о пројектовању нових раскрсница или о реконструкцији, мора се стално **проверавати безбедност раскрснице** 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 раскрснице, брзина кретања возила кроз раскрсницу, ефикасно отицање и прихватање површинских вода с коловоза и ефикасно одвођење прибрежних и подземних вода.

2.2.4. Ниво услуге и пропусна моћ

За денивелисане раскрснице 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 димензионисање 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 раскрснице (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 раскрснице до димензионисања појединачних елемената (нпр. потребне дужине преплитања, броја трака излива и улива и сл.).

2.2.5. Еколошке последице

Пројектовање денивелисане раскрснице (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 раскрсницама обављају сложени маневри вођње (успорење, убрзање и сл.), неопходно је прорачунати загађења, по различитим критеријумима, за реалне услове вођње користећи технику резултатуљег профила пројектне брзине за сваки појединачни елемент раскрснице (изливи, рампе, уливи, деонице преплитања и сл.).

2.2.6. Инвестициона улагања

Као и код других грађевинских пројеката, тако и код пројеката денивелисаних раскрсница тежња да се за минимум инвестиционих улагања добије што је могуће виши квалитет пројекта и пројектних решења, укључујући трошкове грађења и трошкове одржавања.

Денивелисане раскрснице 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 раскрсница 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 раскрснице зависи од функционалног ранга прикључних праваца, услова тока на главном правцу, оптерећења прикључних праваца, пропусне моћи, задржавања на раскрсници, безбедности вожње и заузимања простора.

2.3.1. Просторна ограничења

Просторна ограничења за пројектовање денивелисаних 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 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 раскрснице 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 раскрснице.

Јединство функције, конструкције и форме (обликовања) основни је постулат у пројектовању денивелисаних раскрсница, 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 раскрснице

У почетним фазама концепцијских анализа решења треба установити који је предлог оптималан за одређену категорију денивелисане раскрснице водећи рачуна о функционалним захтевима и могућностима локације (минимум инвестиционих улагања, највећа безбедност раскрснице, највећа проточност уз минимум трошкова корисника и минимум еколошких последица).

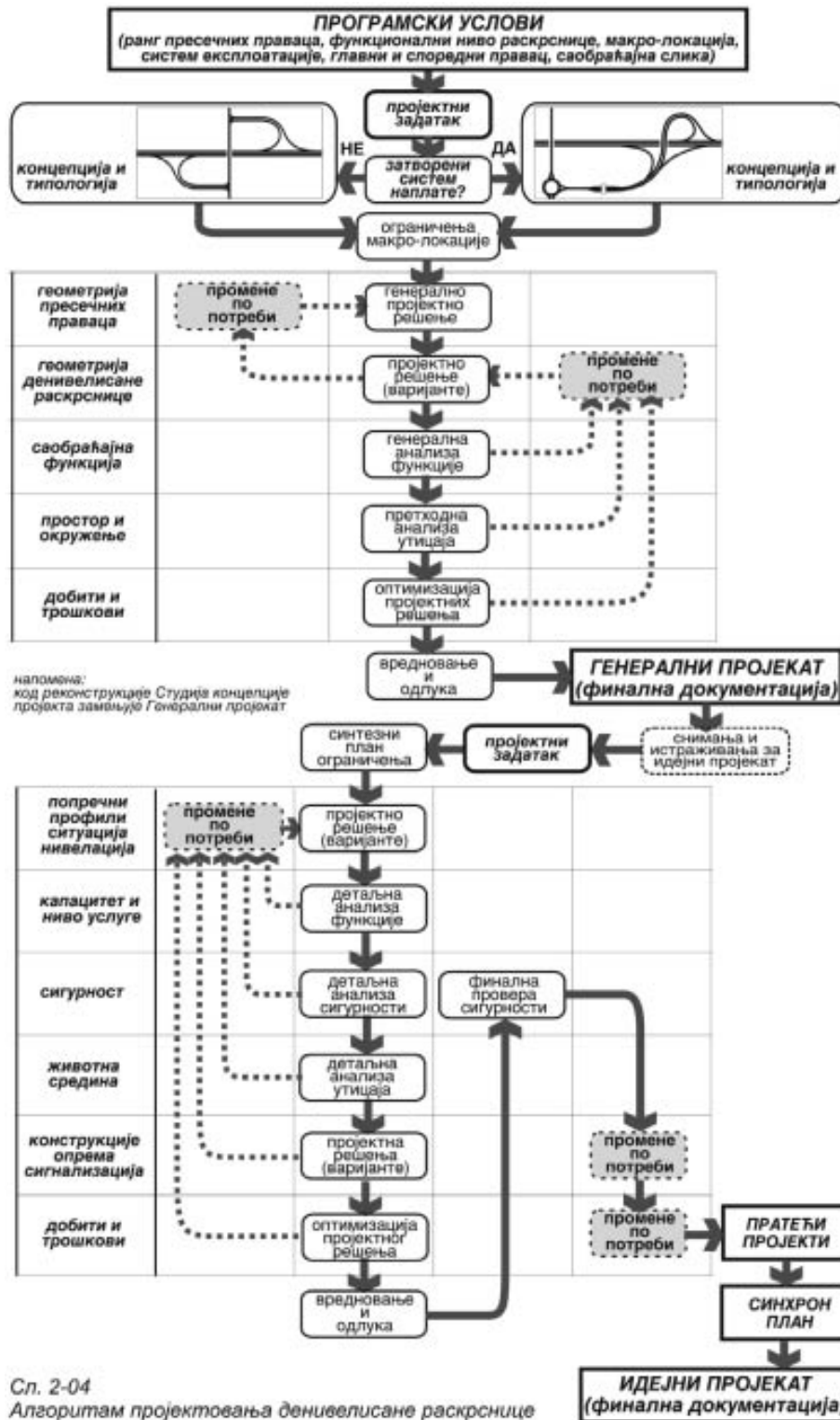
Поред општих параметара за избор оптималне варијанте наведене критеријуме треба изразити у новцу и/или на основу нумеричких показатеља да би одлука о одређеној категорији раскрснице била што поузданија. Из тог разлога неопходно је да се на нивоу сваке пројектантске фазе (генерални, идејни и главни пројекат) на одговарајући начин вреднују варијантна решења и аргументовано утврди оптимално решење.

2.3.3. Алгоритам пројектовања денивелисаних раскрсница

Процес пројектовања денивелисаних раскрсница 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 деонице траса. 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 раскрсница 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 раскрсница на мрежи и функционални ниво**.

Минимална одстојања денивелисаних раскрсница 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.



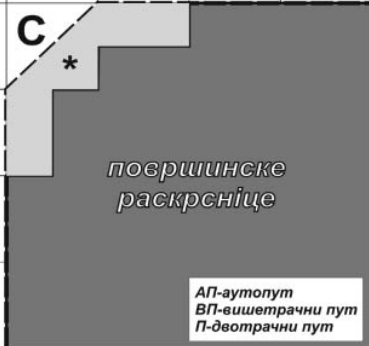
Сл. 2-04
Алгоритам пројектовања денивелисане раскрснице

3. КЛАСИФИКАЦИЈА ДЕНИВЕЛИСАНИХ РАСКРСНИЦА

Пројектна решења денивелисаних раскрсница зависе од њихове улоге у путној мрежи и система експлоатације (слободно или комерцијално). Због тога су утврђене полазне претпоставке за дефинисање функционалних нивоа денивелисаних раскрсница и специфични захтеви за одговарајућа пројектна решења.

3.1. Функционална класификација

Денивелисане раскрснице на путној мрежи могу се разврстати у оквиру четири функционална нивоа "А", "В", "С", "Д", зависно од категорије (функционалне класификације) укрсних праваца и меродавног саобраћајног оптерећења (слика 3-01 овог прилога).

	ДАЉИНСКИ ПУТ (АП)	ДАЉИНСКИ ПУТ (ВП, П)	ВЕЗНИ ПУТ	САБИРНИ ПУТ	ПРИСТУПНИ ПУТ
ДАЉИНСКИ ПУТ (АП)	A	B	C	D	D
ДАЉИНСКИ ПУТ (ВП, П)	B	C	 <p>површинске раскрснице</p> <p>АП-аутопут ВП-вишестрачни пут П-двотрачни пут</p>		
ВЕЗНИ ПУТ	C	*			
САБИРНИ ПУТ	D				
ПРИСТУПНИ ПУТ	D				

*) зависно од оптерећења главног и споредног правца

Слика 3-01: Функционални нивои денивелисаних раскрсница.

Функционални ниво "А" везује се за укрштаје (прикључке) даљинских аутопутева приближно једнаких експлоатационих карактеристика. Тај функционални ниво обезбеђује потпуну контролу приступа на главном и споредном правцу и захтева пун програм денивелације и просторног каналисања са комфортним 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 (вишестрачни, двотрачни) које карактерише сличан саобраћајни режим, а различито саобраћајно оптерећење. Тај функционални ниво обезбеђује потпуну контролу приступа на главном и споредном правцу и садржи пун програм просторног раздвајања. 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 (вишестрачни, 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 раздвајање 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 правца 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 komponује 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 наведених 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).

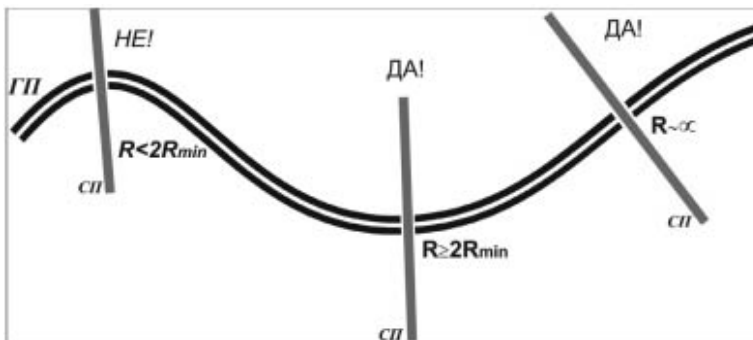
4.1. Укрсни правци

Ситуациони и нивелациони ток укрсних правца 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:

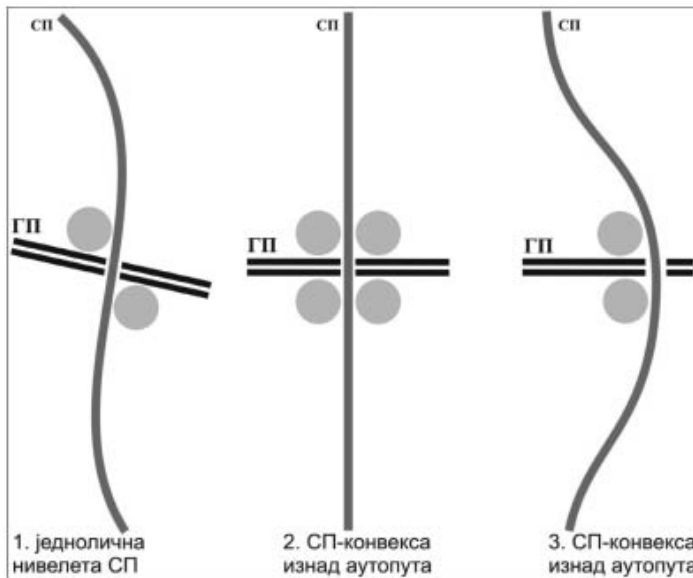
1) Пресечни правца у широј зони укрштаја (прикључка) треба да буду вођени пројектним линијама које поред комфорних услова возње омогућују и спољну прегледност чвора (тачка 2.2.1. овог прилога), што подразумева сагледљивост доминантних објеката (натпутњак, рампа и сл.) који формирају просторну контуру денивелисане раскрснице (слике 4-01 и 4-02 овог прилога). Тај квалитет решења, постиже се осмишљеним трасирањем укрсних (прикључних) правца, тако да се денивелација остварује натпутњаком изнад главног правца (ГП). Сагледљивост тог објекта решава се прикладним типом "S" кривине главног правца. 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° . 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:

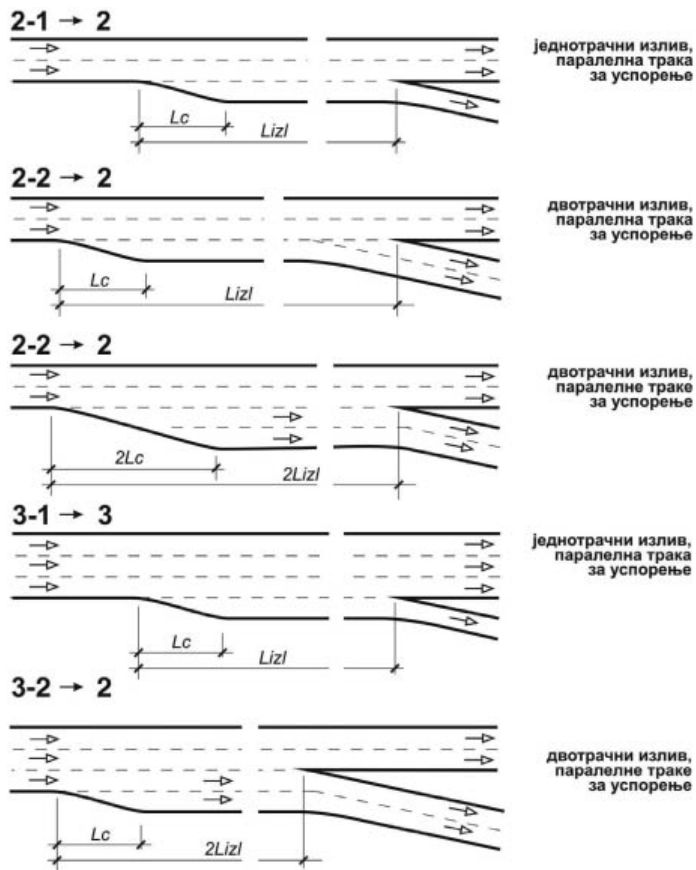
- 1) изливе и уливе треба пројектовати искључиво с **десне стране главног путног правца**;
- 2) за сваки путни смер треба организовати само по **један излив и један улив**;
- 3) исправан поредак је **прво излив, па улив**.

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.

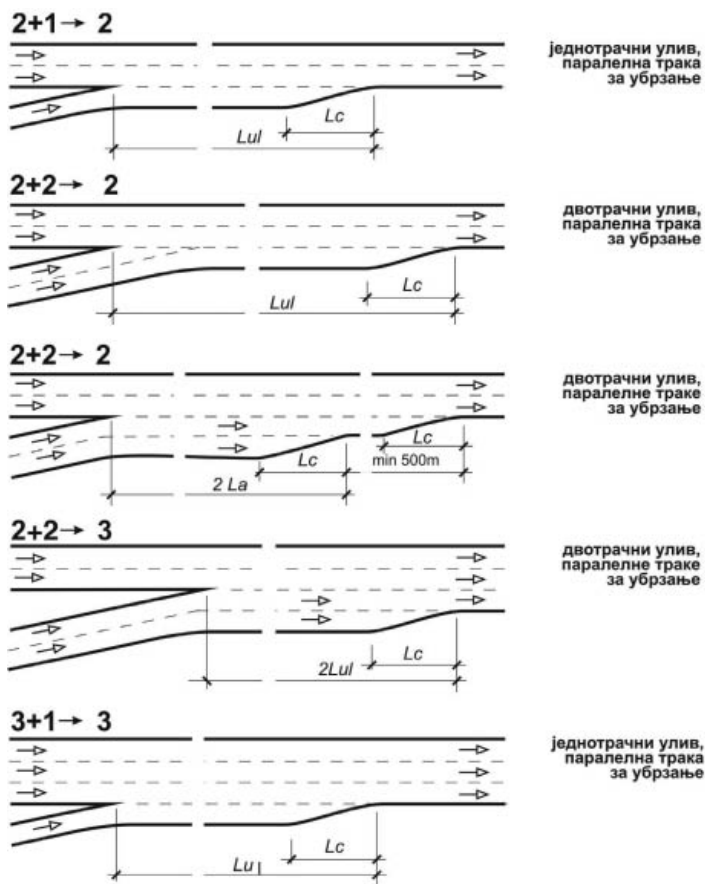
Изливи односно уливи могу бити једнотрачни или двотрачни са додатним возним тракама или без њих на основном коловозу (слике 4-03 и 4-04 овог прилога). Основна конфигурација су једнотрачни изливи односно уливи без додатних возних трака на основном коловозу. Број возних трака основног коловоза мења се између улива (додавање) и излива (укидање) суседних раскрсница. Креће се у границама ± 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 преплитања);
- 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 с могућим варијацијама броја возних трака.



Слика 4-04: Типске конфигурације улива с могућим варијацијама броја возних трака.

4.3. Спојне рампе

За повезивање укрсних праваца 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 "А" и "В"), док се прикључне рампе користе на денивелисаним раскрсницама различитог функционалног ранга и режима протока (функционални ниво "С").

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 пројектне карактеристике (елементи попречног профила, ситуационог плана и подужног профила) дати су у тачки 5.2. овог прилога.

4.3.1. Директне рампе

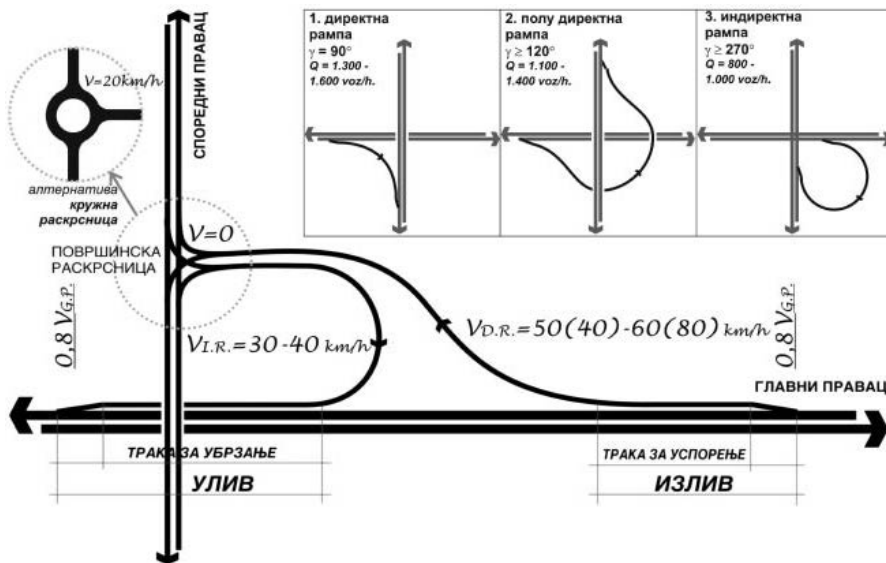
Скретни угао директних рампи је $\gamma \sim 90^\circ$. Њима се остварују најједноставније везе и служе за десна скретања. Користе се на свим типовима денивелисаних раскрсница, без обзира на функционални ниво. Капацитет једнотрачне директне рампе је од 1.300 до 1.600 возила на час.

4.3.2. Полудиректне рампе

Полудиректне рампе формирају се помоћу сложених кривинских облика који се $g \geq 120^\circ$. И у нивелационом погледу, те рампе, развијају у оквиру скретног угла 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 скретног угла $\gamma \geq 270^\circ$, због чега имају спирални облик који изазива повратну вожњу и ограничену 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

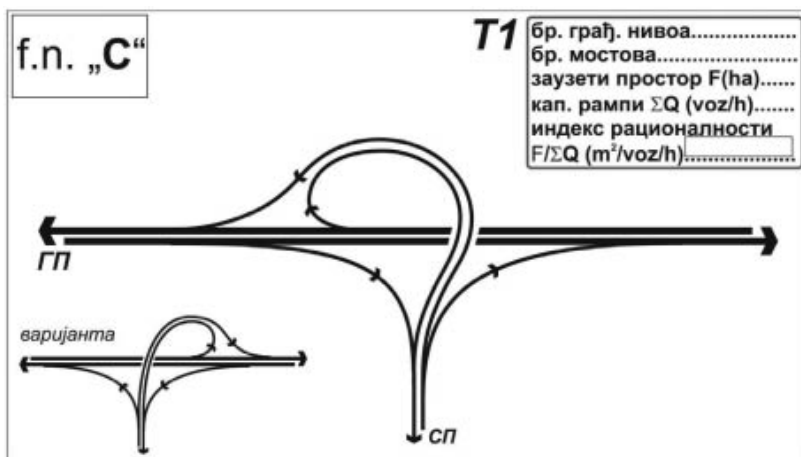
Типови денивелисаних раскрсница, односно њихова функционална решења систематизована су у скалду са случајевима који се најчешће јављају на ванградској путној мрежи. Иако свака денивелисана раскрсница има своју особеност која мора бити уважена у процесу планирања и пројектовања. Изузетно је значајно што 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 раздвојеним коловозима да би се битно побољшали услови безбедности и онемогућио улазак у супротни смер возње на главном правцу.

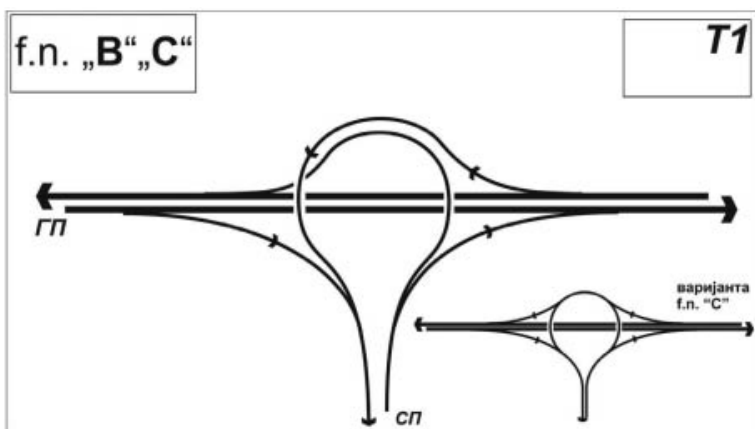
Праволинијски објекат над аутопутем примењује се када се у реконструкцији денивелисане раскрснице и/или њеној изградњи на постојећој деоници примењује монтажна градња, да би се минимално реметило одвијање саобраћаја.

За све денивелисане раскрснице неопходно је дефинисати и вредности дате у табlici "Т1" да би се вредновањем варијантних решења изабрало 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 трошкова треба пажљиво одмерити одлуку о примени прикључка типа "КРУШКА".



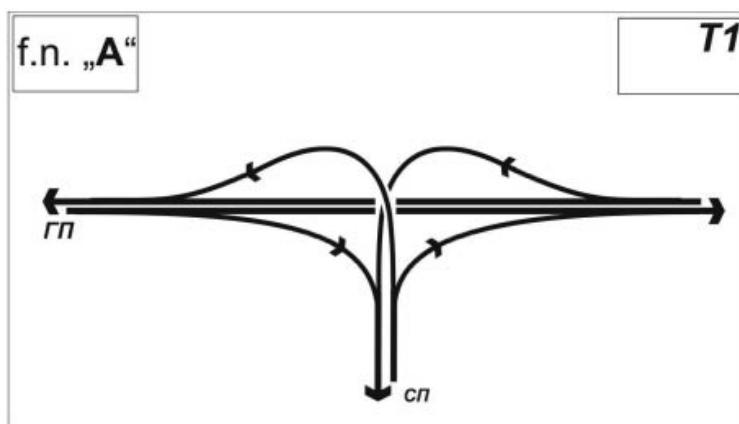
Слика 4-07: Денивелисана раскрсница "КРУШКА".

4.4.1.3. Троугао

Трокрака раскрсница "ТРОУГАО" представља највиши стандард за денивелисани прикључак и припада функционалном нивоу "А". Повезивање се изводи двома директним и двома 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 високе 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.

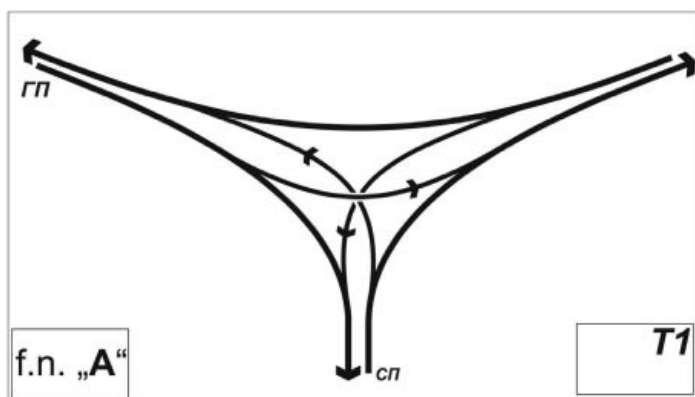


Слика 4-08: Денивелисана раскрсница "ТРОУГАО".

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 њена изградња на чворним тачкама путне мреже на којима се разрешују односи висококапацитетних путних праваца за даљински саобраћај (аутопут / аутопут).



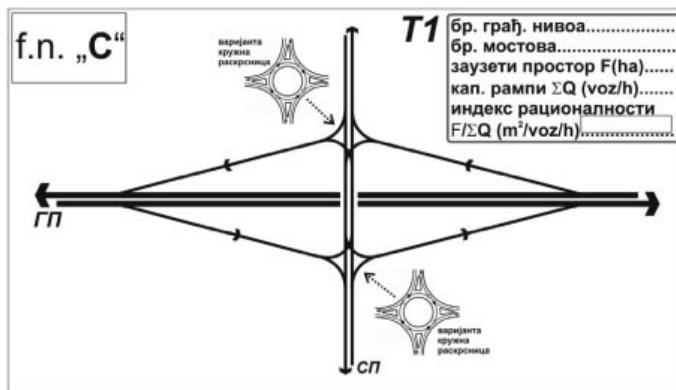
Слика 4-09: Денивелисана раскрсница облика "РАЧВА".

4.4.2. Укрштаји

Четворокраке 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

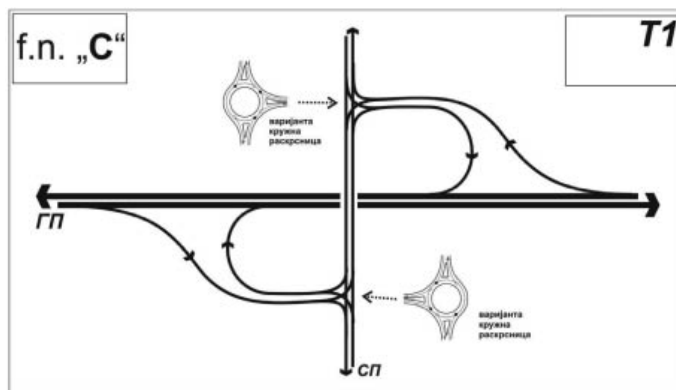
Укрштај "РОМБ" је најједноставније и најјекономичније решење денивелисаног укрштаја. Ова четворокрака денивелисана раскрсница је функционалног нивоа "С". Састоји се из четири директне прикључне рампе које се постављају на минималном растојању од главног правца, искључиво према нивелационим условима. Рампе се прикључују на споредни правац два 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 хоризонтала. 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 "ПОМБ".

4.4.2.2. Пола детелине

Укрштај "ПОЛА ДЕТЕЛИНЕ" је четворокрака раскрсница с полупрограмом просторног раздвајања (слика 4-11 овог прилога). Прикључне везе остварују се двома директним и двома индиректним рампама, које се за споредни правац везују двома 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.

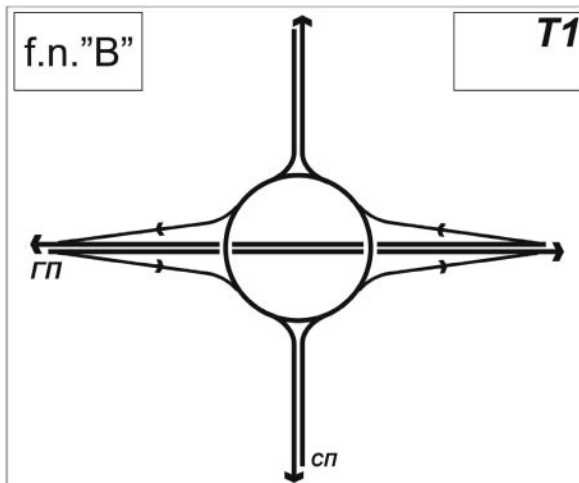
Четворокрака раскрсница "ПОЛА ДЕТЕЛИНЕ" подразумева денивелацију у два грађевинска нивоа са једном мостом изнад главног правца и примењује се за укрштаје путева различитог саобраћајног значаја, функционални ниво "С". То решење, доградњом одговарајућих елемената, може се унапредити до пуног програма денивелације, што проширује његову примену за случај етапне изградње и значајно 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 ограниченом брзином, што одговара функционалном нивоу "В".

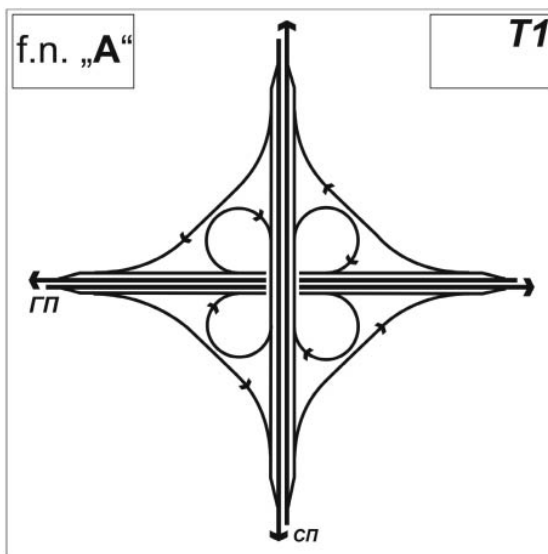
Кружни подеоник се обликује сходно условима дефинисаним за површинске кружне раскрснице великог пречника у прилогу 3 - Површинске раскрснице ванградских путева.



Слика: 4-12: Денивелисана раскрсница "КРУЖНИ ПОДЕОНИК".

4.4.2.4. Детелина

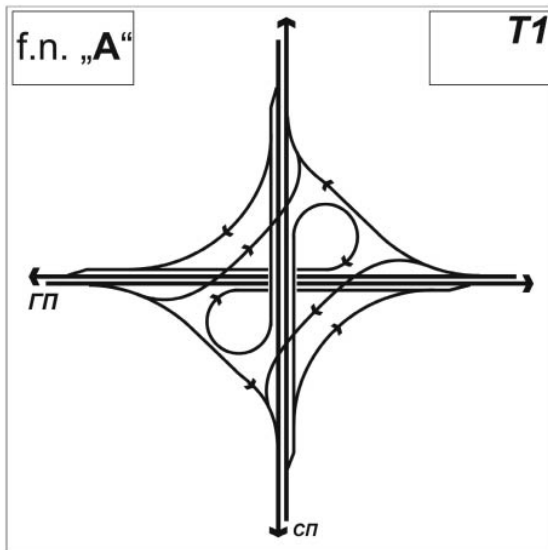
Четворокрака раскрсница "ДЕТЕЛИНА" је у грађевинском погледу најједноставније решење укрштаја с пуним програмом просторног раздвајања (слика 4-13 овог прилога). Решење те денивелисане раскрснице подразумева четири директне рампе за десна скретања и исти број индиректних рампи за лева скретања, функционални ниво "А". У складу с принципима изнетим у поглављу о пројектовању подручја излива 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 укључе 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 полудиректним 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 комфора и примењује се на укрштајима даљинских аутопутева највишег функционалног нивоа.

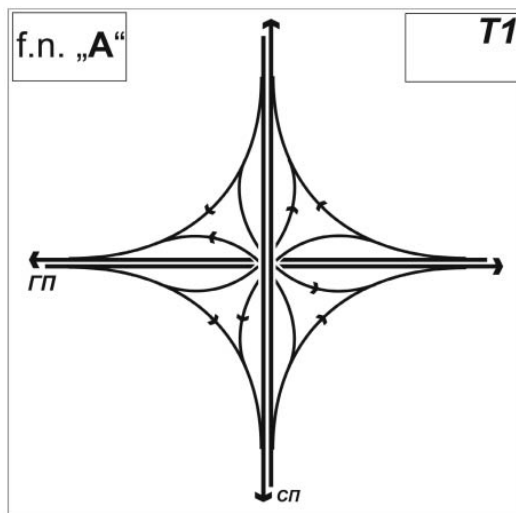


Слика 4-14: Денивелисана раскрсница "МОДИФИКОВАНА ДЕТЕЛИНА".

4.4.2.6. Малтешки крст

Четворокрака денивелисана раскрсница "МАЛТЕШКИ КРСТ" је укрштај највишег функционалног стандарда на којем су сва лева скретања решена полудиректним 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 ствара сложена троспратна мостовска конструкција, а саобраћај се обавља на четири грађевинска нивоа, у складу с бројем укрсних праваца, функционални ниво "А".

Сажимање пара полудиректних 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 укрштању најзначајнијих аутопутева за даљински саобраћај с великим бројем левих скретања.

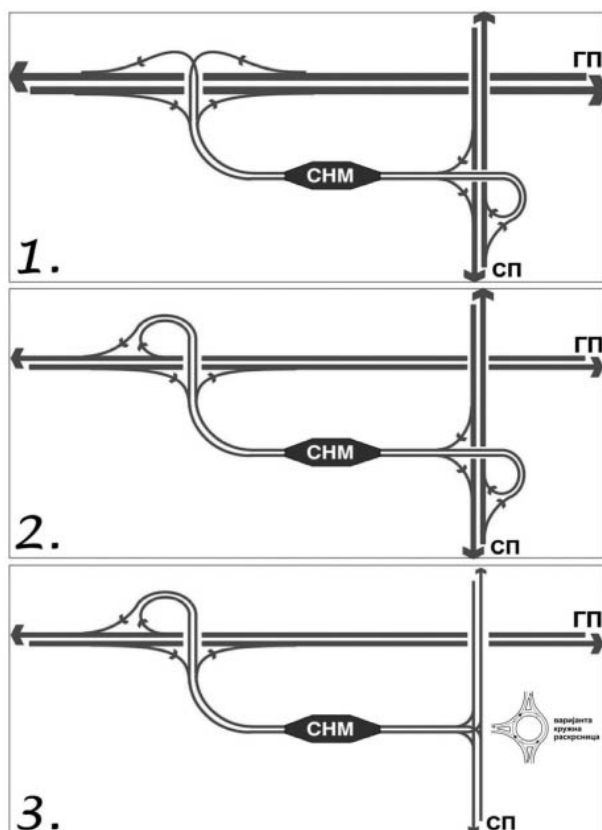
4.4.2.7. Денивелисане раскрснице у комерцијалној експлоатацији аутопутева

На аутопутној мрежи с наплатом путарине дефинисани су посебни захтеви у погледу пројектовања и обликовања денивелисаних раскрсница. Увођењем тог система експлоатације условљавају 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 којима се наплаћује путарина. Везна деоница и наплатни плато димензионишу се према условима и систему наплате путарине за меродавно саобраћајно оптерећење и услове накупљања возила. На слици 4-16 приказане су 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 прикључак типа "ТРОУГАО", функционалног нивоа "А". Секундарни укрсни правац је аутопут или вишетрачни пут с мањим саобраћајним оптерећењем, па је одговарајући прикључак на тај правац "ТРУБА" функционалног нивоа "С". Све саобраћајне струје сустичу се на заједничком наплатном платоу који се поставља у средишту свих веза.

Тип 2. **"ДУПЛА ТРУБА"** је просторно рашчлањен укрштај 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 сустичу се на заједничком наплатном платоу.



Слика 4-16: Типови денивелисаних раскрсница код комерцијалне експлоатације аутопутева: 1. Троугао-труба; 2. Дупла труба; 3. Индиректна труба.

5. ГЕОМЕТРИЈСКО ОБЛИКОВАЊЕ ДЕНИВЕЛИСАНИХ РАСКРСНИЦА

Пројектни елементи денивелисаних раскрсница одабирају се у складу с функционалним рангом и условима локације, а непосредно се обликују и димензионишу на основу возно динамичких, конструктивних 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:

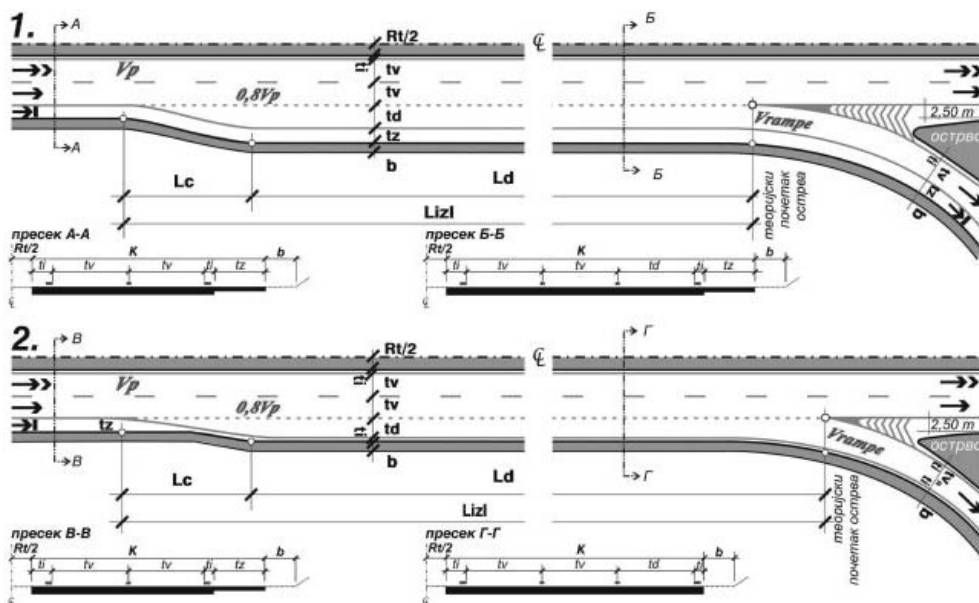
- 1) утицаја на основни саобраћајни ток у погледу проточности и безбедности саобраћаја ;
- 2) укупне ефикасности денивелисане раскрснице.

5.1.1. Изливи

Изливање са основног правца на спојну рампу састоји се из промене возне траке (**Lc**) уз прилагођавање брзине возње на дужини траке за успорење (**Ld**). Успорење је 1,5-2 m/sec . Стандардна дужина излива (**Lizl = Lc + Ld**) је дужине од **250 m**, од чега се промена возне траке обави на дужини од **Lc = 60 m**, а успорење на дужини од **Ld = 190 m**. На двотрачним изливима дужина **"Lizl"** износи 500 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.

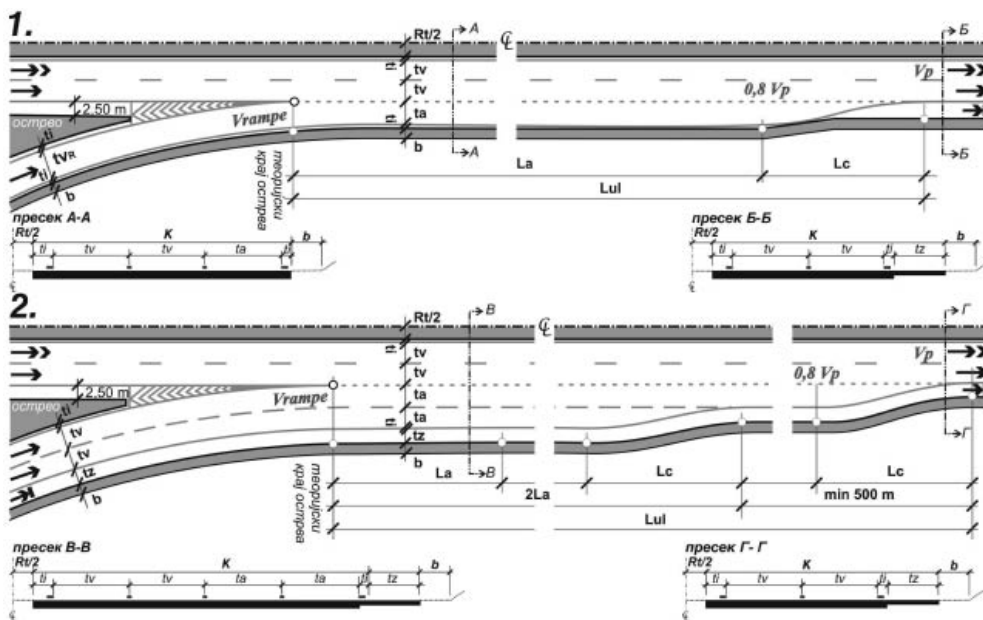
5.1.2. Уливи

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 траци основног правца. При том је неопходно обезбедити захтевану прегледност у складу с тачком 5.3. овог прилога. Интензитет убрзања на подручју улива је $0,8-1 \text{ m/sec}^2$. Стандардна дужина улива ($L_{ul} = L_a + L_c$) је **250 m**, од чега на маневар убрзања отпада $L_a=190 \text{ m}$, а промена возне траке обави се на дужини од $L_c = 60 \text{ m}$. На двотрачним уливима дужина " L_{ul} " износи 500 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 завршетка острва на подручју излива и улива.

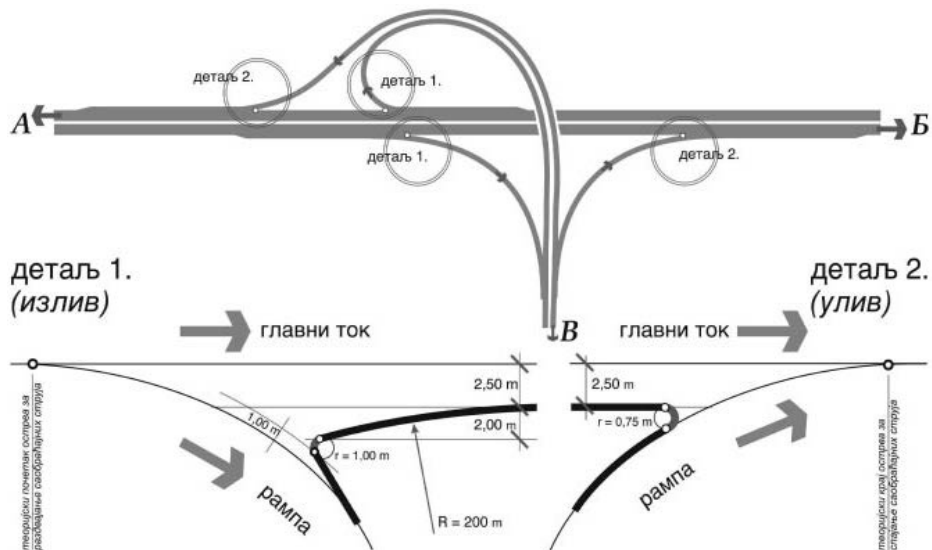


Слика 5-01: Обликовање излива:

- 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 ограниченем простору. Оне имају улогу посредника у повезивању два путна правца, главног (ГП) и споредног (СП).

5.2.1. Попречни профил

Геометријски попречни профили рампи утврђују се према меродавном саобраћајном оптерећењу и дужинама рампи. На слици 5-04 овог прилога приказани су карактеристични типови попречних профила једносмерних рампи са условима за њихову примену.

Профил "R1" има једнотрачни коловоз укупне ширине **5,50 m**, (минимум **5,00 m**), који омогућује возњу у колони уз минималне услове за обилажење заустављеног возила. Примењује се на релативно кратким рампама ($L < 250 \text{ m}$) за $Q_{\text{mer}} \leq 1.000 \text{ воз/ч}$ 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 m** и примењује се на средње дугим и дугим рампама оптерећења $Q_{\text{mer}} \leq 1.000 \text{ воз/ч}$. Тај профил примењује се на укрштају (прикључку) два аутопута или аутопута и вишетрачног пута.

Профил "R3" садржи капацитетан двотрачни коловоз ширине **7,00 m** без зауставне траке намењен саобраћајном оптерећењу $Q_{\text{mer}} > 1.000 \text{ воз/ч}$, или мањем саобраћајном оптерећењу $Q_{\text{mer}} > 800 \text{ воз/ч}$ на дугим једносмерним рампама. Тај профил примењује се на укрштају (прикључку) два аутопута.

Профил "R4" садржи капацитетан двотрачни коловоз са зауставном траком укупне ширине **10,00 m** намењен саобраћајном оптерећењу $Q_{\text{mer}} > 1.350 \text{ воз/ч}$ и дугим спојним рампама. Примењује се и на двотрачним рампама у подручју преплитања. Тај профил примењује се на укрштају (прикључку) два аутопута.

Наведени профили за једносмерни саобраћај не захтевају проширење коловоза у кривинама.

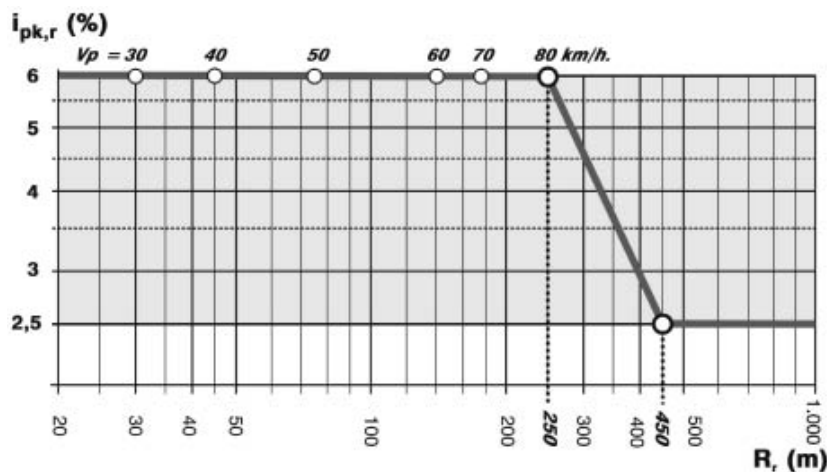
Када се паралелно воде уливне и изливне (двосмерне) рампе нпр. денивелисана раскрсница "ТРУБА" или "ПОЛА ДЕТЕЛИНЕ", стандардна ширина разделне траке између њих ради безбедности износи $R_t \geq 2,00 \text{ m}$.

Димензионисање попречног нагиба коловоза у кружним кривинама на спојним рампама врши се према дијаграму на слици 5-05 овог прилога. Највећа вредност попречног нагиба - $i_{\text{рк,г}}$ износи **6%**, а резултујући нагиб коловоза износи - $i_{\text{Nrez}} \leq 9 \%$.

Сва димензионисања и провере геометријских елемената спојних (везне и прикључне) рампи на денивелисаним раскрсницама врше се према резултујућим вредностима пројектне брзине - $V_{\text{през,г}}$.

ПОПРЕЧНИ ПРОФИЛ		ГЕОМЕТРИЈСКИ ПОПРЕЧНИ ПРОФИЛ димензије (m)	ГПП - УСЛОВИ ПРИМЕНЕ НА РАМПАМА ДЕНИВЕЛИСАНИХ РАСКРСНИЦА
тип	опис		
R1	једнотрачни* коловоз		<p>саобр. оптерећ. рампе Q_r (voz/h)</p> <p>дужина рампе (m)</p> <p>*) код паралелног вођења изливних и уливних рампи стандардно растојање између њих је 2,00 m **) рампа R4 примењује се код максималних оптерећења $Q_r > 1350$ (voz/h), рампе 1 реда, као и код двотрачних рампи у подручју преплитања</p>
R2	једнотрачни коловоз са зауштакном траком		
R3	двотрачни коловоз		
R4	двотрачни** коловоз са зауштакном траком		

Слика 5-04: Геометријски попречни профили рампи на денивелисаним раскрсницама.



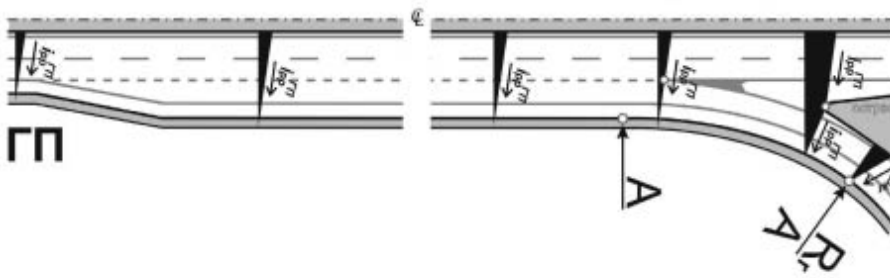
Слика 5-05: Дијаграм за одређивање величине попречног нагиба коловоза у кружним кривинама рампи денивелисаних раскрсница.

У нивелационом погледу изливно-уливне траке прате основни коловозни профил, слика 5-06. Те траке задржавају попречни нагиб основног путног правца, који се простире 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 (D_{pk}) 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 - $i_{pk,i}$ који одговара полупречнику - R_i и пројектној брзини - $V_{pk,i}$ те кружне кривине.

Нагиб рампе витоперења изливно-уливних трака и спојних рампи на денивелисаним раскрсницама ограничава се на $i_{rv} \leq 1,5$ %.

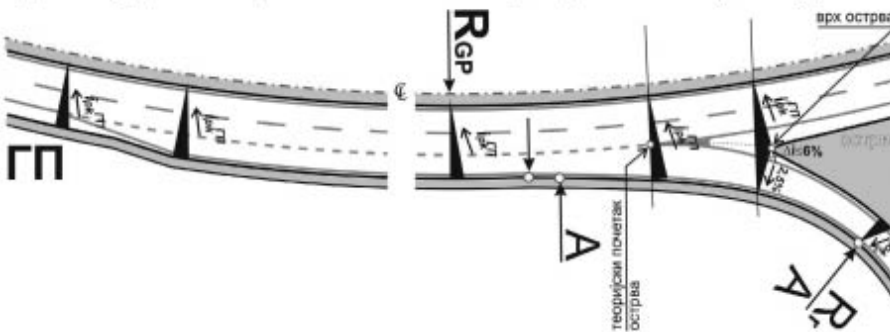
1. главни и споредни правац са зауставним тракама - истосмерна закривљеност главног правца и изливне (уливне) рампе



2. главни правац са зауставним траком, а споредни правац без зауставне траке - истосмерна закривљеност главног правца и изливне (уливне) рампе



3. главни правац са зауставним траком, а споредни правац без зауставне траке - супротна закривљеност главног правца и изливне (уливне) рампе



Слика 5-06: Основни начини нивелационих решења коловоза у зони излива - улива.

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 квалитете како појединачних елемената, тако и чвора у целини, јер свака денивелисана раскрсница даје печат простору у коме се налази и представља препознатљиву визуелну доминанту 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 $V_{p,r}$. 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).

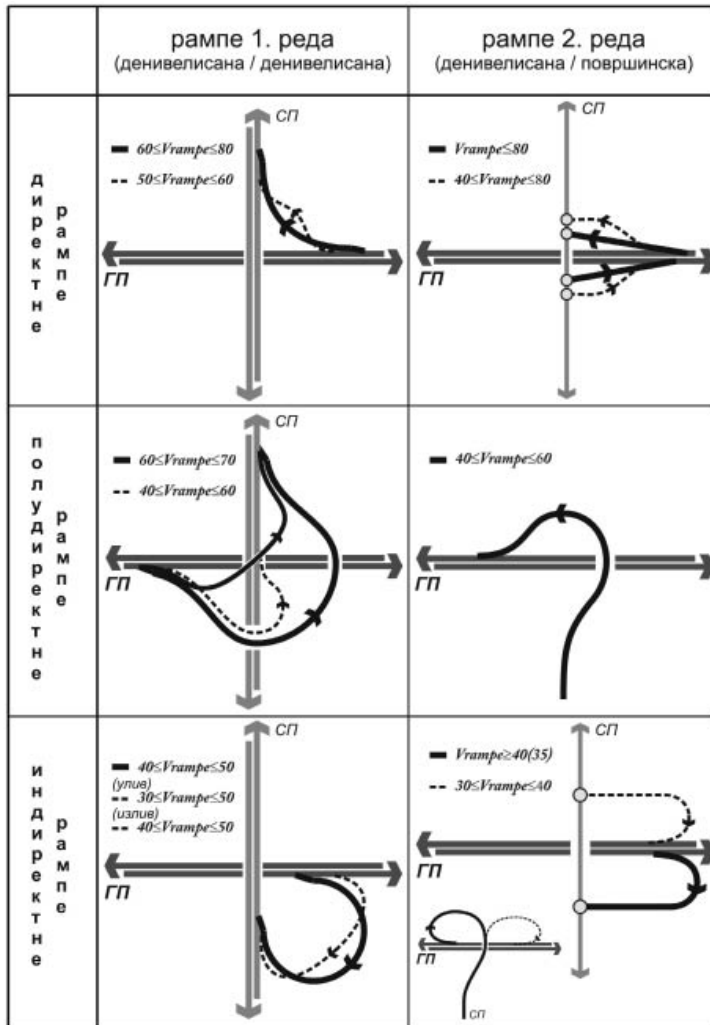
Све рампе разврстане су у две категорије:

- 1) рампе 1. реда, које се везују за денивелисане раскрснице функционалног нивоа "А" и "В";
- 2) рампе 2. реда, које се везују за денивелисане раскрснице функционалног нивоа "С".

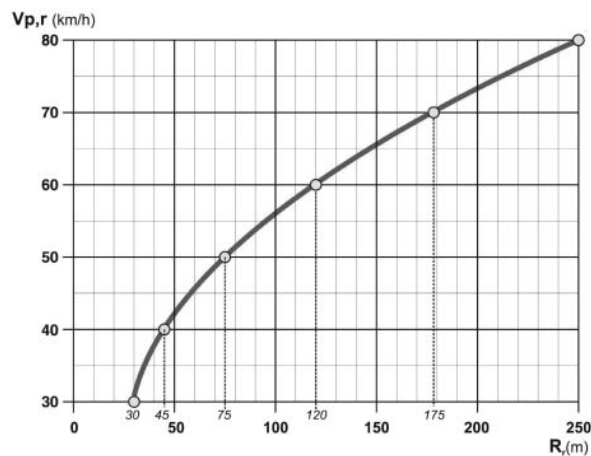
Различитост брзина директних, полудиректних и индиректних рампи зависи од геометријског континуитета кривинских облика и концепције изливних, односно уливних подручја (слика 5-07 овог прилога). То значи да се веће брзине условљавају за подручје излива, а нешто мање вредности за подручје улива.

Основ за димензионисање и проверу примењених геометријски елемената јесу резултујуће вредности пројектне брзине на спојним рампама - V_{prez}, 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 $ipk=6\%$ 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 примењеног радијуса спојних рампи.

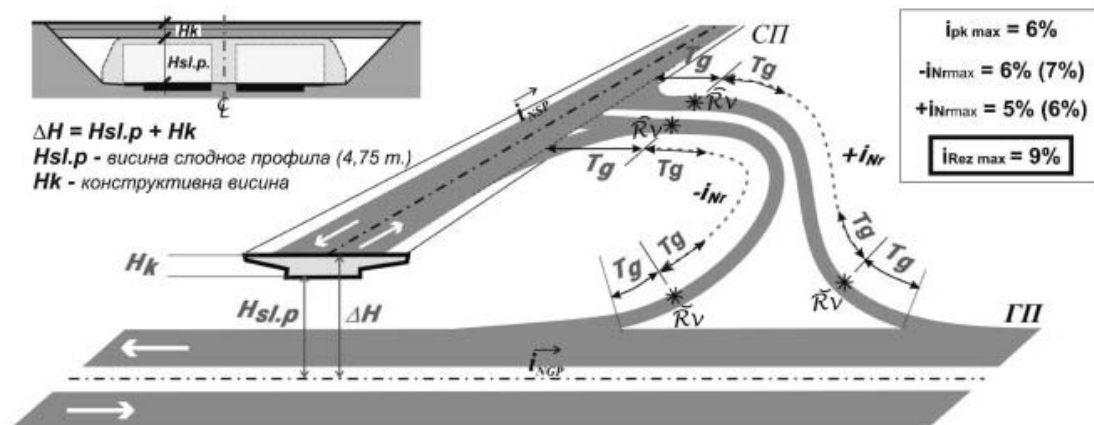
5.2.3. Подужни профил

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 примењеног основног типа раскрснице.

Минимална висинска разлика на месту пресецања траса износи: $\Delta H = Hsl.p + Hk$, где је: **Hsl.p.** висина слободног профила који треба остварити изнад највише тачке коловоза (4,75 m), а **Hk** конструктивна 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 $\max i_{rez} = 9\%$. За рампе у тунелу максимални подужни нагиб $\max i_N = 4\%$.

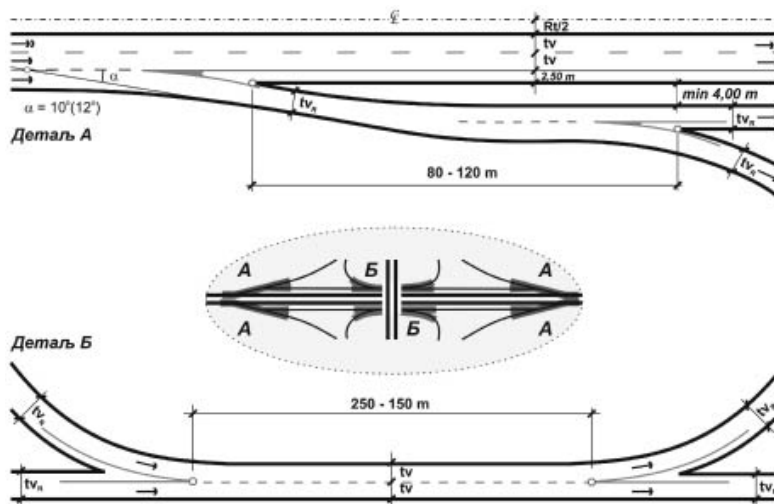
Граничне вредности елемената пројектне геометрије спојних рампи денивелисаних раскрсница дате су у тачки 8, на слици 8-01 овог прилога.



Слика 5-09: Генерална диспозиција денивелисаних раскрсница с приказом граничних елемената нивелете.

5.2.4. Подручја преплитања

У сложеним просторним решењима (функционални ниво "А" и "В") 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 рампи.

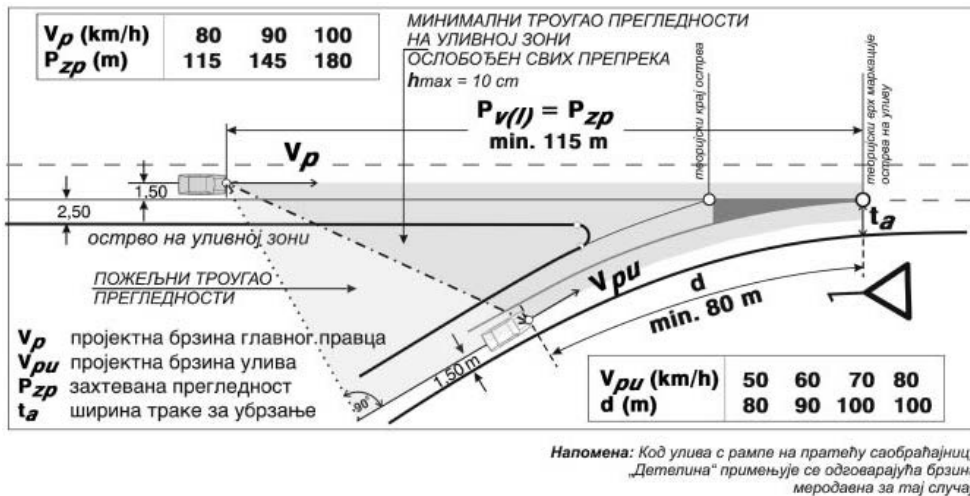
5.3. Анализа прегледности

Кључни елементи који утичу на пројектна решења јесу услови спољне и унутрашње прегледности денивелисане раскрснице.

Спољна прегледност денивелисане раскрснице (**Ps**) дефинисана је у тачки 2.2.1. овог прилога.

Унутрашња прегледност денивелисане раскрснице подразумева услове прегледности возило-возило на свим уливама (слика 5-11 овог прилога). Троуглови прегледности, минимални и пожељни, морају бити ослобођени свих препрека које ометају визуре возача у складу с прилом 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 "С" анализира се у свему према прилогу 3 - Површинске раскрснице ванградских путева.



Слика 5-11: Конструкција зоне прегледности на подручју улива денивелисане раскрснице.

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 контактної 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 профила 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 "С", који ће се у коначној етапи доградити на виши функционални ниво "А" (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, 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 објеката (земљаног трупa пре свих), као и ефикасност прихватања и каналисања 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 објеката 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 (вишестрачним) путем. Геометријско обликовање и димензионисање 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 возње, 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 возњи.

Извори светлости, интензитет осветљења и други технички услови за осветљење денивелисаних раскрсница дефинисани су одговарајућом законском и техничком регулативом и нису обухваћени овим упутствима.

7.3. Остала путна опрема

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 РАМПЕ

ЕЛЕМЕНТИ ПРОЈЕКТНЕ ГЕОМЕТРИЈЕ		Пројектна брзина на рампи $V_{p,r}$ (km/h)					
		30	40	50	60	70	80
минимални полупречник хоризонталне кривине	min R (m)	30	45	75	120	175	250
минимални параметар клотоиде	min A (m)	30	35	55	75	100	125
минимални полупречник конвексног заобљења	min R_{v konv} (m)	750 (500)*	1.000 (500)*	1.500 (800)*	2.000 (1250)*	2.500 (2000)*	3.500
минимални полупречник конкавног заобљења	min R_{v konk} (m)	500	750 (550)*	1.000 (900)*	1.250	1.800	2.500
захтевана прегледност	P_{zp} (m)	30	40	55	70	90	115
граничне вредности подужних нагиба	max in (%) успон	+ 6					
	max in (%) пад	- 7					
минимални попречни нагиб изван подручја витоперења	min ip (%)	2,5					
максимални попречни нагиб у кривини	max ipk (%)	6					
минимални нагиб рампе витоперења	min ir (%)	0,4 (в.о.и.), 0,2 (в.о.о.)					
максимални нагиб рампе витоперења	max ir (%)	1,5					
максимални резултујући нагиб коловозне површине	max i rez (%)	9					

(*) * вредности у загради abs. min. !

Слика 8-01: Гранични елементи пројектне геометрије рампе денивелисаних раскрсница.