

RASKRSNICE

- površine gdje se dva ili više puteva spajaju ili ukrštaju, uključujući njihove kolovoze i prateće elemente
- čvorne tačke koje omogućavaju funkcionisanje sistema, distribucija korisnika na željene smjerove kretanja; manevarski rad i usklađeno kretanje svih učesnika u saobraćaju
- planski uređena građevinska osnova čiji je svaki element pojedinačno, kao i u cjelini, provjeren po kriterijumu max bezbjednosti, optimalne protočnosti i min investicionih ulaganja

RASKRSNICE

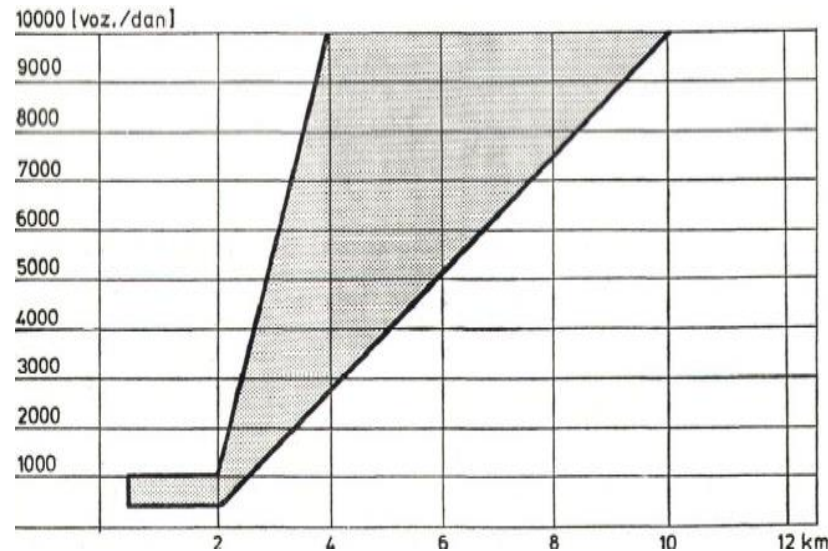
- dosledno vođenje ideje o raskrsnici kroz čitav proces nastajanja puta, počev od planerskih postavki, preko trasiranja do konačne razrade. U planerskoj fazi donosi se odluka o opravdanosti raskrsnice, utvrđuje se generalna pozicija; u fazi trasiranja utvrđuje se lokacija i prostorni odnosi; projektantska faza služi za rasčlanjenje elemenata prema saobraćajnoj funkciji, dimenzionisanje i oblikovanje
- površinske i denivelisane

POVRŠINSKE RASKRSNICE

- najbrojnija grupa u putnoj mreži
- zadovoljavajuća rješenja za putne pravce čija opterećenja ne prelaze 800voz/h u oba smjera, srednja vremenska praznina saobraćajnog toka veća od 6s; putni pravci II do V razreda-lokalni, regionalni i magistralni putevi
- jednovremena primjena regulativnih (saobraćajna signalizacija-jasna gradacija na glavni i sporedni pravac) i konstruktivnih (obezbjediti preglednost, funkcionalnost i ekonomičnost) mjera

POVRŠINSKE RASKRSNICE

- ritam raskrsnica: učestali-umanjuje saobraćajnu vrijednost puta i povećava broj pozicija potencijalnih saobraćajnih nezgoda, preveliki razmak- neravnomjerno opterećenje putne mreže

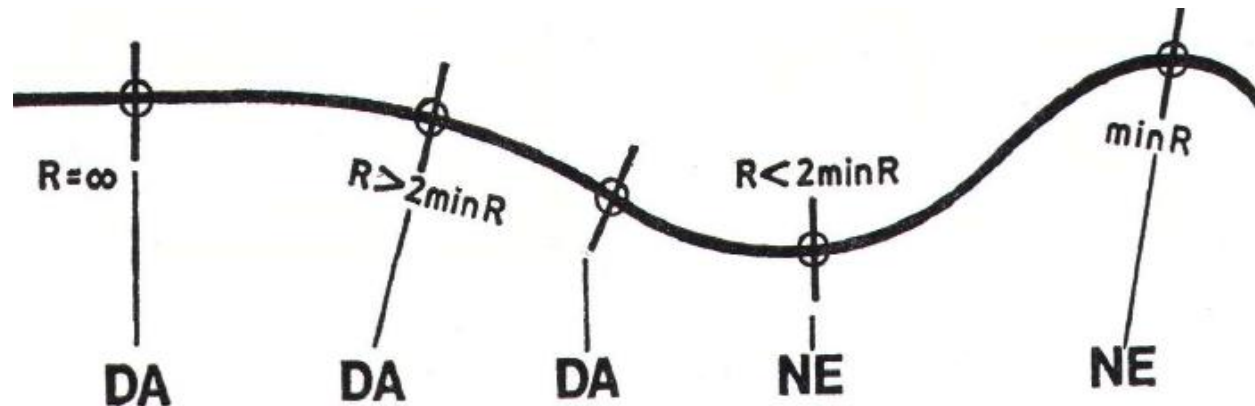


Rastojanje površinskih raskrsnica u zavisnosti od saobraćajnog opterećenja planiranog putnog pravca

POVRŠINSKE RASKRSNICE

Uslovi lokacije:

- sagledljivost sa glavnog putnog pravca najmanje sa daljine izoštrene vizure preglednosti $L_a \approx 4 \cdot V_r$; najpovoljnije mjesto za površinsku raskrsnicu u situacionom planu je u pravcu ili u području infleksione tačke kod S krivine

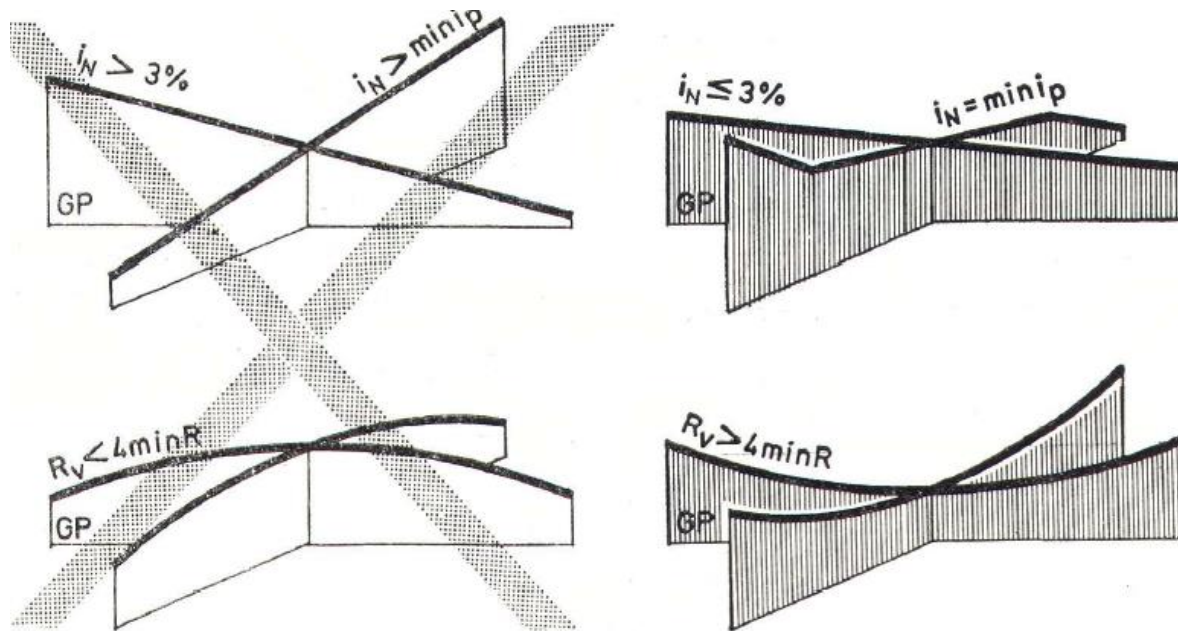


Podobnost lokacije raskrsnice u situacionom planu

POVRŠINSKE RASKRSNICE

Uslovi lokacije:

- jednolika niveleta $i_{GP} \leq 3\%$, ili tjeme konkavne vertikalne krivine

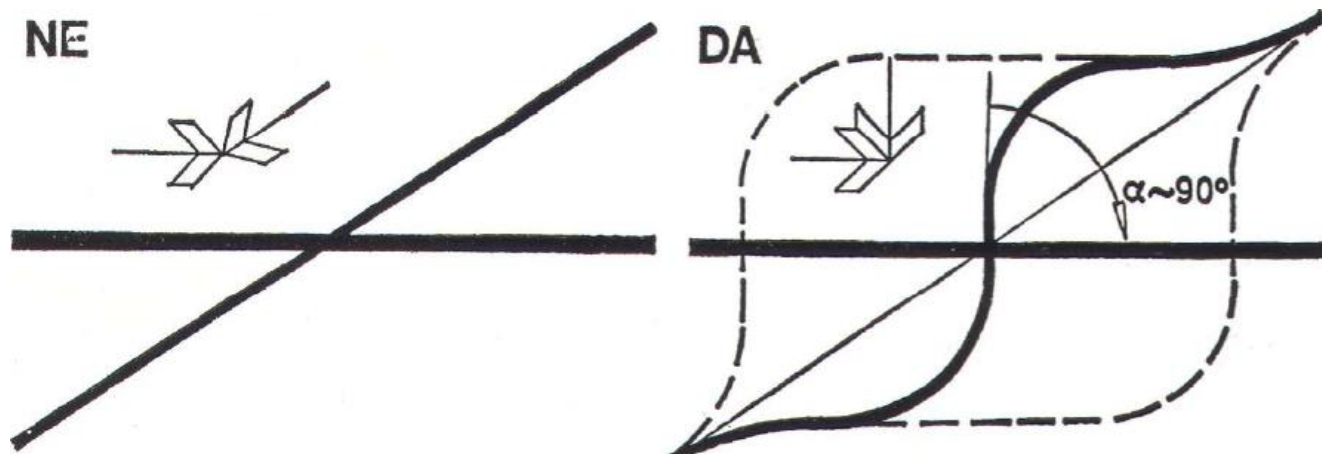


Nivelacioni uslovi za izbor lokacije raskrsnice

POVRŠINSKE RASKRSNICE

Uslovi lokacije:

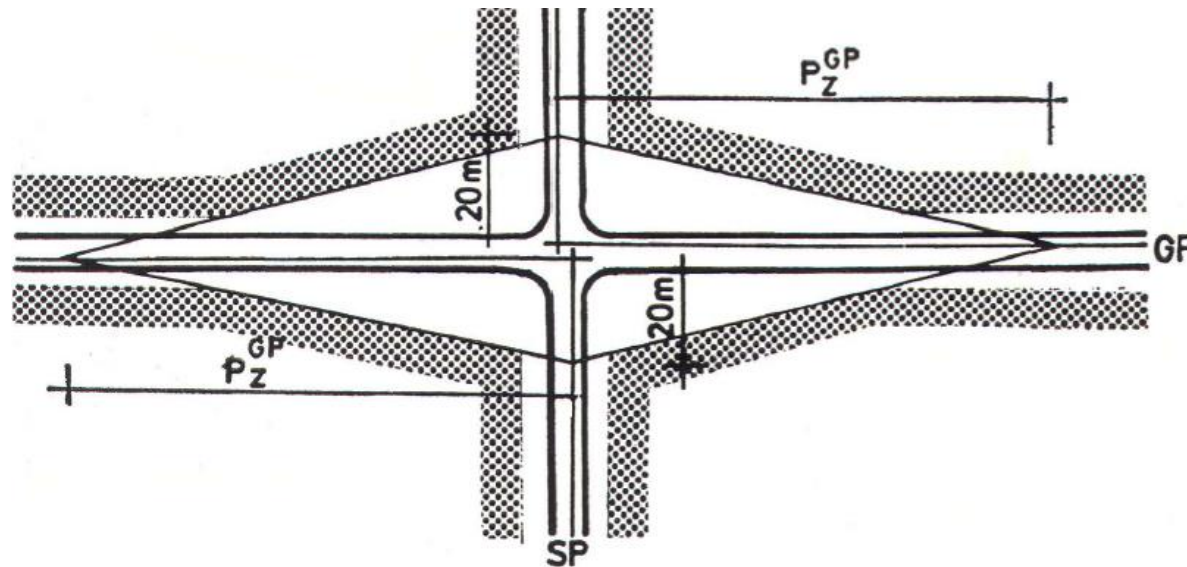
- priključak sporednog puta treba da bude izveden upravnim vođenjem osovine u zoni raskrsnice-najkraće putanje vozila kroz konfliktnu zonu i bolja preglednost, prinudno se smanjuje brzina vozila, lako izvođenje potrebnih proširenja uz održanje kontinuiteta ivičnih linija



POVRŠINSKE RASKRSNICE

Uslovi lokacije:

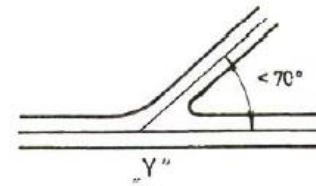
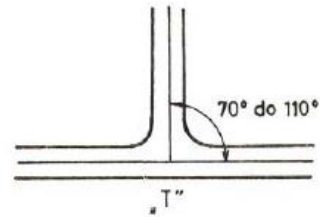
- unutrašnja preglednost-slobodno dogledanje vozila na sigurnosnim rastojanjima, zona oslobođena svih vizuelnih prepreka; izbjegavati usjeke ili neposrednu blizinu tunela i dugih mostova; birati plitke nasipe koji ne zahtijevaju zaštitne ograde



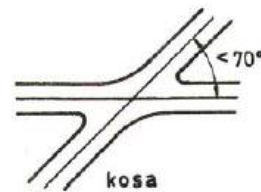
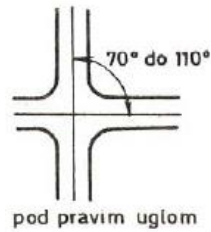
Granični uslovi za konstrukciju zone preglednosti

POVRŠINSKE RASKRSNICE

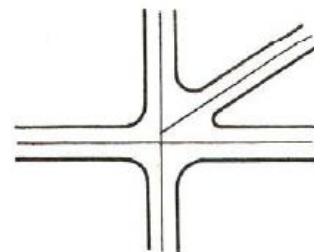
Tipovi:



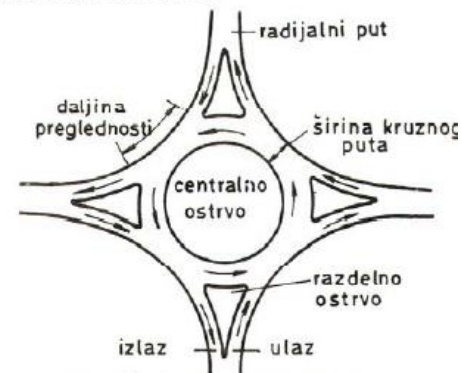
TROKRAKE RASKRSNICE



ČETVOROKRAKE RASKRSNICE



VIŠEKRAKA RASKRSNICA

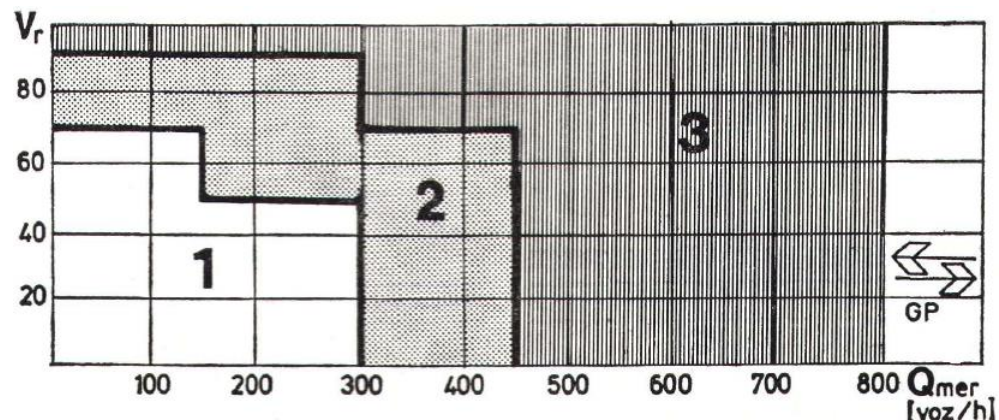


KRUŽNA RASKRSNICA

POVRŠINSKE RASKRSNICE

Tipovi:

- stroga funkcionalnost svih primjenjenih elemenata i detalja; racionalno oblikovanje i dimenzionisanje pristupa raskrsnici i uređenje konfliktne zone
- pristup raskrsnici treba da sadrži funkcionalne elemente koji omogućavaju rasčlanjenje saobraćajnog toka na struje prema opredjeljenjima
- saobraćajne struje koje se presijecaju treba da budu kanalisano vođene, kako bi se smanjile razmjere konfliktne zone i presijecanja obavila pod približno pravim uglom

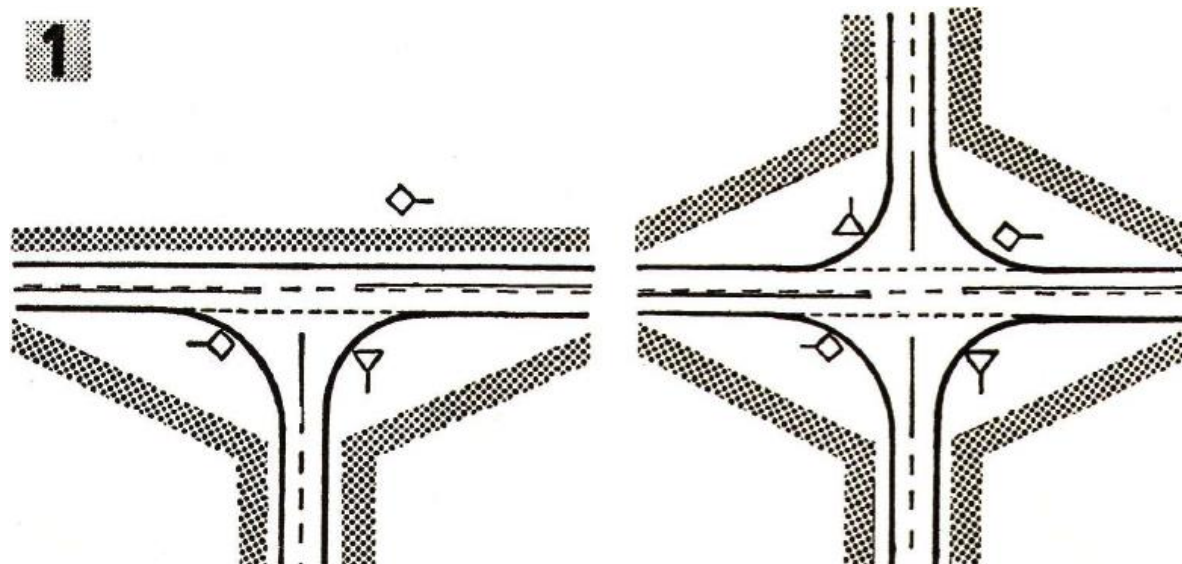


Eksplotacioni pokazatelji prema kojima se utvrđuje potreban obim građevinskih intervencija

POVRŠINSKE RASKRSNICE

Tipovi:

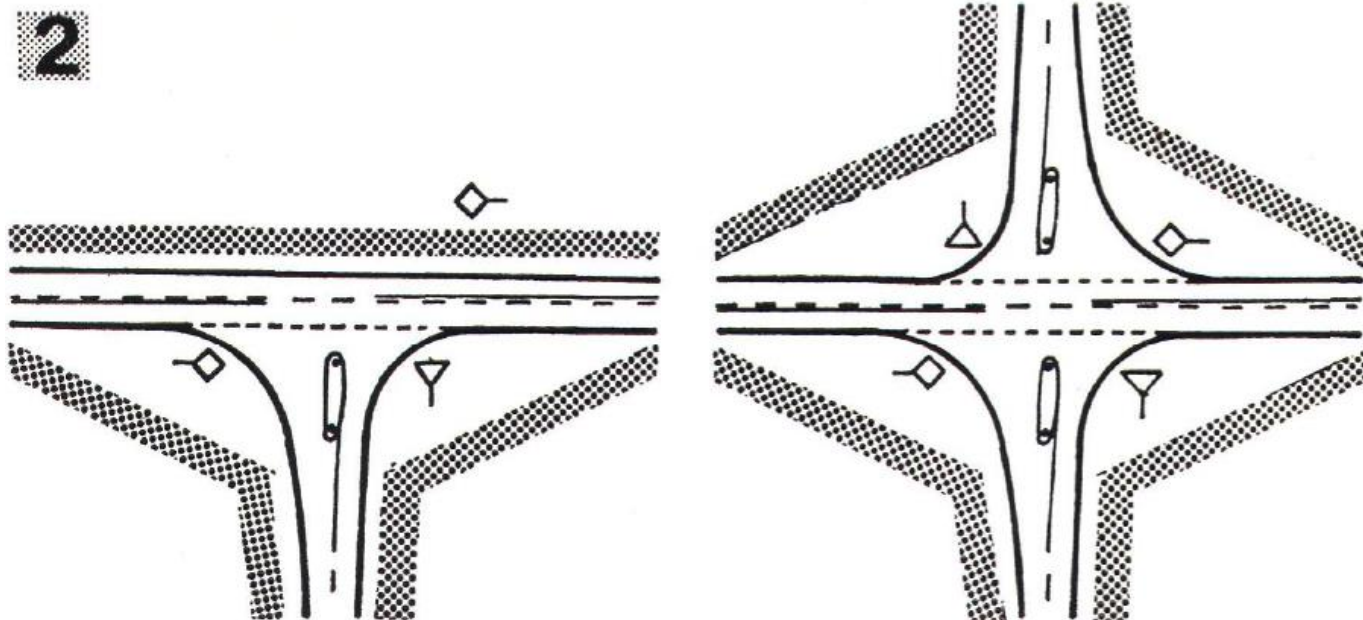
- tip1: najjednostavniji oblik, mali obim saobraćaja; obezbediti preglednost i opremiti signalizacijom



POVRŠINSKE RASKRSNICE

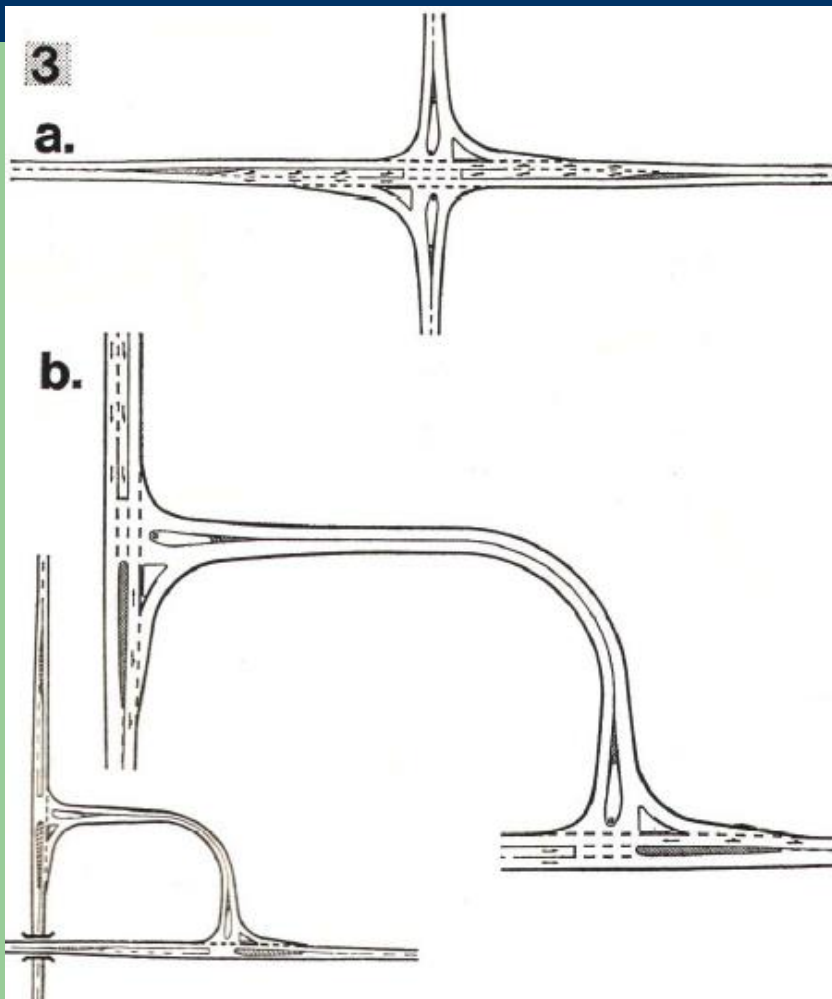
Tipovi:

- tip2: malo do srednje opterećenje, lijeva skretanja do $10\%Q_{mer}$
uređenje prostupa sporednog pravca sa obaveznim klinastim ostrvom



POVRŠINSKE RASKRSNICE

- tip3: pun program veza, izdvajanje lijevih i desnih skretanja na glavnom pravcu i fizičko kanalsanje struja u zoni pristupa sporednom pravcu; standard za magistralne i regionalne puteve

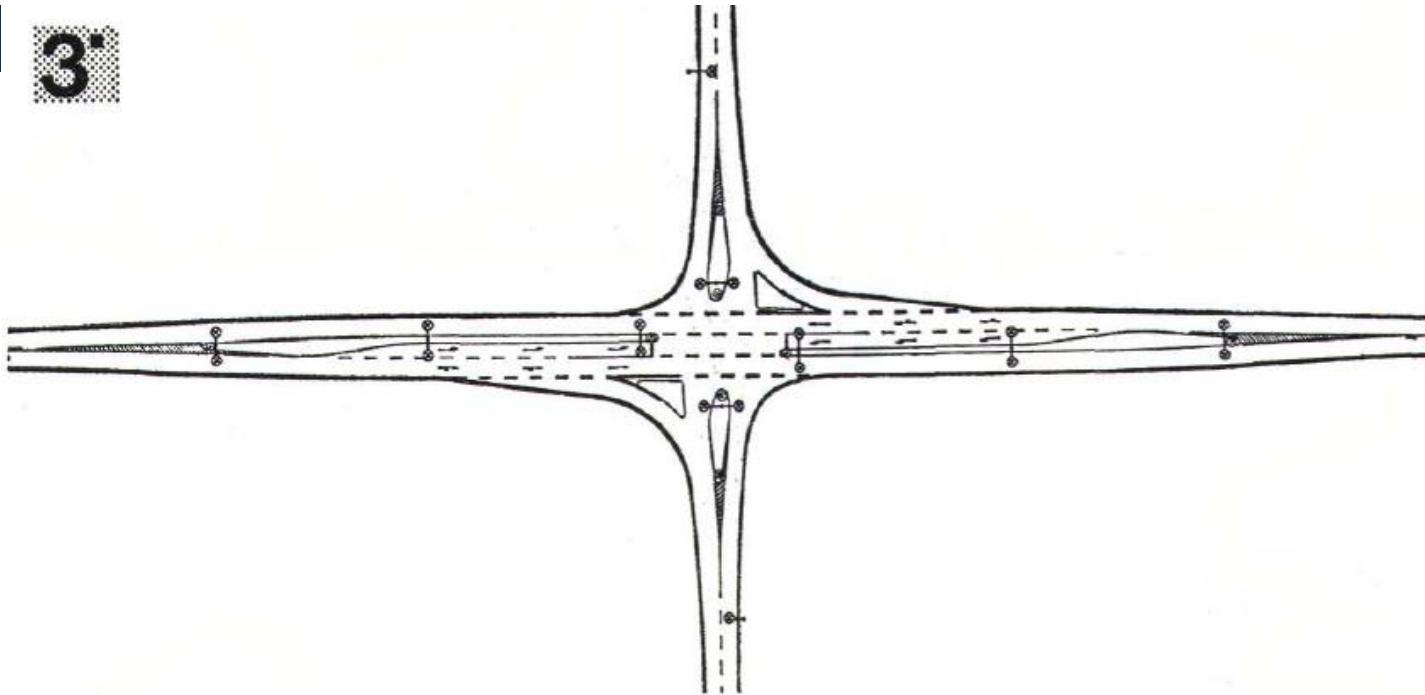


a. Standardno rješenje četvorokrake raskrsnice,

b. Standardno rješenje trokrake raskrsnice sa varijantom djelimičnog prostornog razdvajanja u kome se problem četvorokrakog ukrštanja rješava uz pomoć dvije trokrake raskrsnice

POVRŠINSKE RASKRSNICE

3



Raskrsnica tipa 3 sa fizički ovičenim razdjelnim ostrvima na pristupima glavnom pravcu, opravdano u blizini naselja gdje se može obezbjediti osvjetljenje raskrsnice

DENIVELISANE RASKRSNICE

- povezivanje dva putna pravca, pod uslovom održanja režima kontinuiranih tokova, nezavisno vođenje u različitim građevinskim nivoima-max bezbjednost i max protočnost
- eliminišu se presječne tačke odnosno glavni izvori saobraćajnih nezgoda
- protočnost se podiže do nivoa propusne moći slobodne dionice
- min 2-2.5 puta veći kapacitet od površinske raskrsnice
- 20-50 puta više prostora i najmanje toliko puta više investicija

DENIVELISANE RASKRSNICE

Uslovi primjene:

- ukupna opterećenja prelaze 12.000voz/dan (autoputevi i brzi putevi koji inače zahtijevaju denivelisane raskrsnice, dok se za ostale mora naći ekonomsko opravdanje)
- sporedni pravac treba da ima više od 3.000 voz/dan-put najmanje III razreda; za manja opterećenja nije ekonomski opravdano-rješenje povezivanja takvog pravca ostvariti indirektno kroz putnu mrežu
- ritam raskrsnica: kod brzih dvotračnih puteva optimalno rastojanje na 10-15km, kod autoputeva sa više od 20.000voz/dan 12-18km, kod autoputeva sa naplatom rastojanja između raskrsnica se povećavaju za 20-25%

DENIVELISANE RASKRSNICE

Funkcionalna klasifikacija

A – autoputevi približno jednakih eksploatacionih karakteristika, pun program denivelacije i prostornog kanalsanja, konformni geometrijski elementi veza $V_p^R \sim 0.5 \cdot V_p^{GP}$

B - putevi istog saobraćajnog režima, a različitog saobraćajnog opterećenja, vezni elementi $V_p^R \sim 0.4 \cdot V_p^{GP}$ (A/Mb)

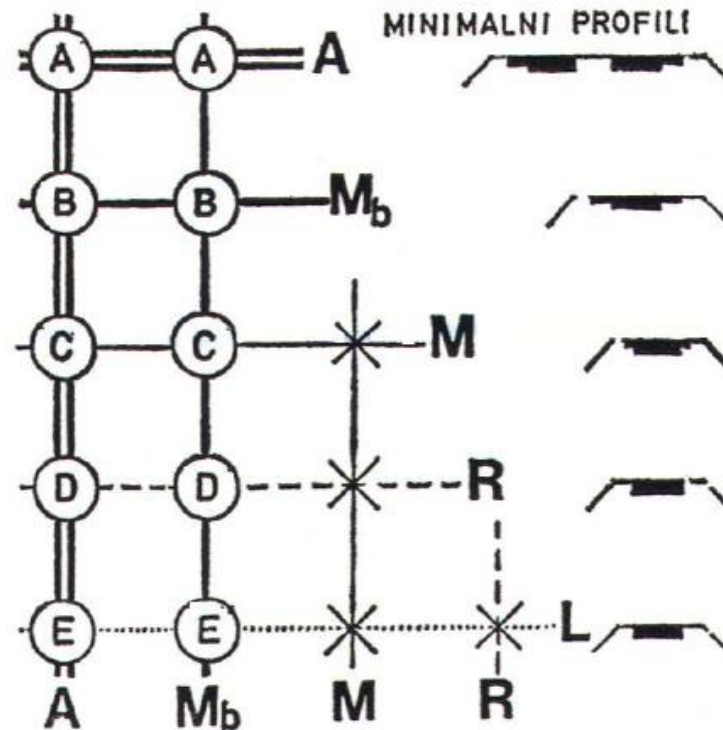
C – putevi različitog saobraćajnog režima i značajnih razlika u saobraćajnom opterećenju, kombinovano rješenje raskrsnice, SP se opterećuje površinskim raskrsnicama do $\frac{1}{2}$ veza (A/M, Mb/R)

D – putevi različitog ranga i izrazitih razlika u saobraćajnom opterećenju; rješenje raskrsnice kombinovano sa površinskim raskrsnicama na sporednom pravcu i skromnim elementima priključnih veza (A/R, M/R)

E – prostorno razdvajanje ukrasnih pravaca, bez izgradnje priključnih veza (A/L, Mb/L)

DENIVELISANE RASKRSNICE

RAZRED	I _a	I	II	III	IV	V		
RAZRED PGDS	15000 A	15000 12000	12000 9500	9500 7000	7000 3000	3000 1000	1000 500	< 500 V
I _a	> 15000	A				E		
I	15000 12000		B		C ?		E	
II	12000 9500				D			
	9500 7000			D ?				
III	7000 3000		C	? *				
IV	3000 1000	E ?	D					
V	1000 500					*		
	< 500		E					



Programski parametri funkcionalne klasifikacije denivelisanih raskrsnica

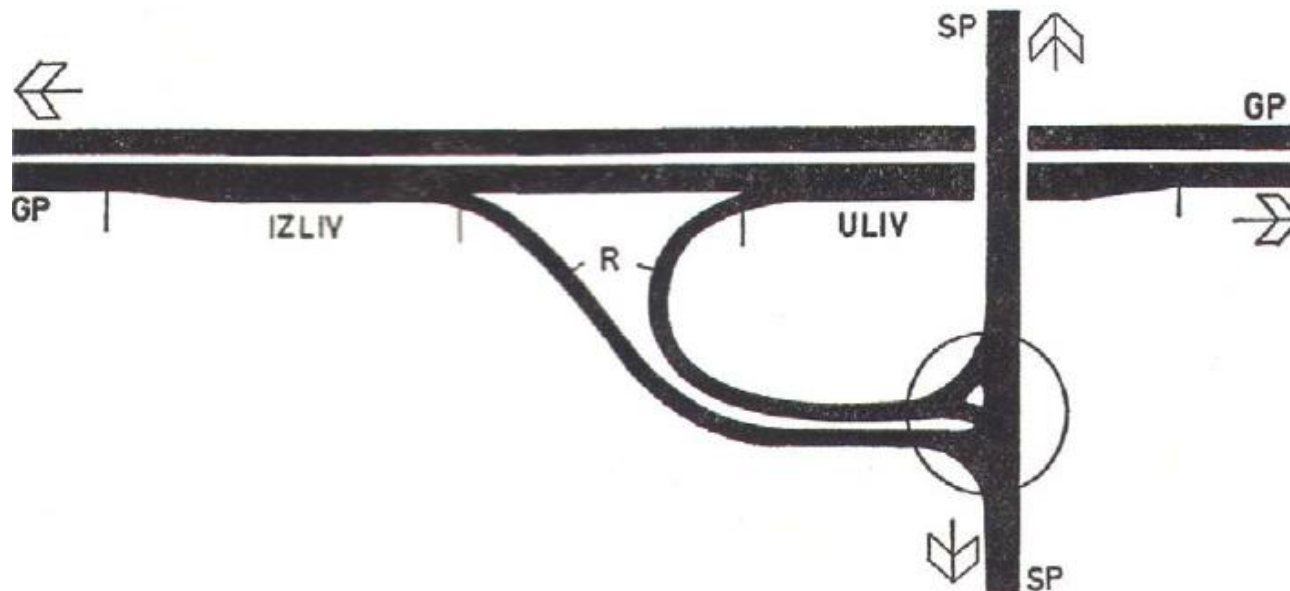
DENIVELISANE RASKRSNICE

Principi komponovanja

Bez obzira na rand ukrasnih pravaca, svaka denivelisana raskrsnica sadrži tri grupe funkcionalnih elemenata:

1. ukrasni pravci, 2. izlivi (I) i ulivi (U), 3. rampe

Kod kombinovanih rješenja javljaju se i sekundarne površinske raskrsnice (SR), a kod komercijalnih autoputeva i naplatna platforma (NP).



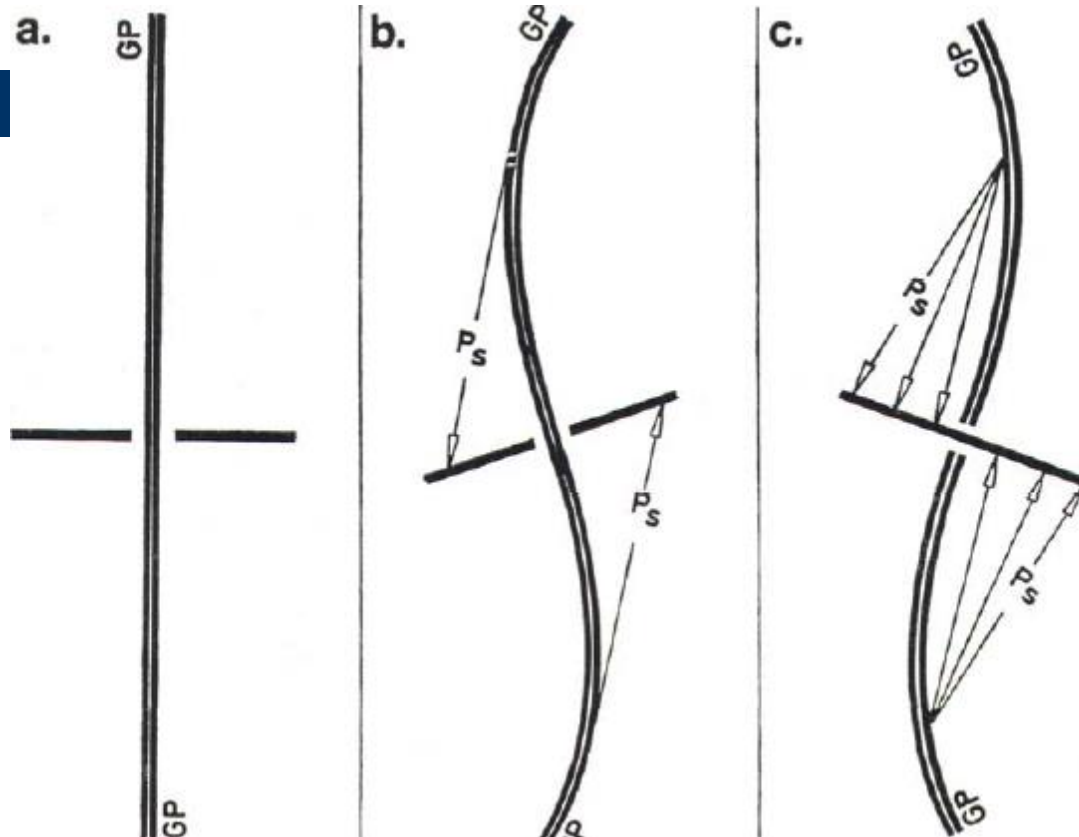
Šematski prikaz standardnih funkcionalnih elemenata denivelisane raskrsnice

DENIVELISANE RASKRSNICE

Vođenje ukrasnih pravaca

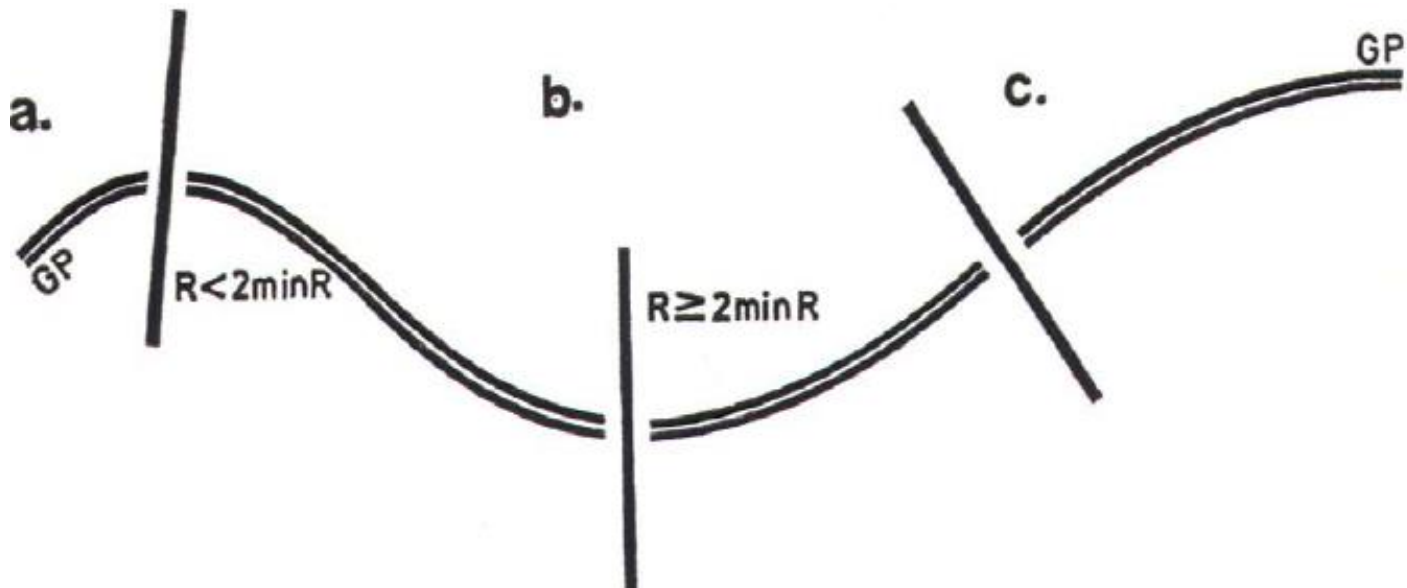
- situacioni i nivelacioni tok ukrasnih pravaca zavisi od terenskih uslova, potreba za denivelacijom i dr.
- vođenje presječnih pravaca u široj zoni ukrštaja treba da bude ostvareno projektnim linijama koje, pored konformnih uslova vožnje, omogućavaju i spoljnu preglednost čvora (sagledljivost dominantnih objekata)
- preporuka je da se denivelacija ostvaruje nadvožnjakom iznad GP, a sagledljivost rješava primjenom S krive na GP
- mjerilo ostvarenja – slobodna vizura preglednosti – 20-25s vožnje
$$\min P_s = 25 \cdot v_p (20 \cdot v_p) \approx 7 \cdot V_p (6 \cdot V_p) \text{ (m)}$$
- najpovoljnija pozicija na GP je u zoni infleksione tačke ili krivine radijusa $R \geq 2 \cdot \min R$ (zona min i_p^{GP})

DENIVELISANE RASKRSNICE



Odnosi ukrasnih pravaca prema kriterijumu sagledljivosti ukrštaja:
a. slabo rješenje b. bolje rješenje c. najbolje rješenje

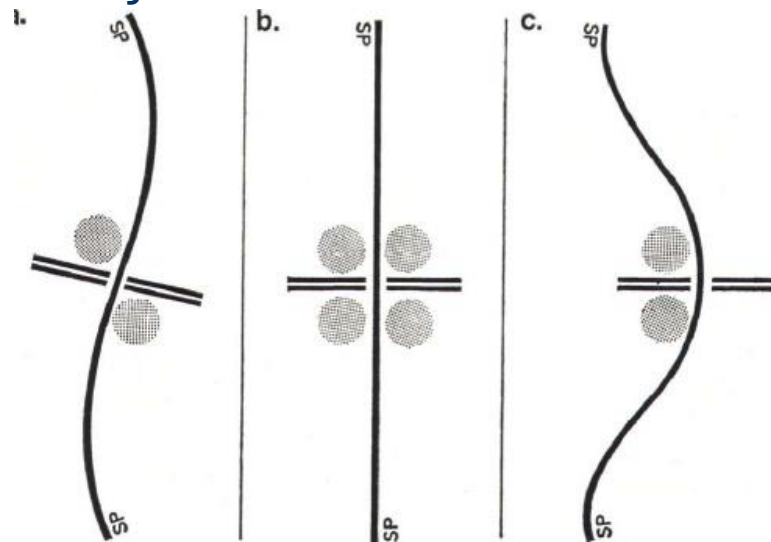
DENIVELISANE RASKRSNICE



Karakteristični primjeri mogućih pozicija u odnosu na situacioni tok GP:
a. nepovoljno b. povoljnije c. najpovoljnije rješenje

DENIVELISANE RASKRSNICE

- situacioni tok SP mora biti usaglašen sa nivelacionim rješenjem i planiranim programom raskrsnice – S kriva povoljna za organizaciju asimetričnog poluprograma raskrsnice, za prelomljenu niveletu povoljnija rješenja sa pravcem ili jednolikom krivinom

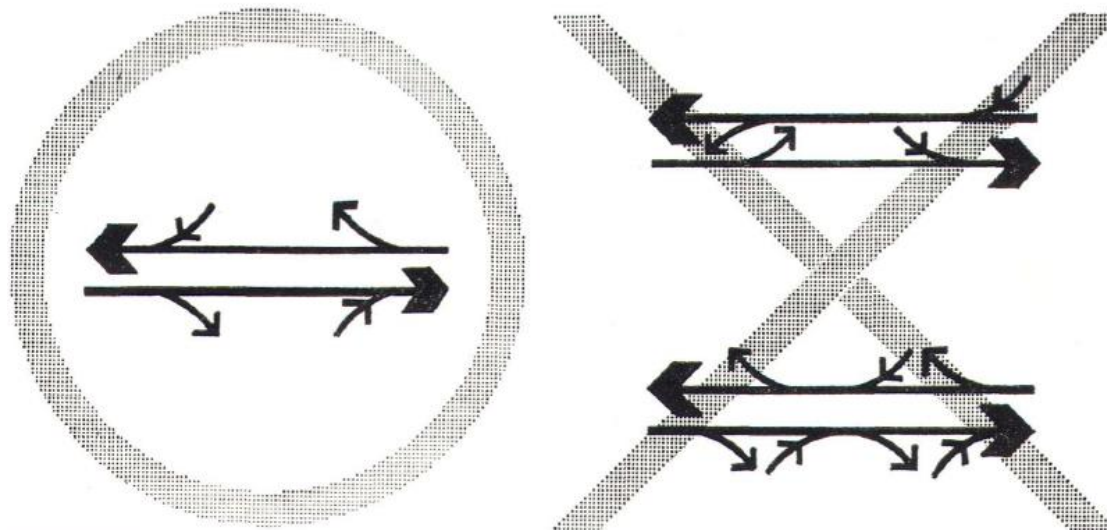


Situacioni tok SP: a. kontinualna niveleta i asimetrični poluprogram b. prelomljiva niveleta i četverostrani razvoj veza c. prelomljena niveleta i simetrični poluprogram

DENIVELISANE RASKRSNICE

Izlivi i uzlivi

- planiraju se isključivo sa desne strane GP
- za svaki smjer je poželjno organizovati samo po jedan izliv i jedan uliv

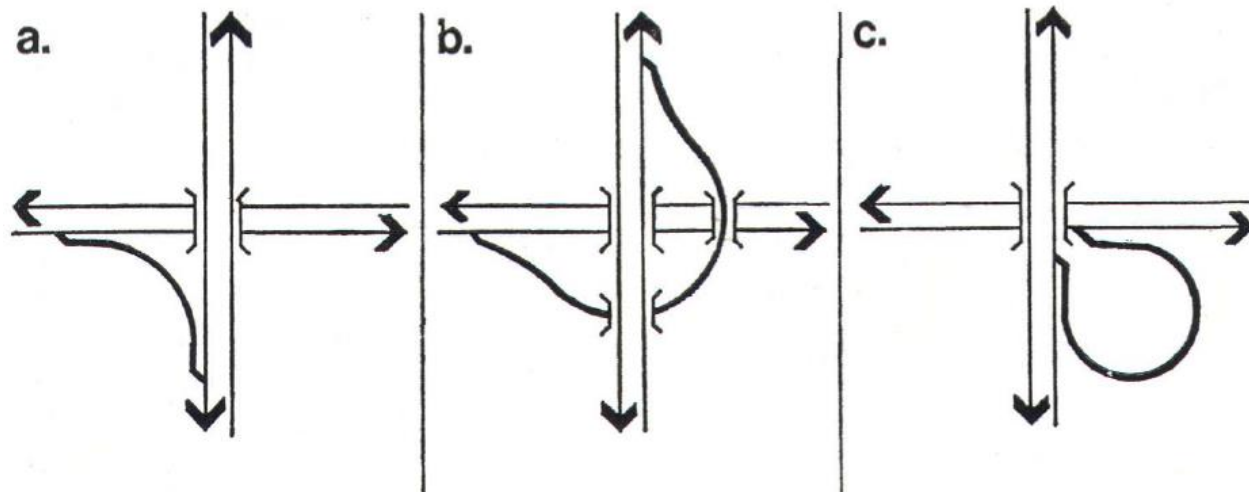


Ilustracija načelnih stavova o poziciju, broju i poretku izliva i uliva

DENIVELISANE RASKRSNICE

Rampe

- samostalni putevi namjenjeni tokovima koji vrše promjenu pravca
- **vezne rampe** opslužuju samo jedne struje na relaciji izliv-uliv
- **priključne rampe** opslužuju dvije struje za priključak SP-GP i obratno i mogu biti dvosmjerne



Karakteristični tipovi rampi: a. direktne b. poludirektne c. indirektne

DENIVELISANE RASKRSNICE

Rampe

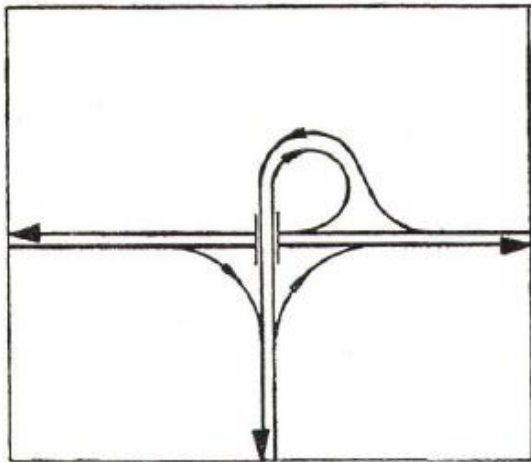
- **direktne rampe** razvijaju se u okviru skretnog ugla $\gamma \approx 90^\circ$, najjednostavnije veze, desna skretanja, kapacitet jednotračne rampe 1.300-1.600 voz/h
- **poludirektne rampe** sastavljene su od složenih krivinskih oblika koji se razvijaju u okviru ugla $\gamma \approx 120^\circ$, koriste se isključivo za komforna lijeva skretanja, kapacitet jednotračne rampe 1.100-1.400 voz/h
- **indirektne rampe** razvijaju se u okviru skretnog ugla $\gamma \approx 270^\circ$, zbog čega imaju spiralni oblik koji izaziva povratnu vožnju i ograničeni režim brzina, lijeva skretanja, kapacitet jednotračne rampe 800-1.000 voz/h

DENIVELISANE RASKRSNICE

Karakteristični tipovi

TRUBA

- najjednostavniju oblik trokrate raskrsnice, dvije direktne rampe za desna skretanja i po jedna indirektna i poludirektna rampa za lijeva skretanja, koristi se za vezu puteva različitog saobraćajnog ranga, nezamjenjivo rješenje za priključenje na autoput sa naplatom putarine



TRUBA

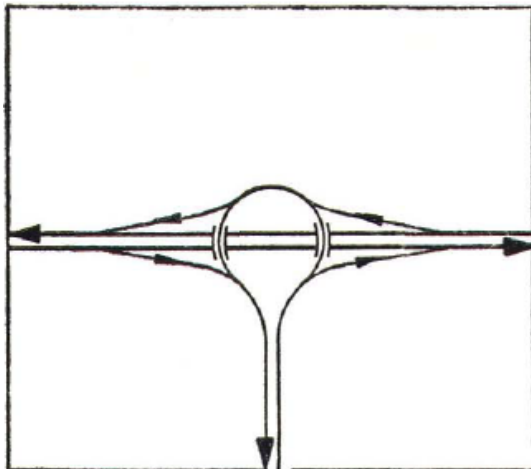
funkcionalni nivo	„C” — „B”
broj građ. nivoa	2
broj mostova	1
zauzeti prostor f [ha]	~ 3,0
kapacitet rampi ΣQ_r [voz/h]	~ 4.500
indeks racionalnosti	
$f/\Sigma Q_r$ [m ² /voz/h]	~ 7,8

DENIVELISANE RASKRSNICE

Karakteristični tipovi

KRUŠKA

- simetrična šema, dvije direktne i dvije poludirektne rampe koje se interno prepliću, priključci većeg saobraćajnog značaja ili kada terenski uslovi diktiraju združivanje rampi, pažljivo dimenzionisanje zajedničke dionice zbog obezbjeđenja protočnosti



KRUŠKA

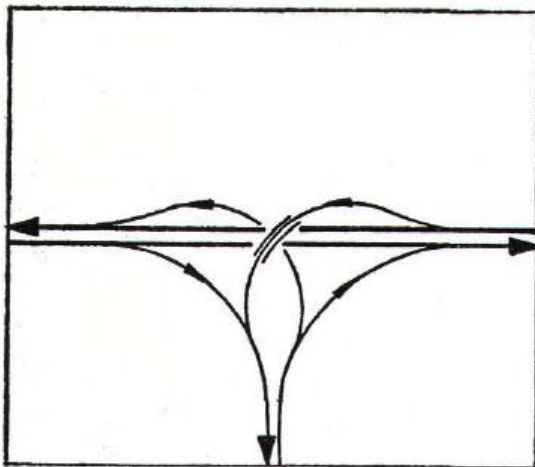
funkcionalni nivo	„B” – „C”
broj građ. nivoa	2
broj mostova	2
zauzeti prostor f [ha]	~ 4,8
kapacitet rampi ΣQ_r [voz/h]	~ 4.800
indeks racionalnosti	
$f / \Sigma Q_r$ [m^2 /voz/h]	~ 10,0

DENIVELISANE RASKRSNICE

Karakteristični tipovi

TROUGAO

- najviši standard, dvije direktne i dvije poludirektne rampe koje su prostorno samostalne, tri građevinska nivoa sa GP na srednjem nivou, priključci dva autoputa i puteva velikog opterećenja



TROUGAO

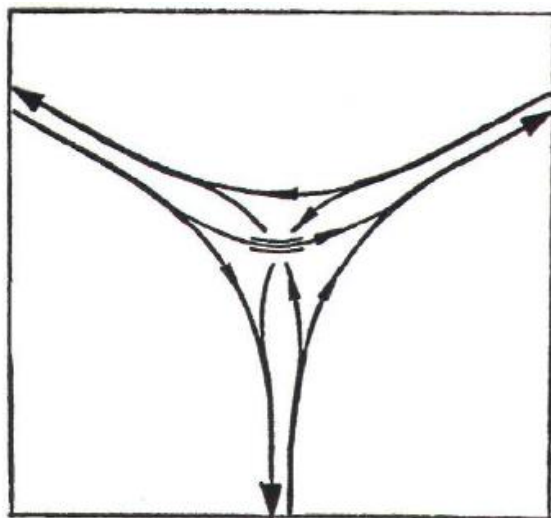
funkcionalni nivo	„A”
broj građ. nivoa	3
broj mostova	2
zauzeti prostor f [ha]	~ 3,8
kapacitet rampi ΣQ_r [voz/h]	~ 4.800
indeks racionalnosti	
$f / \Sigma Q_r$ [m ² /voz/h]	~ 7,9

DENIVELISANE RASKRSNICE

Karakteristični tipovi

RAČVA

- spajanje/razdvajanje puteva ravnopravnih po rangu i opterećenju, slobodno grananje ili spajanje kolovoznih profila, svi ogranci se vode direktnim usmjerenjem, tri građevinska nivoa, najviši nivo saobraćajnog komfora, podjednak tretman svih struja, priključci dva autoputa



RAČVA

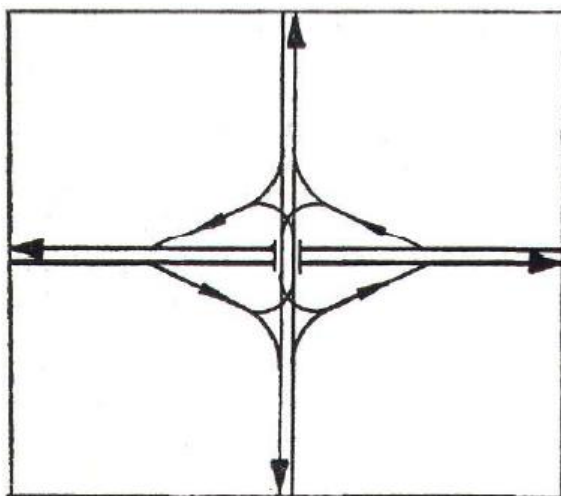
funkcionalni nivo	„A”
broj građ. nivoa	3
broj mostova	2
zauzeti prostor f [ha]	$\sim 5,0$
kapacitet rampi ΣQ_r [voz/h] ..	~ 20000
indeks racionalnosti	
$f/\Sigma Q_r$ [m^2 /voz/h]	$\sim 2,5$

DENIVELISANE RASKRSNICE

Karakteristični tipovi

ROMB

- najjednostavnije i najekonomičnije rješenje, 4 direktne priključne rampe na min rastojanju od GP isključivo prema nivelacionim uslovima, površinske raskrsnice na SP, ukrštaj dva puta različitog ranga i ako opterećenje na SP ne prelazi 6.000 voz/dan



ROMB

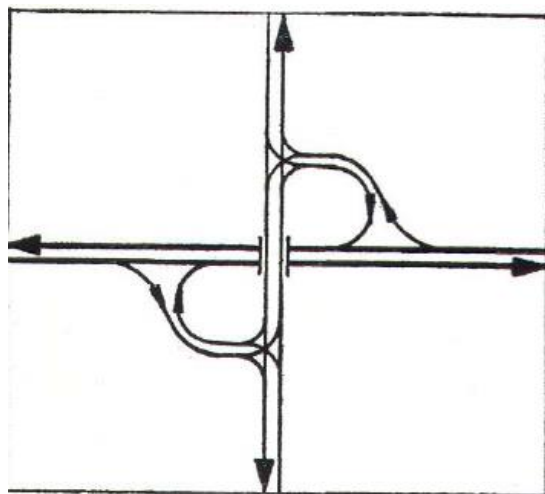
funkcionalni nivo	„D”
broj građ. nivoa	2
broj mostova	1
zauzeti prostor f [ha]	~ 1,8
kapacitet rampe ΣQ_r [voz/h]	~ 5.200
indeks racionalnosti	
$f / \Sigma Q_r$ [m ² /voz/h]	~ 3,5

DENIVELISANE RASKRSNICE

Karakteristični tipovi

POLA DJETELINE

- poluprogram prostornog razdvajanja, 2 direktne i 2 indirektno rampe, površinske raskrsnice na SP, pozicija rampi se određuje prema terenskim uslovima ili jače izraženim saobraćajnim strujama, dva puta različitog saobraćajnog značaja



POLA DETELINE

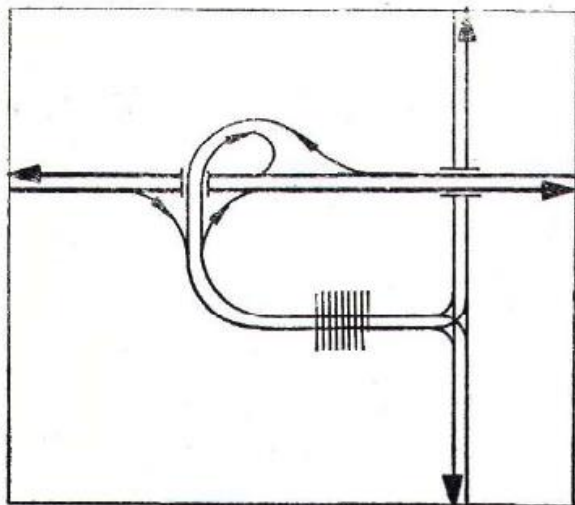
funkcionalni nivo	„C” — „B”
broj građ. nivoa	2
broj mostova	1
zauzeti prostor f [ha]	~ 4,0
kapacitet rampi ΣQ_r [voz/h]	~ 4.200
indeks racionalnosti	
$f / \Sigma Q_r$ [m ² /voz/h]	~ 9,5

DENIVELISANE RASKRSNICE

Karakteristični tipovi

INDIREKTNA TRUBA

- jedan denivelisani priključak i jedna trokraka poršinska raskrsnica, čiste veze sa oba putna pravca, funkcionalno rješenje srednje klase, autoputevi sa naplatom putarine



INDIREKTNA TRUBA

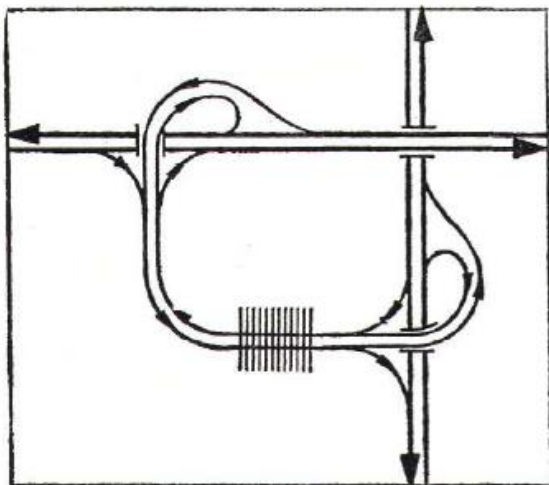
funkcionalni nivo	„C”
broj građ. nivoa	2
broj mostova	2
zauzeti prostor f [ha]	~ 6.0
kapacitet rampi ΣQ_r [voz/h]	~ 4.500
indeks racionalnosti	
$f / \Sigma Q_r$ [m ² /voz/h]	~13,3

DENIVELISANE RASKRSNICE

Karakteristični tipovi

DUPLA TRUBA

- prostorno rasčlanjen ukrštaj sa direktnim povezivanjem pomoću dva denivelisana priključka oblika truba, sve veze su preko sekundarnog putnog ogranka, duge i prostorno razuđenje putanje sa velikim angažovanjem prostora, autoputevi sa naplatom putarine



DUPLA TRUBA

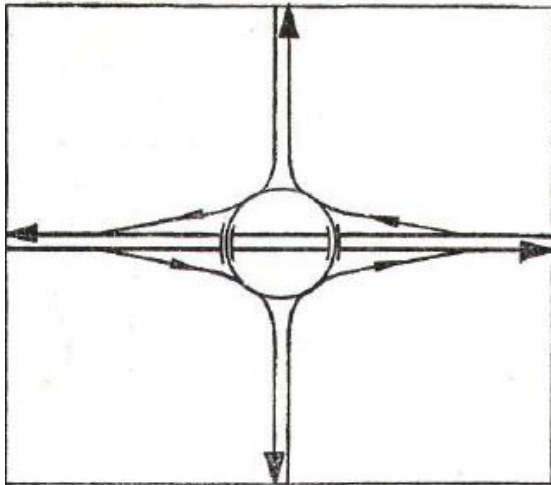
funkcionalni nivo	„A” — „B”
broj građ. nivoa	3
broj mostova	3
zauzeti prostor f [ha]	~ 13,0
kapacitet rampi ΣQ_r [voz/h]	~ 9.000
indeks racionalnosti	
$f / \Sigma Q_r$ [m^2 /voz/h]	~ 14,4

DENIVELISANE RASKRSNICE

Karakteristični tipovi

KRUŽNI PODIONIK

- protočno rješenje sa kružnim kretanjem i prestrojavanjem, podionik je u jedinstvenoj ravni po pravilu iznad GP, priključne veze se ostvaruju direktnim paralelnim rampama



KRUŽNI PODEONIK

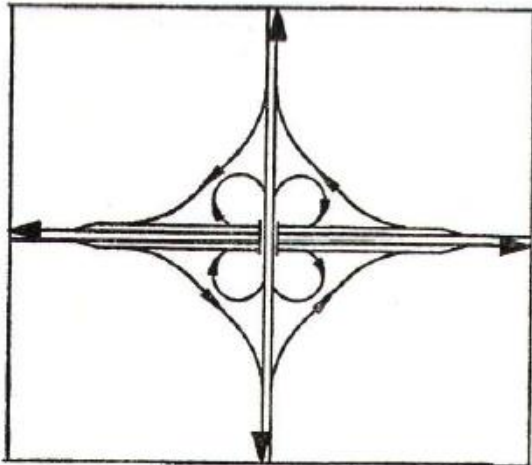
funkcionalni nivo	„C”—„B”
broj građ. nivoa	2
broj mostova	2
zauzeti prostor f [ha]	~ 4,5
kapacitet rampi ΣQ_r [voz/h]	~ 5.200
indeks racionalnosti	
$f / \Sigma Q_r$ [m ² /voz/h]	~ 8,6

DENIVELISANE RASKRSNICE

Karakteristični tipovi

DJETELINA

- najjednostavnije rješenje sa punim programom prostornog razdvajanja, 4 direktne i 4 indirektna rampe za desna i lijeva skretanja, svaki od pravaca ima 2 para izlivno-ulivnih mjesta, ukrštaji autoputeva i puteva visokog saobraćajnog ranga



DETELINA

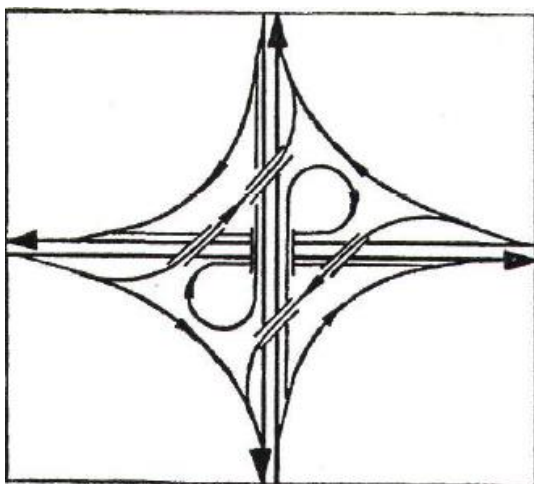
funkcionalni nivo	„B” — „A”
broj građ. nivoa	2
broj mostova	1
zauzeti prostor f [ha]	~ 11,0
kapacitet rampi ΣQ_r [voz/h]	~ 8.400
indeks racionalnosti	
$f / \Sigma Q_r$ [m ² /voz/h]	~ 13,1

DENIVELISANE RASKRSNICE

Karakteristični tipovi

MODIFIKOVANA DJETELINA

- složeno prostorno rješenje, zamjena jedne ili više spiralnih rampi poludirektnim rampama za favorizovana lijeva skretanja, složene mostovske konstrukcije, ukrštaji autoputeva približno istog značaja



MODIFIKOVANA DETELINA

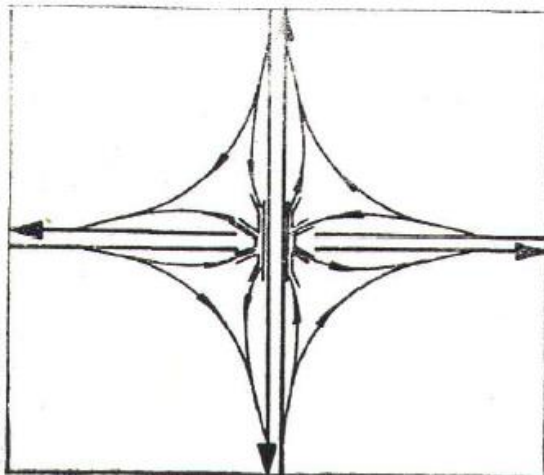
funkcionalni nivo	„A”—„B”
broj građ. nivoa	3
broj mostova	5
zauzeti prostor f [ha]	~ 10,0
kapacitet rampi ΣQ_r [voz/h]	~ 9.000
indeks racionalnosti	
$f / \Sigma Q_r$ [m ² /voz/h]	~11,1

DENIVELISANE RASKRSNICE

Karakteristični tipovi

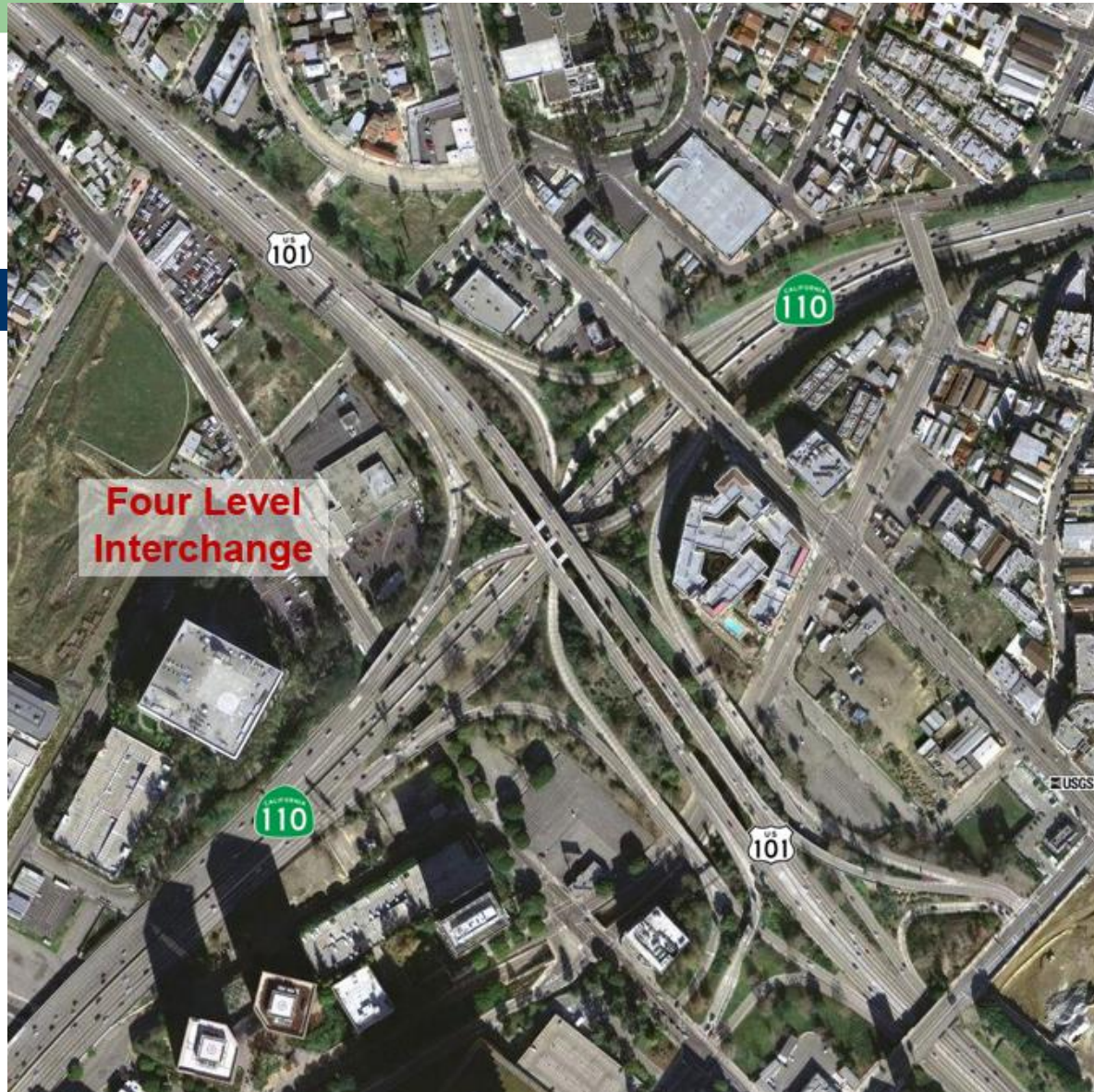
MALTEŠKI KRST

- viši funkcionalni standard, sva lijeva skretanja su riješena poludiraktnim rampama, parovi ovih rampi vode se u istom građevinskom nivou, u jezgru postoji složena trospratna mostovska konstrukcija, ukrštanje značajnih autoputeva



MALTEŠKI KRST

funkcionalni nivo	„A”
broj građ. nivoa	4
broj mostova	3
zauzeti prostor f [ha]	$\sim 9,0$
kapacitet rampi ΣQ_r [voz/h]	~ 9.600
indeks racionalnosti	
$f / \Sigma Q_r$ [m^2 /voz/h]	$\sim 9,4$



Four Level Interchange

“Malteški krst” – veza autoputeva u urbanom području Los Anđelesa