

БОСНА И ХЕРЦЕГОВИНА
МИНИСТАРСТВО ТРАНСПОРТА И КОМУНИКАЦИЈА

ПРАВИЛНИК

**О ОСНОВНИМ УСЛОВИМА КОЈЕ ЈАВНИ ПУТЕВИ, ЊИХОВИ ЕЛЕМЕНТИ И
ОБЈЕКТИ НА ЊИМА МОРАЈУ ИСПУЊАВАТИ СА АСПЕКТА БЕЗБЈЕДНОСТИ
САОБРАЋАЈА**

Сарајево, јануар 2007. године

На основу члана 252. став (1) тачка 2, а у вези са чланом 11. Закона о основама безбједности саобраћаја на путевима у Босни и Херцеговини ("Службени гласник БиХ", број 6/06), министар комуникација и транспорта Босне и Херцеговине, у сарадњи са надлежним органима за саобраћај и унутрашње послове, доноси

П Р А В И Л Н И К

О ОСНОВНИМ УСЛОВИМА КОЈЕ ЈАВНИ ПУТЕВИ, ЊИХОВИ ЕЛЕМЕНТИ И ОБЈЕКТИ НА ЊИМА МОРАЈУ ИСПУЊАВАТИ СА АСПЕКТА БЕЗБЈЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА

Члан 1.

(Предмет Правилника)

Овим Правилником се прописују основни услови које јавни путеви, њихови елементи и објекти на њима морају испуњавати са аспекта безбједности саобраћаја.

Члан 2.

(Основни услови и њихова примјена)

(1) Основни услови из члана 1. овог Правилника утврђени су у Прилогу «Основни услови које јавни путеви, њихови елементи и објекти на њима морају испуњавати са аспекта безбједности саобраћаја», који је саставни дио овог Правилника.

(2) При изради техничке (пројектне) документације за изградњу, обнову и реконструкцију јавних путева, њихових елемената и објеката на њима обавезна је примјена основних услова утврђених у Прилогу из става (1) овог члана.

Члан 3.

(Изузеци од примјене)

За јавне путеве се изузетно могу примјенити вриједности које одступају од граничних минималних и/или максималних вриједности предвиђених овим Правилником само уз посебно документовано образложење.

Члан 4.

(Прелазне одредбе)

Техничка (пројектна) документација за изградњу, обнову и реконструкцију јавних путева која је израђена или чија је израда започета прије ступања на снагу овог Правилника, може се прихватити, односно завршити према одредбама Правилника о основним условима које јавни путеви ван насеља и њихови елементи морају да испуњавају са гледишта безбједности саобраћаја (Службени гласник СФРЈ, број 35, 1981.година), ако би се, због измјене те документације у сврху њеног усклађивања са овим Правилником, изградња, обнова, односно реконструкција јавног пута, за који је техничка (пројектна) документација израђена или је у току, морала одложити на дуже вријеме.

Члан 5.

(Провођење Правилника)

Ради детаљније разраде појединих одредби овог Правилника које се односе на техничке услове за пројектовање објеката, функционалних елемената и површина пута и друго, министар комуникација и транспорта Босне и Херцеговине може доносити упутства за примјену овог Правилника.

Члан 6.

(Престанак примјене прописа)

Даном ступања на снагу овог Правилника престаје да важи правилник о основним условима које јавни путеви ван насеља и њихови елементи морају да испуњавају са гледишта безбједности саобраћаја у Босни и Херцеговини.

Члан 7.

(Објављивање и ступање на снагу)

Овај Правилник ступа на снагу 01.01.2008. године, а објављује се у «Службеном гласнику БиХ» и службеним гласилима ентитета и Брчко Дистрикта Босне и Херцеговине.

Министар

др Бранко Докић

ОСНОВНИ УСЛОВИ КОЈЕ ЈАВНИ ПУТЕВИ, ЊИХОВИ ЕЛЕМЕНТИ И ОБЈЕКТИ НА ЊИМА МОРАЈУ ИСПУЊАВАТИ СА АСПЕКТА БЕЗБЈЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА

1. ПОДЈЕЛА ЈАВНИХ ПУТЕВА

Јавни путеви се дијеле према различитим основама и параметрима.

1.1. Подјела према друштвеном и привредном значају

Према Закону о основама безбједности саобраћаја на путевима у Босни и Херцеговини (у даљем тексту: Закон), као и важећим законима о јавним путевима, јавни путеви се, зависно од њиховог друштвеног и привредног значаја, дијеле на:

- магистралне путеве,
- регионалне путеве,
- локалне путеве и
- улице у насељима.

1.2. Подјела према врсти саобраћаја

Према врсти саобраћаја коме су намијењени, јавни путеви се дијеле на:

- путеве за саобраћај моторних возила и
- путеве за мјешовити саобраћај.

Путеви за саобраћај моторних возила намијењени су искључиво за возила која се сматрају моторним возилима, у смислу члана 9. тачка 30. Закона.

Путеви за мјешовити саобраћај намијењени су за кретање свих врста возила и других учесника у саобраћају (моторна и запрежна возила, радна возила, бициклисти, пјешаци и др).

1.2.1. Путеви за саобраћај моторних возила

Путеви за саобраћај моторних возила се дијеле на:

- аутопутеве и
- брзе путеве.

Аутопут је јавни пут посебно изграђен и намијењен искључиво за саобраћај моторних возила, који је означен прописаним саобраћајним знаком и има двије физички одвојене коловозне траке за саобраћај из супротних смјерова, без укрштања са другим путем или жељезничком или трамвајском пругом у нивоу и у чији се саобраћај може укључити, односно искључити само одређеним и посебно изграђеним прикључним јавним путевима на одговарајућу коловозну траку.

Брзи пут је јавни пут посебно изграђен и намијењен искључиво за саобраћај моторних возила, који је означен прописаним саобраћајним знаком и има двије физички одвојене коловозне траке за саобраћај из супротних смјерова, без зауставних трака, без укрштања са другим путем или жељезничком или трамвајском пругом у нивоу и у чији се саобраћај може укључити, односно искључити само одређеним и посебно изграђеним прикључним јавним путевима на одговарајућу коловозну траку.

Број саобраћајних трака и избор попречног профила путева за саобраћај моторних возила зависе од саобраћајног оптерећења за одређени плански период. Аутопутеви и брзи путеви се могу градити по фазама с тим да се изграђена прва фаза сматра брзим путем.

1.3. Подјела према саобраћајној функцији

Саобраћајне функције пута су: прикључивање на путеве за веће удаљености, повезивање центара, прикупљање и обезбјеђење приступа. Саобраћајна функција пута се обавља између полазне и циљне тачке, које су одређене појединим урбаним срединама или центрима, при чему се они разликују по сложености и интензитету саобраћајних потреба.

Према саобраћајној функцији, јавни путеви се дијеле на:

- даљинске путеве за повезивање главних (државних) центара и центара ентитета, као и центара ван државе,
- везне путеве за повезивање центара ентитета или кантона и секундарних (општинских) центара са циљем изједначавања урбаних англомерација,
- сабирне путеве за прикупљање саобраћајних токова са циљем удруженог вођења до секундарних (општинских) центара и центара ентитета и кантона и њихове расподјеле и
- приступне путеве за приступ појединим затвореним просторним јединицама и појединим локацијама, односно опслуживање намјене површина у непосредном окружењу пута.

1.4. Подјела према просторној функцији

Просторна функција се дефинише на основу локације у простору (ван, кроз или у оквиру насеља), густине изграђености у урбаном простору и величине, значаја и димензија урбаног центра.

Према просторној функцији, јавни путеви се дијеле на:

- јавне путеве без зграда уз пут, ван насеља,
- јавне путеве без зграда уз пут, у оквиру насеља,
- јавне путеве са зградама уз пут, ван насеља и
- јавне путеве са зградама уз пут, у оквиру насеља.

1.5. Техничка подјела путева

Обзиром на начин функционисања пута, елементи пута се димензионишу:

- у односу на возно-динамичке услове (услови константне брзине и неометане превозности) или
- у односу на карактеристично возило (обезбјеђење превозности без обзира на возно-динамичке услове).

Према начину функционисања пута, односно начину димензионисања, јавни путеви се дијеле на следеће техничке групе:

- А (повремена употреба, димензионисање према возно-динамичким условима),
- Б-ван насеља (периодична употреба, димензионисање према возно-динамичким условима),
- Б-у оквиру насеља (честа употреба, димензионисање према возно-динамичким условима),

- Ц (претежно стална употреба, димензионисање према возно-динамичким условима) и
- Д (стална употреба, димензионисање према обезбеђењу превозности).

1.6. Подјела према саобраћајном оптерећењу

Према величини саобраћајног оптерећења на крају планског периода, израженог просјечним годишњим дневним саобраћајем (PGDS), јавни путеви се дијеле на 7 разреда (табела 1).

Табела 1. Подјела јавних путева према саобраћајном оптерећењу

Разред пута	PGDS [воз/дан]
I	>12.000
II	8.001-12.000
III	6.001-8.000
IV	4.001-6.000
V	2.501-4.000
VI	1.001-2.500
VII	<1.000

Величина и структура саобраћајног оптерећења, за одређени плански период, се утврђују према поглављу Саобраћај, дио Саобраћајно оптерећење.

1.7. Одређивање категорије пута

По правилу се усваја највиша категорија пута која се добије примјеном критеријума из табеле 2.

Табела 2. Одређивање мјеродавне категорије пута

Техничка група	Врста саобраћаја	Друштвени и привредни значај	Величина саобраћаја (PGDS) [воз/дан]	Саобраћајна функција	Средња дужина путовања [км]
А	моторни	магистрални	>12.000	даљински	>100
	мјешовити		8.001-12.000		50-100
Б-изван насеља	моторни		6.001-8.000	везни	25-50
			4.001-6.000		10-30
Б-у оквиру насеља	мјешовити	регионални	2.501-4.000	сабирни	5-20
Ц			1.001-2.500		5-10
Д		локални	локални	<1.000	приступни

Одређивање категорије пута као основног податка према коме се у даљем поступку утврђује мјеродавна брзина (предвиђена или пројектна), а преко ње и основни елементи попречног профила, ситуационог плана и подужног профила, проводи се узимајући у обзир све критеријуме од 1.1. до 1.6.

2. САОБРАЋАЈ

2.1. Учесници у саобраћају

Учесници у саобраћају на путу су:

- моторна возила са возачима и путници у возилима,
- бициклисти,
- пјешаци и
- остали учесници (трактори, специјална, војна и немоторна возила са возачима и путницима).

Учесници у саобраћају могу да користе исте или одвојене саобраћајне површине. Употреба истих или одвојених саобраћајних површина се одређује на основу карактеристика одређене категорије пута, који произилазе из његове основне саобраћајне функције.

Ако је пут изграђен са одвојеним саобраћајним површинама за различите учеснике, прелази између површина морају бити детаљно пројектовани, а приликом паралелног управљања саобраћајним токовима у обзир се узимају одговарајуће удаљености у зависности од брзине кретања возила на коловозу (заштитна/безбједна ширина).

2.1.1. Моторна возила

Моторна возила су мјеродавна за одређивање димензија пута и његових додатних уређења. Димензије моторних возила и њихове способности маневрисања су приказане у табели 3.

Табела 3. Димензије возила и њихова способност маневрисања

Врста превозног средства	Димензије возила [m]			Радијус спољашњег лука окретања R_{slo} [m]
	дужина	ширина	висина	
бицикл са мотором	1,80	0,60	1,00 ¹	3,00
Мотоцикл	2,25	0,70	1,00 ¹	3,00
типичан аутомобил	4,70	1,75	1,50	5,80
мали аутомобил	3,80	1,60	1,40	5,30
велики аутомобил	5,15	1,90	1,60	6,00
мјеродавно путничко возило	4,70	2,10	1,70	5,80
комбиновано возило	5,00	2,10	2,30	6,20
теретна возила				
мала теретна возила	6,00	2,10	2,30 ²	6,20
типично двоосовинско теретно возило	8,50	2,50 ³	3,00 ²	9,60
типично троосовинско теретно возило	10,00	2,50 ³	3,00 ²	9,80
теретно возило са приколицом,	16,00	2,50 ³	4,00	12,50
полу-приколицом, возило са приколицом	16,50	2,50 ³	4,00	12,00
возило за одвоз отпада				
типично двоосовинско возило	7,70	2,50	3,30 ²	
типично троосовинско возило	10,50	2,50	3,30 ²	
ватрогасно возило	6,80	2,50	2,80 ²	9,25
ватрогасно возило са мердевинама	12,00	2,50	3,50	10,50
типичан аутобус И	11,00	2,50 ³	2,95	10,25
типичан аутобус ИИ	11,50	2,50 ³	2,95	11,00
типичан међуградски аутобус	12,00	2,50 ³	3,10/3,4 5 ⁴	11,40
типичан аутобус са зглобом	18,00	2,50 ³	2,95	12,00
трактор са приколицом	9,20	1,80	3,50	4,50

¹ са возачем и путником 2,0 m² висина кабине за возача

³ са ретровизором 2,95 m ⁴ аутобуси на два спрата

Теретно возило, ширине 2,50 m и висине 4,00 m употребљава се за одређивање стандардне ширине возних трака и висине профила пута на јавним путевима. За путеве малог саобраћајног оптерећења и путеве за посебне намјене (нестандардни путеви) у обзир се узимају највећа возила која су типична за предметни пут.

Проширење возних трака на одређеном путу се дефинише у односу на удаљеност између осовина возила које је типичан корисник предметног пута.

2.1.2.Остали учесници у саобраћају

Приликом одређивања димензија површина за кретање бициклиста у обзир се узимају: дужина 2,00 m, ширина 0,75 m и висина 2,25 m, са просјечном брзином кретања која износи 12 km/h.

Приликом одређивања димензија пјешачких површина у обзир се узима профил ширине 0,75 m и висине 2,25 m, са просјечном брзином ходања која износи 4,3 km/h. За димензионисање пјешачких површина у обзир се додатно узимају димензије дјечијих колица, и то: дужина 1,10 m, ширина 0,55 m и висина 1,00 m, као и димензије инвалидских колица, и то: дужина 1,50 m, ширина 1,20 m и висина 1,50.

Минималне димензије немоторизованих превозних средстава су наведене у табели 4.

Табела 4. Димензије немоторизованих превозних средстава и њихова способност маневрисања

Врста превозног средства	Димензије возила [m]			Радијус спољашњег лука окретања R_{slo} [m]
	дужина	ширина	висина	
дјечија колица	1,10	0,55	1,00 ¹	1,00
инвалидска колица	1,25	0,85	1,10 ¹	5,80
Бицикл	1,85	0,60	1,00 ¹	3,00

¹ са корисником 2,0 m

2.2. Саобраћајно оптерећење

2.2.1. Подаци о саобраћају

Стандардни метод вођења података о саобраћајном оптерећењу на путевима представља просјечан годишњи дневни саобраћај (PGDS), који се односи на одређену дионицу пута. PGDS се одређује бројањем саобраћаја или на основу саобраћајне студије. Уколико пут није у употреби одређени број дана у години, просјек се рачуна за период у којем је пут био у употреби и тиме дефинише просјечан дневни саобраћај (PDS).

Податке потребне за планирање, пројектовање, експлоатацију и одржавање пута потребно је прикупити:

- за путеве: бројањем саобраћаја на одређеним тачкама на путу у непрекидном временском интервалу (аутоматски током читаве године или између 6:00 и 22:00 часа или у одабраним часовима током карактеристичних дана) или израдом саобраћајне студије и/или компјутерске симулације и
- за раскрснице: бројањем саобраћаја у смјеровима вожње на раскрсницама по часовима, с тим да се у вршним часовима саобраћајни токови могу раздвајати на 15-о минутне, односно 5-о минутне интервале у току часа бројања или израдом саобраћајне студије и/или компјутерске симулације.

Подаци који се односе на PGDS и PDS се употребљавају за:

- утврђивање потреба и приоритета у вези са одржавањем путева,
- утврђивање приоритета у вези са обновом и реконструкцијом постојеће путне мреже,
- планирање путне мреже и одређивање оптималних траса за нове путеве,
- утврђивање потреба и захтјева нових путева и
- утврђивање мјера које се односе на управљање саобраћајем.

Подаци о саобраћајном оптерећењу, укључујући величину и врсте моторног путног саобраћаја, број осовина, тежину и димензије тешких возила, употребљавају се за:

- пројектовање саобраћајних површина с обзиром на техничке услове и минималне димензије геометријских елемената,
- димензионисање коловозне конструкције и мостовских конструкција,
- анализирање утицаја тешких возила на пропусну моћ пута,
- успостављање режима саобраћаја и
- постављање саобраћајних ограничења.

Подаци добијени бројањем на отвореној дионици пута или на дионици у урбаном подручју, употребљавају се за одређивање:

- саобраћајног оптерећења на појединим смјеровима,
- саобраћајног оптерећења у току дана и
- расподјеле возила на поједине категорије (структура возила).

Подаци о расподјели саобраћаја по смјеровима и структури возила употребљавају се за:

- анализирање пропусности,
- планирање режима саобраћаја (једносмјерни путеви или улице, ограничења саобраћаја, итд),
- одређивање потреба за паркиралиштима и
- утврђивање ефикасности одређених мјера на путевима и раскрсницама.

Подаци о саобраћају добијени бројањем на раскрсницама употребљавају се за одређивање:

- величине саобраћаја који улази у подручје раскрснице,
- величине саобраћаја који тече у одређеном смјеру кроз раскрсницу,
- количине саобраћаја за вријеме одређених временских интервала у току дана и
- структуре саобраћаја.

Подаци о саобраћају који се односе на временске интервале краће од једног сата могу да се употребљавају за:

- анализирање промјена у саобраћају у вријеме вршног оптерећења,
- утврђивање смањене пропусности саобраћајних површина и
- утврђивање карактеристика саобраћаја у вријеме вршног оптерећења.

Саобраћајно оптерећење утврђено у периоду вршног оптерећења се употребљава за:

- одређивање пропусности одређеног пута,
- утврђивање потреба, планирање и тачно одређивање врсте и положаја опреме саобраћајних површина,
- утврђивање потреба за паркирањем, окретањем и заустављањем и
- пројектовање путева, односно одређивање броја и ширине саобраћајних и осталих трака, потребе за додатним мјерама (каналисање саобраћајних токова, итд).

Подаци о саобраћајном оптерећењу током читаве године се употребљавају за:

- саобраћајна предвиђања,
- анализе исплативости, односно оправданости,
- анализе опште саобраћајне безбједности и
- рјешавање специфичних проблема који се односе на саобраћајна оптерећења.

2.2.2. Структура возила

Структура возила у саобраћају, обзиром на бројање и статистичку обраду, се утврђује према сљедећим основним категоријама:

- MC мотоцикли,
- PV путничка возила са и без приколице,
- BUS аутобуси са и без приколице, аутобуси са зглобом,
- LT лака теретна возила са и без приколице (до 3,5 т),
- ST средње тешка теретна возила (између 3,5 т и 8 т),

- ТТ тешка теретна возила (преко 8 т),
- ТР тешка теретна возила са приколицом и
- ТТР тешка теретна возила са полу-приколицом (аутовозови),

и допунским категорија (статистичка-алтернативна):

- РТ пољопривредни трактори,
- SV специјална и војна возила и
- ВК бицикли.

За потребе саобраћајног димензионисања путева према методологији у Приручнику о капацитету путева (Highway Capacity Manual, Transportation Research Board, Washington, D.C., SAD, 2000), возила у саобраћајном току се дијеле на сљедеће категорије за које се одређује њихов број и удео (%):

- PV путничка возила,
- А аутобусе,
- LK лаке камионе и
- ТК тешке камионе.

У случају, да се приликом димензионисања саобраћаја употребљава само термин "тешка возила", у ову категорију се укључују сва теретна возила и аутобуси, а лаки камиони се укључују у категорију путничких возила.

За потребе саобраћајног димензионисања нових и/или анализирања саобраћајних услова постојећих раскрсница, возила у саобраћајном току се класификују као:

- PV путничка возила,
- А аутобуси,
- TV теретна возила и
- ТТР аутовозове и теретна возила са приколицом.

Саобраћајни ток возила се, у том случају, исказује у јединицама путничких возила на сат (JPV/h). Стандардне вриједности замјене за прорачун JPV износе:

- за путничка возила 1,
- за аутобусе 2 и
- за аутовозове и камионе са приколицом 3,5.

2.2.3. Мјеродавно саобраћајно оптерећење

За пројектовање пута мјеродавна је величина саобраћајног тока на крају планског периода, уколико из оправданих стручних разлога пројектним задатком није одређено другачије.

Приликом саобраћајног димензионисања путева у обзир се узима:

- мјеродавно часовно саобраћајно оптерећење за димензионисање пута $Q_{h\text{ mer}}$ и
- мјеродавно 15-о минутно саобраћајно оптерећење за димензионисање раскрснице $Q_{15\text{ mer}}$.

У оба случаја мјеродавно саобраћајно оптерећење исказује се или као број возила по часу (voz-h) или као број јединица путничких возила по часу (JPV/h). У обзир се узима и одговарајући фактор вршног часа (FVC), који представља осцилирање саобраћајног тока у оквиру тог сата. У случају бројања, FVC се израчунава за сваки смјер посебно, односно по огранцима, тракама или крацима раскрснице.

2.2.4. Начин добијања података о саобраћају

Начин добијања података о саобраћају као и извор података морају бити назначени у пројектном задатку. Прихватљиви су сљедећи начини добијања података о саобраћају:

- бројање и мјерење (ручно, аутоматско),
- саобраћајне студије и/или компјутерске симулације и
- стручна процјена.

За путеве из техничких група А и В-ван насеља подаци о саобраћају се утврђују саобраћајном студијом и/или компјутерске симулације. За све остале путеве саобраћајно оптерећење се може одредити на основу расположивих података о бројању саобраћаја и стручном процјеном, са предвидивим годишњим порастом, а без посебних истраживања.

Код прорачуна пропусне моћи путног профила утврђује се мјеродавно саобраћајно оптерећење $Q_{h\ mer}$ (број возила у n-томе часу). Када је „n“ за поједину врсту путева или званично прописан или дефинисан у пројектном задатку, он се одређује саобраћајном студијом.

Уколико одређивање $Q_{h\ mer}$ путем саобраћајне студије није прописано, нити је затражено пројектним задатком, мјеродавно саобраћајно оптерећење може се одредити преко фактора n-тог часа (FNČ) и PGDS-a.

$$Q_{h\ mer} = FN\check{C} \cdot PGDS.$$

За поједине врсте путева FNČ су дати у табели 5. Вриједности, наведене у табели, се примјењују у зависности од саобраћајног и економског карактера појединог пута у складу са стручном процјеном. Стручна процјена и њена оправданост саставни су дио одговарајуће пројектне документације.

Табела 5. Оквирне вриједности FNČ у процентима PGDS

Врста пута	FNČ [% PGDS]
путеви за даљинско повезивање	12-16
међуградски путеви (изван насеља)	10-14
приградски путеви (и даљински)	9-11
градски путеви (осим приступних)	8-10

На путевима са различитим (карактеристичним) годишњим и дневним осцилацијама у саобраћају, $Q_{h\ mer}$ мора бити посебно стручно одређено у оквиру пројектне документације (сезонски саобраћај, туристички путеви, улице).

На путевима са израженим сезонским саобраћајем, уколико обим саобраћаја у сезони прелази просјечну вредност за више од 50 %, прикупљање саобраћајних података и прорачуни протока се изводе одвојено за сезонски и вансезонски обим саобраћаја. Због економичности изградње препоручује се, да се, у сезонском периоду, у обзир узме нижи ниво услуге од задатог или 10-20 km/h нижа брзина путовања од планиране на одређеном путу. Ова препорука се може примјенити на путеве са више саобраћајних трака са раздвојеним

коловозима (аутопутеви и брзи путеви) само у екстремним случајевима и уз посебно документовано образложење.

2.2.5. Плански период

Геометријски пројекат нових путева заснива се на прогнози мјеродавног саобраћајног оптерећења за период 20 година после завршетка изградње пута. Прогнозирано оптерећење добија се саобраћајном студијом, анализирањем садашњег обима саобраћаја и дефинисањем параметара који утичу на (обично годишњи) степен повећања саобраћајног оптерећења до краја планског раздобља (саобраћајне прогнозе).

У оправданим случајевима, нарочито када је у траси пута предвиђена изградња тунела (практично немогуће увећање профила у тунелу), препоручује се да се у обзир узме период дужи од 20 година. Продужење планског раздобља мора претходно да одобри инвеститор, те оно мора бити наведено у пројектном задатку.

Када се ради о реконструкцији или потпуној санацији пута или главне раскрснице, планско раздобље за одређивање мјеродавног саобраћајног оптерећења износи 10 година по завршетку предвиђених радова, уколико инвеститор или надлежни орган не одреде дужи период.

Уколико се изводе друге врсте мјера (обнова, побољшање појединих саставних дијелова трупа пута) планско раздобље може бити и краће, али не мање од 5 година по завршетку примјене мјера.

Уколико се изградња пута врши у фазама, пројектом се предвиђају мјере, којима ће се обезбиједити несметано функционисање направа за одводњавање у току трајања одређене фазе. Није дозвољена примјена никаквих мјера у вези са попречним профилем пута које би умањиле безбједност саобраћаја. Век трајања поједине фазе утврђује се прорачуном пропусности.

2.3. Пропусна моћ пута

Пропусна моћ пута представља максималну количину возила у саобраћајном току при којој одређена врста пута обезбјеђује одређени ниво услуге.

Критеријум за одвијање путног саобраћаја се утврђује на основу нивоа услуге (NU) који се одређује у зависности од мјера успешности различитих врста путева (табела 6). NU се одређује у односу на ометање возила у саобраћајном току (концентрација саобраћајног тока) и у складу са просјечном брзином путовања. За израчунавање пропусности и одређивање NU употребљава се Приручник о капацитету путева (Highway Capacity Manual, Transportation Research Board, Washington, D.C., SAD, 2000). Методологијом је дефинисано 6 нивоа услуге, и то: од А до Е (прихватљиво) и F (неприхватљиво-застоји). Употребу других метода треба посебно образложити.

Табела 6. Мјере успјешности различитих врста пута (квантитативни показатељи за одређивање NU)

Пут или врста саобраћаја	Мјера успјешности
аутопут, основна дионица	густина [JPV/km/саоб. трака]
аутопут, дужина уливања	просјечна брзина кретања [km/h]
аутопут, прикључци	ток [JPV/h]

пут са више саобраћајних трака	густина [JPV/km/саоб. трака]
пут са двије саобраћајне траке	просјечна брзина кретања [km/h] процент кашњења [%] ток [JPV/h]
семафоризоване раскрснице	Просјечно кашњење услед заустављања [с/возило]
несемафоризоване раскрснице	ниво засићења појединих смјерова X [%] број возила у реду у појединим смјеровима [возило] и дужина реда [m]
градске улице	просјечна брзина кретања [km/h]
станица за наплату путарине	ток [JPV/h] процент кашњења [%]
градски превоз путника	стопа заузетости [особа/сједиште]
пјешаци	расположиви простор [m ² /пјешак]

Капацитет пута, на граници између NU Е и F, представља максималан обим саобраћајног тока при коме се на путу још не појављују застоји. Овај капацитет је карактеристичан по веома ниској просјечној брзини кретања, која је, нарочито на путевима са вишом саобраћајном функцијом, према правилу, нижа од прописане за путеве виших категорија.

2.3.1. Дефинисани ниво услуге

Изградња новог пута или раскрснице или реконструкција постојећег пута или раскрснице се пројектује на основу елемената, којима се за тај пут или ту раскрсницу обезбјеђује постизање дефинисаног NU на крају планског периода (табела 7).

Табела 7. Препоручени и минималан NU зависности од функције пута на крају планског периода

Функција пута	Препоручени NU	Минималан NU
даљински пут	B	D
везни пут	C	E
сабирни пут	D	E
приступни пут	D	E

Ниво услуге је друштвено дефинисана вриједност, која одражава саобраћајну функцију и аспект економичности путног транспорта. За поједине категорије пута се утврђује наводом у управном акту државе и/или ентитета. До усвајања тог акта примјењују се вриједности дефинисане у овом документу.

Показатељи нивоа услуге на путевима са раздвојеним коловозима, прикључцима и раскрсницама су степени NU (A-E и F), док је просјечна брзина кретања показатељ нивоа услуге на коловозима са једном и двије саобраћајне траке.

На комплетној саобраћајној дионици, односно одсјечку пута са приближно истом величином и структуром саобраћаја, треба осигурати довољну пропусну моћ и задати ниво услуге. Одступање од претходног става може се дозволити само у случају ако се примјеном анализе "трошкови-корист" докаже даје то оправдано, с

тим да мјеродавно саобраћајно оптерећење на крају планског периода не пређе пропусну моћ пута (ново услуге Е). Мјеродавно саобраћајно оптерећење пута се одређује на основу одговарајућег вршног оптерећења (уобичајено 100-ти сат прогнозираног саобраћаја).

2.3.2. Саобраћајна анализа елемената пута

Анализом нивоа услуге, према квантитативним показатељима, проводе се следеће радње:

- провјера избора структуре и величине елемената пута у попречном профилу, те геометријских елемената осовине пута у виду задовољавања задатих или изабраних параметара вожње,
- упоређење варијанти,
- доношење одлуке о могућим интервенцијама у ситуационом плану и подужном профилу са циљем увећања експлоатационих ефеката (додатне траке, укрштања ван нивоа, смањење експлоатационих трошкова возила и сл) и
- доношење одлуке о могућим редукцијама елемената у ситуационом плану и подужном профилу са циљем увећања економичности грађења пута (прилагођавање елемената пута стварним саобраћајним потребама).

Ниво услуге се анализира за:

- отворену трасу (на одабраној деоници),
- поједине успоне (подужни нагиб успона и релевантна дужина),
- прикључке (на раздвајању, прикључку, траци за престројавање) и
- раскрснице.

Уколико се на основу анализе квантитативних показатеља NU добију вриједности које су знатно ниже од дефинисаних за одговарајућу категорију пута, потребно је или кориговање нивелете или увођење додатних саобраћајних трака на одређеној дионици, и то: на успонима или на дионици са увећаним обимом саобраћајног тока између двије раскрснице.

Уколико се на основу прорачуна основних показатеља NU за двотрачне двосмјерне путеве добију вриједности које су врло мало ниже од дефинисаних, тражени NU се може постићи повећањем димензија геометријских елемената осовине пута или променом димензија елемената у попречном профилу пута (ширина трака, удаљеност бочних сметњи).

Потреба за додатном саобраћајном траком на успону дефинише се анализом квантитативних показатеља нивоа услуге, који морају бити исти као и за трасу пута без успона. Код провјеравања нивоа услуге на дионици пута на којој је планирана додатна саобраћајна трака за спору вожњу, у подацима о саобраћају (за поједине смјерове у случају пута са раздвојеним коловозима по смјеровима) одузима се број, односно проценат тешких возила, која се крећу додатном траком.

Анализа нивоа услуге представља обавезну компоненту техничког извјештаја у:

- планерским студијама,
- фази генералног пројекта и
- фази израде идејног пројекта.

Анализа нивоа услуге у главном/извођачком пројекту обавезно се изводи у случајевима додатних интервенција у пројекту као последице обавеза прихваћених у фази доношења одлуке о одговарајућој планској документацији.

3. ОСНОВЕ ЗА ОДРЕЂИВАЊЕ ДИМЕНЗИЈА ЕЛЕМЕНАТА ПУТА

Елементи путева за саобраћај моторних возила и путева за мјешовити саобраћај одређују се према потребама саобраћаја моторних возила, односно димензионишу се на основу возно-динамичких параметара.

Избор услова за одређени пут се врши искључиво у оквиру поједине техничке групе. Могући изузеци, који су последица непредочене или неодређене намјене земљишта, морају бити предвиђени пројектним задатком и стручно приказани у пројекту.

Основни полазни услови се не смију мијењати приликом избора појединих геометријских и/или техничких елемената осовине пута и коловоза.

За саобраћајно најзахтјевније путеве (техничке групе А и В-ван насеља), одредбе које се односе на усклађеност геометријских елемената се не смију занемарити.

Скромнији полазни услови се употребљавају без посебних образложења уколико се пројектују путеви (улице) у густо насељеном подручју, а нарочито у густо насељеним урбаним центрима. Траса пута (улице) и његови (њени) елементи су, у том случају, у највећој мјери подређени просторним могућностима.

За туристичке путеве се, с обзиром на посебне околности, планским документом или пројектним задатком, одређује које услове је потребно узети у обзир (услове групе В или С-прилагођавање задовољавања саобраћајних потреба могућностима простора). У појединим случајевима, пројектним задатком може бити одређено да се обезбјеђује само превозност (група D).

3.1. Врсте елемената пута

Основни пројектни елементи пута су:

- геометријски елементи осовине пута у ситуационом плану и подужном профилу и
- елементи попречног профила.

Елементи пута се комбинују и димензионишу у складу са Законом о путевима, овим документом и општим стручним методама. Уколико то захтијевају просторни услови или у случају посебне намјене пута, која није предвиђена овим документом могуће је употријебити и друга рјешења. Наведена алтернативна рјешења морају бити стручно утемељена за сваки појединачни случај.

3.2. Утицај учесника у саобраћају

У циљу обезбјеђења рационалног избора елемената пута, путеви са различитим саобраћајним функцијама се димензионишу узимајући у обзир разлике између корисника. Карактеристике корисника и њихов утицај на димензионисање су наведене у табели 8.

Табела 8. Психофизички фактори и психолошка ограничења возача и њихов утицај на димензионисање елемената пута

Врста фактора	Пројектни елементи пута
поље прегледности	дужина дионице и правцу, саобраћајна сигнализација
вријеме реакције	зауставна дужина
бочно убрзање	минималне димензије елемената ситуационог плана
бочни удар	минимална дужина прелазне кривине
подужно убрзање	промјена брзине
подужни удар ¹	слободно кочење

¹ подужни удар (интензивно кочење) се не узима у обзир приликом израчунавања зауставних дужина

Приликом одређивања нивоа удобности возача и путника у обзир се узимају сљедеће величине:

- Поље прегледности представља подручје које возач обухвата једним погледом. Границе поља прегледности се одређују на основу ширине (угла) и дубине (дужине) погледа, који се у току кретања мијењају. У склопу поља прегледности разликују се сљедеће површине:

- оштра видљивост, угао $\alpha=3-5^\circ$,
- релативна видљивост, угао $\beta=10-15^\circ$ и
- периферна видљивост, угао $\gamma=120-180^\circ$.

Нормална оштра видљивост, даљина прегледности L_α [м] се одређује на основу сљедеће једначине:

$$L_\alpha = t_\alpha \cdot v_v \approx 4 \cdot V_v$$

гдје је:

- t_α - вријеме војње са највећом оштрином, 12-14 s,
- V_v - брзина војње у m/s и
- V_v - брзина војње у km/h;

- Вријеме реакције t_r [s] треба да износи између 0,7 и 2,5 секунде. Наведено вријеме се узима у обзир приликом димензионисања зауставне прегледности. Приликом пројектовања пута, а с обзиром на врсту типичних корисника, у обзир се узимају сљедеће вриједности:

- нормална 2,0 s,
- прихватљива 1,5 s и
- у изузетним случајевима 1,0 s

Вријеме реакције, које се узима у обзир, може да буде краће или чак може да се искључи у случају да се ради о путевима са честим корисницима ($t_r=1,5$ с) и са трајно постављеним препрекама (раскрснице, прелази, остале физичке препреке) на које је возач упозорен саобраћајним знацима;

- Бочно убрзање a_r [m/s²], које условљава удобност војње, износи:

- за удобну војњу до 2,5 m/s²,

- за прихватљиву вожњу до $3,0 \text{ m/s}^2$ и
- горња гранична вриједност $3,5 \text{ m/s}^2$;
- Бочни удар x_p (промјена убрзања) [m/s^3] се узима у обзир у границама $0,30 \leq x_p \leq 0,95$, с тим да главна вриједност износи $0,5 \text{ m/s}^3$;
- Подужно убрзање a_T [m/s^2], које условљава удобност вожње, износи:
 - за удобну вожњу до $2,65 \text{ m/s}^2$,
 - за неудобну вожњу до $3,45 \text{ m/s}^2$ и
 - за посебне услове вожње $4,25 \text{ m/s}^2$;
- Подужни удар x_T (промјена убрзања) је ограничен вриједношћу $\max x_T = 2,5 \text{ m/s}^3$.

3.3. Брзина

Брзина је возно-динамичка величина од које зависе удобност вожње и безбједност путног саобраћаја. При пројектовању путева у обзир се узимају следеће врсте брзина:

- брзина вожње (V_v) представља стварну брзину кретања возила на коловозу,
- дозвољена брзина вожње (V_{doz}) је брзина која је законом или управним ограничењем одређена на путу или дионици пута,
- брзина путовања (V_{put}) представља просјечну брзину вожње коју возила достижу на одређеном путу,
- дефинисана/планирана брзина путовања (V_{pl}) представља просјечну брзину вожње, коју возила треба да достигну на одређеном путу на крају планског раздобља, и која представља релевантну брзину за димензионисање нормалног попречног профила, као и геометријских и техничких елемената пута,
- предвиђена брзина (V_{pred}) је рачунска брзина која је одређена за поједине категорије пута с обзиром на саобраћајну функцију и услове простора кроз који пут пролази, и на основу ове брзине се врши процјена димензија елемената пута; по правилу, за комплетан потез трасе се одређује иста вриједност предвиђене брзине,
- пројектна брзина (V_{proj}) је брзина кретања возила у слободном саобраћајном току по чистом и мокрој коловозу (брзина слободног тока $V_{85\%}$), коју омогућавају поједини геометријски и технички елементи пројектованог или постојећег пута, а употребљава се као рачунска брзина за анализе безбједности саобраћаја, као и за исправке појединих елемената пута; пројектна брзина не може бити мања од предвиђене брзине (V_{pred}), а њена највећа вриједност не смије бити виша од највеће законом или управним ограничењем дозвољене брзине вожње на путу или дионици пута (V_{doz}) и
- брзина у бочном смјеру (V_{rad}) представља брзину кретања возила у бочном смјеру при промјени саобраћајних трака.

Рачунска брзина (V_r) је свака брзина која се употребљава за одређивање или прорачун техничких елемената пута

3.3.1. Процјена пројектне брзине

Пројектна брзина се процјењује анализом појединих елемената пута. У пројекту се приказује као профил пројектне брзине, а одређује се на основу примјењених елемената ситуационог плана и подужног профила. Мјеродавна пројектна брзина за одређену локацију на траси једнака је вриједности мање од двије овако одређене величине. Утврђена брзина не смије да буде виша од максималне дозвољене брзине кретања на датом путу. Анализа се, у пројекту, изводи за путеве који припадају групи А и за путеве из групе В, гдје предвиђена брзина прелази 70 km/h .

Уколико посебном анализом није другачије одређено, примјењује се следеће:

- за двосмјерне путеве са одвојеним коловозима, гдје је $V_{pred} < V_{doz}$

$$V_{proj} = V_{pred} + 10 \text{ km/h} \text{ за изразито закривљену трасу или}$$

$$V_{proj} = V_{pred} + 20 \text{ km/h} \text{ за опружену трасу;}$$

- за двосмјерне путеве са једним коловозом, гдје је $V_{pred} < V_{doz}$

$$\max V_{proj} = V_{doz} \text{ за поједину врсту или категорију пута или}$$

$$\max V_{proj} = V_{pred} .$$

Разлика пројектне и предвиђене брзине не смије бити већа од 20 km/h. Ако је разлика:

$$V_{proj} - V_{pred} \geq 20 \text{ km/h} ,$$

потребно је провјерити оправданост усвојене вриједности предвиђене брзине и исту повећати или смањити пројектну брзину корекцијом трасе како би разлика била у границама:

$$V_{proj} - V_{pred} \leq 20 \text{ km/h} .$$

3.3.2. Брзина у бочном смјеру

Брзина у бочном смјеру је рачунска величина, којом се израчунава дужина прелазног подручја приликом промјене саобраћајних трака. Зависи од ширине између саобраћајних трака, брзине вожње и од тока трасе пута (у правцу, у кривини).

Уколико посебним условима није одређено, примјењују се следеће вриједности:

- блага 0,7 m/s за $V_v > 70 \text{ km/h}$, за тешка возила, путеве у кривини и
- прихватљива 1,0 m/s за $V_v \leq 70 \text{ km/h}$, за путничка возила, путеве у правцу.

3.3.3. Промјена брзине кретања

Приликом промјене брзине кретања возила у обзир се узимају следеће просјечне вриједности:

- убрзање

- путничка возила 0,50-1,50 m/s² и
- теретна возила 0,30-0,75 m/s²;

- пасивно кочење (кочење мотором)

- путничка возила 0,50-0,82 m/s² за $V_v = 60-100 \text{ km/h}$ и
0,66 m/s² просјечно за $V_v = 80 \text{ km/h}$;

- активно кочење (кочење кочницама)

- путничка возила 3,75-2,94 m/s² за $V_v = 60-100 \text{ km/h}$ и
3,31 m/s² просјечно за $V_v = 80 \text{ km/h}$;
- теретна возила 1,50 m/s².

Наведене вриједности су оријентационе и намијењене су искључиво за испитивање прихватљивости количина, које су израчунате за поједине случајеве употребом различитих основа (за анализе безбједности саобраћаја).

3.4. Отпорност на клизање

Прионљивост на коловоз се изражава коефицијентом трења клизања (КТК или μ_r) између коловоза и гума. Приликом димензионисања елемената пута, усваја се КТК који осигурава безбједност саобраћаја за 95 % узорака асфалтног коловоза и возила, на чистом и мокром коловозу. Наведена вриједност се одређује емпиријски, са гумама одобреним од стране PIARC-а (Perment International Association of ROAD Congresses), и исказује сљедећом једначином:

$$f_{t \max} = \mu_g = 0,2 \cdot \left(\frac{V_v}{100}\right)^2 - 0,629 \cdot \frac{V_v}{100} + 0,637.$$

КТК се употребљава за димензионисање елемената који су подијелени на попречне (f_T) и радијалне (f_R). За максималну вриједност КТК, у оба смјера, примјењују се сљедећи односи:

$$f_{T \max} = f_{t \max} \quad f_{R \max} = n \cdot f_{t \max}$$

гдје коефицијент n зависи од брзине, а примјењује се сљедећа једначина:

$$n = 0,873 + 10,3 \cdot 10^{-4} \cdot V_v.$$

У посебним случајевима (анализама) може бити утврђена различита вриједност $f_{r \max}$, примјеном одговарајуће стручне процјене. Уопштено, дозвољена је употреба количника $n=0,925$ за одређивање $f_{r \max}$ који одговара брзини вожње од 50 km/h.

За обе компоненте КТК примјењује се сљедеће:

$$f_t^2 = f_T^2 + f_R^2$$

Коришћење КТК у попречном смјеру је дозвољено само до обима којим се обезбјеђује да његове преостале вриједности не представљају опасност за безбједност саобраћаја, с обзиром на кочење на истом геометријском елементу пута. Ниво искоришћености доз $f_{r \max}$ је такође дефинисан граничним вриједностима типичних карактеристика корисника пута (возачи и путници у возилима), те може да се разликује у различитим условима.

доз $f_{T \max}$ може у потпуности бити искоришћен за израчунавање зауставних дужина.

Возно-динамичке вриједности, које треба поштовати у циљу осигурања саобраћајне безбједности, и које дозвољавају кретање возила изабраном брзином вожње на путевима који су димензионисани према возно-динамичким захтјевима, наведене су у табели 9. Ниво искоришћености КТК, који се употребљава за одређивање радијуса хоризонталног кружног лука, приказан је у односу на максимални и минимални попречни нагиб коловоза.

Табела 9. Возно-динамички услови

Техничка група	доз $f_{r \max}$ при		Максималан попречни нагиб коловоза ¹	Прелазна кривина	Редослијед кружних лукова	Вријеме реакције τ_r [s]	Претицајна прегледност
	q_{\max}	q_{\min}	q_{\max}				
А	50 %	10 %	7 (8) %	обавезна	обавезно	2,0 s	потребна
Б-ван насеља	60 %	30 %	7 (8) %	обавезна	обавезно	1,5 s	препоручена

Техничка група	доз $f_{r \max}$ при		Максималан попречни нагиб коловоза ¹	Прелазна кривина	Редослијед кружних лукова	Вријеме реакције τ_r [s]	Претицајна прегледност
	q_{\max}	q_{\min}	q_{\max}				
Б-у оквиру насеља	60 %	30 %	5 (7) %	обавезна	препоручено	1,5 s	није потребна
Ц	70 %	50 %	5 (7) %	препоручена	није обавезно	1,5 s	није потребна
Д	70 %	50 %	5 (7) %	препоручена	-	-	-

¹ вриједности у загради се примјењују за обнову или реконструкцију постојећих путева

Дозвољене вриједности коефицијента трења (доз $f_{r \max}$) за дефинисање односа између димензија елемената пута и брзине кретања наведене су у табели 10. Вриједности $f_{T \max}$ и $f_{r \max}$ су наведене за чист и мокар коловоз, са хабајућим слојем израђеним од кречњачких камених агрегата, док су вриједности $f_{T 50 \%}$ наведене за слојеве израђене од еруптивних агрегата. За коловозе израђене од другачијих материјала коефицијент трења треба одредити за сваки појединачни случај.

Табела 10. Дозвољене (максималне) вриједности коефицијента трења за прорачунавање елемената пута

Коефицијет трења	Брзина вожње V_v [km/h]											
		40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
$f_{T \max}$	[-]	0,4 2	0,3 7	0,3 3	0,3 0	0,2 6	0,2 3	0,2 1	0,1 9	0,1 7	0,1 6	0,1 5
$f_{r \max}$	[-]	0,3 81	0,3 45	0,3 10	0,2 79	0,2 50	0,2 25	0,2 03	0,1 87	0,1 69	0,1 61	0,1 51
$f_{T 50 \%}$	[-]	0,5 10	0,4 80	0,4 60	0,4 30	0,4 10	0,3 90	0,3 70	0,3 53	0,3 38	0,3 25	0,3 13

За прорачунавање дужине кочења и заустављања у начелу се примјењује укупна (максимална) дозвољена вриједност коефицијента трења, док се за израчунавање граничних радијуса хоризонталних кружних лукова (R_{\min} , R_g) примјењују односи наведени у табели 11.

3.5. Граничне вриједности возно-динамичких параметара

Саобраћајне површине и граничне вриједности возно-динамичких параметара, које омогућавају извођење саобраћајних функција у одређеним границама, представљене су у табели 11.

Табела 11. Основне саобраћајне и возно-динамичке карактеристике путева који припадају различитим техничким групама

Техничка група	Стандардне карактеристике за пројектовање и функционисање путева											
	врста саобраћаја	V_{doz} [km/h]	V_{put}^1 [km/h]	коловоз	раскрсница ²	могућа предвиђена брзина ^{3, 4} V_{pred} [km/h]						
ван насеља												
А	моторни	130	80-100	одвојени смјерови	у више нивоа	130	120	110	100			
	моторни	90	60-80	двосмјерни	у више нивоа					90	80	
А	моторни	100	70-90	одвојени смјерови	у више нивоа			110	100	90	80	
	мјешовити	90	50-70	двосмјерни	у нивоу канал.					90	80	70 60
Б	мјешовити	100	60-80	одвојени смјерови	у нивоу канал.			90	80	70	60	
	мјешовити	90	50-70	двосмјерни	у нивоу канал.			90	80	70	60	50 40
Б, Ц	туристички	70	специф.	двосмјерни	у нивоу опр.					70	60	50 40
Б	мјешовити	70	40-60	двосмјерни	у нивоу опр.					70	60	50 40
Ц	локални	70	-	двосмјерни	у нивоу мин.						60	50 40
Д	приступ	50	-	двосмјерни	у нивоу без	није одређена-функција превозности						
у насељу												
А	моторни	100	60-90	одвојени смјерови	у више нивоа		100	90	80			
	моторни	90	50-70	двосмјерни	у више нивоа			90	80	70	60	50

3.7. Утицај околине пута на димензије елемената пута

С обзиром на оптерећење и намјену земљишта у подручју кроз које пут пролази, потребно је разликовати:

- градска подручја (густо изграђена),
- приградска и сеоска подручја (ријетке зграде, појединачни објекти, индустријски комплекси и сл) и
- остала подручја (углавном неизграђена подручја, шуме, пољопривредне површине, паркови и сл).

Ако пут пролази кроз подручја са различитом намјеном земљишта, иста дионица пута може, уколико то дозвољавају услови за обезбјеђење функционалности, бити предвиђена за измјењену структуру корисника. Такође, могу се измјенити технички и геометријски елементи пута. Сваки прелазни дио предметне дионице пута мора бити технички посебно пажљиво планиран, и, уколико је потребно, морају бити предвиђени посебни саобраћајни знаци. Потребно је нарочито пажљиво испланирати оне дијелове пута на којима се мијења ограничење брзине кретања, величина геометријских елемената и нормалан попречни профил.

3.8. Улазни параметри за одређивање димензија елемената пута

3.8.1. Пuteви техничких група А, В и С

Димензије елемената пута одређују се на основу:

- техничке групе пута,
- предвиђене брзине (V_{pred}) и
- дефинисаног нивоа услуге који је потребно обезбиједити на путу одређене категорије на крају планског раздобља (густина саобраћајног тока на једносмјерним коловозима и просјечна брзина путовања (V_{put}) на двосмјерним коловозима).

За предвиђену брзину бира се највиша вриједност од оних наведених у табели 11. Приликом избора елемената трасе потребно је постићи највећу могућу усклађеност са просторним елементима, као и рационалност при планирању. За ту намјену, у табели 11, су наведене и ниже могуће предвиђене брзине, које се употребљавају у случају:

- захтјевних просторних услова (намјена простора, природне карактеристике, културно наслеђе, урбана средина, избјегавање претјераних интервенција у простору, смањење могућих утицаја пута),
- захтјевних облика рељефа (велике висинске разлике, велика разнородност),
- захтјевних инжењерско-геолошких и геотехничких услова или
- других разлога, из којих би изградња пута са највишом могућом предвиђеном брзином била просторно неприхватљива и/или прескупа у поређењу са предвиђеном функцијом пута и саобраћајем на путу. Свако одступање мора бити додатно образложено и стручно утемељено у пројекту пута.

Према врсти терена на којима се пројектују јавни путеви усвајају се степени ограничења дефинисани у табели 12, а у односу на степене ограничења препоручују се вриједности предвиђене брзине за поједине техничке групе путева (табела 13).

Табела 12. Степени ограничења у односу на врсту терена

Врста терена	Степен ограничења
--------------	-------------------

Врста терена	Степен ограничења
равничарски	I без ограничења
брежуљкаст	II незнатно ограничење
брдовит	III знатно ограничење
планински	IV велико ограничење

Табела 13. Препоручене вриједности предвиђене брзине у односу на степен ограничења

Техничка група	Степен ограничења			
	I	II	III	IV
A	110-130	100	80-90	60-70
B	100	90	70-80	40-60
Ц	70-80	60	50	40

За техничку групу А, као и за путеве са већим саобраћајним оптерећењем из саобраћајне групе В (када је $V_{pred}=V_{doz}$), димензије елемената пута је потребно одредити с обзиром на пројектну брзину.

Приликом уређења краће дионице одређеног пута (главни дио пута је претходно већ уређен), потребно је предвидјети димензије елемената пута, које су већ употребљене на сусједној, већ завршеној дионици (континуитет уређења), изузев у случају да је планском документацијом предвиђено другачије или у случају да се очекује саобраћајно оптерећење које је знатно веће или мање од оног на сусједној, већ завршеној дионици. Наведено питање мора бити дефинисано пројектним задатком.

Ширина и састав елемената нормалног попречног профила мора бити одређена на основу предвиђене брзине и врсте корисника пута (возила, пјешаци, бициклисти), као и на основу саобраћајног оптерећења (капацитет и структура возила и пројектовано оптерећење по часу). Димензије елемената нормалног попречног профила и саобраћајна опрема морају бити једнаке оним одређеним за поједине техничке групе путева, као и за врсту саобраћаја на путу. Ширине појединачних елемената попречног профила су стандардизоване и у складу су са димензијама наведеним у овом документу. Одступања су могућа само у посебним случајевима, који су утврђени одговарајућим законима о просторном планирању и који су посебно наведени у пројектном задатку.

3.8.2.Путеви техничке групе D

На путевима који припадају техничкој групи D могуће је изоставити одређивање димензија геометријских елемената у зависности од предвиђене брзине. У циљу осигурања безбједности саобраћаја на таквим путевима, приликом одређивања техничких елемената у обзир се узима сљедеће:

- нормалан попречни профил се одређује с обзиром на типичне кориснике, при чему су ширине саобраћајних трака мање од стандардизованих за јавне путеве,
- највиша брзина вожње на тим путевима износи до 50 km/h, а највећи попречни нагиб коловоза, по правилу, не прелази 5 %,

- препоручује се употреба одредби за одређивање димензија елемената коловоза, које су важеће за техничку групу С,
- попречни нагиб и дужину прегледности на поједином кружном луку треба одредити с обзиром на процјењену брзину вожње на датом луку,
- када се међу сусједним кружним луковима утврде знатне разлике између могуће брзине вожње, попречни нагиб већег лука треба одредити на основу брзине која је могућа на кружном луку мањег радијуса,
- када се опружене дионице (праве или лукови $R > 400$ m), дуже од 200 m, појаве између појединих група три или више кружних лукова, елементе поједине групе лукова потребно је одредити узимајући у обзир брзину која се примјењује за најмањи кружни лук унутар одређене групе са највећим попречним нагибом и
- на поједним трасама могуће је постављање група лукова различитих брзина, али истог нормалног попречног профила; уколико су изразита одступања брзина између сусједних група лукова ($\Delta V \geq 20$ km/h) то је потребно посебно означити вертикалном саобраћајном сигнализацијом.

Ако је предвиђено пројектним задатком и стручно утемељено у пројекту, поступак наведен у претходној ставци може да се уведе и за путеве из техничких група С и В-изван насеља, уколико просторни услови то диктирају.

3.8.3. Утицај резултујућег нагиба коловоза

Резултујући нагиб коловоза је векторска сума подужног и попречног нагиба. На дионицама пута гдје резултујући нагиб коловоза прелази максималну вриједност (могућа опасност од проклизавања усљед поледице на коловозу), морају се употријебити хоризонтални кружни лукови са ограниченим попречним нагибом коловоза који се одређује преко дијаграма на слици 1, а с обзиром на вриједност подужног нагиба за било коју од максималних вриједности резултујућег нагиба коловоза $\max q_{rez}$.

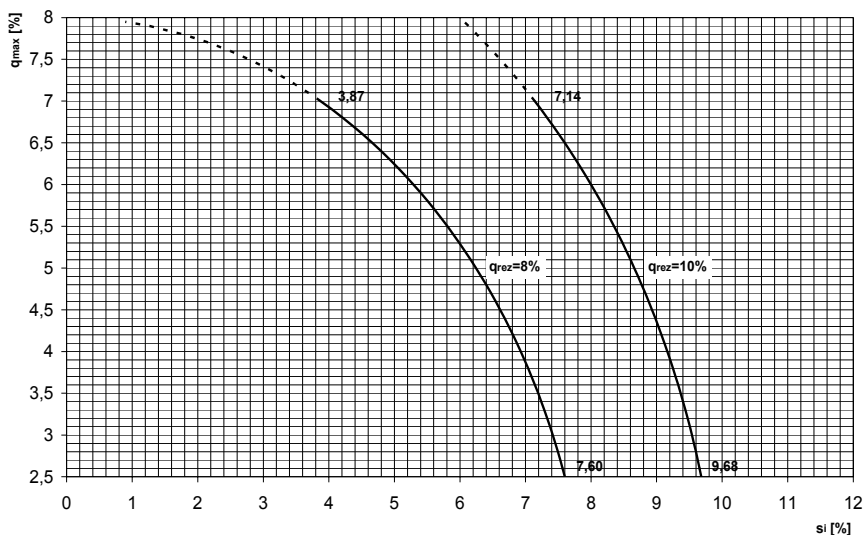
Максималне дозвољене вриједности резултујућег нагиба коловоза $\max q_{res}$ износе:

- 8 % на путевима техничке групе А са обимом саобраћаја преко 12.000 воз/дан и
- 10 % на путевима техничких група А и В-изван насеља, као и на другим путевима гдје обим саобраћаја прелази 5.000 воз/дан.

У изузетним случајевима је потребно предвидјети одговарајуће мјере заштите од проклизавања (обавеза строге контроле и одмрзавања, заштитне ограде, итд). На даљинским путевима је потребно пројектовати и излазе за принудно искључивање из саобраћаја.

Дефинисане услове није потребно испуњавати за подручја гдје је статистички доказано да се поледица не јавља.

Слика 1. Зависност максималног попречног нагиба коловоза q_{max} од подужног нагиба s_i при резултујућем нагибу коловоза $q_{rez}=8\%$ и $q_{rez}=10\%$



3.8.4. Утицај минималних величина нагиба на површинско одводњавање

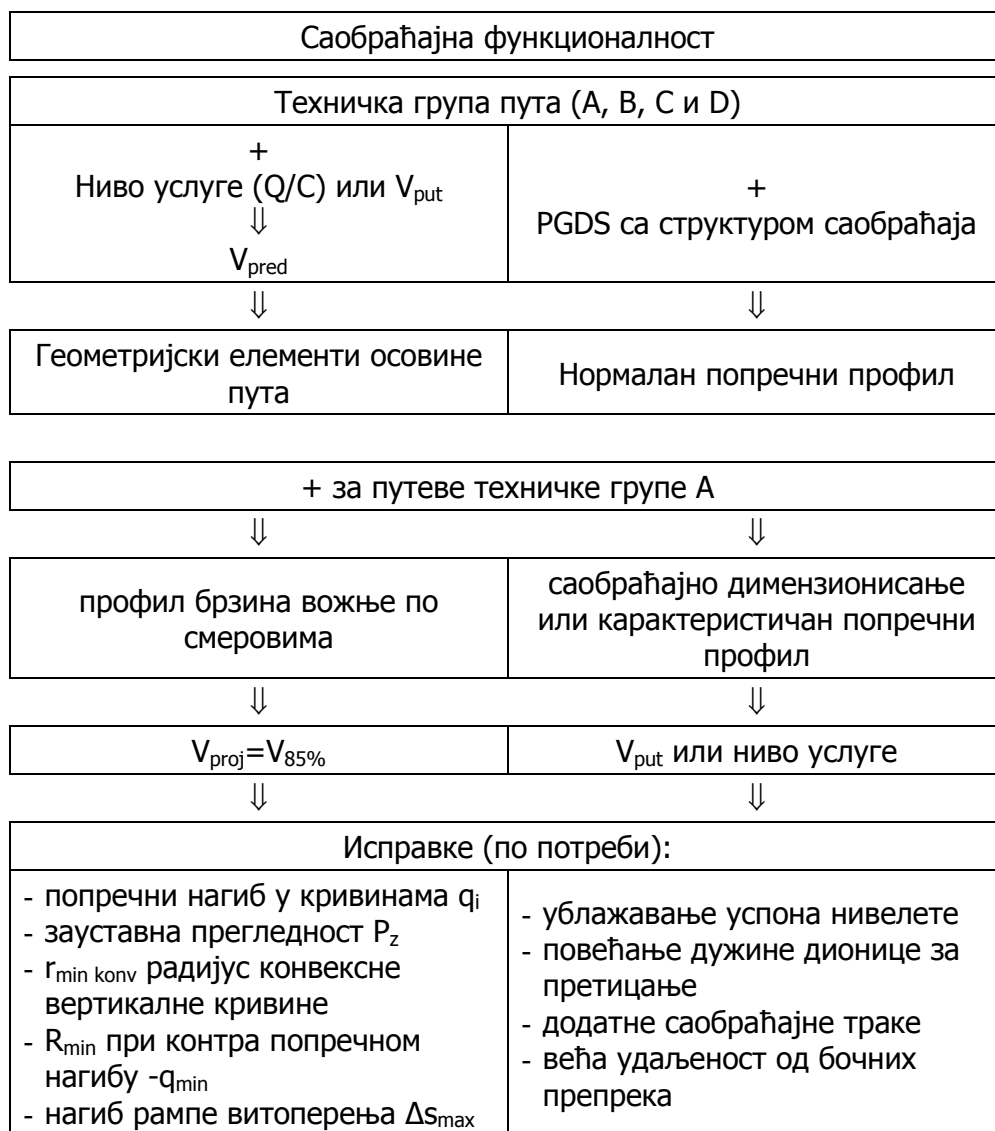
Приликом одређивања димензија техничких елемената (подужни нагиб коловоза) у обзир се узимају следећи минимални нагиби за одводњавање површинске воде помоћу направа за одводњавање:

- на цементно-бетонским површинама 0,2 %,
- на асфалтним површинама 0,3 % и
- на затрављеним површинама 0,5 %.

3.8.5. Поступак одређивања димензија елемената пута

Приликом израде пројекта пута, димензије елемената пута се одређују према редослиједу који је дефинисан на слици 2. За путеве за које је овим документом и/или другим техничким прописима одређено другачије могуће је изоставити неки од наведених корака.

Слика 2. Редослијед одређивања димензија елемената пута



4. ПОПРЕЧНИ ПРОФИЛ

Попречни профил јавног пута је у најширем смислу труп пута представљен у попречном профилу са свим пратећим објектима. Попречни профил је прва полазна пројекција у пројектовању пута. Њиме се утврђују врста и димензије елемената пута, омеђују контуре будућег путног појаса и сагледавају експлоатациони и инвестициони ефекти који се могу јавити као последица примјених рјешења у том профилу.

Попречни профил пута треба да буде рационално пројектован и одређен тако да, у оквиру предвиђеног саобраћајног оптерећења, омогућава нормалне услове за вожњу и слободан ток саобраћаја.

При избору елемената попречног профила у обзир се узима следеће:

- брзина, структура, густина и временска расподјела предвиђеног саобраћајног оптерећења,
- димензије изабраног мјеродавног возила,
- број очекиваних сусретања возила,
- саобраћајни значај и функција пута,
- економичност,
- топографија терена,
- заштита животне средине и
- потребе зимске службе.

4.1. Саобраћајни и слободан профил

4.1.1. Саобраћајни профил

Саобраћајни профил осигурава несметано одвојање саобраћаја и, у подручју изнад коловоза, састоји се од:

- профила мјеродавног возила,
- подручја потребног за маневрисање возила у кривинама и правцу и
- сигурносног простора између возила.

Одређени наведени елементи се такође примјењују на саобраћајни профил бицикличке стазе, као и на комбинацију бицикличке и пјешачке стазе.

Саобраћајни профил се, по ширини, састоји од саобраћајних и ивичних трака, сигурносног простора и саобраћајних трака и сигурносног простора за бициклисте и пјешаке (углавном у насељеним подручјима).

Висина саобраћајног профила за моторна возила износи 4,20 м. У саобраћајном профилу не смије бити, нити се у њега смију протезати било какве физичке препреке.

4.1.2. Слободан профил

Слободан профил је саобраћајни профилувећан за сигурносну ширину и висину.

Слободан профил мора бити ослобођен свих сталних физичких препрека, како не би дошло до ометања у кретању возила предвиђеном брзином, као и у кретању осталих корисника пута.

Елементи саобраћајних знакова и опреме могу се налазити у овом подручју изван саобраћајног профила, изузев оних чије димензије и постављање могу ограничити прегледност пута.

Сигурносна ширина b_z у слободном профилу зависи од V_{pred} (табела 14).

Табела 14. Сигурносна ширина у слободном профилу

V_{pred} [km/h]	<50	50-70	>70
b_z [m]	0,50	1,00	1,25

Сигурносне ширине на саобраћајним тракама се преклапају за различите кориснике, уколико се саобраћај на њима одвија у истом смјеру.

Уколико се саобраћај на саобраћајним тракама одвија у супротним смјеровима, тада је између саобраћајних профила двије сусједне саобраћајне траке потребно обезбиједити раздјелну траку:

- за саобраћајне траке које користе моторна возила 0,50 m и
- за остале саобраћајне траке 0,25 m.

Сигурносна висина изнад саобраћајног профила пута износи 0,50 m. На путевима који припадају техничким групама А и В-изван насеља, сигурносну висину треба увећати на 0,70 m, како би се омогућиле накнадне интервенције на путу (хабајући слој) или у посебним околностима (чишћење снијега плугом).

Слободна висина се увијек мјери од највише тачке коловоза у његовој коначној дебљини, при чему се води рачуна о евентуалном ојачању коловозне конструкције.

Сигурносна висина изнад саобраћајног профила тротоара и бицикличке стазе износи 0,25 m.

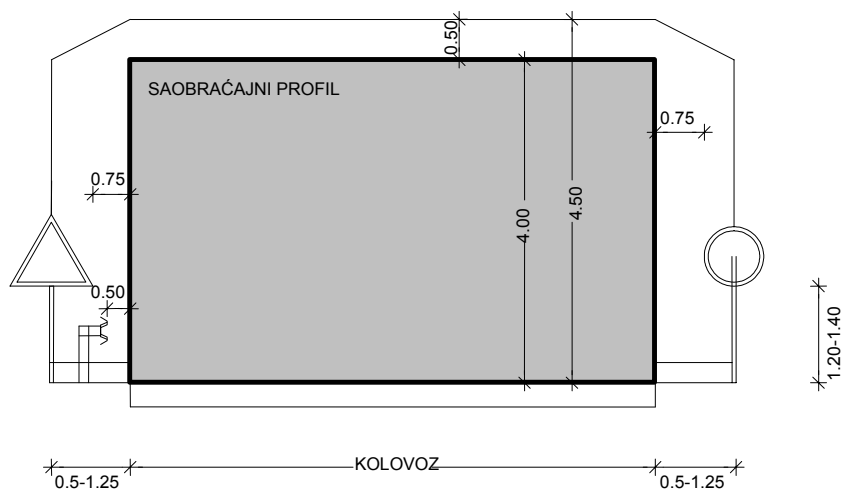
Изузетно ниски профили (<4,5 m) могу се употребљавати за одређена мјеродавна возила, али не на путевима који припадају техничким групама А и В-изван насеља. Нижи саобраћајни профил треба означити одговарајућим саобраћајним знацима и сигнализацијом. Исти услови се примјењују и за ширину слободног профила.

На путевима из техничке групе D, саобраћајни профил се одређује за (највеће) типично возило, које се креће одређеним путем.

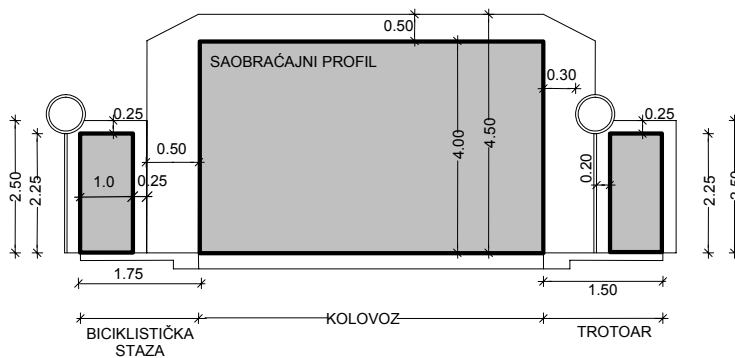
Уколико из оправданих разлога није могуће обезбиједити одговарајућу ширину бочних сигурносних трака, препреку треба заштитити сигурносном оградом. У том случају, као и у било којем другом, сигурносна ограда мора бити најмање 0,50 m удаљена од саобраћајног профила, односно ивице коловоза.

Облици и димензије саобраћајних и слободних профила представљени су на сликама 3-9.

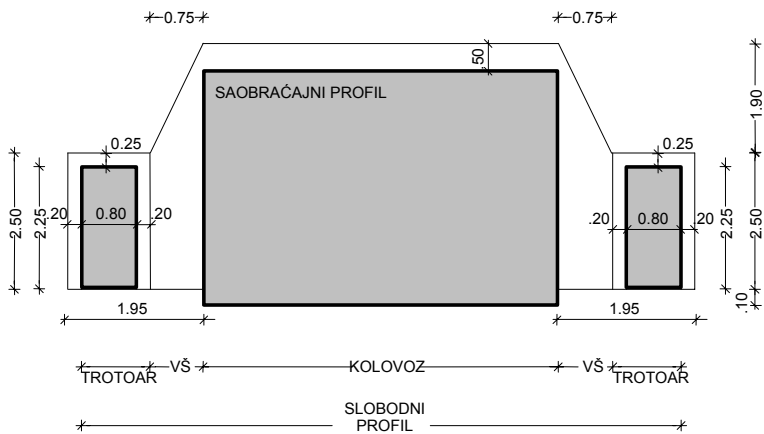
Слика 3. Саобраћајни и слободан профил изван насељених подручја



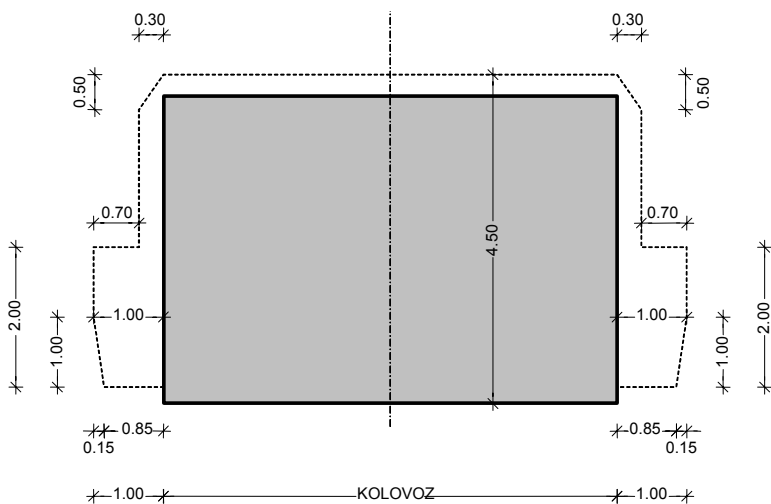
Слика 4. Саобраћајни и слободан профил у насељеним подручјима



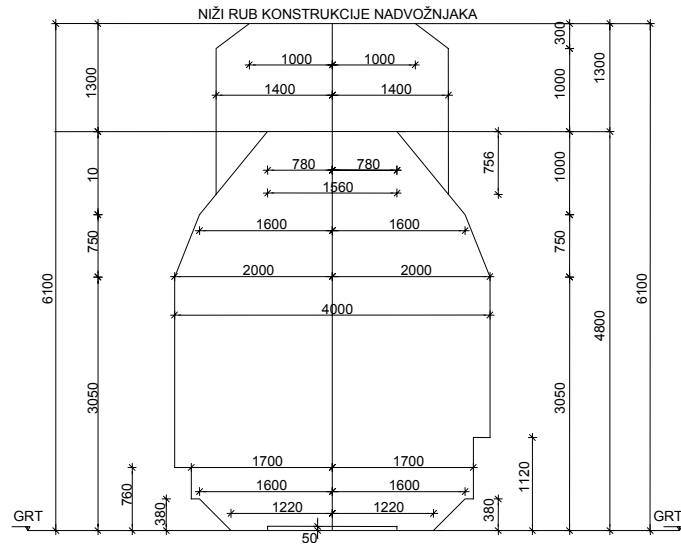
Слика 5. Саобраћајни и слободан профил на мостовима са пјешачком стазом



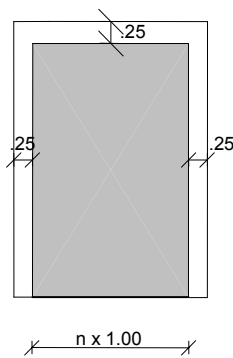
Слика 6. Саобраћајни и слободан профил у тунелима и галеријама



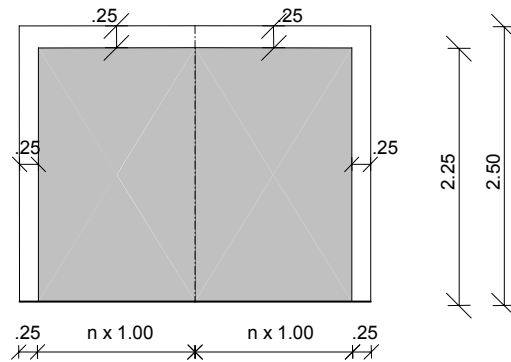
Слика 7. Саобраћајни и слободан профил изнад жељезнице



Слика 8. Саобраћајни и слободан профил једносмјерне (а) и двосмјерне (б) бицикличке стазе

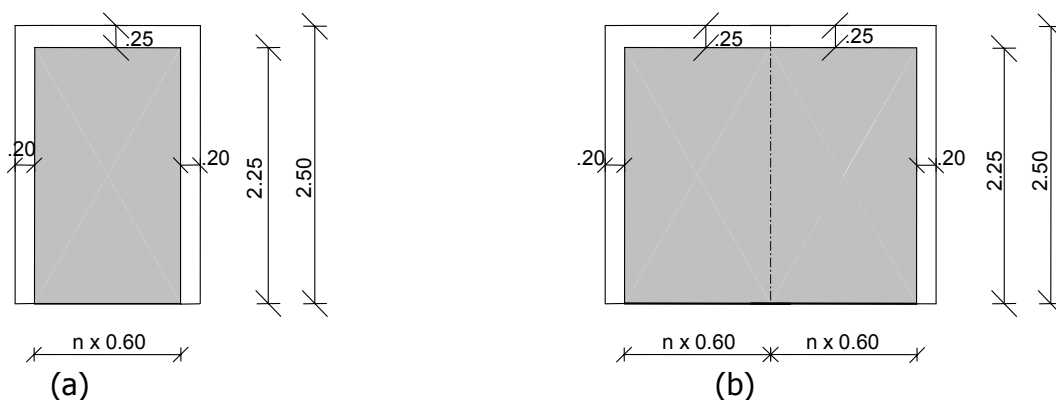


(а)



(б)

Слика 9. Саобраћајни и слободан профил једносмјерне (а) и двосмјерне (б) пјешачке стазе



4.2. Елементи попречног профила

Планум пута је дио путног појаса између унутрашњих ивица косина усјека или насипа и састоји се од:

- коловозних трака (саобраћајне траке за моторна возила, додатне траке, ивичне траке, зауставне траке) и
- пратећих површина коловоза, и то:
 - саобраћајних трака за немоторизоване учеснике (бициклисти, пјешаци, остало),
 - несаобраћајних трака (раздјелне траке између коловоза за супротне смјерове или између коловоза и других саобраћајних трака и саобраћајних трака предвиђених за мирујући саобраћај),
 - подужних површина за заштиту коловоза (банкине),
 - подужних површина за заштиту и обезбјеђење функционалности трасе пута (берме) и
 - објеката за подужно одводњавање пута (ивичњаци, риголи, закривљени канали).

4.2.1. Коловозне траке

Коловоз је дио планума пута намијењен у првом реду за саобраћај возила.

Коловозне траке се састоје од саобраћајних трака за возила и ивичних трака на којима мора бити обезбијеђено довољно простора за кретање возила (саобраћајни профил) и за саобраћајну безбједност (слободан профил). Саобраћајна трака својом ширином треба да омогући несметано кретање једног реда моторних возила предвиђеном брзином у једном смјеру.

Саобраћајне траке за моторна возила су:

- возне траке (једна, двије или више за један смјер),
- траке за претицање (једна за један смјер),
- додатне траке за спора возила и возне траке за посебне намјене (аутобус, такси) и
- додатне траке за излаз или приступ и престројавање (на приступним тачкама и раскрсницама).

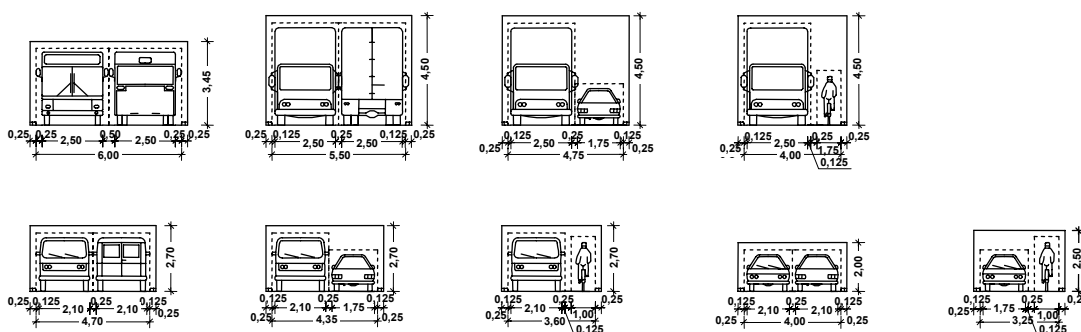
Ширине појединих саобраћајних трака су одређене брзином вожње и саобраћајним оптерећењем појединих учесника у саобраћају на путу. На ширину саобраћајне траке за моторни саобраћај утиче одабрано типично теретно возило и брзина вожње која се одражава на ширину подручја бочног кретања (табела 15).

Табела 15. Стандардне ширине саобраћајних трака (b_s) за слободан ток моторних возила

V_{pred} [km/h]	Ширина типичног возила [m]	Подручје бочног кретања [m]	Стандардна ширина саобраћајне траке [m]	Изузетна ширина коловозне траке [m]
30, 40 или 50	2,50	0,25	2,75	2,50
60 или 70	2,50	0,50	3,00	2,75
80 или 90	2,50	0,75	3,25	-
100 или 110	2,50	1,00	3,50	-
≥ 120	2,50	1,25	3,75	-

Код путева са елементима нижег стандарда (путеви са малим саобраћајним оптерећењем) стандардна ширина саобраћајне траке зависи од мјеродавног возила које се стално креће на одређеном путу (слика 10).

Слика 10. Димензије саобраћајних профила за конструкције типичних возила при веома ниским брзинама вожње (40 km/h) и малом саобраћајном оптерећењу



Уколико између два смјера вожње, на путевима са више од двије траке по смјеру, нема раздјелног појаса, између обје унутрашње саобраћајне траке потребно је предвидјети раздјелну траку ширине 0,50 m. Ширина раздјелног појаса или траке се додаје на ширину колосека и има индиректан утицај на одређивање димензија појединих геометријских и техничких елемената пута.

Ширина колосека, која индиректно утиче на одређивање димензија појединих геометријских и техничких елемената пута (дужину прелазне кривине, надвишење, итд), не обухвата следеће:

- додатне траке,
- ивичне траке,
- траке за принудно заустављање и
- заштитну траку уз уздигнути ивичњак, уколико је колосек локално оивичен.

Изузимајући зауставну траку, број возних трака у тунелу је исти као и изван њега. Било каква промјена у броју трака требало би да се догоди на довољној удаљености од тунелског портала, при чему је та удаљеност најмање једнака оној коју за 10 s прелази возило које се креће максималном дозвољеном брзином. Уколико ово онемогућују географски услови, треба предузети додатне и/или појачане мјере ради постизања већег степена безбједности.

У тунелима се примјењују ширине коловоза дефинисане у табели 16.

Табела 16. Ширине коловоза у тунелима

Број камиона и аутобуса/х	V _{proj} [km/h]		
	<50	50-80	80-100
<50	5,50	6,00	6,50
50-150	6,00	6,50	7,00
>150	6,50	7,00	7,50 (7,00) ¹

¹ двотрачни тунели са једносмјерним саобраћајем

4.2.1.1. Проширење коловоза

Коловоз се проширује у циљу обезбјеђења нормалне пролазности у кривинама и услед промјена у ширини и броју саобраћајних трака.

4.2.1.1.1. Димензије проширења

Димензије проширења (ширина и дужина) зависе од врсте типичног возила које редовно користи одређени пут (у кривинама) и од брзине вожње (промјена ширине саобраћајних трака).

Величина проширења коловоза у кривинама се одређује примјеном сљедеће формуле:

$$\Delta b = R_{ko} - \sqrt{(R_{ko}^2 - L_{op}^2)}$$

гдје је:

R_{ко} - најмањи полупречник круга окретања [m] и

L_{оп} - растојање од задње осовине до предњег најистуренијег дијела возила [m].

Растојање од задње осовине до предњег најистуренијег дијела возила за типична возила је приказано у табели 17.

Табела 17. Растојање од задње осовине до предњег најистуренијег дијела возила

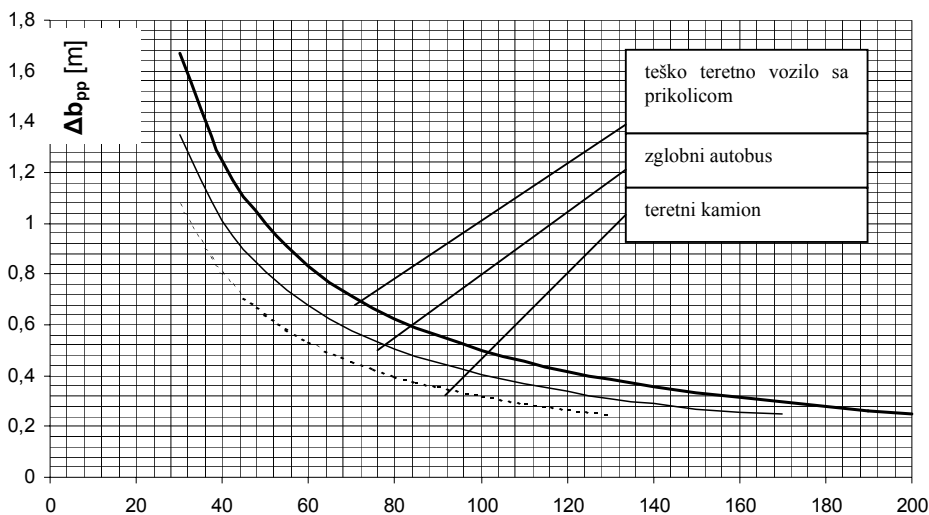
Врста возила	L _{оп} [m]
путничка возила	4,00
теретни камиони	8,00
тегљачи	10,00
аутобуси	8,50
аутобуси са зглобом	9,00

За кружне кривине код којих је R>30 м формула за одређивање величина проширења се поједностављује:

$$\Delta b = \frac{L_{op}^2}{2 \cdot R}$$

Димензије проширења Δb за појединачне коловозне траке могу се очитати са графикана на слици 11.

Слика 11. Проширење појединачних коловозних трака према врсти возила



Цјелокупно проширење коловоза одређује се на основу збира проширења за све саобраћајне траке на једном коловозу.

Проширење у кружним луковима са $R < 30$ м треба израчунати примјеном тачне формуле или:

- одредити на основу посебних табела у којима су наведене ширине равни за окретање,
- графички испитати на основу равни за окретање или
- употребом програма за одређивање трагова точкова.

Проширење се, по правилу, одређује за обје возне траке за исто мјеродавно возило. Евентуалну потребу одређивања проширења за мимоилажење два различита мјеродавна возила треба посебно образложити.

4.2.1.1.2. Изостављање или смањење величине проширења

Проширење саобраћајних трака на путевима код којих су коловози раздвојени по смјеровима је виртуелно немогуће услед великих радијуса лукова. Само у посебним случајевима, углавном за урбане путеве са више саобраћајних трака, проширење се изводи раздвојено. Стога, посебно за сваки случај, у обзир се узима мањи међусобни утицај два или више возила која се крећу у истом смјеру, структура саобраћаја и начин вожње, као и административне одредбе (забране, обавезе).

Из економских разлога, проширење се не изводи на путевима са двије саобраћајне траке, код којих укупна ширина коловоза износи $B \geq 6,00$ м, у сљедећа два случаја:

- уколико је број тешких возила мањи од 15 воз/дан;
- уколико цјелокупно проширење не прелази 0,50 м.

У случају да је укупна ширина коловоза $B > 6,00$ м, проширење треба смањити за разлику у ширини коловоза преко 6,00 м, а изоставља се ако цјелокупно проширење не прелази 0,30 м. Подручје утицаја радијуса кружног лука у том случају је $30 \text{ m} < R \leq 200 \text{ m}$.

Из економских разлога, проширење се не изводи на путевима са двије саобраћајне траке, код којих укупна ширина коловоза износи $5,00 \text{ m} < B \leq 6,00 \text{ m}$, а цјелокупно проширење не прелази 0,25 м. Подручје утицаја радијуса лука у том случају је $30 \text{ m} < R \leq 400 \text{ m}$.

Проширење коловоза у кривинама на путу са двије саобраћајне траке изван насељених подручја, чија укупна ширина коловоза износи $B \geq 4,75$ m није потребно, уколико наведени пут користе само путничка возила.

Проширење у кривинама је потребно на наведеним путевима, уколико прегледност у кривинама није обезбијеђена грађевинско-техничким средствима или саобраћајном опремом (огледала).

Проширење коловоза на мосту у подручју хоризонталних кривина треба, по могућности, извести у пуној вриједности по читавој дужини моста, а разликује се од путева код којих се обично изводи прелаз од нуле до пуне вриједности.

4.2.1.1.3. Извођење проширења у кривинама

Положај проширења

Проширење коловоза мора бити обезбијеђено на читавој дужини кружног лука. Коловоз може бити проширен:

- само са унутрашње стране кружног лука (дозвољено),
- са обје стране кружног лука (нормално) или
- само са вањске стране кружног лука (условно дозвољено).

У случају да се проширење изводи са обје стране коловоза, веће од оба проширења појединачне саобраћајне траке треба извести са унутрашње стране, уколико су у прорачунима у обзир узета различита типична возила. Овим поступком се омогућава очување линије осовине пута. Без обзира на ову одредбу, проширење са вањске стране кривине треба да буде ограничено и не смије, за клотоиду, прећи величину:

$$\Delta b = \frac{L^2}{24} = \frac{A^4}{24 \cdot R^2}$$

гдје је:

- L - дужина прелазне кривине [m] и
- A - параметар прелазне кривине [m].

У случају да је наведена величина премашена, премашени дио треба извести са унутрашње стране кривине.

Проширење коловоза само са вањске стране је дозвољено само у случају да се пројектом предвиђа одговарајућа динамика вожње и естетски изглед линије вањске проширене ивице коловоза до унутрашње проширене или непроширене ивице коловоза сусједног лука (прорачун осовине ивице коловоза на путевима који припадају техничкој групи А и ивица на путевима који припадају техничкој групи Б).

Уколико ситуационим планом пута није другачије одређено, средња раздјелна линија треба да буде исцртана на средини проширеног коловоза.

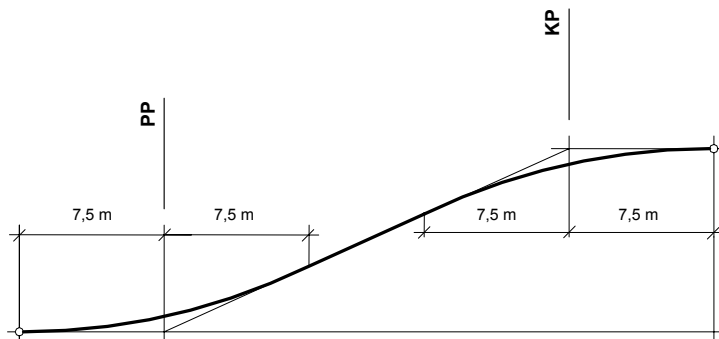
Извођење проширења

Проширење коловоза се изводи постепено на дужини прелазне кривине, изузев у случајевима дјелимичног или потпуног проширења са вањске стране кривине. У том случају прелаз се изводи у складу са дијелом Положај проширења.

На путевима из техничке групе А, почетни и завршни дијелови обавезно морају бити изведени заобљавањем, које за једну дужину премашује елементарне тачке прелазне кривине (РР-почетак прелазне кривине и КР-крај прелазне кривине), са

тангентама дужине 7,50 m (слика 12). За путеве који припадају техничкој групи В такво извођење се препоручује у случајевима када је коловоз оивичен.

Слика 12. Проширење са заобљавањем



Расподјела проширења кроз прелазну кривину, за једну возну траку се одређује према следећим изразима, а проширења се наносе нормално на рачунску осовину трасе:

$$\Delta b_i = \frac{\Delta b}{2} \cdot (1 - \cos x \cdot \pi)$$

гдје је:

□ b_i - величина проширења у тачки и [m] и

x - однос растојања тачке за коју се одређује проширење од почетка проширења (L_i) према укупној дужини на којој се врши проширење $x = L_i/L$, $0 < x \leq 1$.

Прелаз између два лука са проширеним коловозима који се налазе у истом смјеру треба извести у подручју средишње прелазне кривине. Из естетских разлога, лук или клотоида, која треба што је могуће више да слиједи линијски метод измјене проширења, морају бити укључени између оба лука ивица проширених коловоза.

Ако се осовина пута изводи без прелазних кривина (могућност у техничким групама С и D), прелаз треба извести као линијски на површини и дужини на којој се врши измјена попречног нагиба коловоза.

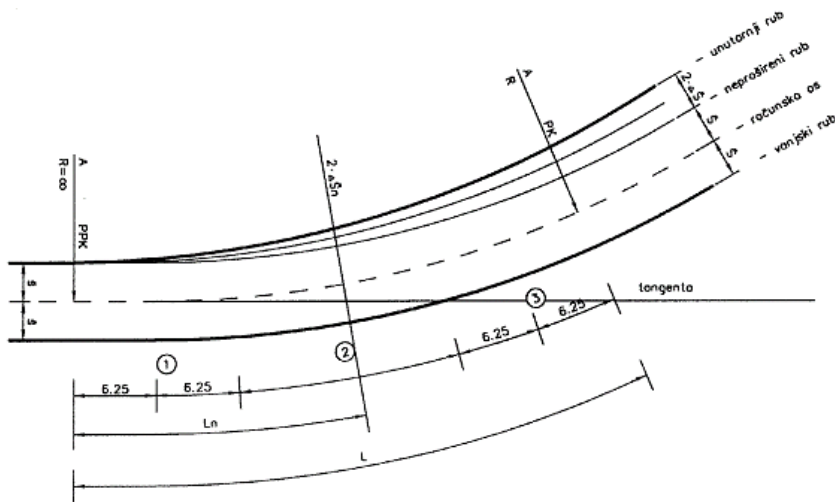
Из естетских разлога (линије ивичњака), и без обзира на друге одредбе које се односе на проширење оивичених коловоза, препоручује се да се изводи горе наведени поступак проширења само са вањске стране. У том случају, за обје ивице је потребно припремити прорачун осовине.

За кривине са $R < 30$ m (серпентине) проширење се изводи за сваку саобраћајну траку посебно (са унутрашње и са вањске стране). У том случају, за сваку ивицу проширеног коловоза потребна је засебна непрекидна линија до сусједне кривине.

У случају да се лук са $R < 30$ m налази између два правца (дозвољено само за приступне градске путеве, путеве са малим саобраћајним оптерећењем и на раскрсницама), проширење треба извршити у потпуности са унутрашње стране кривине. Прелаз треба извршити на дужини прелазне кривине, а уколико иста не постоји, на дужини која одговара величини радијуса примјењеног лука. Линију прелаза треба одредити на основу приручника за трактрису (линија трагова задњих тачкова) или било којих других техничких упутстава, уколико су одређени за посебне случајеве (раскрснице). У старим градским језгрима, линије ивица коловоза морају у потпуности бити прилагођене просторним условима (градски путеви у техничким групама С и D).

Извођење проширења при прелазу из правца у лук је приказано на слици 13. Код односа $L/\square b \geq 20$, проширење коловоза се може изводити линеарно на дужини прелазне кривине.

Слика 13. Обликовање проширења коловоза кроз прелазну кривину



Минимална дужина проширења (мин $L_{\square b}$), која се примјењује за извођење промјена у ширини коловоза (шире саобраћајне траке, додатне саобраћајне траке) износи:

$$\min L_{\Delta b} = 2 \cdot L_{op} + \frac{L}{2} \quad \text{или} \quad \min L_{\Delta b} = \frac{A^4}{24 \cdot R^2},$$

и изводи се на дужини прелазне кривине. Уколико је мин $L_{\square b} > L$ проширење се протеже на кружни лук.

Ако је дужина кружног лука мала, а мин $L_{\square b}$ премашује средину кружног лука, утврђено проширење коловоза Δb треба смањити примјеном следеће формуле:

$$\Delta b_{red} = \Delta b \cdot \sqrt[3]{\frac{A^2 + 2 \cdot R \cdot L_{op}}{4 \cdot R \cdot L_{op}}},$$

и у потпуности извести са унутрашње стране кривине.

4.2.1.1.4. Проширење и сужење коловоза при промјени ширине и броја саобраћајних трака

С обзиром на динамику вожње и естетику, проширење у подручју мањег радијуса кружног лука треба извести са унутрашње стране лука. Само у ограниченим условима за постављање осовине пута, проширење је могуће извести са обе стране.

Дужина подручја проширења треба да износи најмање:

$$\min L_{\Delta b} = V \cdot \sqrt{\frac{\Delta b}{3}},$$

с тим да се у обзир узима следеће:

- $V = 0,75 \cdot V_{proj}$ за све путеве из техничке групе А, изузев у случајевима проширења на раскрсницама у нивоу (саобраћајне траке за скретање лијево и/или десно),
- $V = V_{pred}$ за све путеве из техничке групе А за случајеве проширења на раскрсницама у нивоу (саобраћајне траке за скретање лијево и/или десно) и за све путеве из

техничке групе В и сложеније путеве, с обзиром на саобраћајно оптерећење и техничке групе С ($V_{пред} \geq 60$ км/х) и

- за проширење Δb линије лијеве ивице појединачне саобраћајне траке или коловоза у једном смјеру вожње са првобитне ширине, уколико се наведена проширења разликују, потребно је изабрати веће за путеве са двије саобраћајне траке.

Стандардна дужина подручја проширења износи:

$$L_{\Delta b} = \Delta b \cdot \frac{V_{пред}}{3,6 \cdot V_{рад}}$$

гдје је:

$V_{рад}$ - брзина у бочном смјеру [km/h].

На правцима и при великим радијусима кривина, проширење је могуће урадити извођењем прелаза са двије дупле квадратне параболе.

У циљу обезбјеђења естетског изгледа подручја проширења пута, препоручује се да се линија бочног кретања доведе у ниво са основном линијом осовине пута, прије и после проширеног дијела пута (извођење паралелне осовине узимајући у обзир симетрију геометријских елемената осовине).

У случају промјене броја саобраћајних трака у попречном профилу:

- саобраћајна трака ужег профила треба директно бити настављена у саобраћајну траку у истом смјеру ширег профила (коловозна трака у коловозну траку), с тим да је било какве ситуационе исправке директног наставка потребно извести како је горе описано и
- додатне саобраћајне траке треба додавати једну по једну, тако да свака додатна трака почиње од основне или претходно додате саобраћајне траке, најмање на прелазној удаљености, која се утврђује на основу линеарног проширења коловоза 1:40 и заокруживања тангенти са $R=3 \cdot R_{мин}$.

Проширење коловоза за мимоилажење

Проширење коловоза за мимоилажење је предвиђено за одговарајуће и безбједно мимоилажење два возила, првенствено у комбинацији теретно возило-теретно возило, затим ако је нормалан попречни профил одабран за случај мимоилажења комбинације путничко возило-путничко возило или у случају двосмјерног коловоза са једном саобраћајном траком, ширине мање од 5,00 m. Димензије проширења коловоза за мимоилажење су приказане у табели 18.

Табела 18. Димензије проширења коловоза за мимоилажење два теретна возила

Ширина [м]		Дужина [м]		
саобраћајна трака b_s^1	проширење за мимоилажење b_m	улаз/излаз $L_{u/i}$	проширење за мимоилажење L_m	укупно $L_{\square\square\square}$ ($L_{u/i} + 2 \cdot L_m$)
3,00	2,50	10,00	10,00	30,00
3,50	2,00	10,00	7,00	24,00
4,00	1,50	10,00	5,00	20,00
4,75	0,75	10,00	3,00	16,00

¹ једна саобраћајна трака, двосмјерни коловоз

Сужење коловоза

Суужење коловоза услед измјене ширине саобраћајних трака се изводи примјеном поступака који су предвиђени за проширење, гдје прелазна дужина мора бити таква да омогућава смањење брзине са V_{proj} на широј саобраћајној траци на V_{pred} на ужој саобраћајној траци. У случају да се саобраћајна трака сужава за више од 0,25 m, разлику дијела суужења треба извести на дијелу шире траке (примјеном одговарајуће саобраћајне сигнализације-саобраћајни знаци, хоризонтална сигнализација), а преосталих 0,25 m у подручју физичког прелаза, који се израчунава како је наведено у поглављу Проширење и суужење коловоза при промјени ширине и броја саобраћајних трака.

Суужење коловоза због смањења броја саобраћајних трака изводи се у случају:

- завршетка додатне траке и
- смањења броја саобраћајних трака у попречном профилу пута.

• Завршетак додатне саобраћајне траке

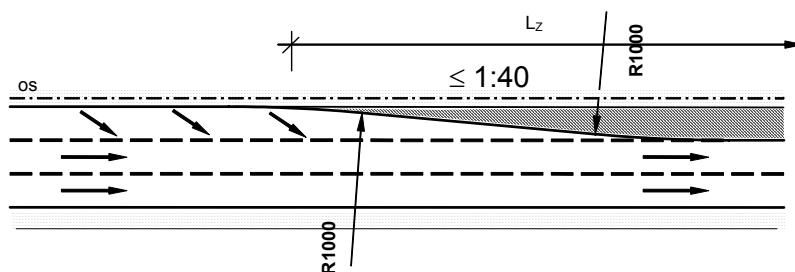
Додатне саобраћајне траке на коловозу, које се на наведеном коловозу и завршавају, представљају траке које су изграђене за потребе саобраћајних токова који се укључују на пут или због повећања пропусности пута.

Додатне траке за укључење на пут (у подручју раскрсница), по правилу, треба да се налазе са десне стране коловоза, те на њему морају бити и завршене. Додатна трака за повећање пропусности пута може да се налази са десне или са лијеве стране саобраћајних трака, које су предвиђене за кретање у одређеном смјеру. Завршетак додатних трака треба извести поступно (једну по једну) без обзира са које стране смјера вожње се налазе.

Минимална прелазна дужина завршетка додатне траке је одређена (слика 14):

- суужењем ивице саобраћајне траке у односу смањења 1:40 и
- заокруживањем са $R=2,5 \cdot R_{min} \geq 1.000$ m.

Слика 14. Завршетак лијеве саобраћајне траке на проширеном коловозу



Завршена саобраћајна трака треба на крају прелазне дужине да има ширину од најмање 2,0 m, док подручје које не припада коловозу (безбједносно подручје) треба да буде означено хоризонталном сигнализацијом.

Саобраћајне траке треба да се завршавају на лијевој страни појединих смјерова вожње, те су стога предвиђене за веће брзине вожње. Без обзира на одредбе које се односе на минималну прелазну дужину, на завршеној саобраћајној траци потребно је поставити упозорење о смањењу брзине и завршетку саобраћајне траке (помоћу саобраћајне опреме). Наведену опрему треба поставити на одговарајућој удаљености од прелазне дужине.

Укупна дужина прелаза за укључење на сусједну саобраћајну траку мора бити испитана димензионисањем саобраћаја, примјеном методе дефинисане у

Приручнику о капацитету путева (Highway Capacity Manual, Transportation Research Board, Washington, D.C., SAD, 2000).

- Смањење броја саобраћајних трака

Промјена броја саобраћајних трака изводи се искључиво у подручју ширег профила, како је наведено у дијелу Завршетак додатне саобраћајне траке.

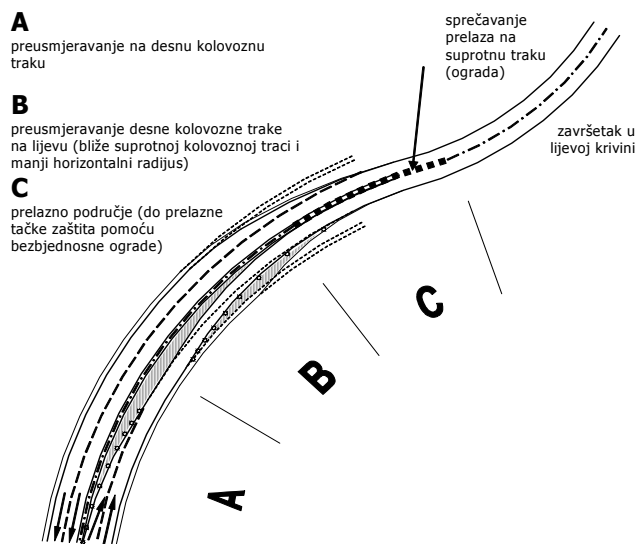
У случају већег броја додатних трака, траке треба постепено завршавати (слика 15). Истовремени завршетак додатних трака са десне и лијеве стране у једном смјеру вожње није дозвољен.

Смањење броја саобраћајних трака се изводи у потпуности на подручју ширег профила. У подручју прелаза са ширег на ужи профил, дозвољено је трасирање само саобраћајних трака чији је број једнак предвиђеном за један смјер вожње у ужем профилу.

Линија повезивања суженог дијела са ужим профилем треба да буде изведена непрекидним трасирањем осовине пута од ужег профила према подручју ширег профила. Положај осовине пута треба да се задржи с обзиром на непрекидно трасирање саобраћајне траке у ужем профилу. Линија која повезује оба профила треба да омогући:

- постепено смањење брзине вожње (симетрија геометријских елемената осовине повезивања прелазног дијела пута) и
- укључење линије повезивања на подручје ужег профила у подручју лука налијево (у смјеру вожње) или (у изузетним случајевима) право.

Слика 15. Смањење броја саобраћајних трака са четири на двије



Улазак линије повезивања у подручје ужег профила у подручју лука надесно (у смјеру вожње) је дозвољен само уколико су смјерови вожње физички раздвојени. Уколико смјерови вожње нису физички раздвојени потребно их је у подручју завршетка лијеве коловозне траке физички раздвојити. Физичко раздвајање смјерова вожње преко кривине надесно треба извести до везне тачке клотоиде која води до лијевог лука.

Непрекидно трасирање саобраћајних трака треба, усљед могућих разлика у величини геометријских елемената осовине пута у ужем профилу, као и у подручју

ширег профила, да буде преусмјерено на положај који је имало у попречном профилу у ужем профилу.

Физичко раздвајање смјерова возње у подручју прелаза из ширег у ужи профил треба извести помоћу непропусних безбједносних ограда. Ширина коловозне траке дуж непропусних безбједносних ограда треба да износи 4,50 m.

4.2.1.2. Ивична трака

Ивична трака представља елеменат коловоза који служи за повећање безбједности саобраћаја (и проходности у хитним случајевима), служи за одржавање стабилности коловозне конструкције и омогућава постављање знакова на путу (означавање ивица коловоза). Означавање ивица коловоза треба да буде изведено са унутрашње стране ивичне траке (стране за возњу).

Ивичне траке се не урачунавају у ширину саобраћајне траке. Ивичне траке се изводе са обје стране коловоза и непрекинуто у истој ширини на комплетној дионици за коју је утврђен нормалан попречни профил.

Ширина ивичне траке зависи од брзине возила и од ширине саобраћајних трака на путу. У табели 19 је приказана зависност ширине саобраћајне и ивичне траке.

Табела 19. Зависност ширине саобраћајне и ивичне траке

Саобраћајна трака b_s [m]	Ивична трака b_i [m]
3,75	0,50
3,00-3,50	0,30
$\leq 2,75$	0,20

Ивична трака се изводи и дуж ивичњака на градским путевима и путевима у насељеним подручјима. У случају одводњавања урбаних подручја преко отвора испод ивичњака, ширина ивичних трака дуж ивичњака у насељеним подручјима треба да буде једнака ширини ивичних трака на путевима изван насељених подручја. Ако се на градским путевима одводњавање дуж ивичњака изводи преко решеткастих сливника, ивичну траку треба проширити на 0,50 m.

Ако се издигнути ивичњаци користе на кратким дионицама путева изван насељених мјеста (мостови, аутобуска стајалишта и др), поред ивичне траке је потребно извести и заштитну траку, с тим да ширина заштитне траке треба да буде једнака ширини ивичне траке.

4.2.1.3. Зауоставна трака

Подручје зауоставне траке обухвата:

- чврсте банке за принудно зауостављање и
- стајалишта, односно одморишта.

Зауоставне траке, када се користе, замјењују ивичне траке и допуњавају их тако што повећавају функцију саобраћајне безбједности и пропусности пута. Предвиђене су за принудно зауостављање возила и изводе се уз спољашњу ивицу саобраћајне траке. Подужне ивице коловоза за означавање се изводе примјеном истих правила као за ивичне траке.

Избор подручја за зауоставну траку на путу се провјерава с обзиром на искоришћеност пропусности пута, у складу са методологијом Приручника о капацитету путева (Highway Capacity Manual, Transportation Research Board,

Washington, D.C., SAD, 2000). По правилу, зауставне траке се изводе на путевима из техничке групе А. Ове траке је могуће извести дуж било којег пута, без обзира на искоришћеност пропусности, уколико је оправдано повећање инвестиционих трошкова.

Ширина зауставне траке (b_z) зависи од учесталости заустављања типичног возила. По правилу, ширине зауставних трака су сљедеће:

- 2,50 m за теретна возила и $V_{pl} \geq 90$ km/h,
- 1,75 m за путничка возила и $V_{pl} \geq 90$ km/h и
- 1,50 m за путничка возила и $V_{pl} < 90$ km/h.

Увођење зауставне траке није правило, већ се потреба процјењује у зависности од случаја, с обзиром на саобраћајно оптерећење и његову структуру, као и анализе безбједности саобраћаја.

По правилу, зауставна трака се не предвиђа:

- на објектима (вијадукти и мостови) чији је распон већи од 150 m, а налазе се на терену са знатним или великим ограничењем (табела 12),
- у тунелима дужим од 200 m,
- на дијеловима гдје се предвиђа трака за спора возила и
- на дијеловима чворишта гдје се предвиђа трак за убрзање или успорење.

У тунелима и галеријама, као и на осталим дијеловима путева на којима се не предвиђа зауставна трака могу се на погодним мјестима предвидјети нише за привремено заустављање возила. Размак и димензије ниша се дефинишу према теренским условима. Треба настојати да се избјегне наспрамно постављање ниша за супротне смјерове.

Потреба за извођењем стајалишта, односно одморишта се утврђује на основу величине саобраћајног оптерећења и брзине вожње на релевантном путу.

У подручју гдје на путу постоје додатне саобраћајне траке могуће је изоставити извођење зауставних трака, уколико искоришћеност пута на крају планског раздобља не прелази 70 % његовог капацитета. Ако, у том случају, дужина зауставне траке прелази 400 m, дуж њих је потребно извести стајалишта, односно одморишта.

Уколико су додатне саобраћајне траке изведене на удаљености мањој од 200 m, потребно је спојити двије узастопне додатне траке.

4.2.1.4. Додатне траке

Додатне траке се изводе на дионици гдје постоји потреба за увођењем посебних трака за одређену саобраћајну функцију или врсту саобраћаја. Наведене траке обухватају:

- траке за спори саобраћај,
- траке у подручју раскрснице, излазне и улазне траке и траке за спајање (траке за престројавање),
- траке предвиђене за јавни превоз путника и
- траке за мирујући саобраћај, односно подужно паркирање.

Захтјеви за извођењем додатних саобраћајних трака морају бити оправдани испитивањем пропусне моћи. Додавање и одузимање додатних саобраћајних трака мора бити технички изводљиво, узимајући у обзир безбједност саобраћаја, односно с

обзиром на дужину, обезбјеђењем одговарајуће пропусности у подручјима раздвајања и спајања саобраћајних токова.

4.2.1.4.1. Траке за спори саобраћај

На путевима са великим саобраћајним оптерећењем и великим бројем теретних возила, потребно је извести траку за спори саобраћај за кретање узбрдо и/или низбрдо. Усљед смањења брзине теретних возила испод минималне брзине долази до умањења нивоа услуге и безбједности саобраћаја, а може доћи и до смањења пропусне моћи.

Поступак провјере потребе за додатном траком за спори саобраћај се проводи провјером пропусне моћи и провјером брзине мјеродавног теретног возила. Додатна трака за спори саобраћај се, по правилу, примјењује за путеве из техничких група А и В-ван насеља, а код осталих путева изузетно.

Додатне саобраћајне траке на успонима/падовима се изводе додавањем саобраћајне траке са десне стране возне траке и завршетком крајње лијеве траке за претицање или коловозне траке или дијела коловоза који је предвиђен за један смјер вожње. Завршетак лијеве саобраћајне траке не смије почети док возила на додатној траци (трака за спори саобраћај) не постигну брзину вожње, која је за мање од 20 km/h испод брзине вожње на возној траци релевантног пута.

Ширина траке за спори саобраћај треба да износи $b_{ss}=3,25$ m, изузетно 3,00 m.

Критеријуми за примјену додатних трака на успону

- Саобраћајно-технички критеријум (провјера пропусне моћи)

По саобраћајно-техничком критеријуму провјерава се пропусна моћ пута при траженом нивоу услуге. Ако је тако утврђена пропусна моћ мања од саобраћајног оптерећења у мјеродавном вршном часу на крају планског периода, треба предвидјети додатну траку за спора возила. Мјеродавни вршни час прописује се пројектним задатком, а обично је представљен 100-тим сатом. Ако се не располаже податком о саобраћају за 100-ти сат могуће је усвојити мјеродавно вршно часовно оптерећење у износу од 10-12 % PGDS.

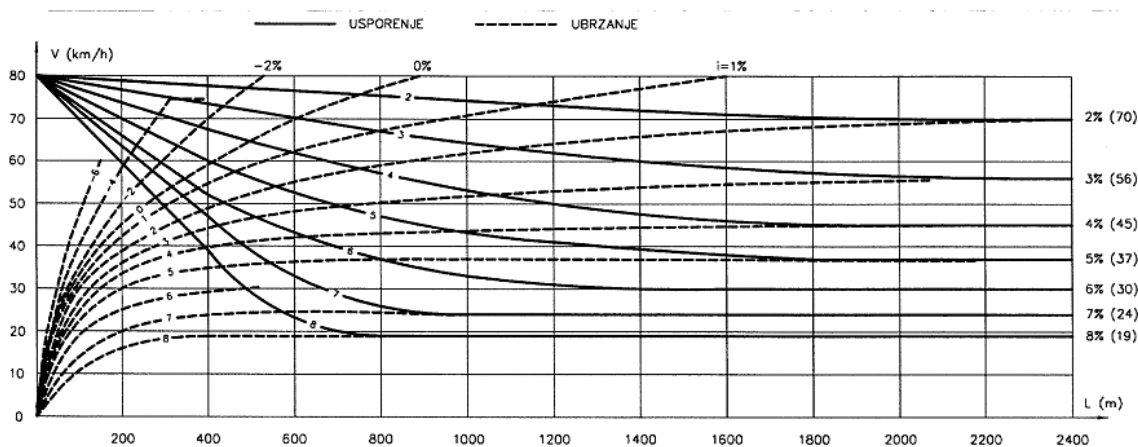
Ако се усвоји додатна трака по овом критеријуму треба провјерити пропусну моћ пута са додатним траком.

Провјера пропусне моћи се проводи у складу са методологијом Приручника о капацитету путева (Highway Capacity Manual, Transportation Research Board, Washington, D.C., SAD, 2000).

- Возно-динамички критеријум (провјера брзине)

По возно-динамичком критеријуму брзина мјеродавног теретног возила на успону се одређује према дијаграму на слици 16. Ако је она мања од најмање брзине возила у саобраћајној траци (V_{\min}), према табели 20, треба предвидјети додатну траку за спора возила.

Слика 16. Брзина спорих возила на успонима



Табела 20. Возно-динамички критеријум за примјену додатних трака на успону

Предвиђена брзина V_{pred} [km/h]	Најмања брзина возила V_{min} [km/h]	Критична брзина V_{kr} [km/h]
≥ 120	45	55
100	40	50
80	35	45
60	30	40

- Одређивање почетка и краја додатне траке

Додатна трака почиње на мјесту гдје брзина теретног возила падне на брзину V_{kr} према табели 20, а завршава се на мјесту гдје брзина премаши V_{kr} .

На путевима из техничких група А и В-изван насеља, дужина додатне траке не смије бити мања од 800 m.

Двије узастопне додатне траке се спајају у једну ако им је међусобна удаљеност:

- мања од 500 m за путевима из техничких група А и В-изван насеља и
- мања од 300 m за све остале путеве.

Критеријум за примјену додатних трака на паду

За дионицу пута у паду примјењује се сљедећи критеријум за утврђивање потребе за додатном траком: ако је подужни нагиб код путева из техничке групе А већи од 4 %, односно код путева из техничке групе В већи од 5 %, а према критеријумима за увођење додатне траке на успону постоји потреба за додатном траком на успону дужине $L_{\text{ss}} \geq 500$ m, тада се трака за спора возила предвиђа и на паду.

4.2.1.4.2. Додатне саобраћајне траке на раскрсницама

Додатне саобраћајне траке на раскрсницама треба извести тако да траг возила не прелази на подручје коловозне траке на коју се додаје додатна трака.

Излазне и улазне траке су додатне траке изграђене са десне стране спољашње возне траке на путу и предвиђене су за саобраћај и возно-динамичко прилагођавање вожње у подручју комбиновања и рачвања кракова прикључака у више нивоа или у подручју рачвања или раскрсница у нивоу, гдје је такво уређење неопходно услед саобраћајних услова (број возила на прикључку или мјесту рачвања). Код рачвања или раскрсница у нивоу дозвољено је пројектовање додатних трака и са лијеве стране возних трака.

Минимална ширина додатних саобраћајних трака у подручју комбиновања и рачвања кракова прикључака у више нивоа износи 3,5 m.

Минимална ширина додатних саобраћајних трака код рачвања или раскрсница у нивоу износи 2,5 m, при чему не би требало дозволити прелаз трага меродавног возила на подручје основне коловозне траке.

Дужина наведених трака се одређује димензионисањем саобраћаја, у складу са методологијом Приручника о капацитету путева (Highway Capacity Manual, Transportation Research Board, Washington, D.C., SAD, 2000), и узимајући у обзир брзину вожње на главним, излазним или улазним смјеровима.

4.2.1.4.3. Траке предвиђене за јавни превоз путника

Трака за јавни превоз путника (аутобус, такси, жељезнички саобраћај-трамвај), која је намијењена бржој пролазности возила за јавни превоз путника, може бити додата путевима у већим градовима и мјестима, дуж возне траке (са вањске стране).

Ширина траке за јавни саобраћај износи $b_{js}=3,25$ m.

4.2.1.4.4. Траке за мирујући саобраћај

Подужне траке за мирујући саобраћај предвиђене су за заустављање и паркирање возила. Ширина ових трака зависи од начина паркирања возила.

Попречни нагиб коловоза ових саобраћајних трака треба да буде једнак попречном нагибу коловоза. Уколико је нагиб изведен у супротном смјеру, траку за мирујући саобраћај је потребно проширити у циљу постављања направа за подужно одводњавање (усјечени канали за одводњавање са ширином од 0,5 m, док дубина не треба да прелази 10 % ширине).

Извођење подужних трака за мирујући саобраћај није дозвољено на путевима из техничких група А и В. Извођење истих у изузетним случајевима мора бити оправдано процјеном њиховог утицаја на безбједност саобраћаја на путу.

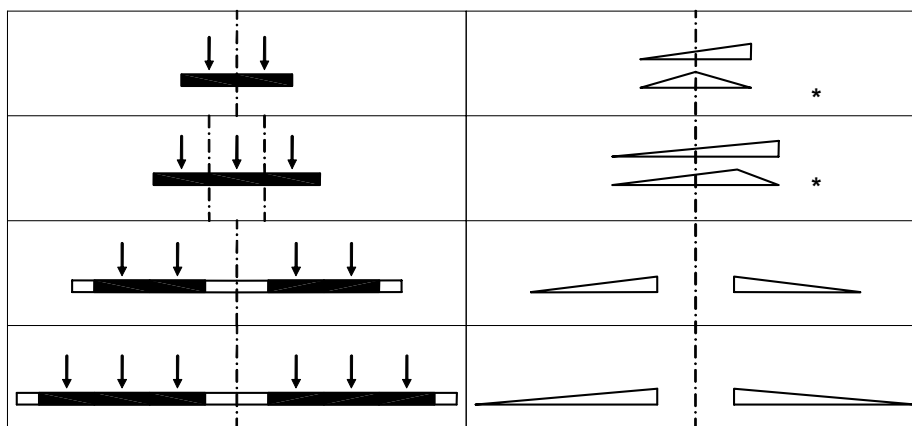
При планирању извођења трака за мирујући саобраћај потребно је обезбиједити одговарајућу зауставну прегледност на путу. У случају да прегледност није обезбјеђена, потребно је смањити брзину вожње на путу.

Код путева са малим саобраћајним оптерећењем и јавних путева у насељеним подручјима са елементима за $V_{pred} \leq 40$ km/h, дозвољено је извођење трака за подужно паркирање возила, са ширином од 2,50 m, од чега 0,50 m чини заштитну траку.

4.2.1.5. Попречни нагиб коловоза

Попречни нагиб коловоза (q) се, по правилу, пројектује на једну страну и то у нагибу према унутрашњој страни кривине у циљу остварења максималне безбједности саобраћаја (слика 17).

Слика 17. Врсте попречних нагиба коловоза



* dozvoljeno pri rekonstrukciji i obnavljanju postojećih puteva

Двострани попречни нагиб (кров) је дозвољен на путевима са више саобраћајних трака, уколико исти омогућавају хоризонтални елементи пута који су дефинисани минималним радијусом хоризонталне кривине са попречним нагибом q_{min} . У том случају, све коловозне траке у једном смјеру морају имати исти попречни нагиб.

Двострани попречни нагиб (кров) је обавезан за путеве са макадамским коловозом.

Код путева из техничких група А и В, негативан попречни нагиб треба у начелу избјегавати или га не примјењивати уколико попречни нагиб површине прелази 3 %.

Код путева са двије саобраћајне траке на једном коловозу, двострани попречни нагиб (кров) је дозвољен само у изузетним случајевима, при извођењу сложених реконструкција путева са двостраним попречним нагибом (кров). У том случају, врх нагиба (крова) треба да буде заобљен, тако да се постиже одговарајуће вертикално заобљење за вожњу од једне траке до друге (претицање). Ако пројектом није другачије одређено, заобљење треба извести у ширини 3,0 m (1,5 m са сваке стране осовине) и бисектрисом у највишој тачки од 0,03 m.

Све додатне траке на коловозу (додатне коловозне траке и стабилизване ивичне траке) морају имати исти попречни нагиб као и главна коловозна трака. Изузетак представљају зауставне траке и траке за убрзање/успорјење, чији попречни нагиб треба бити у складу са хоризонталним елементом истих. Разлика између попречних нагиба коловоза и додатне траке у тачки раздвајања или комбиновања (на крају стабилизованог подручја) не треба да прелази 5 % и 8 % на путевима из техничких група А и В, као и на осталим путевима. Усљед витоперења додатне саобраћајне траке, у обзир је потребно узети квалитетно подужно одводњавање.

4.2.1.5.1. Граничне вриједности попречног нагиба

У циљу обезбјеђења квалитетног отицања површинских вода, коловоз мора имати минималан попречни нагиб (q_{min}). Одступања од минималне вриједности дозвољена су само у подручју промјене попречног нагиба између супротно усмјерених кривина (витоперење) и у подручју раскрсница у нивоу.

Минималне вриједности попречног нагиба коловоза (q_{\min}), у односу на квалитет и врсту материјала употребљених за израду застора, износе:

- асфалтни коловози 2,5 %,
- цемент-бетонски коловози 2,0 % и
- макадамски коловози 4,0 %.

У циљу спречавања клизања у попречном смјеру у случају смањеног КТК или успоравања вожње, одређене су максималне вриједности попречног нагиба (q_{\max}) у кривинама:

- путеви из техничке групе А 7 % (8 %),
- путеви из техничке групе В 7 % (8 %),
- путеви из техничке групе С 5 % (7 %) и
- за веће подужне нагибе $q_{\max} = \sqrt{q_{\text{rez}}^2 - s_i^2}$

гдје је:

q_{rez} - резултујући нагиб коловоза [%] и

s_i - подужни нагиб нивелете [%].

Вриједности у заградама могу да се примјењују на путевима из техничких група А и В у циљу побољшања возно-динамичких услова, када при реконструкцији путева није могуће употријевити ниједну другу мјеру у циљу повећања минималног радијуса кружног лука. У случају новоградње, примјена нагиба $q_{\max}=8\%$ није дозвољена. На путевима из техничке групе С, примјена нагиба $q_{\max}=7\%$ је дозвољена само уколико је условљена околном градњом и уколико се на посебан начин изводе прикључци на пут или уколико исти не постоје.

Одступања (до $q_{\max}=9\%$) су дозвољена само у посебним случајевима (серпентине).

Максималан попречни нагиб коловоза за аутопут у тунелу износи 4 %.

4.2.1.5.2. Попречни нагиб у кривинама

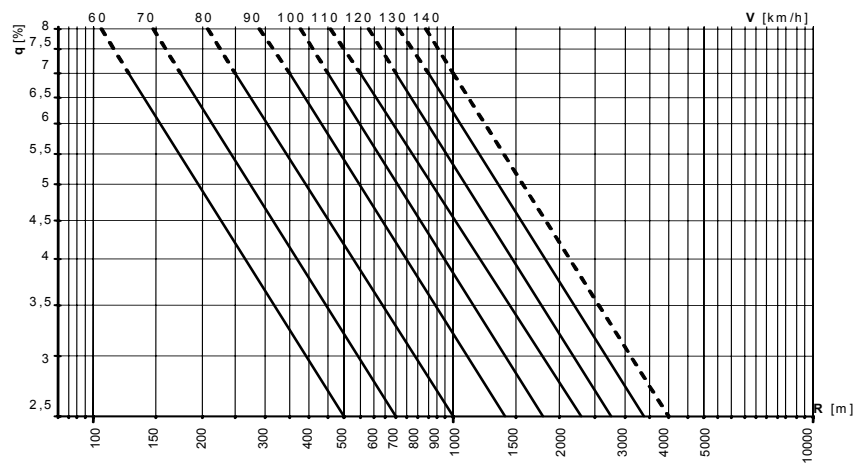
У кривинама, коловоз мора, у возно-динамичке сврхе, бити нагнут према средишту кривине. Изузетак представља $R_i > R_k$ ($q = -2,5\%$), гдје је дозвољено извођење попречног нагиба у супротном смјеру.

Примјена двостраног попречног нагиба у кривинама није дозвољена. Дозвољена је само у изузетним случајевима при радијусу $R_i > R_k$.

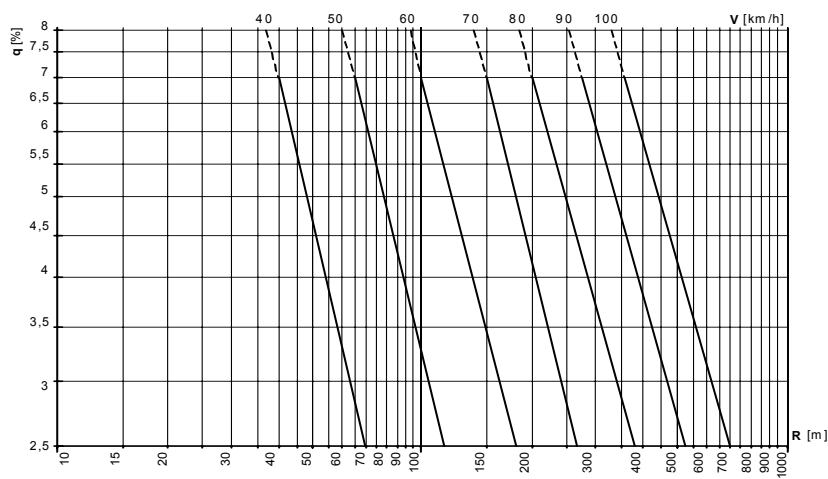
Средње вриједности попречних нагиба за $R_{\min} > R_i > R_g$ зависе од рачунске брзине (рачунска или пројектна брзина, у зависности од техничке групе пута) и од степена искоришћености КТК у попречном смјеру, како је одређено за сваку техничку групу путева. Граничне вриједности радијуса кружног лука су дефинисане у поглављу Елементи ситуационог плана, дио Кружни лук.

На сликама 18-20 приказане су вриједности $V_i - R_i - q_i$ за различите рачунске брзине V_r . Очитане вриједности се заокружују за 0,1 % на више. При компјутерској обради (тачан прорачун) у обзир се узима логаритамска зависност $R_i - q_i$.

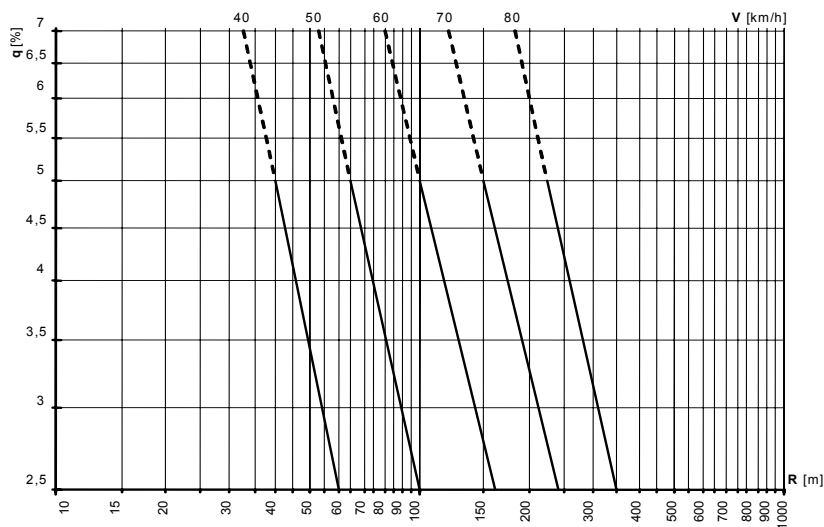
Слика 18. Међусобна зависност $V_i - R_i - q_i$ за путеве из техничке групе А



Слика 19. Међусобна зависност V_i - R_i - q_i за путеве из техничке групе В



Слика 20. Међусобна зависност V_i - R_i - q_i за путеве из техничке групе С



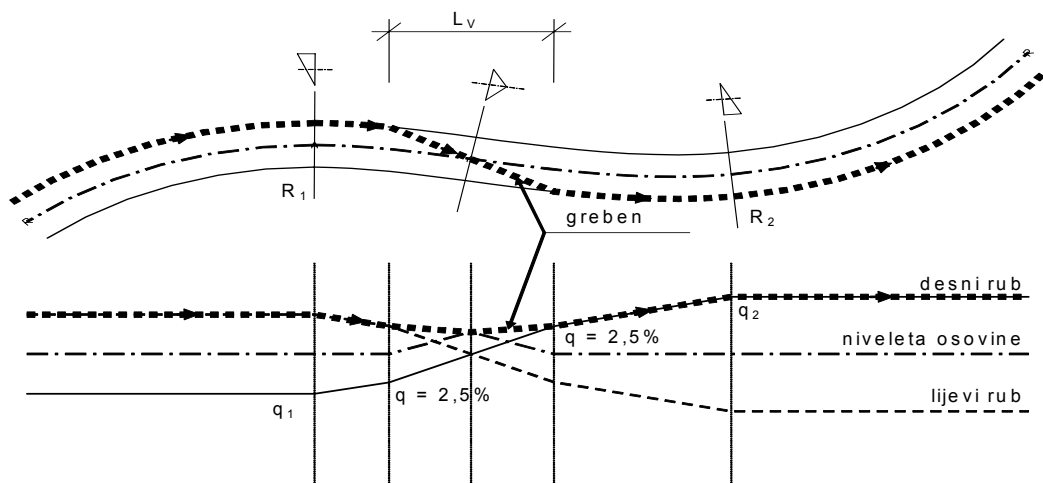
4.2.1.5.3. Промјена попречног нагиба (витоперење) коловоза

Промјена попречног нагиба (витоперење) коловоза представља континуално мијењање попречног нагиба коловоза.

Промјена попречног нагиба (витоперење) коловоза се, у начелу, изводи на читавој дужини прелазне кривине (слика 21), с тим да је потребно направити разлику између:

- промјене попречног нагиба између два истосмјерна попречна нагиба и
- промјене попречног нагиба између два супротно усмјерена попречна нагиба.

Слика 21. Извођење витоперења



Промјена попречног нагиба је линеарна, а прелазне дијелове између сусједних различитих подужних нагиба треба извести вертикалним заобљењем са двоструком квадратном параболом.

Уколико, из стручно оправданих разлога (нпр. несразмјерне величине сусједних кружних лукова који су повезани прелазном кривином, при чему за већи од њих важи $R_i > R_g$), није пројектом предвиђено другачије, попречни нагиб коловоза $q=0\%$ треба да буде на везној тачки клотоиде или поред ње. Подручје промјене попречног нагиба између два супротно усмјерена попречна нагиба у дијелу које је ограничено вриједностима попречног нагиба $\pm q_{\min}$ је уже подручје витоперења.

Изглед промјене попречног нагиба коловоза одређен је нагибом рампе витоперења, а условљен је возно-динамичким и оптичким параметрима, те посебним захтјевима ефикасног одводњавања коловоза. Нагиб косине витоперења (Δs) представља релативан подужни нагиб (RPN) ивице непроширеног коловоза с обзиром на подужни нагиб нивелете (s).

РПН се одређује на основу једначине:

$$\Delta s = \frac{q_2 - q_1}{L_v} \cdot b_v = \frac{\Delta q}{L_v} \cdot b_v$$

гдје је:

q_1 и q_2 - попречни нагиб коловоза на почетку, односно крају потеза витоперења [%],

L_v - дужина витоперења [m] и

b_v - растојање удаљене ивице коловоза од осовине витоперења [m].

RPN ивице коловоза (нагиб рампе витоперења) која се јавља при промјени попречног нагиба коловоза, треба да износи:

- при промјени нагиба између истосмјерних попречних нагиба $0\% \leq \Delta s \leq \Delta s_{\max}$ и

- при промјени нагиба између супротно усмјерених попречних нагиба $\Delta S_{\min} \leq \Delta S \leq \Delta S_{\max}$.

Употреба RPN који је једнак ΔS_{\min} препоручује се из естетских разлога.

Ако предвиђени RPN прелази границу ΔS_{\max} потребно је повећати дужину прелазне кривине. За путеве из техничке групе С, у изузетним случајевима је могуће повећати подручје промјене попречног нагиба до улазног кружног лука. Исто се примјењује и за путеве из техничке групе В-у оквиру насеља, уколико се промјена попречног нагиба изводи између истосмјерних узастопних кривина.

Најмања дужина витоперења се може одредити коришћењем максималног дозвољеног RPN:


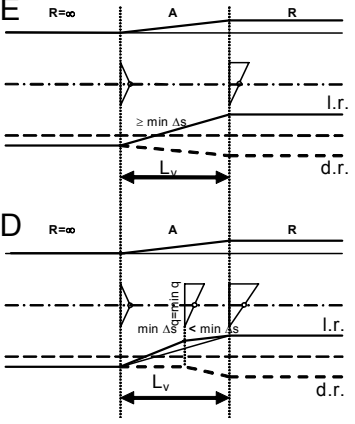
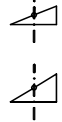
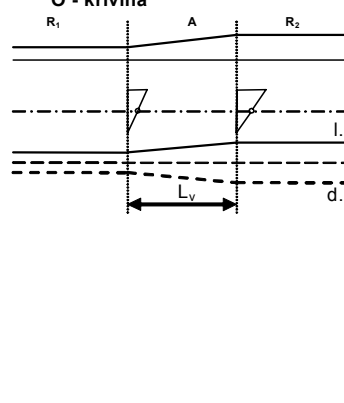

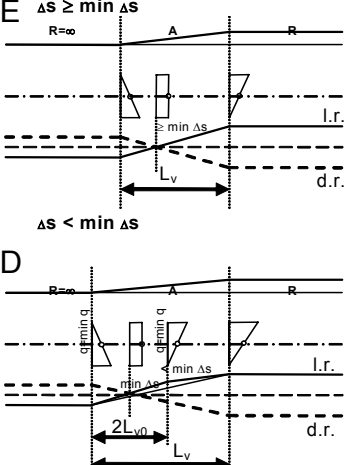

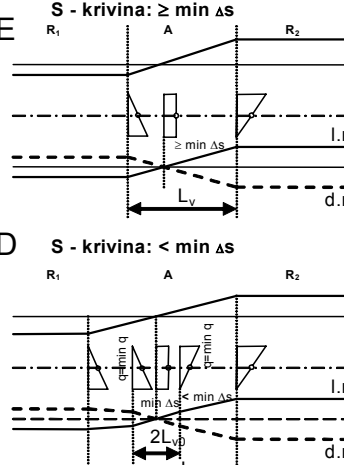

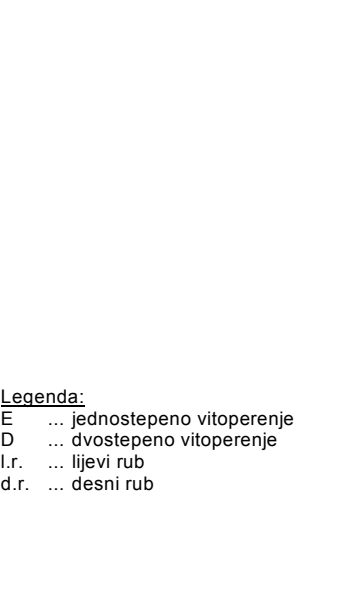




$$\min L_v = \frac{q_2 - q_1}{\Delta S_{\max}} \cdot b_v = \frac{\Delta q}{\Delta S_{\max}} \cdot b_v .$$

Ако је пројектовани RPN мањи од ΔS_{\min} витоперење треба извести у ужем дијелу (између $\pm q_{\min}$) са ΔS_{\min} , а други дио примјеном правила за промјену попречног нагиба између истосмјерних попречних нагиба коловоза.

Ако се на коловозу налази зауставна трака, ширина ивичне траке која је замијењена зауставним тракама се примјењује за дефинисање ивице коловоза, умјесто зауставних трака.

Стандардни начин промјене попречног нагиба коловоза приказан је на слици 22. Промјену попречног нагиба коловоза треба извести тако да се вода не задржава ни на једном дијелу коловоза и да се не мијења знак подужног нагиба (принцип "тестере") ивица попречног профила коловоза.

Слика 22. Начини промјене попречног нагиба коловоза за различите узастопне елементе

promjena poprečnog nagiba	PRAVAC – PRELAZNA KRIVINA – KRUŽNI LUK	promjena poprečnog nagiba	KRUŽNI LUK – PRELAZNA KRIVINA – KRUŽNI LUK
<p>1</p> <p>iz dvostranog (krov)</p> 	<p>E $R=\infty$ A R</p>  <p>$\geq \min \Delta s$</p> <p>L_v</p> <p>I.r.</p> <p>d.r.</p>	<p>5</p> <p>između dva istosmjerna nagiba</p> 	<p>E O - krivina</p> <p>R_1 A R_2</p>  <p>I.r.</p> <p>d.r.</p> <p>L_v</p>
<p>2</p> <p>u jednostrani</p> 	<p>D $R=\infty$ A R</p>  <p>$\min \Delta s_{\text{desni rub}} < \min \Delta s$</p> <p>$L_v$</p> <p>I.r.</p> <p>d.r.</p>	<p>6</p> <p>između različitih ili jednakih nagiba, koji se nalaze u suprotnom smjeru</p> 	<p>E S - krivina: $\geq \min \Delta s$</p> <p>R_1 A R_2</p>  <p>I.r.</p> <p>d.r.</p> <p>$\geq \min \Delta s$</p> <p>L_v</p>
<p>3</p> <p>između različitih ili jednakih nagiba, koji se nalaze u suprotnom smjeru</p> 	<p>E $\Delta s \geq \min \Delta s$</p> <p>$R=\infty$ A R</p>  <p>$\geq \min \Delta s$</p> <p>L_v</p> <p>I.r.</p> <p>d.r.</p>	<p>7</p> 	<p>D S - krivina: $< \min \Delta s$</p> <p>R_1 A R_2</p>  <p>I.r.</p> <p>d.r.</p> <p>$\min \Delta s < \min \Delta s$</p> <p>$2L_{vb}$</p> <p>$L_v$</p>
<p>4</p> 	<p>D $\Delta s < \min \Delta s$</p> <p>$R=\infty$ A R</p> <p>$\min \Delta s$</p> <p>$2L_{vb}$</p> <p>L_v</p> <p>I.r.</p> <p>d.r.</p>	<p>8</p> 	<p>D S - krivina: isklinjavanje</p> <p>R_1 A R_2</p> <p>I.r.</p> <p>d.r.</p> <p>$2L_{vd}$</p> <p>L_v</p>
	<p>9</p> <p>E S - krivina: vitoperenje oko ivice</p> <p>R_1 A R_2</p> <p>I.r.</p> <p>d.r.</p> <p>L_v</p>		

Legenda:
 E ... jednostepeno vitoperenje
 D ... dvostepeno vitoperenje
 l.r. ... lijevi rub
 d.r. ... desni rub

Подужни нагиб ивица коловоза мора бити довољан како би се омогућило извођење одговарајућих направа за подужно одводњавање коловоза.

Промјену попречног нагиба из двостраног (кров) у једнострани попречни нагиб треба извести тако да се прво нивелисање попречног нагиба изводи након прилагођавања до потребног коначног попречног нагиба.

Промјену нагиба при витоперењу треба извести око подужне осовине, која је код путева са двије саобраћајне траке идентична осовини пута ($b_v=V/2$). Код путева са раздвојеним коловозима, промјену попречног нагиба треба извести за сваки коловоз посебно, с тим да се лијева ивица сваког коловоза употребљава као осовина витоперења ($b_v=V$).

Када и уколико витоперење није могуће извести примјеном горе наведених поступака, услед сувишег малог подужног нагиба пута или из било којег другог техничког, економског или просторног разлога, свака поздужна линија у попречном профилу пута, укључујући и имагинарну, која се налази изван коловоза, се може узети за осу витоперења. У том случају изводи се такозвани "скок" нивелете, који почиње и завршава се у подручју пута са константним попречним нагибом.

Основно начело за избор методе витоперења у случају благих подужних нагиба нивелете ($s_i < \min s_i$) јесте да се витоперење изводи тако да се нагиби свих подужних линија у попречном профилу пута увијек и само повећавају (као нагиб или смањење пада). Пад ниједне од наведених линија не смије бити мањи од s_{\min} .

Код путева код којих примјена прелазне кривине у облику клотоиде није обавезна (довољан R_i , техничке групе C и D), половина дужине на којој се врши промјена попречног нагиба се изводи на једном, а друга половина на другом од два сусједна геометријска елемента.

Уз изузетак путева из техничке групе А, промјену нагиба између попречних нагиба који се налазе у супротном смјеру треба извести примјеном система исклињавања.

Промјена попречног нагиба коловоза (витоперење) у подручју мостова и вијадуката отежава и поскупљује пројектовање и изградњу, те ствара неугодан визуални утисак.

Граничне вриједности релативног подужног нагиба

Максималан RPN, који се заснива на условима торзионе брзине возила, разрађен је у поглављу Елементи ситуационог плана, дио Конструктивни услови (К-услов, табела 28). Вриједности су наведене за сваку саобраћајну траку посебно. Ако се неколико саобраћајних трака налази на истој осовини витоперења, вриједности из табеле треба помножити бројем саобраћајних трака.

Ако је израчунати максималан RPN мањи од минималног RPN, минималан RPN се усваја као максимум.

Минималан RPN се одређује према обезбјеђењу услова за одводњавање површине коловоза у ужем дијелу витоперења, и то на основу сљедеће формуле:

$$\Delta s_{\min} = k_v \cdot b_v$$

гдје је:

$\square s_{\min}$ - релативан нагиб удаљене ивице коловоза с обзиром на нивелету [%] и k_v - коефицијент интензитета витоперења, стандардно 0,10 %/m.

На путевима са геометријским елементима великих димензија, те на којима је велика ширина коловоза (по правилу су то путеви са раздвојеним коловозима) примјена ове вриједности проузрокује "преклапање" коловоза (лош визуелни изглед спољашње ивице коловоза). За такве путеве је могуће примјенити нижу вриједност k_v (препоручује се 0,06 %/m, а код веома благе нивелете 0,03 %/m). У том случају, подручје које је потенцијално опасно за аквапланинг, мора пропорционално бити продужено, уз смањење вриједности k_v . За ово подручје пројектом је потребно предвидјети посебне мјере (измјештање осовине витоперења на дионици, одводњавање асфалта и слично).

Извођење витоперења при благим нагибима нивелете

Минималан подужни нагиб нивелете дефинисан је у поглављу Елементи подужног профила, дио Дионица са промјенљивим смјером попречног нагиба. Одступања од наведених услова јављају се у сљедећим случајевима:

- ако усљед равности пута није могуће обезбиједити довољан подужни нагиб нивелете и
- у подручју вертикалног заобљења нивелете на дијелу који је ограничен фиктивним тангентима са поздужним нагибом $s_i < s_{min}$ који је спојен са кружним луком.

У оба случаја, знак једне од двије ивице коловоза се мијења (принцип "тестере") у ужем подручју витоперења, што није дозвољено, и при томе се на коловозу појављује поље са стајаћом водом, у облику готово савршеног круга. У таквим условима витоперење се изводи примјеном посебног стручног поступка или се повећава нагиб нивелете.

Уколико, из оправданих разлога, уже подручје витоперења није могуће измјестити у подручје у којем је довољан подужни нагиб нивелете, потребно је помјерити осовину витоперења у попречном профилу пута. Скок нивелете се изводи како је описано горе у тексту.

Измјештање се изводи на оној страни профила пута на којој се налази ивица коловоза за коју се поздужни нагиб смањује при витоперењу у поређењу са нагибом нивелете. Измјештање осовине у попречном профилу пута за 1 m треба да повећа подужни нагиб сваке подужне линије у профилу за 0,1 %.

Уколико су поздужни нагиби обје ивице коловоза мањи од потребног подужног нагиба направа за подужно одводњавање, осовину витоперења треба поставити изван коловоза (виртуелна осовина).

Висинска разлика нивелете (дупли скок нивелете истог знака) између сусједних кривина, гдје се изводи витоперење, мора бити изједначена изван ужег дијела витоперења.

У циљу обезбјеђења максималне једнакости висине оба коловоза на путу са физички раздвојеним коловозима (очување облика раздјелне траке), препоручује се да се изједначавање висинске разлике, које се јавља усљед измјештања осовине витоперења, изведе до половине на сваком од раздвојених коловоза.

Исклињавање

Измјену попречног нагиба дозвољено је, у случају принудног хоризонталног пресека нивелете, извести "исклињавањем". Поступак се може извести на путевима из техничке групе С и другим путевима који нису димензионисани обзиром на динамику вожње и, уз посебно образложење, такође на путевима из техничке групе В, гдје

брзина вожње не прелази 80 km/h. У начелу, исклињавање се може примјењивати на путевима, гдје није прописано узимање у обзир V_{proj} . Исклињавање се изводи у подручју које је ограничено попречним нагибима $\pm q_{min}$. Исклињавање је представљено на слици 23.

Двострани нагиб на којем је извршено исклињавање има облик крова са промјенљивом дужином обје стране са попречним нагибом q_{min} . Дужина овог подручја L_{vi} зависи од брзине и ширине коловоза и одређује се на основу следеће формуле:

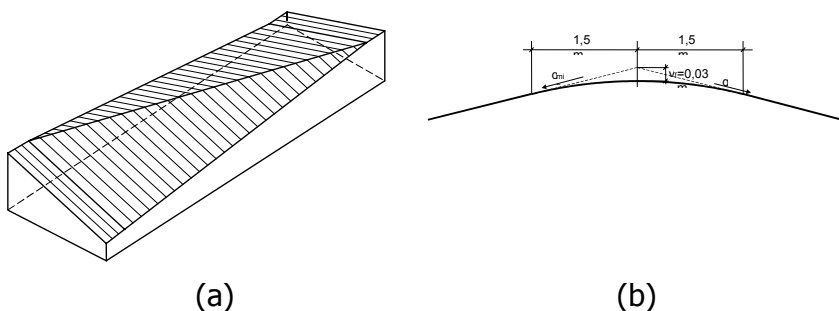
$$L_{vi} = 0.1 \cdot B \cdot V_{pred}$$

гдје је:

L_{vi} - дужина подручја исклињавања [m] и

B - ширина коловоза [m].

Слика 23. Гребен (а) и ублажавање гребена (b)



Код исклињавања, гребен се јавља под углом (слика 23а). Гребен треба ублажити вертикалним заобљењем у попречном смјеру у дужини од 1,5 m са сваке стране и са бисектрисом 0,03 m. Ублажавање гребена приказано је на цртежу 23b.

Вертикално заобљење ивице коловоза

Приликом промјене попречног нагиба коловоза, обје ивице коловоза (или једна од њих у случају витоперења око једне од ивица коловоза) имају, с обзиром на нивелету пута, различит подужни пресјек, који одређује убачена тангента.

Заобљење додатне тангенте (на почетку и на крају убачене тангенте) треба извести примјеном поступка, који се примјењује за заобљење прелома нивелете у подужном профилу.

Ако се заобљење изводи у подручју вертикалног заобљења прелома нивелете, из естетских разлога, заобљење убачене тангенте треба извести са радијусом који је најмање два пута већи од радијуса заобљења прелома нивелете.

Ако се заобљење изводи у двије фазе, број убачених тангенти се може повећати на два или три (уобичајено). Усљед минималних разлика у нагибима између убачених тангенти, између њих се не поставља никакво вертикално заобљење.

4.2.2. Пратеће површине коловоза

4.2.2.1. Саобраћајне траке за немоторизоване учеснике у саобраћају

Саобраћајне траке за немоторизоване учеснике у саобраћају, по правилу су физички, висински или раздјелном траком одвојене од саобраћајних трака за моторна возила. Потребан размак (безбједносна ширина) зависи од брзине кретања моторног возила (табела 14).

Пјешачка стаза је саобраћајна намијењена пјешацима и изводи се уз коловоз, односно уз саобраћајну траку са надвишеним ивичњаком. Одвојена је заштитном ширином од тих површина. Ивичњак је стандардне висине 12 cm до максимално 20 cm.

Ако се пјешчка стаза изводи непосредно уз коловозну траку и физички је од ње одвојена ивичњаком, ширина за два пјешака износи $b_p=2,35$ m, а изузетно за једног пјешака 1,55 m.

На обје стране коловоза у тунелима обавезно је пројектовање пјешачких стаза за случајеве нужде и потребе одржавања. Нормалан пјешачки саобраћај није дозвољен у тунелима. Пјешачке стазе су издигнуте 0,15 m изнад нивоа коловоза уз минималан попречни нагиб од 2 %. Минимална ширина пјешачке стазе износи 0,85 m.

Бицикличке стазе се изводе одвојено од саобраћајних површина за моторна возила. Ширина једне траке за бициклисте износи 1,00 m. Бицикличке стазе се смију извести уз саобраћајне траке за моторни саобраћај, али само ако су денивелисане ивичњаком и на сигурносној удаљености од најмање 50 cm од ивице саобраћајног профила.

4.2.2.2. Несаобраћајне траке (раздјелне траке)

Несаобраћајне траке на коловозу представљају раздјелне траке између раздвојених коловоза или између коловоза и других саобраћајних трака и саобраћајних трака за мирујући саобраћај. Раздјелне траке се изводе у попречном профилу пута код кога је због безбједности саобраћаја нужно физички раздвојити два коловоза са саобраћајем у супротним смјеровима или видове саобраћаја. Раздјелне траке се визуелно и по стабилизацији разликују од саобраћајних трака.

Направе за подужно одводњавање коловоза могу бити изведене на и у раздјелним тракама.

Минимална ширина раздјелне траке мора бити једнака сигурносној ширини (размак између саобраћајног и слободног профила пута) и зависи од брзине вожње.

Ширина раздјелних трака треба, по правилу бити једнака дуж читавог пута, изузев на раскрсницама или у случају проширења и/или сужавања за додатне траке. У случају сложених просторних или економских услова, као и сложене нивелете, раздјелну траку је могуће извести у промјенљивој ширини, с тим да свака од ивица коловоза траке треба да буде паралелна "својој" осовини раздвојеног коловоза.

На путевима на којима брзина вожње износи ≥ 70 km/h, раздјелна трака треба физички да буде одвојена од коловоза, сигурносном оградом или издигнутим ивичњаком или комбинацијом ове двије мјере.

Уколико је зелена површина оивичена, због потреба одржавања њена минимална ширина треба да износи 1,20 m, укључујући ивичњаке са обе стране. Ужа подручја се изводе попљочавањем, а пројекат у том случају треба да садржи процјену нивоа саобраћајне безбједности с обзиром на узану раздјелну траку (брзина вожње).

Засађивање дрвећа може бити предвиђено на раздјеној траци која се изводи као зелена површина. У том случају, размак дрвећа од ивице коловоза се одређује тако да се дрвеће налази изван слободног профила пута. Ширина траке такође зависи од избора врсте дрвећа.

На путевима на којима брзина вожње износи ≥ 70 km/h, не препоручује се засађивање алеја дрвећа из безбједносних разлога. У том случају потребно је процијенити ниво саобраћајне безбједности (постављање сигурносних ограда,

брзина уклањања срушеног дрвећа и опалог лишћа или периодично ограничење брзине).

4.2.2.2.1. Средња раздјелна трака

Код путева са више саобраћајних трака превиђа се средња раздјелна трака, омогућавајући раздвојено управљање саобраћајним токовима, одводњавање коловоза и постављање саобраћајних знакова и јавног осветљења.

На путевима се предвиђају слjedeће минималне ширине раздјелних трака (мин b_r):

- аутопутеви: 3,00-4,00 m, изузетно 2,50 m (предвиђено затрављивање),
- остали путеви изван насељених подручја: 1,25-2,50 (предвиђено поплочавање или асфалт),
- путеви са више саобраћајних трака у насељеним подручјима: 1,60-4,50 m и
- путеви са једним коловозом и више саобраћајних трака ($V \leq 70$ km/h): 0,50 m (стабилизована као коловоз).

Уколико је траса положена на падини терена са одвојеним коловозима и висински независним вођењем нивелете, те с циљем рационализације радова, нестандартну ширину средње раздјелне траке условљавају теренске прилике.

4.2.2.2.2. Бочне раздјелне траке

Бочне раздјелне траке треба предвидјети углавном у градовима и мјестима и насељеним подручјима, уколико се наведене траке користе за раздвајање бицикличких или пјешачких површина од коловоза, уређење засађених површина дуж пута или као траке у којима се постављају подужне комуналне инсталације дуж коловоза.

Минимална ширина бочне раздјелне траке износи мин $b_{rb}=1,20$ m. Ширина бочне раздјелне траке на којој је засађено дрвеће и жбуње износи најмање 2,0 m.

Раздјелне траке могу бити на нивоу коловоза или од њега издигнуте помоћу ивичњака, и то:

- $h_{min}=7$ cm уколико је размак сигурносне ограде од ивичњака ≥ 50 cm,
- $h_{min}=10$ cm на путевима изван насељених подручја, уколико је ивичњак постављен до 10 cm прије ограде или
- $h=12-13$ cm на путевима у насељеним подручјима (без ограде).

4.2.2.3. Подужне површине за заштиту коловоза и постављање саобраћајне опреме (банкине)

Банкине су подужне површине за заштиту коловоза и постављање саобраћајне опреме. Банкине се визуелно и по начину стабилизације разликују од саобраћајних површина. Уколико се изводи као коловоз, мора бити раздвојена непрекидном бијелом ознаком ивице коловоза.

Банкине су предвиђене за:

- осигурање веће безбједности саобраћаја (принудна употреба додатне ширине),
- постављање направа и објеката за управљање и заштиту саобраћаја (раздјелни смјерокази и безбједносне ограде),
- постављање направа за подужно одводњавање коловоза (канални, плитки кружни канали, издигнути ивичњаци са сигурносним подручјем) и
- за извођење ивичњака.

Ширина банкине зависи од врсте (саобраћајне функције) пута, брзине вожње и направа (саобраћајна опрема, дренажа) које се на њу постављају. Хумусни дио насипом заштићене или усјечене косине, који се протеже у банку, не треба обухватити ширином банкине.

Минимална ширина банкине износи 1,00 m. Ширине банкине, у зависности од предвиђене брзине су приказане у табели 21.

Табела 21. Ширине банкине

V_{pred} [km/h]	40-60	70-90	≥ 100
b_b [m]	1,00	1,30	1,50

Минимална ширина банкине дуж зауставне траке износи 1,00 m.

У изузетним случајевима, на путевима из техничких група С и D, ширина банкине може да износи 0,50 m (путеви без смјероказа) и 0,75 m (са смјероказима). Наведени изузеци могу се примјењивати и на путевима из техничке групе В-ван насеља, уколико је саобраћајно оптерећење на таквим путевима испод 1.000 voz/dan.

На насипима вишим од 3,00 m на банкама треба осигурати ширину за постављање заштитне ограде. Потребна ширина банкине за једнострану заштитну ограду износи најмање 1,20 m, а за извођење одбојне ограде најмање 1,50 m (стуб заштитне ограде уграђује се најмање 50 cm од спољње ивице банкине).

Ширина банкине дуж бицикличке стазе или тротоара износи 0,50 m, а уколико је ивица бицикличке стазе или тротоара посебно стабилизована (гранитне коцке, бетонски ивичњаци), ширина може да износи 0,25 m.

Површина банкине може бити пјешчана (дробљени камен или шљунак), хумузирана, поплочана или везана (бетон или обрађене камене плоче за поплочавање, асфалт, цемент бетон). Вањски изглед стабилизоване банкине се разликује од коловоза по материјалу и боји.

Ако је површина банкине стабилизована истом конструкцијом као коловоз, те уколико постоји могућност за повремено коришћење за мимоилажење возила, са спољашње стране банкине треба извести берму ширине најмање 0,5 m.

Банкина дуж зауставне траке се може извести као берма (уваљана и са горњим хумусним слојем).

Ивицу за повезивање, између банкине и коловоза треба извести на истом нивоу или до 2 cm ниже, с тим да је банку потребно на одговарајући начин стабилизовати од могућег оштећења гумама. Ако банка није стабилизована (обично у случају привременог уређења), на путу мора бити постављена одговарајућа и видљива саобраћајна сигнализација.

Попречни нагиб површине банкине треба извести према спољној ивици банкине (од коловоза). Минимална величина попречног нагиба банкине зависи од материјала који је употребљен за стабилизацију (пјесак, поплочана или везана 4 %, трава 6 %).

Банкуну на вишој (спољашњој) страни коловоза треба извести са минималним попречним нагибом, а на нижој (унутрашњој) страни са нагибом коловоза, уколико је већи од минимума који је одређен за банкине (обично између 4 и 7 %).

Ако се банкина употребљава за постављање направа за подужно одводњавање, са спољашње стране наведених направа треба извести косу берму ширине најмање 0,5 m.

Ако се банкина употребљава за изградњу тротоара, у обзир је потребно узети одредбе које се односе на постављање ивичњака, као и одредбе које се односе на сигурносни простор (размак између саобраћајног и слободног профила), као и њихово преклапање.

4.2.2.4. Подужне површине за заштиту и обезбјеђење функционалности пута (берма)

Берма представља подручје за обезбјеђење функционалности пута, које је изграђено са спољашње стране направа за одводњавање и/или саобраћајних површина за немоторизовани саобраћај. Берма се употребљава за:

- обезбјеђење заштите стабилизације направа за одводњавање,
- заштиту пута и учесника у саобраћају од материјала који се осипа са косине усјека,
- постављање саобраћајне опреме,
- обезбјеђење прегледности на путу и
- као услужно подручје за уклањање снијега.

Уколико се одводњавање пута, услед просторно-сигурносних разлога изводи одвојено (посебно за коловоз, а посебно за окружење пута), берма иза ивичњака се може употребљавати за извођење подужних направа за одводњавање путног окружења (закривљени канал са усисним шахтовима).

Површина берме се углавном изводи са хумусом и травом, а могуће је примјењивати и друге методе стабилизације. Извођење берме само са испуном од везаних земљаних материјала није дозвољено. Ако се берма изводи са травом, њен попречни нагиб износи 6 %.

Приликом одређивања ширине берме (b_b') у обзир се узима следеће:

- обезбјеђење заштите пута и објеката и направа дуж истог,
- обезбјеђење поља прегледности у кривинама,
- могућност одлагања уклоњеног снијега,
- могућност постављања саобраћајне опреме,
- могућност постављања инфраструктурних инсталација и
- вожња на берми.

Ширина берме иза направа за одводњавање и иза стабилизоване банке одређује се пројектом, а не може бити мања од 0,50 m. Минимална ширина берме иза бицикличких и пјешачких површина износи 0,25 m.

4.2.2.4.1. Обезбјеђење заштите пута и објеката и направа дуж истог

Минимална ширина берме мора бити једнака дебљини конструкције коју штити. У случају да се берма налази на усјеченој дионици пута, може бити и ужа. У обзир се узима могућа ерозија материјала са косине и извођење хумусног слоја, уколико се на косини и берми налази хумусни слој.

4.2.2.4.2. Обезбјеђење поља прегледности у кривинама

Ширином берме треба да се обезбиједи довољна прегледност на зауставној дужини, која се израчунава на основу одређене брзине вожње. Даљина прегледности се одређује узимајући у обзир следеће услове:

- возач у возилу је за једну половину коловозне траке удаљен од унутрашње ивице коловозне траке, очи се налазе у висини 1,0 m,
- возач мора видјети препреку која је за половину ширине коловозне траке удаљена од унутрашње ивице коловоза,
- стандардна висина препреке зависи од врсте пута и брзине вожње (на путевима са великим брзинама вожње ова висина износи до 0,45 m, а на другим путевима до 0,05 m),
- приликом одређивања поља прегледности у обзир се узима подужни профил пута,
- висина препреке у видном пољу на висини даљине прегледности не смије нити у једном случају бити већа од 40 % од разлике између висине очију и препреке,
- постављање саобраћајне опреме на берму треба вршити селективно,
- засађивање дрвећа и жбуња у кривинама није дозвољено,
- приликом извођења изградње пута у фазама, поље прегледности треба обезбиједити за димензије утврђене након завршне фазе.

4.2.2.4.3. Одлагање уклоњеног снијега

С обзиром на статистичке податке о сњежним падавинама и количинама снијега, пројектом пута треба предвидјети ширину берме, у циљу обезбјеђења довољне површине и обима за уклањање снијега са коловоза.

4.2.2.4.4. Постављање саобраћајне опреме

Ширином берме треба да се обезбиједи довољно простора за постављање саобраћајне опреме. Минимална ширина берме је довољна за постављање смјероказа. Приликом постављања саобраћајне опреме у обзир се узимају услови за обезбјеђење прегледности.

4.2.2.4.5. Постављање инфраструктурних инсталација

У склопу берме је потребно поставити све врсте комуналних и телекомуникационих водова, те канализационих водова, ако су предвиђени. У случају постављања неколико врста водова и канализације, њихов избор зависи од међусобног утицаја одређених водова. Ширина берме мора бити довољна за потребан технички размак између водова, као и за њихово постављање, одржавање и реконструкцију (замјену), као и за постављање и одржавање приступних тачака наведеним водовима (шахтови).

4.2.2.4.6. Вожња на берми

Ако је берма стабилизована на одговарајући начин могуће је исту употребљавати за повремени пролаз. Ако брзина вожње на коловозу износи >50 km/h, на ивици берме која је окренута према коловозу треба извести одговарајућу подужну физичку заштиту (ограда). Минимална ширина берме за вожњу (саобраћајни профил) износи 0,70 m.

4.2.2.5. Направе за подужно одводњавање коловоза

4.2.2.5.1. Ивичњак и усмјерени канал (ригол)

Ивичњаци (издигнути, спуштени, под углом) представљају елементе за висинско раздвајање подужних подручја пута. Елеменат ивичњака се састоји од ивичњака и ширине заштитног слоја дуж ивичњака (табела 22).

Табела 22. Карактеристике извођења издигнутих и спуштених ивичњака

Врста пута	Максимална брзина вожње [km/h]	Нагиб косине угаоног ивичњака [%]	Ширина заштитне зоне дуж ивичњака [m]
изван насеља	≥ 80	4	0,50
на главним путевима у насељима и на путевима изван насеља	≥ 60	6,5	0,20
остали путеви	≤ 50	12	0,00

Минималне висина ивичњака изнад коловоза, која у случају удара спречава превртање, износи 12 до 13 cm. Ако се ради о мостовским конструкцијама, минимална висина ивичњака изнад коловоза треба да износи између 18 и 20 cm.

Издигнути ивичњаци се могу употребљавати и као направа за подужно одводњавање.

Ако се издигнути ивичњак поставља у комбинацији са више од 0,10 m удаљеном безбједносном оградом, висина ивичњака изнад коловоза не смије прећи 7 cm, а подручје иза њега, најмање до безбједносне ограде, треба бити стабилизовано и нагнуто према ивичњаку.

Ивичњаци који се налазе на улазима на приватне земљишне посједе треба да буду спуштени. Дужина спуштених ивичњака зависи од ширине улаза, с тим да не смије бити мања од 3 m. Ако се на размаку мањем од 5 m налази неколико узастопних улаза, ивичњаци који се налазе на размацима између посједа морају такође бити изведени као спуштени. У циљу обезбјеђења подужног одводњавања воде са коловоза ивичњаци треба да буду спуштени на висину од 2 cm изнад нивоа коловоза. Висина за одводњавање није потребна уколико је попречни нагиб коловоза на другу страну.

Повезивање горње ивице издигнутих и спуштених ивичњака треба извести помоћу угаоних ивичњака, како је наведено у табели 22. Повезивање издигнутих и спуштених ивичњака употребом класичних елемената за извођење улаза преко тротоара (ивичњаци са хоризонталним заобљењем горње ивице) дозвољено је само у урбаним подручјима на путевима на којима брзина вожње износи ≤ 50 km/h.

Минималне димензије ивичњака за извођење саобраћајних трака за бициклисте и пјешаке (оптичко раздвајање површина и раздвајање површина са задње стране берме) треба да износе 6 (7) x 20 cm. Када се постављање изводи у циљу оптичког раздвајања саобраћајних трака, ивичњаке у потпуности треба извести као спуштене до висине трака, док се приликом раздвајања берме од саобраћајних трака, изводе као ивичњаци издигнути за 0,10 m, иза којих се изводи берма чија минимална ширина износи 0,25 m. Умјесто класичних ивичњака за раздвајање површина могуће је употрежити камене коцке, димензија 6 x 6 x 6 cm или 8 x 8 x 8 cm.

Комбинација ивичњака и извођења дијела стабилизационе банке под углом је усмјерени канал (ригол) који је предвиђен за подужно одводњавање површинских вода са коловоза и из усјека.

Стандардне ширине ригола износе 0,50 m и 0,75 m, а одређују се пројектом.

4.2.2.5.2. Закривљени (сегментни) канал

Посебан облик канала за одводњавање воде са коловоза и из усјека представља закривљени (сегментни) канал који се изводи на ивици и у нивоу коловоза. На путевима из техничких група C и D, у случају малог саобраћајног оптерећења и извођења попречног профила са суженим димензијама коловоза, закривљени (сегментни) канал треба да буде предвиђен и као подручје за избјегавање возила. У том случају, стабилизација истог треба да буде једнака стабилизацији коловоза.

Закривљени (сегментни) канал се изводи као:

- асфалтни, ширина од 0,50 до 0,80 m,
- цемент-бетонски, ширина 0,50 m и
- травнати, ширина од 1,00 до 1,50 m, у изузетним случајевима до 2,00.

4.2.3. Косине насипа и усјека

Нагиби косина насипа и усјека су одређени геомеханичким својствима материјала од којих су изграђене и висином тих косина, при чему је неопходно обезбиједити одговарајуће поље прегледности.

4.2.4. Озелењавање подручја дуж пута

У начелу, могуће је озеленити сва хумусна подручја на путу или дуж пута, уколико прегледност на путу није угрожена. Гране дрвећа се не смију протезати у слободни профил пута, а у обзир се мора узети и прегледност у кривинама.

4.2.4.1. Пут у насипу

У правцу и са спољашње стране кривине, удаљеност грмља износи најмање 3,00 m, док дрвеће мора да буде најмање 5,00 m удаљено од ивице коловоза.

Са спољашње стране попречног профила жбуње и дрвеће се може засадити на размаку од најмање 1,00 m од границе искључиве употребе земљишта или направа за одводњавање.

4.2.4.2. Пут у усјеку

Жбуње или дрвеће не смије бити мање од 1,00 m удаљено од канала за одводњавање атмосферских вода, а са спољашње стране попречног профила најмање 1,00 m од границе искључиве употребе земљишта или направа за одводњавање.

4.3. Стандардни попречни профили

За потребе планирања, пројектовања, грађења, експлоатације и одржавања путева попречни профил има следеће облике, различите по садржају и намјени:

- геометријски попречни профил,
- типски попречни профил,
- нормалан попречни профил,
- карактеристичан попречни профил и
- детаљан попречни профил.

4.3.1. Геометријски попречни профил

Геометријски попречни профил (GPP) је графички приказ саобраћајних и осталих подужних површина на коловозном профилу (возне траке, оивичења, раздјелне траке и банке) пројектованог пута, изабраних и дефинисаних према врсти и значају пута, те планираном саобраћајном оптерећењу (врста учесника и величина тока), да би пут могао функционисати у оквиру саобраћајних и возно-динамичких карактеристика (брзина путовања и однос између мјеродавног саобраћајног оптерећења и капацитета пута-ниво услуге), предвиђених према његовој саобраћајној функцији (категија пута).

Кроз GPP се дефинишу:

- број, поредак и ширине појединих саобраћајних површина коловоза,
- основни режим у експлоатацији (са једним или два коловоза),
- хоризонтални размаци и/или вертикална делинеација појединих елемената профила,
- саобраћајни и слободни профил и
- могуће фазе у грађењу пута.

GPP се примјењује у:

- планирању саобраћаја и путне мреже,
- генералним студијама као полазно опредјељење,
- просторним студијама за дефинисање односа са путном средином,
- идејном и главном пројекту пута као основа за дефинисање нормалних профила и
- експертским студијама (дефинисање саобраћајног режима на путу, увођење интелигентних саобраћајних система и сл).

4.3.2. Типски попречни профил

Типски попречни профил (TPP) је GPP дефинисан као једно од могућих рјешења за поједину категорију пута.

Типски попречни профил се одређује према:

- саобраћајном режиму у експлоатацији (са једним или два коловоза),
- саобраћајним карактеристикама за поједину врсту пута (број и поредак саобраћајних трака, ивичне траке и зауставне траке, раздјелне траке) и
- димензијама појединих елемената коловоза (ширине).

Када пут води кроз просторе са различитим карактеристикама (изван или унутар насеља, равничарски или брдовит, са или без бициклистичких и пјешачких стаза), у једном те истом пројекту примјењује се више типских попречних профила да би се обезбиједило нормално функционисање пута у тим различитим условима.

Избор ТРР за потребе пројекта се изводи на основу параметара дефинисаних овим документом, који обезбјеђују возно-динамички квалитет пројектованог пута (првенствено V_{pred} и V_{put}), и атрибута (карактеристике према категорији пута). Ако показатељи квалитета саобраћајног тока задовољавају очекивања, у пројекту није потребно изводити саобраћајно димензионисање профила.

У случају другачијих саобраћајних (већи удео тешких возила) и рељефних параметара (брдовит или планински терен) показатеље квалитета саобраћајног тока је потребно у пројекту пута посебно провјерити и резултате адекватно адаптирати, да би се могла утврдити оправданост избора ТРР. У том случају је потребно или примјенити одређене захвате за подизање нивоа услуге или изабрати ТРР са већом пропусном моћи.

Квалитет избора елемената попречног профила на основу категорије пута и предвиђене брзине, неопходно је провјерити за путеве из техничких група А и В-изван насеља у односу на прогнозирано саобраћајно оптерећење према поглављу Саобраћај, дио Пропусна моћ пута. Описаним поступцима треба доказати да одабрани попречни профил пута може прихватити прогнозирано саобраћајно оптерећење и задовољити одабрани ниво услуге.

4.3.3. Нормалан попречни профил

Нормалан попречни профил (NPP) је графички приказ GPP у стандардним природним и саобраћајним условима. NPP представља допуњен GPP са трупом пута и грађевинско-конструктивним рјешењима, стављен у реалне димензије простора.

NPP дефинише сљедеће елементе условљене за обезбјеђење саобраћајне функције пута према претходно дефинисаним саобраћајним и возно-динамичким условима:

- облик и димензије појединих врста саобраћајних и пратећих елемената коловоза (заштитни појасеви и елементи одводњавања),
- интерне односе између елемената профила (систем раздвајања-раздјелне траке, ивичњаци, ограде),
- врсту и положај елемената за заштиту пута и околине (спољашње ограде, ограде против буке и др),
- положај основних елемената саобраћајне опреме пута (смјерокази, знакови, ограде и сл),
- врсту и положај инфраструктурних и комуналних водова,
- грађевинске детаље за извођење радова и
- цјелокупну ширину земљишта потребног за изградњу пута (путно земљиште).

У NPP се, поред димензија, показују:

- линија терена са дебљином хумуса и котом терена на оси пута,
- положај нивелете у профилу, те нагиби коловоза и планума доњег строја,
- дебљина и састав коловозне конструкције,
- пратећи елементи коловоза са конструктивним рјешењима, димензијама и нагибима (банкина, берма, уређења за подужно одводњавање пута, раздјелне траке),
- врста и облик елемената трупа пута у профилу (усјек, насип, мјешовити профил, нагиб косина, уређење косина),
- грађевинска рјешења за изградњу трупа пута (нагиби на појединим слојевима доњег строја у случају примјене различитих материјала, засјечи, исклињења, риголи или дренаже за одводњавање доњег строја),

- положај и грађевинска рјешења заштитних елемената пута (канални, потпорни зидови, дубоке дренаже) и
- положај и дубина у труп пута уграђених комуналних и инфраструктурних водова, те њихова међусобна растојања по профили и висини (канализација, водовод, плин, електро, јавна расвјета, ТВ кабл, топловод, кабл за интерну комуникацију власника пута и сл).

У нормалним условима у пројектима се приказују најмање 3 основна профила, и то:

- NPP на насипу,
- NPP у усјеку и
- NPP у засјеку (мјешовити профил).

Код путева са раздвојеним коловозима у пројекту се показују и:

- NPP у правцу,
- NPP у кривини и
- NPP са висински раздвојеним коловозима,

да би се дефинисали висински односи оба коловоза и, према потреби, укључиле и додатне површине и захвати у циљу обезбјеђења нормалне експлоатације пута.

NPP се примјењује у:

- изради планске документације за дефинисање односа са путном околином и као приказ будућег стања,
- идејном и главном пројекту пута као обавезан прилог у пројекту и
- експертским студијама (геотехничке студије, дефинисање саобраћајног режима на путу, увођење интелигентних саобраћајних система и сл).

4.3.4. Карактеристичан попречни профил

Карактеристичан попречни профил (KPP) је графички приказ NPP на појединим станицама или деоницама пута, на којима се мијењају:

- структура и облик тупа пута (мост, виадукт, тунел, потпорни зидови),
- саобраћајни захтјеви (проширење коловозних трака, додатне траке на успонима или у прикључцима и раскрсницама, додатне траке за паркирање, одузимање трака, зауставне нише),
- висински односи раздвојених коловоза (специална извођења витоперења, замјена положаја осовине пута и сл),
- поредак саобраћајних елемената коловоза због укључења локално примјењених мјера за вођење саобраћаја и/или већу безбедност саобраћаја (раздјелна острва различите намјене),
- садржај и поредак површина дуж коловоза (бицикличка трака, бицикличка стаза, тротоар и слично),
- елементи подужног одводњавања и мјере заштите околине дуж пута (риголи, дубоке подужне дренаже, канализација, ограде против буке, ограде против прејаког ветра и сл),
- састав и дебљине слојева коловозне конструкције и
- садржај и локација појединих инсталација и водова у трупцу пута (комунална инфраструктура),

или се на и уз пут уклапају поједине врсте функционалних површина као:

- станице за наплату путарине или царину,
- стајалишта аутобуса,
- сервисне површине уз коловоз (одморишта, бензинске станице, површине за контролу саобраћаја, површине за објекте за одражавање пута, ако су у контакту са коловозом, депоније са различитим намјеном и сл),
- површине за смјештај различитих уређаја уз коловоз (позивна мјеста СОС, површине за смјештај различитих потпорних конструкција и сл).

KPP се примјењује у:

- идејном и главном пројекту пута као обавезан прилог у пројекту и
- експертским студијама (увођење интелигентних саобраћајних система на путу, студија заштите околине и сл).

4.3.5. Детаљан попречни профил

Детаљан попречни профил (DPP) је графички приказ пресека пута на појединим станицама, ради:

- дефинисања висинског положаја пута у природној средини (кота терена, кота нивелете, коте ивица коловоза, висина ивичњака, косине и њихов нагиб, одстојања појединих елемената смјештених уз пут),
- приказа попречних нагиба коловоза и осталих подужних површина,

- планиметрисања количине појединих врста земљаних радова за потребе профила маса и распореда маса по траси пута или ван ње (откоп хумуса, површине усека, насипа, хумузирање косина),
- приказа врсте и положаја инсталација и водова у трупцу пута,
- дефинисања елемената за попречно одводњавања (пропусти), ако се налазе на тој стационажи и
- приказа врсте и положаја различитих уређења (темељи стубова и сл), ако се налазе на тој стационажи.

DPP се извође према претходно дефинисаним NPP и KPP на унапред утврђеним растојањима дуж трасе. Ови профили омогућавају:

- прорачун количина за предмјер радова и утврђивање грађевинских трошкова у пројекту,
- извођење грађевинских радова и
- контролу извршених радова.

Размаци између узастопних DPP зависе од врсте пројектне документације и од закривљености осовине пута.

DPP се означавају или узастопним бројевима или шифром R-x (x-узастопни бројеви) или стационажом или комбинацијом тих могућности, да би се у пројекту и код грађења пута могао пратити њихов распоред.

DPP се примјењује у:

- у генералним студијама на појединим стационажама за приказивање односа пута и елемената у простору (конфликтна мјеста), као пожељан прилог у студији,
- у идејном пројекту на константним размацима (20, 25 или 50 m) или на стационажама укрштања линије терена са линијом нивелете (карактеристичка мјеста терена на подужном профилу пута), као обавезан прилог у пројекту,
- у главном пројекту пута на константним размацима (5, 10, 20 или 25 m) или на произвољним стационажама са размаком 25 m или мање, као обавезан прилог у пројекту и
- на градилишту за означавање положаја појединих пројектом приказаних DPP и за постављање грађевинских профила (означавање локације и падина косина).

5. ПРЕГЛЕДНОСТ

Безбједност саобраћаја и квалитет саобраћајног тока захтијевају одговарајућу прегледност на путу, како би се омогућило правовремено смањење брзине, заустављање возила или претицање. Осигурање зауставне прегледности је основни чинилац безбједности на путу, док је осигурање претицајне прегледности показатељ постигнутог квалитета саобраћајног тока.

Дужине зауставне прегледности представљају основу за израчунавање:

- ширине поља прегледности дуж трасе пута (прегледна берма),
- прегледног троугла на раскрсницама,
- минималаног радијуса вертикалне кривине,
- дужине за претицање и
- прегледности на лијевој саобраћајној траци (путеви са физички раздвојеним једносмјерним коловозима).

За све наведене прорачуне полазну тачку представља предвиђена брзина V_{pred} .

У циљу осигурања вишег нивоа безбједности саобраћаја, препоручује се да се на двосмјерним путевима са двије саобраћајне траке из група А и В-ван насеља за израчунавање величине минималног радијуса вертикалне кривине и удаљености за претицање, у обзир узме брзина V_{proj} или $V_i = (V_{pred} + 20 \text{ km/h}) \leq V_{doz}$.

5.1. Раздаљина за смањење брзине кретања и прегледност

Раздаљина за смањење брзине кретања (раскрсница, прикључак) се израчунава према сљедећем обрасцу:

$$L_z = \frac{V_p^2 - V_k^2}{26 \cdot (a_z + 0,1 \cdot s_i)}$$

гдје је:

L_z - дужина за смањење брзине кретања или зауставна дужина [m],

V_p - почетна брзина [km/h],

V_k - коначна брзина [km/h] и

a_z - успорење [m/s^2], при чему дозвољене вриједности коефицијента трења дефинисане у табели 10 не смеју бити премашене.

5.2. Зауставна дужина и прегледност

5.2.1. Зауставна дужина

Зауставна дужина (L_z) је најкраћа дужина на којој возач, на мокром и чистом коловозу, може да заустави возило у условима дозвољене вриједности коефицијента трења (табела 10). Вриједности у табели 10 су одређене за хабајуће слојеве израђене од карбонатне камене мјешавине. За различите врсте материјала хабајућег слоја зауставну дужину треба одредити на основу стручно утврђених вриједности коефицијента трења.

5.2.2. Скраћена зауставна дужина

Употребом мјешавине зрна силикатног камена за израду хабајућег слоја могуће је постићи веће вриједности коефицијента трења (f_T 50 % у табели 10), те се на тај начин скраћује зауставна дужина.

У изузетно захтјевним просторним условима зауставна дужина може бити смањена:

- употребом квалитетнијег каменог агрегата (силикатни агрегат) или
- смањењем брзине вожње (ограничење брзине).

5.2.3. Зауставна прегледност

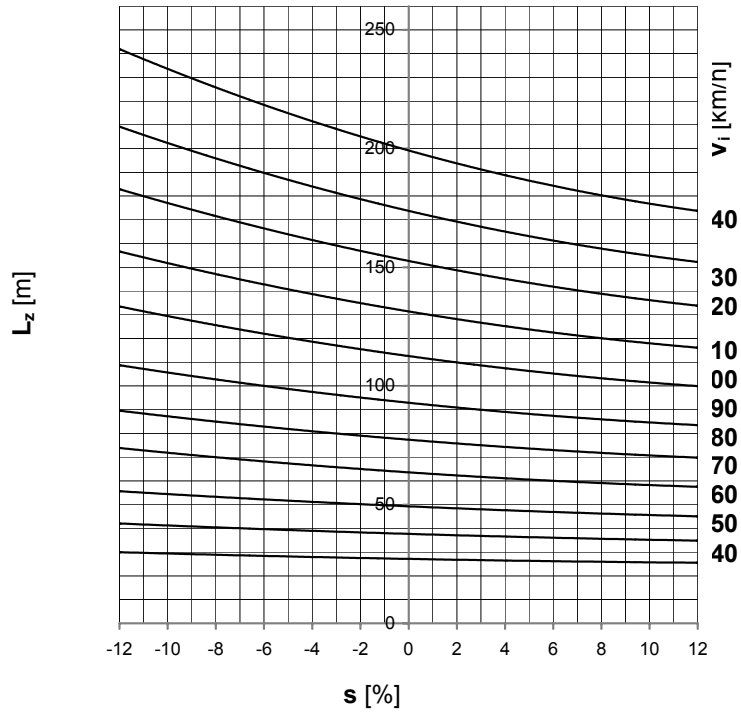
Зауставна прегледност (P_z) је минимална дужина на којој возач опажа препреку да би до ње потпуно зауставио возило у условима дозвољене вриједности коефицијента трења, и одређује се према сљедећем обрасцу:

$$P_z = L_z + 7 \text{ m}$$

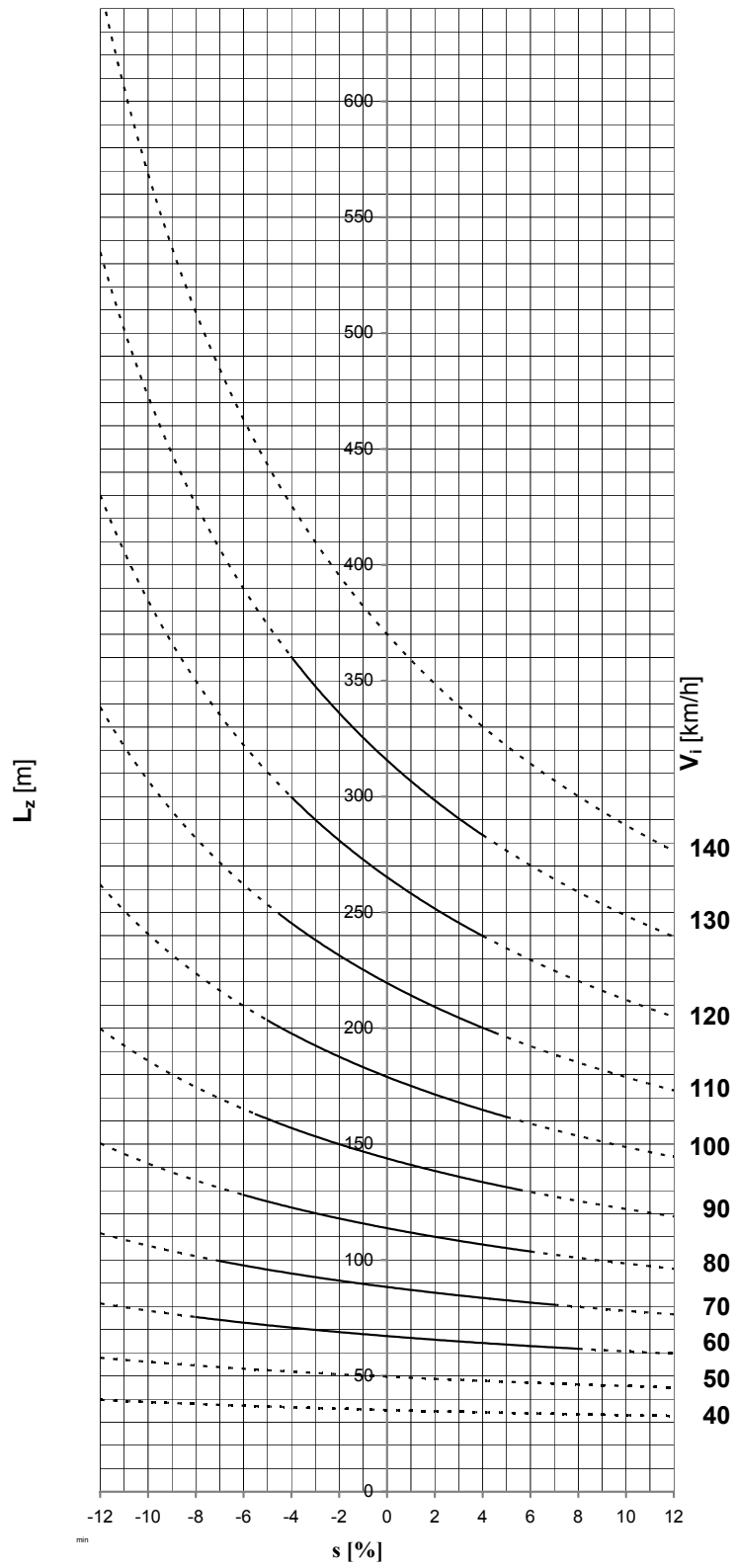
Безбједносни размак од 7 m је, изузев када је ријеч о путевима из техничке групе А, могуће изоставити.

Дужине зауставне прегледности су приказане на сликама 24-27.

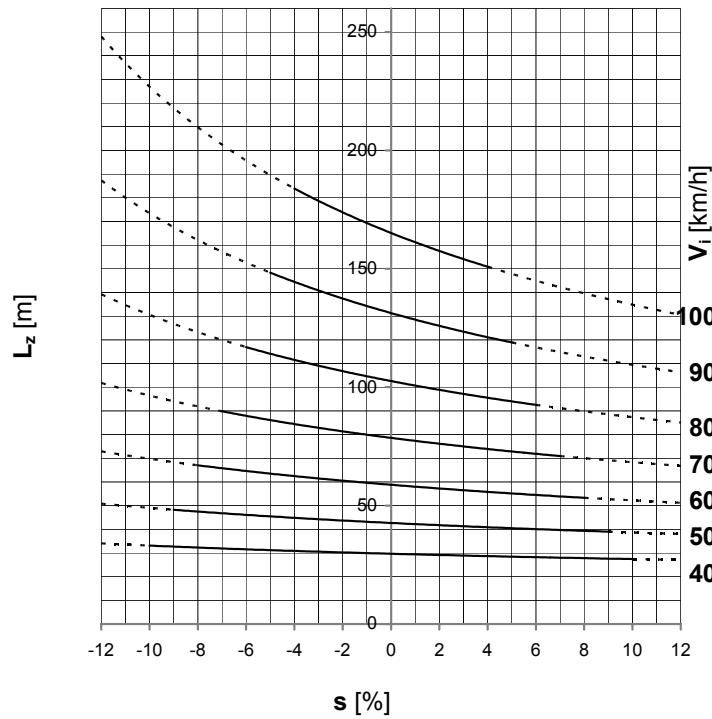
Слика 24. Скраћена зауставна прегледност ($f_{T 50 \%}$)



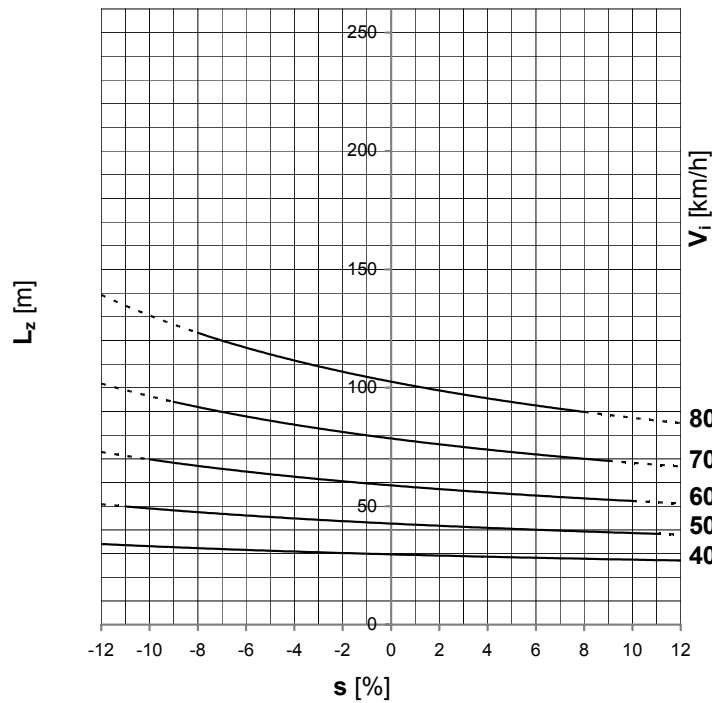
Слика 25. Заустановка прегледност за путеве из техничке групе А



Слика 26. Зауоставна прегледност за путеве из техничке групе В



Слика 27. Зауоставна прегледност за путеве из техничке групе С



Прегледност је потребно обезбиједити посебно за сваки саобраћајни правац. Са становишта пројекта, прегледност је потребно омогућити у ситуационом плану (хоризонтална прегледност) и подужном профилу (вертикална прегледност).

Ако на неком дијелу пута није осигурама тражена зауоставна прегледност, брзина се

мора на ону величину за коју је осигурана прегледност. На путевима из техничких група А и Б-изван насеља мора увијек бити осигурана тражена зауставна прегледност.

5.3. Хоризонтална прегледност

Хоризонтална прегледност се обезбјеђује уклањањем свих препрека са унутрашње стране хоризонталне кривине (и са лијеве и са десне стране), укључујући и покретне препреке, на одговарајуће растојање од ивице коловоза. Зона која се добије на овај начин назива се берма прегледности.

У берми прегледности се може постављати само саобраћајна опрема, са изузетком бетонских заштитних ограда, путоказних и смјероказних табли и зидова за заштиту од буке.

Заштитне ограде представљају препреку ако се налазе у хоризонталној кривини, а подужни профил је у конвексној кривини. Ове локације се додатно проверавају током израде пројекта и, у случају потребе, обезбјеђује додатно заштитно растојање.

Ако није могуће обезбиједити довољну ширину берме прегледности, треба повећати радијус хоризонталне кривине (у тунелима или на вијадуктима) или ограничити брзину вожње саобраћајном сигнализацијом. Скраћена зауставна дужина је прихватљива само у случају када је застор израђен од силикатних агрегата ($f_{T 50\%}$).

Шематски приказ и параметри прегледне берме су представљени на слици 28. Возило са возачем се налази на средини унутрашње саобраћајне траке. Ширина поља прегледности и берме прегледности се одређују према сљедећим обрасцима:

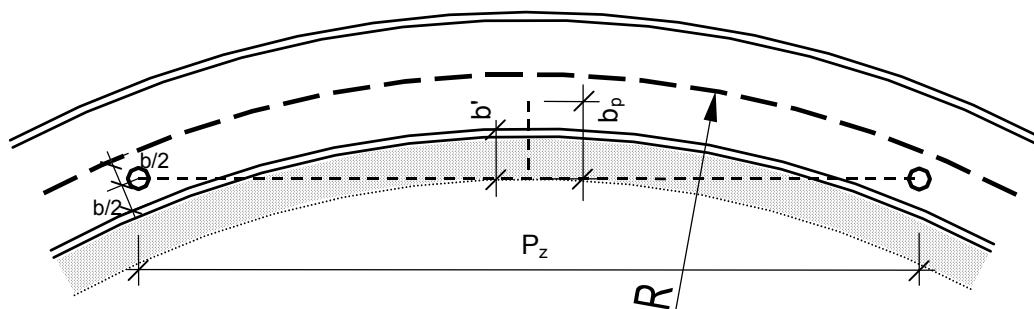
$$b_p = \frac{P_z^2}{8 \cdot R} \quad b' = b_p - \frac{b}{2}$$

гдје је:

- b' - ширина берме прегледности [m],
- b_p - ширина поља прегледности [m] и
- R - радијус хоризонталног кружног лука [m].

Прелаз на ширину поља прегледности се изводи пропорционално цијелом дужином прелазне кривине.

Слика 28. Шематски приказ поља хоризонталне прегледности

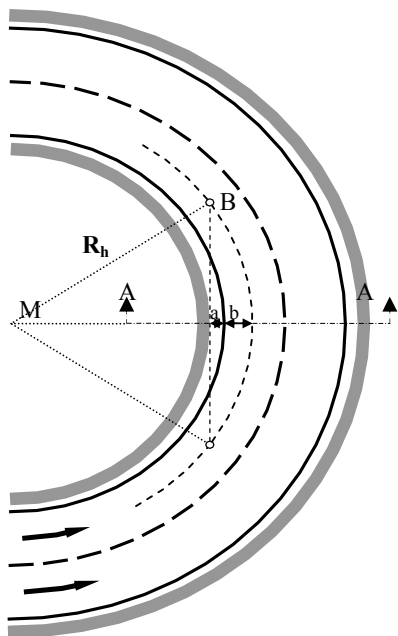


На путевима који се састоје од два раздвојена једносмјерна коловоза, прегледност је потребно обезбиједити и на крајњој лијевој саобраћајној траци. Наведену прегледност је потребно пројектом проверити у сљедећим случајевима:

- уколико су заштитне ограде предвиђене на датој дионици пута, која се у исто вријеме налази у хоризонталној и вертикалној кривини,
- кроз тунеле и
- на вијадуктима.

Шематски приказ поља прегледности на крајњој лијевој траци је приказан на слици 29, док се величина радијуса хоризонталног кружног лука или потребне удаљености између препреке и ивице крајње саобраћајне траке одређује на основу номограма на слици 30.

Слика 29. Шематски приказ поља прегледности на крајњој лијевој саобраћајној траци

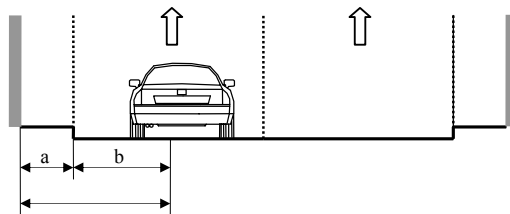


Legenda:

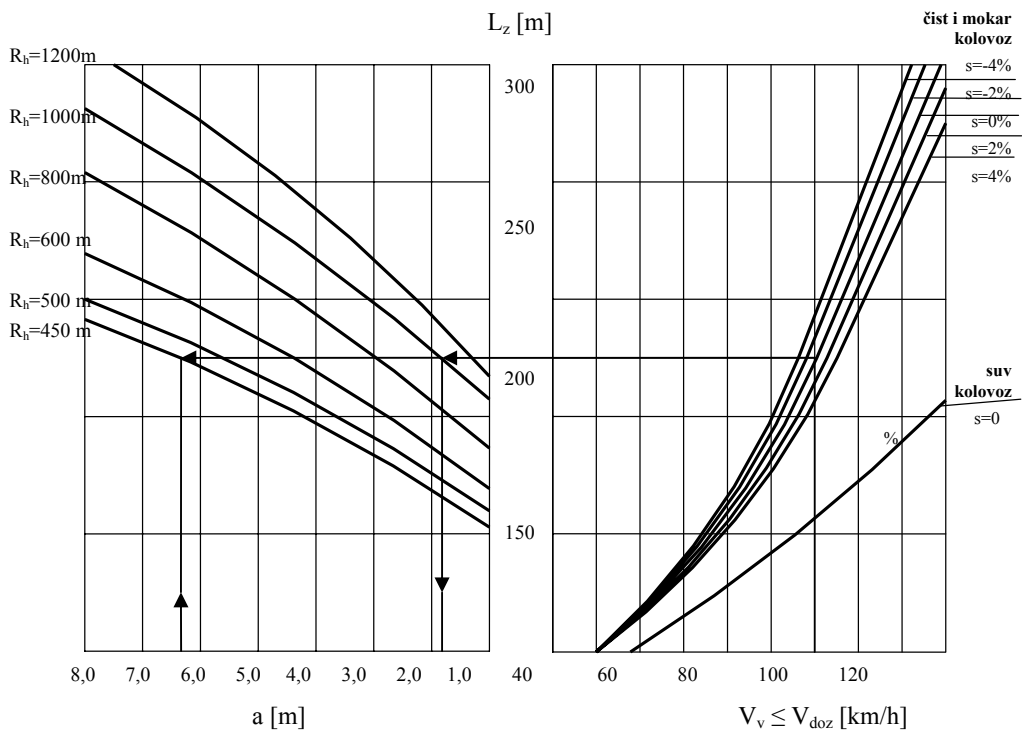
a ... удаљеност између ивице унутрашње саобраћајне траке и препреке

b ... положај вођача ($b=1.80$ m или $\frac{1}{2}$ ширине саобраћајне траке)

$$\Delta R_h = a + b$$



Слика 30. Међусобна зависност радијуса R_h и удаљености између препреке и ивице крајње саобраћајне траке a , у функцији од брзине V_v и подужног нагиба нивелете



5.4. Вертикална прегледност

Вертикална прегледност на путу се одређује на основу висине положаја очију возача (1,00 m) и на основу висине препреке на путу на зауставној прегледној даљини. Положај очију возача, као и положај препреке налазе се у осовини саобраћајне траке. Минималне висине видљивог дијела препрека на путевима су приказане у табели 23.

Вертикална прегледност се одређује према обрасцу:

$$P_z = \sqrt{(R_{v \text{ konv}} + h_1)^2 - R_{v \text{ min konv}}^2} + \sqrt{(R_{v \text{ min konv}} + h_2)^2 - R_{v \text{ min konv}}^2}$$

гдје је:

мин $R_{v \text{ konv}}$ - минималан радијус конвексне вертикалне кривине [m],

h_1 - висина положаја очију возача изнад коловоза (1,00 m) и

h_2 - висина препреке на путу [m].

Табела 23. Минималне висине видљивог дијела препрека на путевима

V_v [km/h]	40	50 ¹	50 ¹	60	70	80	90	100 ₁	100 ₁	110	120	130	140
h_2 [m]	0,0 0	0,0 0	0,0 5	0,0 5	0,0 5	0,0 5	0,0 5	0,0 5	0,1 0	0,1 0	0,1 5	0,1 5	0,1 5

¹ различите вриједности за брзине 50 или 100 км/х се узимају у обзир за техничке групе путева различите сложености

Величина минималног радијуса конвексне кривине мин $R_{v \text{ konv}}$ одређена је у поглављу Елементи подужног профила.

5.5. Прегледност при претицању

5.5.1. Хоризонтална прегледност при претицању

Обезбјеђењем прегледности при претицању утиче се на квалитет саобраћајног тока, пропусност пута и безбједност одвијања саобраћаја.

Прегледност при претицању (P_p) је растојање које возило пређе за вријеме опажања ситуације, повећања брзине, претицања и враћања на своју саобраћајну траку, односно најмања дужина која је потребна да возило обави претицање споријег возила.

Минималне даљине прегледности при претицању су израчунате за услове убрзавања возила које претиче са убрзањем $1,5 \text{ m/s}^2$ при највећој дозвољеној брзини вожње возила које претиче и возила из супротног смјера.

Минималне даљине прегледности при претицању су наведене у табели 24.

Табела 24. Минималне даљине прегледности при претицању

V_v [km/h]	40	50	60	70	80	90	100
min P_p [m]	-	330	380	450	520	600	680

5.5.2. Вертикална прегледност при претицању

На двосмјерним коловозима претицање није дозвољено на подручју вертикалних конвексних кривина, чији је радијус мањи од потребног.

Приликом одређивања радијуса вертикалне конвексне кривине на којој је дозвољено претицање, у обзир се узима сума зауставних дужина за возила која се крећу у супротним смјеровима, при брзини $V_{proj} \leq V_{doz}$, и са висином препреке $h_2=1,0$ m.

За практичне поступке приликом одређивања подручја на којима претицање није дозвољено, довољно је тачно да се уведе забрана претицања на свим вертикалним конвексним кривинама сљедећег радијуса:

$$R_v < 1,75 \cdot \min R_{vkonv} .$$

5.5.3. Обезбјеђење прегледности при претицању

На двосмјерним путевима са једним коловозом из техничке групе А, потребно је обезбиједити прегледност при претицању на дужини којом се постиже предвиђена довољна пропусност пута при одређеној брзини путовања. При томе треба као дужину пута сматрати читаву дионицу између сусједних центара, којим се одређује категорија пута.

Ако саобраћајним димензионисањем није одређена потребна дужина дионица за обезбјеђење прегледности при претицању, сљедеће се мора сматрати најмањом дужином дионице довољном за обезбјеђење прегледности при претицању на двосмјерним путевима:

- више од 25 % дужине пута за путеве из техничке групе А и
- више од 15 % дужине пута за путеве из техничких група В и С.

У посебно сложеним условима рељефа или у случају других просторних ограничења, могуће је изоставити горе наведене најмање дужине дионица на којима је претицање изводљиво. Такав приступ мора бити одређен пројектним задатком, и то сваки пут посебно.

На дужим успонима, гдје је за тешка возила изграђена додатна трака (саобраћајна трака за спору возњу), претицање није дозвољено при кретању низбрдо, с обзиром на безбједност саобраћаја.

5.6. Прегледност у подручју раскрснице

Прегледност приликом уласка у раскрсницу је дужина која омогућава возачу на путу са правом првенства да заустави возило прије раскрснице уколико се возило из бочног смјера укључује на у његову саобраћајну траку или уколико прелази раскрсницу. Дужина прегледности једнака је зауставној даљини.

Прегледност при приближавању раскрсници је удаљеност при којој возило које се креће путем који нема првенство без смањења брзине улази у подручје раскрснице или се правовремено зауставља у случају да се возила већ налазе на раскрсници.

6. ЕЛЕМЕНТИ СИТУАЦИОНОГ ПЛАНА

Хоризонтални геометријски елементи осовине пута су:

- права,
- кружни лук и
- прелазна кривина (клотоида).

За поједине техничке групе путева, процјена граничних вриједности се врши под различитим условима. У случају да се, из различитих разлога, на одређеном путу јави потреба за увођењем елемената који су сложенији од оних предвиђених за одређену техничку групу, наведене елементе треба пројектовати као оне који се

примјењују за вишу техничку групу путева. У том случају потребно је прилагодити све елементе, не само хоризонталне.

6.1. Права

6.1.1. Примјена и одређивање димензија

На путевима из техничке групе А, права се пројектује само у посебним топографским условима (путеви у долинама, путеви који се протежу дуж других објеката инфраструктуре, итд), у посебним просторним условима (насеља) или на дионицама гдје је њена употреба одговарајућа усљед саобраћајно-техничких услова (раскрснице и прикључци, обезбјеђење дионица за претицање, значајни објекти, итд).

Приликом увођења дугих правих линија, посебну пажњу је потребно обратити на сљедеће:

- димензије лука прикљученог на праву и
- довољне димензије заобљења прелома нивелете.

Употреба праве линије није ограничена за путеве из техничких група Б-у оквиру насеља, С и D.

6.1.2. Граничне вриједности

Због могућег непрестаног заслепљивања и заморне вожње, дужина праве (L_p) мора бити ограничена на максималну дубину видљивости $L_p < 20 \cdot V_{pred}$ [m] на путевима из техничке групе А. Приликом избора дужине праве линије, потребно је такође размотрити усклађеност са вертикалним током трасе.

Праве линије, које су краће од $4 \cdot V_{pred}$ између два лука истог смјера, те које су краће од $2 \cdot V_{pred}$ између два лука супротног смјера ("кратке праве линије") треба избјегавати на путевима из техничке групе А, док се на путевима из техничке групе В могу пројектовати само под одређеним условима. У том случају, дужина праве линије мора бити довољна како би се омогућило најмање 5 s вожње на истој.

На путевима који припадају другим техничким групама не постоје никаква ограничења која се односе на употребу праве линије.

Осовина кратких тунела треба да буде положена у правцу, ако је то могуће. У дугачким тунелима дужина правца не смије да пријеђе 4,0 km.

6.2. Кружни лук

6.2.1. Примјена и одређивање димензија

Кружни лук је потез ситуационог плана пута са сталном закривљеношћу.

Димензије кружних лукова треба одабрати тако да се омогући брзина вожње која је што је могуће ближа предвиђеној брзини путовања на одређеном путу (обезбјеђење функционалности и економичности). У случају веома стрме нивелете, потребно је одабрати такве димензије лука да његов попречни нагиб, у комбинацији са подужним нагибом (који произилази из резултатећег нагиба коловоза q_{rez}), не прелази дозвољену вриједност од 10 % за путеве из техничких група А (препоручује се $q_{rez}=8$ %) и В. На путевима из техничке групе С такво ограничење није обавезно, већ препоручљиво.

Дужина лука зависи од трајања вожње на њему, при чему се препоручују вриједности:

- 5-7 s у циљу обезбјеђења угодне вожње и естетског изгледа трасе и
- минимални захтјеви с обзиром на услове наведене у табели 7 (2 или 1,5 s).

Горња граница на којој се дио кривине још увијек разликује од праве линије је:

$$\alpha = 0,02 = \frac{L_{kl}}{R} = \frac{1}{50}, \text{ што одговара углу } \square = 1^\circ$$

гдје је:

L_{kl} - дужина кружног лука и

R - радијус кружног лука.

Код већих кривина ($R > 5.000$ м) треба примјенити однос $R:L_{kl}=20:1$ ($\square=3^\circ$), како би било могуће уочити кривину. Дужина мањих кривина треба да буде таква да омогућава кретање у трајању од најмање 2 с (видокруг возача).

У подручјима раскрсница и прикључака потребно је обезбједити прегледне удаљености и исправно извођење, с обзиром на висину прикључног пута. У циљу испуњавања наведених услова, радијус хоризонталног лука примарног пута треба изабрати тако да попречни нагиб коловоза (q) не прелази 4 %.

У подручјима раскрсница, већих објеката или у случају трајних препрека на раздјелном острву на путевима који се састоје од два једносмјерна коловоза, наведени радијус кружног лука треба одабрати тако да се обезбједи зауставна прегледност за V_{proj} и на крајњој лијевој саобраћајној траци предвиђеној за претицање.

Уколико нивелета трасе пута дозвољава знатно прелажење брзине возила у слободном саобраћајном току (V_{proj} је знатно већа од V_{pred}), за осовину пута је потребно пројектовати веће лукове од препоручених минималних, док је у складу са најстрожијим захтјевима потребно обезбједити усклађеност узастопних лукова (слика 32).

Кружне лукове треба одабрати тако да се у највећој могућој мјери омогући њихово уклапање у природну средину, те да се омогући усклађено стварање нивелете пута, као и међусобна усклађеност сусједних лукова.

На излазним порталима дугачких тунела морају се пројектовати хоризонталне кривине да би се елиминисао психолошки утисак "свјетлосне тачке на крају тунела".

6.2.1.1. Дужина лука

Дужина лука зависи од:

- трајања вожње на луку (психофизички ефекат),
- дужине сусједних кружних лукова и прелазних кривина (естетски ефекат јединствености) и
- прилагођавања условима примјене у простору.

Најмања дужина кружног лука за путеве из техничких група А и В-ван насеља одређује се трајањем вожње на луку (уобичајено 5 до 7 с, минимално 2 или 1,5 s). За остале путеве нема ограничења. Теоријски, за остале путеве може да се употребљава и вриједност $L_{kl}=0$ (врх клотоиде), с тим да се ово не препоручује.

Највећа дужина лука није посебно ограничена и зависи искључиво од усклађености са димензијама сусједног лука.

Из саобраћајно-безбједносних разлога, а с обзиром на средњи угао лука, разликују се кратке и дугачке кривине.

Граница између наведених кривина се одређује на основу услова видљивости по изласку из лука (прегледна удаљеност на путу и поље видљивости возача се обезбјеђују у зависности од брзине вожње), како би возач могао да процјени могућу брзину вожње на кружном луку. Дугачке кривине, гдје возачи не могу видјети крај кривине, морају бити опремљене одговарајућим саобраћајним знацима (знак за оштру кривину или серпентину и препоручену брзину вожње).

Посебне мјере нису потребне за кривине са радијусима $R \geq 400$ м.

6.2.2. Граничне вриједности

Минимална величина радијуса кружног лука који је прикључен на дугачку праву линију, дужине L_p , приказана је у табели 25.

Табела 25. Минимална величина радијуса кружног лука који је прикључен на дугачку праву линију

L_p [m]	R_{min} [m]
≥ 300	> 400
< 300	$> L_p$

Димензије граничних вриједности радијуса кружног лука R_x (R_{min} , R_g , R_k) зависе од:

- изабране претходне брзине вожње V_i (V_{proj} , V_{pred}),
- гравитационог потиска (g),
- одлучујућег попречног нагиба коловоза q_x (q_{max} или q_{min} или $q_k = -q_{min}$) и
- дијела коефицијента трења клизања у попречном смјеру ($x\% \text{ doz } f_{R_{max}}$), зависног од ушешћа појединог типа возача на путу (табела 9).

Граничне вриједности радијуса кружног лука одређују се према сљедећем обрасцу:

$$R_x = \frac{V_i^2}{127 \cdot (x\% \text{ doz } f_{R_{max}} + q_x)}$$

гдје је:

R_x - гранична величина радијуса кружног лука,

доз $f_{R_{max}}$ - дозвољена вриједност коефицијента трења клизања у радијалном смјеру зависна од брзине,

$x\%$ - дио искоришћености коефицијента трења клизања и

q_x - гранична величина попречног нагиба коловоза.

Карактеристичке вриједности радијуса кружних лукова R_{min} , R_g , R_k и дужине кружног лука D_{kl} за поједине брзине вожње наведене су у табели 26. Све наведене вриједности одређене су за хабајући слој коловоза који је израђен од карбонатних агрегата и битуменског везива. R_{min} је радијус одређен према максималном попречном нагибу коловоза q_{max} у складу са условима дефинисаним у табелама 9 и 10. R_g је радијус дефинисан у односу на минималан попречни нагиб q_{min} , а R_k је минималан радијус при коме је дозвољен супротан попречни нагиб коловоза.

Табела 26. Граничне вриједности радијуса кружних лукова по техничким групама путева

Техничка група	V_{pred} [km/h]											
	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	

Техничка група		V_{pred} [km/h]										
		40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
А	R_{min}			125	175	250	350	450	550	700	850	1000
	R_g			500	700	1.000	1.400	1.800	2.300	2.750	3.400	4.000
	R_k			2.000	2.000	2.000	2.000	2.500	3.500	5.000	7.000	9.000
	D_{kl}			35	40	45	50	55	60	65	70	80
Б	R_{min} ($q=7\%$)	40	65	100	150	200	275	360				
	R_{min} ($q=5\%$)	50	80	125	180	250	350	475				
	R_g	70	115	180	265	380	525	700				
	R_k	200	300	500	800	1.250	1.500	2.500				
	D_{kl}	15	20	25	30	35	40	45				
Ц	R_{min}	40	65	100	150	225						
	R_g	60	100	160	240	350						
	R_k	120	200	325	500	750						
	D_{kl}	15	20	25	30	35						

Вриједности R_{min} и R_g су различите према типу возача за различите техничке групе путева и просторне услове, односно изван и унутар насеља.

Дужина кружног лука (D_{kl}) у табели 26 је наведена за услов минималног трајања вожње на кружном луку.

Величине радијуса кружних лукова R_i у опсегу $R_{min} < R_i < R_g$ дефинисане су према равномјерној расподјели допуштених вриједности радијалне компоненте коефицијента трења клизања за R_{min} и R_g и дате су на сликама 18-20.

Горња гранична вриједност радијуса кружног лука (R_{max}) није посебно одређена и зависи од параметра доње граничне брзине окретања волана. Препоручљива граница износи до $R=5.000$ m, док је још прихватљива граница $R=10.000$ m.

Уколико се путеви из техничких група В-ван насеља и С пројектују у посебно ограниченим просторним условима, те уколико се врше поправке на опасним тачкама на постојећим путевима из наведених техничких група, дозвољена је употреба и радијуса $R_i < R_{min}$. Међутим, њихов попречни нагиб q_i не смије прећи 8 %.

У подручјима већих објеката (тунели или вијадукти) или на одсјецима са великим подужним нагибом нивелете или код посебног извођења раздјелне траке на путевима са одвојеним коловозима, примјену R_{min} је потребно посебно провјерити. По правилу, на овим дионицама пута се примјењује $R_i > R_{min}$ да би се обезбиједила довољна прегледност и задовољио услов резултујућег нагиба коловоза. У овим случајевима треба уважити и прописе који се односе на пројектовање објеката укључених у трасу.

У тунелима, минимални радијус за $V_{proj}=100$ km/h треба да буде 1.000 m, при чему је препорука да одговарајући попречни нагиб коловоза буде 4 %.

6.3. Прелазна кривина

6.3.1. Примјена и одређивање вриједности параметра

Прелазна кривина је елемент трасе пута који обезбјеђује непрекидно међусобно повезивање кружних лукова или повезивање кружних лукова са правом линијом, уз осигурање довољне дужине витоперења коловоза, као и оптичке и естетске карактеристике локације трасе. У циљу обезбјеђења прелазности уводи се математичка крива која се назива клотоида.

Примјењује се сљедећа једначина за клотоиду и угао између почетне и завршне тангенте (средњи угао клотоиде):

$$A^2 = R \cdot L \quad \tau = \frac{L}{2 \cdot R} = \frac{A^2}{2 \cdot R^2}$$

гдје је:

A - параметар клотоиде [m],

R - радијус кружног лука при дужини клотоиде L [m],

L - дужина клотоиде [m] и

τ - средњи угао клотоиде [рад].

Примјенљива вриједност параметра клотоиде налази се у оквиру граница:

$$\frac{R}{3} \leq A \leq R$$

гдје је:

R - радијус кружног лука на који се прикључује клотоида.

Минимална вриједност параметра клотоиде (A_{\min}) примјењује се само за лук радијуса R_{\min} . За кружне лукове $R > R_{\min}$ употребљавају се одговарајуће веће вриједности параметра.

Потпуно изостављање прелазног дијела између сусједних лукова дозвољено је само у случају редослиједа лукова наведених у табели 27. Такође, препоручује се увршћење средње праве линије у циљу обезбјеђења одговарајућег размака између лукова.

Табела 27. Минимални радијуси лукова у случају изостављања клотоиде

V_{pred} [km/h]	R_{min} [m]
≤ 80	1.500 (1.000) ¹
> 80	3.000 (2.000) ¹

¹ изузетно за насеља

Поред задовољења возно-динамичких карактеристика укључењем клотоиде (прелазне кривине) постиже се и значајан естетски ефекат, који директно утиче на психо-физичке реакције возача (доношење одлука-саобраћајна безбједност).

6.3.1.1. Посебни случајеви у којима се уводе или изостављају прелазне кривине

Параметри $A \geq R$ се употребљавају само приликом пројектовања урбаних улица (архитектонске потребе за путеве из техничких група В и С), као и за рампе прикључака у више нивоа.

Минималне вриједности параметра клотоиде (A_{min}) примјењују се нарочито на локацијама гдје се овим захватом могу спријечити већа могућа прекорачења брзине возње.

На путевима из техничких група С и D, уколико је изостављена клотоида, потребно је обезбиједити одговарајућу удаљеност између два сусједна кружна лука, како би се омогућила потребна дужина за возњу из једног лука у други (вријеме окретања волана) и потребна дужина за измјену попречног нагиба коловоза. Геометријски елемент повезивања та два лука није прописан (може бити и правац).

Уколико су предвиђене саобраћајне траке уже од стандардних (путеви са малим саобраћајним оптерећењем), препоручује се примјена прелазних кривина, да би се обезбиједила саобраћајна површина која је потребна возилима код уласка у лук (спречавање возње по банкинама).

6.3.1.2. Примјена осталих облика прелазних кривина

У изузетним случајевима (улице у старим урбаним центрима, путеви из техничких група С и D, посебни архитектонски захтјеви, итд) могуће је поред клотоиде употријевити и неки други тип прелазне кривине. Дозвољена брзина у тим случајевима не смије бити већа од 70 km/h.

6.3.2. Граничне вриједности

Дужина прелазне кривине (клотоиде) треба да испуњава возно-динамичке, конструктивне и естетске захтјеве (слика 31), а као мјеродавна вриједност се усваја максимална величина параметра клотоиде A одређена према дефинисаним критеријумима.

У тексту и табелама су наведене и вриједности за брзину од 140 km/h. Без обзира на чињеницу да је ова брзина већа од V_{doz} , иста се примјењује у возно-динамичким анализама. Код брзина $V_1 < 40$ km/h уводе се или друге криве (трактриса) или вриједности које важе за брзину од 40 km/h.

6.3.2.1. Минимална вриједност параметра клотоиде A_{min}

Минимална вриједност параметра клотоиде $A_{min_{min}}$ одређује се на основу возно-динамичких услова при максималном попречном нагибу коловоза, код којих је

омогућена угодна вожња у подручју клотоиде. Примјењује се следећа основна једначина (возно-динамички услов):

$$A_i^2 = \left(\frac{V_i}{3,6}\right)^3 \cdot \frac{1}{x_{R\ doz}}$$

односно допуњена попречним нагибом q_{\max} :

$$A_{\min}^2 = \frac{V_{\text{pred}}^3}{46,656 \cdot x_{R\ doz}} - \frac{q_{\max} \cdot V_{\text{pred}} \cdot R_{\min}}{0,367 \cdot x_{R\ doz}}$$

гдје је:

R_{\min} - минимална вриједност радијуса кружног лука при претпостављеној V_{pred} [m],

q_{\max} - максимална вриједност попречног нагиба [%] и

$x_{R\ doz}$ - дозвољена вриједност радијалног убрзања при претпостављеној V_{red} [m/s³].

Граничну вриједност A_{\min} могуће је употребљавати само при минималном кружном луку R_{\min} за поједине предвиђене брзине V_{pred} .

За практичну употребу, вриједности улазних параметара, као и заокружене вриједности A_{\min} и L_{\min} , које припадају појединим предвиђеним брзинама V_{pred} , наведене су у табели 29.

Вриједности A_{\min} су уцртане на дијаграму, који је представљен на слици 31 (линија $A_{\min\ VD}$).

6.3.2.2. Минимална вриједност параметра клотоиде $A_{i\ \min}$ при $R_i > R_{\min}$

Процјену минималне вриједности параметра клотоиде $A_{i\ \min}$ при $R_i > R_{\min}$ треба извршити с обзиром на:

- возно-динамичке услове,
- естетске услове и
- конструктивне услове,

који обезбјеђују угодну вожњу, омогућену на основу:

- дозвољене вриједности радијалног убрзања,
- естетског тока линије пута и
- дозвољене брзине при промјени попречног нагиба (торзиона брзина).

6.3.2.2.1. Возно-динамички услов (VD-услов)

У циљу осигурања саобраћајне безбједности, за радијусе $R_i > R_{\min}$ (изводљиве су и веће брзине вожње V_{85}) потребно је примјенити параметре $A_{i\ \min\ VD}$, којима се задржава дужина прелазне кривине L_i , која произилази из критеријума минималне вриједности параметра клотоиде A_{\min} при предвиђеној брзини V_{pred} ($L_i = A_{\min}^2 / R_{\min}$).

Примјењује се следећа једначина:

$$A_{i\ \min\ VD}^2 = A_{\min}^2 \cdot \frac{R_i}{R_{\min}}$$

6.3.2.2.2. Естетски услови (Е-услов)

Минимална вриједност параметра клотоиде $A_{i\ \min\ E}$ за обезбјеђење повољног естетског изгледа пута зависи од величине кружног лука повезаног са предметном клотоидом, те се процјењује на основу:

- минималне удаљености између кружног лука и тангенте у прекретној (инфлексионој) тачки клотоиде, која износи $\Delta R=0,30$ m или
- минималног средњег угла клотоиде ($\tau=3^{\circ}11'$ за $A=R/3$).

Пресјек функција оба услова постоји при радијусу $R_m=583,2$ m, а једначине су:

$$A_{i\min E1}^2 = \sqrt{7,2 \cdot R_i^3} \quad \text{за } R_i < R_m$$

$$A_{i\min E2}^2 = \frac{R_i^2}{9} \quad \text{за } R_i \geq R_m$$

6.3.2.2.3. Гранични радијус R_e између VD-услова и E-услова

У циљу процјене $A_{i\min}$ за одређени R_i у подручју $R_i > R_{\min}$ примјењује се онај критеријум који захтијева веће вриједности параметра $A_{i\min}$.

Гранични радијус $R_i=R_e$ при коме величина параметра клотоиде $A_{i\min E}$ дефинисана по E-условима ($\Delta R=0,30$ m или $A=R/3$) превазилази параметар дефинисан по VD-условима постиже се:

$$\text{за } R_e < R_m \quad R_e = \frac{A_{\min}^4}{7,2 \cdot R_{\min}^2}$$

$$\text{за } R_e \geq R_m \quad R_e = \frac{9 \cdot A_{\min}^2}{R_{\min}}$$

За практичну употребу, све вриједности минималног параметра $A_{i\min}$ за одређену предвиђену брзину V_{pred} учртане су у дијаграм приказан на слици 52 (линија $A_{i\min VD}-A_{i\min E1}-A_{i\min E2}$), док су вриједности R_e и $A_{\min e}$ приказане у табели 29.

6.3.2.2.4. Конструктивни услови (K-услов)

Минимална вриједност параметра клотоиде $A_{i\min K}$ треба да обезбиједи довољну дужину прелазне кривине за извођење витоперења. За процјену параметра $A_{i\min K}$ примјењују се сљедећи услови:

- положај осовине витоперења у попречном профилу пута,
- крило витоперења (већа од обје могуће удаљености између ивица коловоза и осовине витоперења) b_v ,
- попречни нагиб коловоза q_i и
- релативни подужни нагиб ивице коловоза (RPN) с обзиром на нагиб нивелете Δs_{\max} .

Вриједност RPN зависи од возне и торзионе брзине (брзина промјене попречног нагиба), која за угодну вожњу износи до 4 %/с, те од ширине саобраћајне траке.

За практичну употребу максималне дозвољене вриједности Δs_{\max} наведене су у табели 28 за стандардне ширине саобраћајних трака (табела 15).

Вриједност $\Delta s_{\text{pož}}$, која је додатно укључена у табели, примјењује се у случају, када се на пројектованом путу очекује V_{proj} која је знатно већа од V_{pred} (саобраћајна безбједност).

Како вриједности RPN важе искључиво само за сваку појединачну саобраћајну траку посебно, $A_{i\min K}$ се утврђује само с обзиром на ширину саобраћајне траке (за двије једнако широке траке на коловозу усваја се двострука вриједност).

Табела 28. RPN_{\max} ивице коловоза с обзиром на нивелету (за појединачне саобраћајне траке)

Релативни	V_{pred} [km/h]
-----------	--------------------------

нагиб [%]	<50	50-70	80-100	≥100
$\square s_{\text{pož}}$	1,05	0,75	0,50	0,40
$\square s_{\text{max}}$	1,50	1,00	0,75	0,50

Минимална вриједност параметра клотоиде према К-услову се одређује према обрасцу:

$$A_{i \min K}^2 = \frac{R_{\min} \cdot b_s \cdot (q_k - q_z)}{100 \cdot \Delta s_{\max}}$$

гдје је:

b_s - ширина саобраћајне траке [m],

q_k - попречни нагиб прикључног лука [%] и

q_z - попречни нагиб на почетку витоперења (на прелазном луку или на везној тачки клотоиде $q_z=0$ %).

К-услов је индиректно зависан од брзине вожње (утицај на величину попречног нагиба), те овај прорачун треба изводити за сваки редослијед кружних лукова посебно. Овај критеријум је нарочито актуелан у пројектовању витоперења. У случају да је израчуната вриједност већа од Δs_{\max} вриједност параметра A_i је потребно повећати.

6.3.2.2.5. Параметар клотиде $A_{i \min}$ и безбједност саобраћаја

Препоручена вриједност параметра клотоиде

Свака вриједност $R_i > R_{\min}$, примјењена на осовини пута, теоретски се може третирати као R_{\min} за неку одређену брзину вожње. Како свакоме R_{\min} по правилу припада тачно одређени $A_{\min} = f(V_i)$, постоји низ на овај начин добијених вриједности (линија $A_{\min VD}$ на слици 31). Примјеном овако добијених вриједности A_i пројектована траса је прилагођена условима вожње пројектном брзином (V_{proj} , односно V_{85}).

Однос $A_{\min} R_{\min}$ за цјелокупну серију брзина од 40 km/h < V_i < 140 km/h одређен је кривом на слици 31.

Употреба вриједности $A_{\min VD}$ препоручује се као минимална на путевима из техничке групе А, као и на путевима из техничке групе В, на којима се појављају већа одступања у редослиједу димензија два узаступна лука.

Примјена криве $A_{\min VD}$, која је назначена на слици 31, осигурава довољну саобраћајну безбједност и на трасама, на којима се јављају карактеристичне измјене могућих брзина вожње.

Веома (пре)дуге прелазне кривине нису прихватљиве са становишта саобраћајне безбједности, јер је у том случају интензитет мијењања бочног притиска (радијалног убрзања) толико смањен, да возач не осјећа закривљеност пута.

Вриједности параметра А, које оријентационо одговарају овој горњој граници и истовремено обезбјеђују веома угодну вожњу, на слици 31 дефинисане су линијом $A_{\text{prep}}-R_i$ (препоручена вриједност).

Практичне вриједности параметра клотоиде A_i у односу на вриједности R_i

На путевима из техничке групе С, што важи и за D, и на путевима из техничке групе В са $V_{\text{pred}} < 70$ km/h за практичну употребу могуће је примјенити сљедеће односе:

$$\frac{3}{4} \cdot R_i \leq A < R \quad \text{za } 40 \text{ m} < R_i \leq 100 \text{ m}$$

$$\frac{2}{3} \cdot R_i \leq A < \frac{3}{4} \cdot R \quad \text{za } 100 \text{ m} < R_i \leq 200 \text{ m}$$

$$\frac{1}{2} \cdot R_i \leq A < \frac{2}{3} \cdot R \quad \text{za } 200 \text{ m} < R_i \leq 500 \text{ m}$$

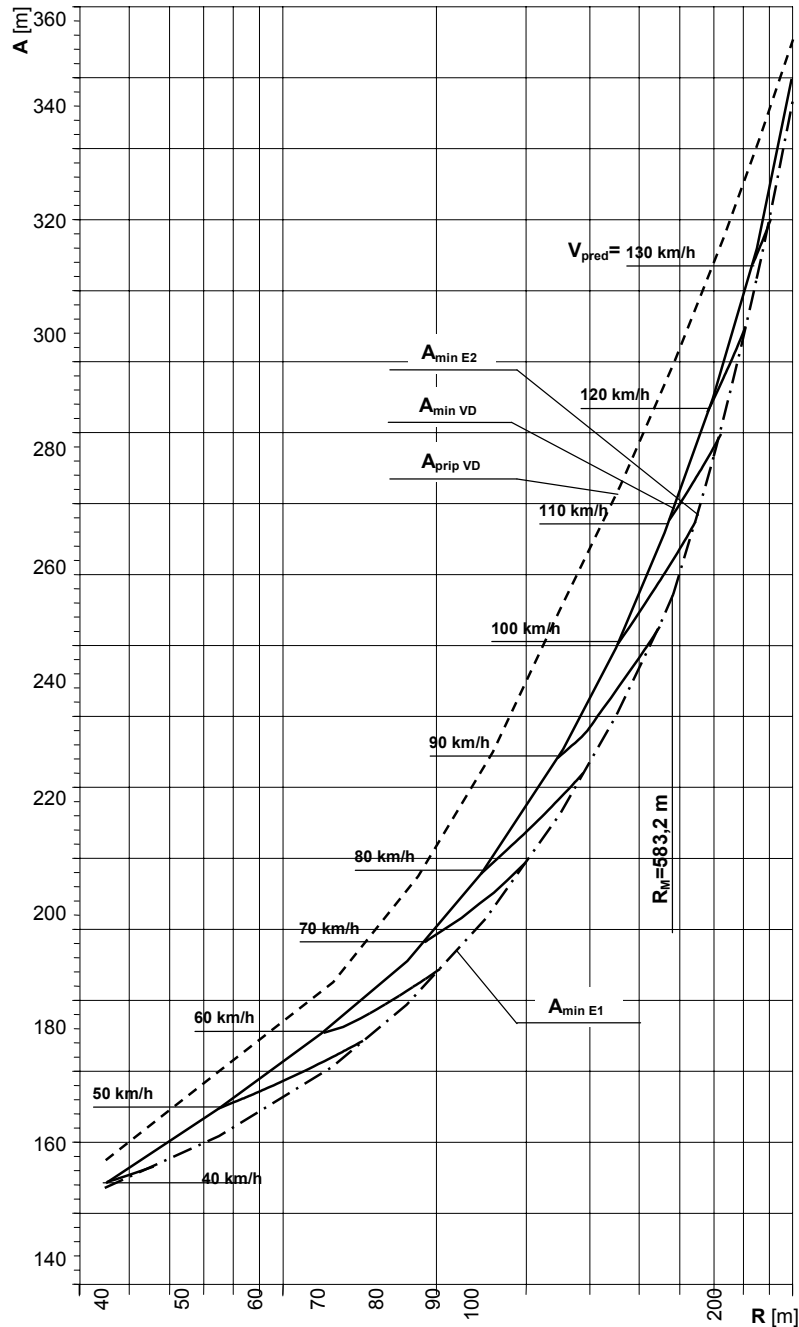
$$\frac{1}{3} \cdot R_i \leq A < \frac{1}{2} \cdot R \quad \text{za } 500 \text{ m} < R_i \leq 1.000 \text{ m}$$

Употреба ових односа довољна је и за потребе одређивања елемената трасе у почетној фази пројектовања пута.

Табела 29. Карактеристичне величине клотоиде

Карактеристика	V_{pred} [km/h]										
	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
$x_{R\ doz}$ [m/s^3]	0,95	0,80	0,68	0,59	0,52	0,45	0,40	0,36	0,33	0,31	0,30
R_{min} [m]	45	75	125	175	250	350	450	550	700	850	1.000
A_{min} [m] ($q=7\%$)	30	50	70	90	115	150	180	210	250	290	340
L_{min} [m]	20	35	40	45	50	65	70	80	90	100	115
A_{prep} [m]	35	60	85	115	150	190	225	260	295	325	350
R_e [m]	55	155	215	300	390	575	650	720	805	890	1,040
$A_{min e}$ [m]	35	70	90	115	145	185	215	240	270	300	350

Слика 31. Минималан параметар прелазне кривине (клотоиде)



6.3.2.3. Максимална вриједност параметра клотоиде A_{max}

У начелу, параметар клотоиде је неограничен. Међутим, у обзир је потребно узети сљедеће:

- психолошки ефекат интензитета повећања бочног притиска (радијалног убрзања) који утиче на возача (контрола брзине војње) и
- физичко ограничење могућности окретања волана (ограничење се односи и на возача и на возило),

јер у том случају прелазна кривина губи своју функцију.

Максимална вриједност параметра клотоиде се дефинише односом:

$$A_{\max} = R \quad \text{или} \quad \tau = 28^{\circ}39'.$$

Без обзира на ову одредбу, могуће је употријебити и параметре $A > R$, али само у посебним случајевима (нпр. за веома мали R на рампама прикључака, на улицама у насељима услед архитектонских ефеката). Препоручује се да се вриједност параметра A одржава испод вриједности која је дефинисана код $\tau = 90^{\circ}$, односно $A < 1,77 \cdot R$.

6.4. Серпентине

Серпентина је сложени кривински облик састављен од главне кривине (окретишта) и прикључних кривина. Серпентина је посебан дио пута за који не вриједи V_{pred} у смислу овог документа.

На аутопутевима и брзим путевима (техничке групе А и В-ван насеља са $V_{\text{pred}} > 70$ km/h) се не дозвољава грађење серпентина.

На путевима техничке групе В, најмањи радијус главне кривине у серпентини не смије бити мањи од 20 m. Најмањи радијус главне кривине за остале путеве износи у осовини

мин $R_0 = 12,50$ m, а најмањи радијус унутрашње ивице коловоза мин $R_{\text{ui}} = 5,30$ m.

Радијуси прикључних кружних лукова (R_{pr}) треба да буду у границама $2 \cdot R \leq R_{\text{pr}} \leq 4 \cdot R$

Прикључне кружне лукове у односу на главни лук серпентине треба по могућности извести као супротно усмјерене кривине.

Све прелазе из правца у кружни лук, односно из једног у други лук истог или супротног смјера треба извести са прелазницом. Дужина прелазнице једнака је дужини рампе витоперења коловоза.

За клотоиде у серпентини препоручује се вриједност параметра A у подручју $R_0 \leq A \leq 1,2 \cdot R_0$.

Проширење коловоза у серпентини се одређује:

- за $R \geq 30$ m према поступку описаном у поглављу Попречни профил, дио Проширење коловоза и
- за $R < 30$ m потребно је обликовати серпентину према геометрији кретања мјеродавног возила.

Вриједност проширења се одређује за сваку траку посебно, а коловоз се, по правилу, проширује:

- у главном кружном луку са спољашње стране,
- у прикључним кружним луковима са унутрашње стране и
- ако се могу остварити повољни ефекти, у главном кружном луку проширење се може примјенити и са унутрашње стране.

Подужни нагиб коловоза у главном кружном луку серпентине, укључујући прелазнице, може бити:

- до 3 % на путевима из техничких група А и В-ван насеља и
- до 5 % на осталим путевима.

Максималан попречни нагиб коловоза у серпентини износи $q_{\max} = 7$ %.

6.5. Композиција и усклађеност сусједних елемената ситуационог плана

6.5.1. Облици спојених кривина и услови

Стандардни облици спојених узастопних лукова су:

- С-кривина код које су кривине два узастопна лука оријентисане у супротним смјеровима и
- О-кривина код које су кривине два узастопна лука оријентисане у истом смјеру.

Оба стандардна облика спојених узастопних лукова су примјенљива у сваком случају. Прелазне кривине које се примјењују између два супротно усмјерена кружна лука морају имати приближно исти помак кружног лука $\square R$. Дужина прелазне кривине, уколико се ради о О-кривини треба да обезбиједи могућност минималног трајања вожње од 1 s.

Посебни облици спајања узастопних лукова су "корпасте" кривине:

- С-кривина која је састављена од три лука исте оријентације, односно два спољашња мања лука и средњег већег везног лука и
- К-кривина која је састављена од три лука исте оријентације, односно од два спољашња већа лука и средњег мањег везног лука.

Оба посебна облика спајања узастопних лукова су само условно дозвољена на путевима из техничке групе А, и то само под условом да су дужине прелазне кривине између оба обухваћена лука толико дугачке да омогућавају извођење успорења код вожње из већег у мањи лук успоравањем помоћу мотора (пасивно успорење $a_m=0,85 \text{ m/s}^2$) без употребе кочница.

Обавезан прелазни елемент између лукова је прелазна кривина у облику клотоиде. Ако прелазна кривина није обавезна (у техничкој групи D и условно у техничкој групи C), удаљеност између два сусједна лука мора бити предвиђена у толикој мјери да је могуће извођење маневрисања окретањем волана из једног лука у други. У склопу линије корпасте криве није допуштено мијењање смјера попречног нагиба коловоза. Међутим, постоје и изузеци, гдје је са становишта саобраћајне безбједности на средњем луку промјена смјера попречног нагиба коловоза пројектована намјерно, да би се постигао физички и психолошки ефекат на возача у погледу смањења брзине вожње. Такво уређење и разлози његове примјене обавезно морају бити укључени у пројекат пута.

За путеве из техничких група А и В-ван насеља и за $V_{pred}>70 \text{ km/h}$, изостављање прелазне кривине између лукова О-, С-, и К-кривине, допуштено је само уколико су испуњени критеријуми наведени у табели 30. Прелазна кривина између лукова на путевима из техничких група В-у оквиру насеља и за $V_{pred}<70 \text{ km/h}$, С и D може бити изостављена под условима, који не испуњавају захтјеве из табеле 30, уколико су у обзир узети општи услови за обезбјеђење могућности окретања волана.

Табела 30. Додатни услови за О-кривину или "корпасту" кривину

$R_{veći}$ (спољашњи радијус) [m]	$R_{veći}:R_{manji}$ (однос радијуса)	min L (средња дужина клотоиде) [m]
<125	1,5	$V_{pred}/3,6$
125-450	2,0	$V_{pred}/3,6$
>450	неограничено	$V_{pred}/3,6$

6.5.2. Услови за процјену редослиједа димензија сусједних кружних лукова

Приликом пројектовања трасе јавног пута, елементе хоризонталног тока трасе треба међусобно ускладити с обзиром на величину радијуса сусједних кружних лукова, те уколико је изводљиво, с обзиром на дужину елемената у низу. Ако прикладност одабраног редослиједа лука у пројекту није посебно доказана, важе односи према графикону на слици 32.

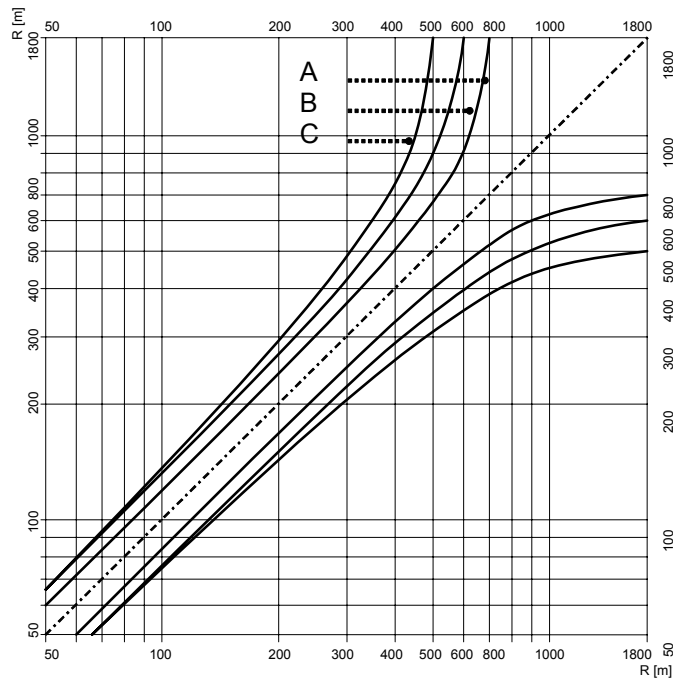
Веома повољно подручје "А" на слици 32 примјењује се за путеве из техничке групе А. За путеве из техничке групе В допуштено је и подручје "В", док је за путеве из групе С примјенљиво и подручје "С". Ако се на путевима из техничких група В и С уводе геометријски елементи који ће дозвољавати веома високе брзине вожње (преко 80 km/h за В и преко 60 km/h за С) у обзир треба узети одредбе које важе за вишу техничку групу.

За путеве из техничких група В и С у насељима горе наведена усклађеност није потребна, с обзиром да се вођење трасе усклађује са урбанистичким рјешењима.

Ако се О-кривина изводи са већим нагибом нивелете ($s_i > 4\%$), лук већег радијуса налази се на нижем нивоу с обзиром на нивелету (нагиб нивелете од мањег према већем луку, а не обрнуто). Уколико наведени услов није могуће испунити, брзину је потребно ограничити већ у подручју горњег, односно у том случају већег кружног лука.

У одређеним посебним случајевима, када из оправданих разлога (просторних и/или економских), на карактеристичној локацији на траси није могуће употребити предвиђени R_{min} или одговарајући редослијед лукова, наведена мјеста морају бити видљиво допунски означена (повећана прегледност, смјероказне табле, подручје у којем је засађено жбуње/дрвеће, које је заштићено одбојном оградом са спољашње стране, саобраћајни знаци, итд) и употребљен повећан попречни нагиб (табела 9, вриједности у заградама). Уколико постоје могућности, у таквим случајевима се изводи смањење димензија радијуса сусједних лукова с обје стране критичног мјеста да би се примјеном поступно смањиваних димензија елемената постигло уједначено смањивање брзине (успоравање мотором $a_m = 0,85 \text{ m/s}^2$).

Слика 32. Односи редослиједа радијуса лукова



6.5.3. Услови за спајање прелазних кривина

Осим у изузетним случајевима, прелазна кривина се формира са клотоидом од јединственог параметра за коју су општи услови примјене наведени у претходним ставовима. Поред тих општих (VD , K , E) услова за визуелни (естетски) изглед пута значајна је и конструкција редослиједа дужина узастопних геометријских елемената. Препоручује се однос $L:D_{кл}:L=1:1:1$, чиме се постиже једнако вријеме војње по поједином елементу, што омогућава угодну војњу.

Уколико постоји просторно ограничење, спој два кружна лука или лука и правца могуће је извести и комбинованом клотоидом, која је састављена од два различита параметра. Однос параметара ($A_1:A_2$) не смије прећи вриједност 1,5. Да би се постигло угодно техничко рјешење, препоручује се спајање ове две клотоиде на локацији закривљености ($1/R_i$) код $R=600$ m или већој. На путевима из техничке групе А комбиновање клотоида није препоручљиво. У изузетним случајевима конструисање је потребно посебно пажљиво размотрити (једнако вријеме војње по поједином параметру).

Употреба "темене" клотоиде (дужина кружног лука између клотоида износи нула) и повезивање лука са правом без прелазне кривине на путевима из техничких група А и В-ван насеља није дозвољена. На осталим путевима се може примјенити ако постоје просторни разлози (ограничења), али само уз испуњавање већ претходно наведених услова (довољне димензије радијуса кружног лука, обезбјеђење дужине потребне за окретање волана, обезбјеђење саобраћајне површине у случају да су саобраћајне траке веома уске, итд). Препоручује се да се у овим случајевима смањи радијус кружног лука, да би се постигла "нормална" комбинација система прелазница-лук-прелазница, коју ће возила ионако сама стварати војњом по теменој клотоиди. Ако се кривина састоји од два истосмјерна кружна лука, различитих радијуса, кружни лукови се могу спојити употребом "темене" клотоиде, само ако се њихов однос налази у "А" подручју (слика 32).

Осовина пута састављена само од прелазних кривина се примјењује само у изузетним случајевима.

7. ЕЛЕМЕНТИ ПОДУЖНОГ ПРОФИЛА

Нивелета је просторна линија која дефинише висинске односе пута. Налази се дуж осовине пута или паралелно с њом, а висински се у пројектима изводи као пројекција осовине пута у вертикалној равни (подужни профил). Геометријски елементи нивелете су тангенте (праве линије) и вертикалне кривине (заобљења) између њих. Вертикалне кривине се, по правилу, изводе помоћу кружних лукова. Допуштена је и примјена осталих геометријских функција (параболе, клотоиде, итд) уз услов да се обезбиједи достизање потребног минималног радијуса кривине на локацији њиховог максималног заобљења.

За поједине техничке групе путева, граничне вриједности елемената нивелете процјењују се под различитим условима. У случају, да је на одређеном путу, из било ког разлога, потребно увођење сложенијих елемената од оних који су предвиђени за одговарајућу техничку групу путева, примјењују се димензије и услови који важе за један степен вишу техничку групу.

Ако димензијама елемената нивелете није могуће постићи предвиђену средњу брзину путовања на путу, потребно је измјенити попречни профил (увођење додатних саобраћајних трака) или димензије геометријских елемената хоризонталног тока осовине пута или и једно и друго.

7.1. Подужни нагиб нивелете

Елементе нивелете треба дефинисати за пројектовану брзину (V_{proj}) коју дозвољавају хоризонтални геометријски елементи, уколико не утичу негативно на инвестициону економију.

У случају знатних нагиба нивелете (преко 5 %), који из било ког разлога не могу бити смањени, препоручује се повећање димензија хоризонталних геометријских елемената на доњем крају нагиба нивелете, те њихово прилагођавање очекиваној брзини вожње, проузрокованој стрмином нагиба нивелете (пројектна брзина V_{proj}). На путевима из техничке групе А такво усклађивање је обавезно, док је на осталим путевима пожељно.

Уколико на путевима из техничке групе А на великим нагибима нивелете није могуће ускладити брзину и димензије хоризонталних геометријских елемената, пре почетка доњег (мањег) радијуса потребно је предвидјети (и изградити) помоћни излаз у случају нужде.

Нивелета у подручју објекта, нарочито код мостова, вијадуката и надвожњака, мора обезбиједити довољно простора за рационални избор висине конструкције и заштитне висине. Треба настојати да нивелета има једнострану подужну нагиб 0,5 до 3 %. Мањи нагиби од 0,5 % отежавају и поскупљују одржавање поготово код дугих мостова. Нагиби већи од 3 % кваре општи утисак, посебно код дугих објеката.

7.1.1. Максимални нагиби нивелете

7.1.1.1. Максималан могући нагиб нивелете

Максималан могући нагиб нивелете зависи од снаге вучног мотора, и износи:

- за просјечно моторно возило 30 % и
- за тешка теретна возила 15 % (за вожњу у првој брзини).

Максималан нагиб нивелете могуће је пројектовати само у посебним случајевима (у планинским предјелима, на прилазним рампама).

7.1.1.2. Максималан дозвољени нагиб нивелете

Максималан дозвољени нагиб нивелете зависи од предвиђене брзине (V_{pred}) и врсте пута. Дозвољене вриједности су наведене у табели 31.

Приликом пројектовања, вриједности наведене у табели 31 је потребно анализирати у вези са одређеном просјечном брзином путовања, односно саобраћајном пропусношћу појединог пута (саобраћајно димензионисање) и студијом оправданости (када се изводи), да би се дефинисали оптимални (мањи) нагиби на успонима и потреба за додатним саобраћајним тракама. У том поступку одлучујући параметар је број тешких возила. За путничка возила успони до 8 % практично немају никакав утицај на брзину вожње.

Примјену подужних нагиба од $s_i > 4\%$ треба избјегавати у подручјима:

- раскрсница у нивоу из грађевинских разлога (неповољно велики нагиби нивелете секундарног пута или прикључка) и из разлога саобраћајне безбједности (велики контра нагиб за барем једну линију вожње у одклону кроз раскрсницу, велике зауставне дужине-троугао прегледности),
- дугачких мостова и вијадуката из грађевинских разлога (оштећење хабајућег слоја и хидроизолације) и из разлога саобраћајне безбједности (подхлађивање конструкције-стварање поледице на коловозу већ код $+2^\circ\text{C}$) и
- тунела (смањење брзине тешких возила, велика концентрација издувних гасова, повећана опасност од саобраћајних удеса, убрзано ширење пожара, итд).

Из горе наведених разлога препоручује се смањење максималног нагиба нивелете на 2,5 % у дугачким тунелима. Без обзира на препоруку, максимални нагиб нивелете у тунелима потребно је одредити у складу са критеријумима који су посебно прописани за тунеле (вентилација у току изградње и за вријеме експлоатације, одводњавање, итд).

Табела 31. Дозвољене вриједности максималног нагиба нивелете (s_{max}) за техничке групе путева

Техничка група	V_{pred} [km/h]									
	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
А	-	-	8 ⁴	7 ⁴	6 ³	5,5 ³	5 ²	4,5 ¹	4 ¹	4 ¹
Б	(10) ₄	9 ⁴	8 ⁴	7 ³	6 ³	5 ²	4 ¹	-	-	-
Ц	12 ⁴	11 ³	10 ²	9 ¹	8 ¹	-	-	-	-	-

¹ I степен ограничења

² III степен ограничења

³ II степен ограничења

⁴ IV степен ограничења

У случају примјене додатне траке за спора возила вриједности у табели 31 се могу повећати за 1 %.

У тунелима, максималан успон од 3,0 % је пожељан за одржање разумне брзине камиона и практичних вентилацијских захтјева. Максималан успон код тунела дугачких 3.500 m или више, не би требало да пријеђе 1,5 %. За тунеле краће од 3.500 m максималан успон не би смио да буде већи од 3 %. Максималан успон може да буде повећан и до 4 % за тунеле који су дугачки 1.000 m или краћи, ако је потребно, а за врло кратке тунеле (200 m или краћи) максималан успон може достићи износ максималног успона препоручљивог за аутопут.

Утицај дугачких низбрдица на преглед зауставног пута треба да буде посебно назначен у дијеловима тунела гдје виши положај возача камиона није од велике помоћи па брзине камиона могу достићи или престићи оне путничких аутомобила.

7.1.2. Минималан нагиб нивелете

Минималан подужни нагиб нивелете мора да обезбиједи слободно отицање воде са коловоза и, у исто вријеме, омогући естетско вођење ивица коловоза при витоперењу.

Без обзира на остала ограничења, примјењује се:

- $s_{\min} = 0,5 \%$ на дионицама отвореног пута и у тунелима и
- $s_{\min} = 0,7 \%$ на дугачким мостовима и вијадуктима.

На дионицама пута гдје нагиб s_{\min} дуж трасе пута није могуће постићи (вертикалне кривине, витоперење) одводњавање коловоза треба омогућити додатним пројектантским мјерама (помјерање осовине витоперења, уградња дренажног асфалта, итд).

Код градских мостова и код мостова на раскрсницама дозвољени су подужни нагиби мањи од 0,5 % под условом да се обезбиједи квалитетно одводњавање воде са коловоза.

Подударане одсјека нивелете са $s_i < s_{\min}$ на вертикалној кривини са ужим подручјем витоперења (зона $\pm q_{\min}$) није дозвољено.

Услови за примјену s_{\min} различити су за подручја са константним смјером попречног нагиба коловоза и за подручја на којима се смјер попречног нагиба коловоза мијења (витоперење).

7.1.2.1. Дионица пута са константним смјером попречног нагиба коловоза

Подручјем константног смјера попречног нагиба коловоза сматра се дионица на којој попречни нагиб коловоза не мијења свој смјер и није мањи од $q_{\min}, 5 \%$. Разликују се два случаја:

- минималан подужни нагиб нивелете на дионици је ограничен вриједношћу минималног подужног нагиба уређења за одводњавање дуж коловоза (риголи, канали или уздигнути ивичњаци), те је $s_{\min} = \min s_{\text{odvod}}$.

МИН s_{odvod} ИЗНОСИ:

- за цемент-бетонске површине 0,2 %,
- за асфалтне површине 0,3 % и
- за травнате површине 0,5 %.

На дионицама трасе на којима подужни нагиб $s_{\min} > \min s_{\text{odvod}}$ није могуће избјећи, потребно је преуређење направа за подужно одводњавање.

Дужина дионице пута у подручју вертикалне кривине, гдје је $s_i < s_{\min}$ дефинише се једначином:

$$L_{s_i < s_{\min}} = 0,01 \cdot s_{\min} \cdot R_{vi}$$

гдје је:

R_{vi} - радијус вертикалне кривине [m];

- на дионицама трасе са слободним отицањем воде с коловоза (на насипу, отворени дубоки јарак, итд) нивелета се може пројектовати и без подужног нагиба ($s_{\min}=0$).

7.1.2.2. Дионица са промјенљивим смјером попречног нагиба коловоза

Промјену попречног нагиба коловоза између сусједних кружних лукова треба извести на цјелокупном подручју прелазне кривине (клотоида). Обје ивице коловоза (или једна од њих у зависности од положаја осовине витоперења у попречном пресеку) морају бити тако вођене, да релативне разлике подужног нагиба поједине ивице коловоза с обзиром на нагиб нивелете осовине витоперења износе најмање Δs_{\min} (минималан RPN).

Ако је подужни нагиб нивелете мањи или једнак минималном релативном нагибу ивице нивелете ($s_i \leq \Delta s_{\min}$), једна од обје ивице коловоза добија подужни нагиб супротног смјера од онога код нивелете (појава "тестере"). Као резултат тога настаје неестетски изглед тока ивице коловоза и представља посебан проблем с обзиром на уређење одводњавања.

Да би се спријечило стварање "тестере" и обезбиједило нормално подужно одводњавање, минималан подужни нагиб нивелете, у овом случају, зависи од избора подужних направа за одводњавање коловоза, односно:

- у случају издигнутог ивичњака или ригола $s_{\min} = \Delta s_{\min} + \min s_{\text{odvod}}$ и
- у случају слободног отицања воде са коловоза $s_{\min} = \Delta s_{\min}$.

С обзиром на реалне могућности постизања равности код извођења површине коловоза препоручује се да се горе наведене минималне вриједности у пројектима увећају за најмање 0,2 %.

7.2. Заобљење прелома нивелете

Прелаз нивелете са једног подужног нагиба на други изводи се са заобљењем. Заобљење се изводи кружним луком или другим геометријским елементом, ако то захтијевају просторни услови (присилно вођење нивелете).

С обзиром на велику блискост кружном луку и знатно поједностављење рачунања за заобљење прелома нивелете умјесто кружног лука се, по правилу, користи квадратна парабла. У односу на релативно мале вриједности преломних углова тангентних праваца нивелете за прорачун заобљења се може користити квадратна парабла облика:

$$y = \frac{x^2}{2 \cdot R_v}$$

гдје је:

y - ордината квадратне параболе, односно удаљеност између нивелете и тангенте [m] и

x - апсциса квадратне параболе, односно удаљеност од почетка заобљења [m].

У случају примјене других геометријских елемената, могу се примјенити кубна парабла и клотоида. Највећа закривљеност тих елемената не смије нигдје бити мања од одређеног минимума за величину радијуса кружног лука који замијењују.

Прелаз из тангенте у заобљење изводи се директно или са укључењем прелазне кривине (само у специјалним случајевима).

Димензије радијуса вертикалних кривина одређују се према прегледности у условима претходне брзине (V_{pred}). За повећање саобраћајне безбједности препоручује се да

се, нарочито на путевима за брзи саобраћај, ове димензије дефинишу на основу прегледности за пројектну брзину (V_{proj} односно V_{85}).

Приликом извођења обнове или реконструкције постојећих путева, када на појединим мјестима (пут ограђен зидом, уређење улаза, итд) није могуће постићи потребне димензије радијуса вертикалне кривине:

- за путеве из техничких група А и В-ван насеља нису дозвољена никаква одступања;
- за путеве из техничких група В-у оквиру насеља и С одступање је дозвољено уколико је брзина кретања ограничена одговарајућим саобраћајним знацима (било уопштено или само за услове мокрог коловоза);
- за путеве из техничке групе D не примјењују се никакви посебни захтјеви, изузев да је обезбијеђена превозност. У ту сврху потребно је предвидјети радијус, најмање $R_{v\ konv}=50$ m за конвексну кривину и најмање $R_{v\ konk}=30$ m за конкавну кривину. Свако одступање од наведених вриједности дозвољено је само у случају, да је употреба пута ограничена на путничка моторна возила, што је потребно посебно нагласити у пројекту.

За одређивања радијуса конвексне кривине, који омогућава претицање, узима се збир зауставних дужина два возила, која се крећу у супротним смјеровима, увећан за дужину безбједности од $0,2 \cdot V_{proj}$. Зауставне дужине се, у том случају, одређују са висином препреке на путу која је једнака висини ока возача (1,0 m).

Конкавна вертикална заобљења прелома нивелете на дужим објектима нису пожељна. Исто важи за комбинацију вертикалних заобљења прелома нивелете и хоризонталних кривина. Код већих мостова пожељна су симетрична конвексна вертикална заобљења прелома нивелете са подужним нагибом 1,5 до 2 %. Комбинација великог подужног и попречног нагиба може проузроковати неугодно клизање на мокром, залеђеном или на снијегом покривеном коловозу на мосту.

7.2.1. Граничне вриједности

Димензије минималног радијуса конвексне вертикалне кривине одређују се у односу на дужину зауставне прегледности, која се израчунава према висини очију возача ($h_1=1,0$ m) и висини препреке на путу (h_2), која је различита код V_{pred} и V_{proj} (табела 22). Упрошћени израз гласи:

$$P_z = \sqrt{2 \cdot \min R_{v\ konv} \cdot h_1} + \sqrt{2 \cdot \min R_{v\ konv} \cdot h_2} .$$

У табели 17 наведене су вриједности "скривене" висине препреке на путу, док су у табели 38 наведени минимални радијуси конвексне кривине за зауставну прегледност при нагибу нивелете од 0 %. Поред наведеног, такође су наведене и изузетне минималне вриједности које произилазе из једначине ($h_2=0$):

$$\min R_{v\ konv} = 0,25 \cdot P_z^2 .$$

У табели 27 су, код граничних брзина 50 и 100 km/h, наведене дупле минималне вриједности. Код брзине 50 km/h је уважена разлика између путева унутар насеља и изван њих, а код брзине 100 km/h разлика између двотрачних двосмјерних путева и путева са одвојеним коловозима. Ове вриједности се примјењују за различите висине препрека h_2 код различитих техничких група путева (С и В или В и А).

Димензије минималног радијуса конкавне вертикалне кривине произилазе из услова вожње ноћу (дужина освјетљеног дијела коловоза у смјеру вожње) према једначини (табела 32):

$$P_z = \sqrt{2 \cdot \min R_{v \text{ konk}} \cdot (h + P_z \cdot \sin \varphi)}$$

гдје је:

h - висина фарова на возилу, обично $h=0,7$ m и

φ - угао осветљења у односу на тангенцијалну раван, обично $\varphi=1^\circ$.

Минималан радијус конкавног заобљења нивелете добијен горњом једначином употребљава се једино у изузетним случајевима. За ову кривину су пуно важнији услови саобраћајне безбједности и естетских услови па се код пројектовања путева минималне димензије радијуса конкавног заобљења одређују према односу:

$$\min R_{v \text{ konk}} \geq \frac{2}{3} \cdot R_{v \text{ konv sus}}$$

гдје је:

$R_{v \text{ konv sus}}$ - радијус сусједне конвексне кривине.

Табела 32. Минимални радијуси вертикалних кривина

Показатељ [m]	Брзина вожње V_v [km/h]											
	У оквиру насеља		двотрачни двосмјерни путеви						путеви са раздвојеним к			
	40	50	50	60	70	80	90	100	100	110	120	1
H_2	0,00	0,00	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,10	0,10	0,15	0
min $R_{v \text{ konv}}$	600	1.250	850	1.500	2.600	4.250	6.750	10.250	9.000	13.000	17.000	23
min $V_{v \text{ konv}}$ (изузетно)	300	650	650	1.200	2.000	3.500	5.000	8.000	-	-	-	
min $R_{v \text{ konk}}$	500	800	800	1.200	1.700	2.400	3.100	4.000	4.000	5.100	6.000	7.

Вриједности наведене у табели 32 примјењују се за све путеве јединствено. На саобраћајно нарочито сложеним путевима умјесто предвиђене брзине (V_{pred}) препоручује се примјена пројектне брзине (V_{proj}).

У случају да се изводе реконструкције или усљед посебних просторних ограничења или из економских разлога, димензије радијуса је потребно израчунати за сваки случај посебно.

Радијуси вертикалног заобљења прелома нивелете у тунелу приказани су у табели 33.

Табела 33. Радијуси вертикалног заобљења прелома нивелете у тунелу

V_{proj} [km/h]	min $R_{v \text{ konv}}$ [m]	min $R_{v \text{ konk}}$ [m]
100	12.500	5.000
120	20.000	8.000
140	35.000	12.000

7.2.2. Посебни случајеви одређивања радијуса вертикалне кривине

У ограниченем подручју вертикалне кривине подужни нагиб коловоза се смањује испод димензија које су одређене као минималне за површинску одводњу коловоза.

Дужина подручја са премалим подужним нагибом (D_s) је:

- за $s_{\min}=0,5$ %, нормални услови на путу $D_s = \frac{R_v}{100}$ и

- за $s_{\min}=0,7$ %, у подручју великих објеката $D_s = 1,4 \cdot \frac{R_v}{100}$.

Средиште овог подручја се налази стационажи највише или најниже тачке нивелете. Ово подручје смањеног подужног нагиба не смије да се подудара са ужим подручјем витоперења ($q_i < q_{\min}$), како би се спријечила појава аквапланинга на коловозу. У том случају се код конвексне кривине вода задржава на коловозу (бара застајуће воде), а код конкавне кривине количина воде на коловозу се чак и повећава (застајућа и повратна вода).

Испод надвожњака или других физичких препрека које се протежу преко одређеног пута, радијус лука конкавног заобљења треба повећати до вриједности, да се прегледна равна зауставна прегледност протеже испод препреке. У том случају потребно је уважити прегледност за возаче високих возила (камион, аутобус), те није дозвољена употреба радијуса који би произилазио из изнимно минималне вриједности сусједног конвексног заобљења.

У пројектовању путева из техничких група А и В-ван насеља, испод надвожњака или других физичких препрека препоручује се примјена процјене и повећања димензија радијуса конкавне кривине, да би се отклонили лошији визуелни ефекти, који су у овом случају такође присутни.

7.2.3. Избор вертикалне кривине

Зауставна прегледност и од ње зависне димензије радијуса конвексне вертикалне кривине зависни су од подужног нагиба нивелете. У циљу израчунавања димензија радијуса вертикалне кривине кривине потребно је у обзир узети средњу вриједност нагиба двије сусједне тангенте и њој одговарајућу прегледност.

7.3. Композиција и усклађеност сусједних елемената нивелете

Ако не постоје посебни разлози, примјењују се радијуси кривина чије су димензије веће од минималних вриједности.

Приликом спајања конвексне и конкавне кривине, димензије радијуса конкавног лука треба да износе најмање $2/3$ од сусједног већег радијуса конвексне кривине. Свако одступање од овог правила мора бити детаљно образложено у пројекту пута. Никаква одступања нису дозвољена за путеве из техничких група А и В-ван насеља.

Узимајући у обзир естетске захтјеве, препоручује се, да радијус конкавне кривине износи најмање $1/2$ радијуса сусједне конвексне кривине, ако је тангента између наведених кривина знатно краћа од дужине поједине кривине.

Поред димензија најмањег радијуса вертикалне кривине, потребно је обезбиједити довољну дужину вертикалне кривине с обзиром на трајање вожње на појединим геометријским елементима (5-7 s вожње).

Са естетског и психофизичког становишта веома је повољно да су и склопу узастопних елемената подужног профила (кривина-права-кривина) дужине елемената углавном једнаке.

У циљу обезбјеђења визуелне усклађености са хоризонталним геометријским елементима осовине пута потребно је одабрати дужину заобљења која неће почети и завршити се у подручју истог хоризонталног елемента осовине пута.

У циљу осигурања безбједности саобраћаја није дозвољено пројектовање вертикалне кривине између двије сусједне тангенте нивелете са различитим знаковима, уколико се дио лука наведене кривине при нагибу $s_i < s_{\min}$ (0,5% или 0,7%) у потпуности или само дјелимично поклапа са ужим дијелом витоперења попречног нагиба, у границама $q = \pm q_{\min}$.

Поред горе наведених одредби, из естетских и саобраћајно-безбједносних разлога за путеве из техничких група А и В у обзир се узимају и сљедеће препоруке:

- подужни нагиби испод 0,8 % дејствују као раван и практично су неуочљиви,
- подужни нагиби између 1 % и 3 % су довољно препознатљиви и дјеливи,
- подужни нагиби између 4 % и 8 % су визуелно веома стрми,
- кратке вертикалне кривине треба избјегавати,
- у равничарским теренима величина прелома нивелете не би смјела бити већа од 3 % за конкавне и 4 % за конвексне пријеломе,
- при мањим промјенама нагиба нивелете ($\Delta s \leq 3$ %), минималне вертикалне кривине проузрокују веома кратке тангенте и, као посљедица тога, настају веома неповољни визуелни ефекти,
- визуелно добра рјешења могуће је постићи увођењем вертикалних кривина које су најмање три пута веће од минималних вриједности,
- ако на равном терену или при веома истегнутом току осовине пута у основи, конкавна и конвексна вертикална кривина слиједе веома дугачку тангенту, радијус конкавне кривине треба да буде већи од радијуса конвексне кривине (спречавање ефекта "зида") и
- уколико је тангента између двије кривине супротног смјера непропорционално кратка у поређењу са дужином кривина, исту је потребно смањити, што доприноси усклађеном вођењу поздужног профила на прелазу из једне кривине у другу.

8. УСКЛАЂЕНОСТ ЕЛЕМЕНАТА ОСОВИНЕ ПУТА

На путевима из техничке групе А, као и на значајним путевима из групе В, потребно је увести геометријске елементе осовине пута и техничке елементе нивелете пута тако да се протежу одређеним редослиједом и да су међусобно усклађени.

Разликују се сљедеће врсте усклађености елемената:

- према смјеру и димензијама радијуса,
- према дужини елемената и
- с обзиром на просторни ток линије осовине пута.

Осовина пута је просторна кривина код које хоризонтални и вертикални елементи треба да буду међусобно усклађени како би осовина пута имала естетски и угодан саобраћајно-технички ток у простору.

Поред одредби које се односе на обезбјеђење довољних нагиба за одводњавање површине коловоза, у обзир треба узети и сљедеће:

- дужина вертикалне кривине треба да буде већа од дужине појединих хоризонталних елемената осовине пута с којима се поклапа по стационажи (почетак и крај вертикалне кривине не смију бити лоцирани у подручју истог хоризонталног елемента осовине пута),
- однос између хоризонталног (R) и вертикалног радијуса (R_v) треба да буде што мањи (1:10 до 1:20),

- уколико није могуће постићи повољан однос сусједних радијуса, чије димензије утичу на опажање тока пута из перспективе, препоручује се компјутерска визуализација тока пута,
- уграђивање двије узастопне вертикалне кривине у подручје прегледне удаљености дозвољено је само на путевима из техничких група С и D и на путевима унутар урбаних средина,
- инфлексионе тачке хоризонталног и вертикалног тока осовине пута треба да се налазе на приближно истој стационажи,
- у случају захтјевног рељефа (велики подужни нагиби нивелете) пожељно је да се између двије вертикалне кривине предвиди дионица са константним подужним нагибом, чиме возач добија утисак хоризонталног тока пута испред себе, а хоризонтална инфлексиона тачка треба да се налази што ближе почетку конкавне кривине,
- на путевима из техничких група А и В-ван насеља осовине моста/вијадукта прилагођавају се линији осовине пута, а на осталим путевима то је могуће и обрнутим редом, како би се постигло што рационалније рјешење објеката,
- уколико су значајни вијадукти на путевима из техничких група А и В-ван насеља лоцирани у подручју вертикалних кривина, вођењем нивелете и довољном ширином берме прегледности потребно је омогућити правовремену видљивост (препознатљивост) и њихов крај и
- исте одредбе се на путевима из техничких група А и В-ван насеља примјењују и за раскрснице у нивоу.

9. ФУНКЦИОНАЛНИ ЕЛЕМЕНТИ И ПОВРШИНЕ ПУТА

Функционални елементи и површине пута обухватају следеће:

- раскрснице и прикључци у нивоу,
- денivelисане раскрснице и прикључци,
- кружне раскрснице,
- пружни прелази,
- мимоилазнице и окретнице,
- бицикличке и пјешачке површине,
- контролне станице,
- аутобуска стајалишта,
- паркинзи на коловозу,
- одморишта и услужне зоне,
- бензинске и гасне станице,
- станице за наплату путарине и
- базе за одржавање путева.

Осим наведеног као посебан аспект дефинише се вођење саобраћаја, односно путева поред других инфраструктурних објеката (водени токови, јавна комунална инфраструктура, транспортна средства, аеродроми и локације природних материјала).

Приликом усвајања појединог функционалног елемента или површине пута за примјену на одређеном путу, њиховог садржаја, као и дефинисања одговарајућих елемената за њихово пројектовање, провјерава се усклађеност са следећим критеријумима:

- функционалност,
- пропусност,

- лоцирање и заузимање простора,
- економичност и
- безбједност саобраћаја.

Наведени општи критеријуми се провјеравају без обзира на чињеницу да ли је ријеч о изградњи, обнови или реконструкцији. Значај и редослијед наведених општих критеријума зависи од стварних услова и разликује се од случаја до случаја.

Са становишта безбједности саобраћаја неопходно је процијенити употребљене елементе за испуњавање осталих дефинисаних критеријума.

Посебним упутствима, смјерницама и другим документима ће се дефинисати технички услови за пројектовање функционалних елемената и површина пута у односу на наведене критеријуме.