

UDK 528.93:528.915:625.739:625.712.37
Stručni članak

Cestovna raskrižja u više razina na kartografskim prikazima različitih mjerila

Berto SLEVKA¹, Stanislav FRANGEŠ² – Zagreb

SAŽETAK. Pod prometnicama se u kartografiji podrazumijevaju objekti koji služe obavljanju prometa. Kopneni promet odvija se kopnenim prometnicama, koje se dijele na ceste, željeznice, telekomunikacijske i energetske vodove. Danas se, zbog zahtjeva za većom propusnom moći i zbog uvjeta sigurnosti u cestovnom prometu, sve češće grade raskrižja u više razina, ne samo izvan naselja već i u njihovim središtima. Kartografski prikazi takvih raskrižja predstavljaju kartografima dodatne probleme. U radu su dana rješenja prikazivanja cestovnih raskrižja u više razina, koja se bitno razlikuju s obzirom na mjerilo kartografskog prikaza.

Ključne riječi: kartografski prikaz, cestovna raskrižja u više razina, mjerilo.

1. Uvod

Pokretač stvaranja prometnica čovjekov je istraživački duh, koji ga je oduvijek prisiljavao na kretanje i mijenjanje boravišta, na razmjenu misli i dobara. Od prvih staza i utrkih putova pretpovijesti, preko trgovačkih jantarskih staza i putova svile, osvajačkih rimskih cesta, jedva prohodnih srednjovjekovnih putova do željezničkih pruga i suvremenih autocesta prošla su mnoga stoljeća. Mreža prometnica ispreplela je danas Zemlju, a njezini kraci započinju i završavaju, poput živčanog sustava, u čvorištima – naseljima, gdje dobivaju poticaje za daljnja “pulsiranja”.

Promet se može odvijati kopnom, vodom i zrakom, pa se dosljedno tomu razlikuju općenito kopnene, vodene, zračne i specijalne prometnice. Ako je kopnena prometnica građevinski objekt, izgrađen i učvršćen radi lakšeg, udobnijeg, bržeg i sigurnijeg prometa naziva se *cesta*. *Put* je namijenjen kretanju pješaka i (tovarnih) životinja. U pravilu se ne gradi već nastaje prirodno, spontano, primjereno svrsi kojoj služi (npr. poljski put, planinarski put, karavanski put). Ostale su kopnene prometnice željezničke i tramvajske pruge, uspinjače, žičare, dalekovodi, plinovodi, naftovodi, transportne trake, vodovi za prijenos vijesti i dr.

¹Berto Slevka, ing. geod., Srednjaci 23, 10000 Zagreb

²Prof. dr. sc. Stanislav Frangeš, Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Kačićeva 26, 10000 Zagreb

Zbog svoje velike važnosti, prometnice su objekti koji su prikazivani na većini kartografskih prikaza u prošlosti, tako je i danas, a i u budućnosti će prometna mreža biti nezaobilaznim sadržajem kartografskih prikaza. Da bi kartograf pravilno prikazao različite oblike raskrižja na karti, treba dobro poznavati sve sastavne dijelove cesta i sve moguće oblike raskrižja.

2. Povijesni osvrt

Nemoguće je ustanoviti kada je neka prometnica kartografski prvi put prikazana, no može se općenito zaključiti da su prvi kartografski prikazi sadržavali i jednostavne prikaze nekih vodenih putova, staza i sl. U prilog tomu može se dodati da stanovnici Maršalovih otoka i Eskimi, dakle narodi koji su još do nedavno bili na relativno niskom razvojnom stupnju, imaju karte izrađene od kostura kokosovih listova, odnosno od komada drveta, koje sadrže uglavnom vodene putove.

Već se na jednom od prvih kartografskih prikaza, prapovijesnoj pločici od kosti iz špilje kraj Schaffhausena, nalazi ugravirana mreža linija za koju se osnovano pretpostavlja da je prikaz mreže putova u okolici. U starom i srednjem vijeku, pri izradi karata, prometnicama se nije poklanjala osobita pozornost, jer se smatralo razumljivim da su naseljena mjesta povezana nekom prometnicom i da to nije potrebno posebno naznačivati. Ali već u rimsko doba bilo je i karata koje su imale ucrtane putove (npr. Peutingerova karta iz IV. st.). U XVIII. st. počinje veće zanimanje i za prometnice, pa se one počinju češće i detaljnije prikazivati. Veća se pozornost već u srednjem vijeku poklanjala prikazivanju mostova, jer je za promet i trgovinu bilo važno znati gdje je moguće prijeći rijeke koje su bile ozbiljne prepreke. Značajniji mostovi imali su i imena, koja su bila nadaleko poznata, a prikazivani su perspektivno, kao i naseljena mjesta, i to vrlo estetski. Prije su se mostovi označavali dvjema crtama koje su poprijeko presijecale rijeku, a poslije su opet putovi prikazivani jednolinijski, bez prekida preko rijeka. Od druge polovice XVIII. st. za mostove su se upotrebljavale signature slične današnjima (Peterca i dr. 1974).

3. Prometnice

Pod prometnicama se u kartografiji podrazumijevaju objekti koji služe obavljanju prometa, odnosno promjeni mjesta osoba, dobara, vijesti i energije (Lovrić 1988, 1992).

Prometnice su važan element sveukupnog razvoja, pa su obvezan element sadržaja svake topografske i mnogih tematskih karata. One povezuju naseljena mjesta kao centre ljudske djelatnosti i najvećeg dijela materijalnih bogatstava. Omogućuju brzo i lako kretanje i transport iz jednog mjesta u drugo, brzo i lako sporazumijevanje ljudi i na većim udaljenostima (Peterca i dr. 1974).

3.1. Razvrstavanje cesta

S obzirom na današnju funkciju, projektiranje i eksploataciju, ceste se razlikuju po značaju, vrsti prometa, vrsti gornjeg završnog dijela kolničke konstrukcije (zastora), planiranoj količini prometa, terenu kojim prolaze, po položaju i funkciji u cestovnoj mreži i dr. Ceste se nadalje mogu dijeliti i prema broju voznih trakova, bro-

ju kolnika i dr. Prema položaju u prostoru javne se ceste dijele na javne ceste izvan naselja i gradske ceste, pa promet može biti cestovni ili ulični, podzemni i nadzemni. Podzemni promet odvija se u tunelima, a nadzemni na nasipima, mostovima ili vijaduktima.

Prema gospodarskom i društvenom javne ceste izvan naselja značaju dijele se na *međunarodne, državne, županijske, općinske i lokalne*. Sve ostale ceste ulaze u skupinu nekategoriziranih cesta i cesta za posebne namjene.

Prema vrsti prometa razlikuju se *ceste za motorni i ceste za mješoviti promet*. Prema veličini prometa, vrsti prometnih tokova, brzini, udobnosti i stupnju sigurnosti prometa, ceste za motorni promet dijele se na: *autoceste i ostale ceste za motorni promet*. Autoceste su namijenjene isključivo za automobilski promet. One su solidno građene, s objektima velike nosivosti i raskrižjima u više razina. Ceste za mješoviti promet građene su prema propisanim tehničkim uvjetima i stalno se održavaju. Kolni putovi građeni su proizvoljno i ne održavaju se stalno. Zimi su blatnjavi, a ljeti prašnjavi, mogu biti uski, s velikim nagibima i malim polumjerima zakrivljenosti, objekti na njima slabije su kvalitete (drveni mostovi). Staze su prometnice kojima se odvija promet tovarne stoke i ljudi. Razvrstavaju se, prema tome što njima prometuje, na konjske i pješačke staze. Konjske staze su šire, bolje utvrđene i s manjim nagibom, dok pješačke mogu biti i slabije uočljive ili čak mjestimično neuočljive na zemljištu. Objekti su na njima drveni, viseći mostovi i brvna.

Prema vrsti zastora razlikuju se *moderne ceste* (beton, asfalt, kocka), te *ceste s makadamskim i sa zemljanim kolnikom*.

Prema količini motornog prometa, izraženog prosječnim godišnjim dnevnim prometom, tj. brojem motornih vozila koji se na kraju planskog razdoblja očekuje na cesti u tijeku 24 sata, javne se ceste dijele na *pet razreda* (tablica 1).

Tablica 1. Podjela cesta prema prosječnom godišnjem dnevnom prometu.

Oznaka prema prometnoj podjeli	Količina prometa	Prosječni godišnji dnevni promet
1. razred	vrlo velika	više od 12 000
2. razred	velika	od 7000 do 12 000
3. razred	srednja	od 3000 do 7000
4. razred	mala	od 1000 do 3000

Prema konfiguraciji (vrsti) terena kojim prolaze, ceste se dijele na *ceste u ravnici* (nizinske ceste) ili ceste u I. kategoriji terena, zatim *ceste u brežuljkastom terenu* ili u II. kategoriji terena, *ceste u brdovitom terenu* ili u III. kategoriji terena i *ceste u planinskom terenu* ili u IV. kategoriji terena.

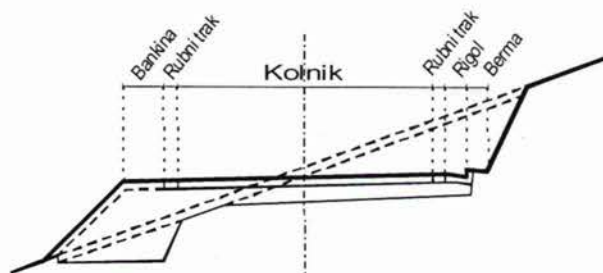
Hrvatska cestovna mreža uključena je u kontinentalnu mrežu cesta koje služe međunarodnom prometu a kategorizirane su pod nazivom Europske ceste. Za njih je Europska ekonomska komisija Ujedinjenih naroda utvrdila osnovne karakteristike: najmanju širinu kolnika, maksimalan nagib, minimalan polumjer zakrivljenosti, način raskrižja, brzinu kretanja itd. One imaju posebnu oznaku "E" i označavaju se arapskim brojkama.

Gradske prometne površine nisu podijeljene jedinstvenom kategorizacijom. Svaka gradska mreža ima niz posebnosti koje su uvjetovane veličinom grada, oblikom mreže, načinom i opsegom povezivanja s mrežom javnih cesta, vrstom i organizacijom javnog prometa i dr. Cestovna mreža u gradovima može se dijeliti prema administrativnim i funkcionalnim kriterijima (Korlaet 1995).

Prema CROTIS-u (DGU 2000a) cestovni promet obuhvaća pet objektnih vrsta: *cesta, uska cesta, put, uski put odnosno staza i linijski elementi cestovnog prometa*. Cesta je prometnica uređenoga kolnika bilo koje vrste (asfalt, beton, gotovi elementi ili makadam) šira od 5 m. Uska cesta je cesta uređenoga kolnika uža od 5 m. Put je prometnica neuređenoga kolnika (zemljana ili utabana zemljana površina) šira od 3 m (kolni put, šira staza i ostali slični putovi), a uski put i staza prometnice su neuređenoga kolnika uže od 3 m (pješačke staze, kolni i ostali putovi). Linijski elementi cestovnog prometa izgrađeni su objekti na prometnicama koji služe prolasku prometnice preko ili ispod neke prepreke ili kroz nju. Tu su svrstani vijadukt, tunel, most, nadvožnjak, podvožnjak i propust.

3.2. Elementi poprečnog presjeka ceste

Osnovni elementi poprečnog presjeka ceste su vozni trak (kolnik), rubni trak, bankina i uređaj za odvodnju (rigol, jarak) (slika 1). Osim tih elemenata poprečni presjek ceste može sadržavati i trak za stajanje, trak za spora vozila, trak za bicikliste, hodnik za pješake i razdjelni pojas. U području raskrižja često se primjenjuju trakovi za usmjeravanje, usporenje i ubrzanje.



Slika 1. Osnovni elementi poprečnog presjeka ceste.

Ukupna širina kolnika sastoji se od jednog, dva ili više trakova. *Vozni trak* je pojas koji služi kretanju jednoga prometnog toka. Ukupna širina kolnika ovisi o broju i širini voznih trakova. Broj trakova određuje se prema značenju ceste, gustoći prometa i zahtijevanoj propusnoj moći ceste. Širina voznog traka u načelu ovisi o širini vozila (maksimalno 2,50 m) i bočnom sigurnosnom razmaku između vozila. Tako, prema Korlaetu (1995), širina prometnih trakova na kolnicima autocesta i cestama s četiri i više prometnih trakova iznosi 3,75 m za prethodnu brzinu 120 km/h i I. kategoriju terena, odnosno 3,75 (3,50) m za prethodnu brzinu 120 (100) km/h i II. kategoriju terena, te 3,50 m za prethodnu brzinu 100 km/h i III. kategoriju terena, i 3,25 m za prethodnu brzinu 80 km/h i IV. kategoriju terena. Širina voznog traka je 3,50 m za cestu 1. razreda uz prethodnu brzinu 100 km/h i I. i II. kategoriju terena, te samo 2,75 m za cestu 5. razreda uz prethodnu brzinu 40 km/h i III. i IV. kategoriju terena (tablica 2).

Tablica 2. Širina voznog traka za ceste od 1. do 5. razreda pri različitim prethodnim brzinama i različitoj kategoriji terena (od I. do IV. kategorije terena) (prema Korlaetu 1995).

Razred ceste	Prethodna brzina (km/h)					
	100	80	70	60	50	40
1.	I., II 3,50	III. 3,25	IV. 3,25			
2.	I. 3,50	II. 3,25	III. 3,00	IV. 3,00		
3.		I. 3,25	II. 3,00	III. 3,00	IV. 3,00	
4.			I. 3,00	II. 3,00	III. 2,75	IV. 2,75
5.				I. 3,00	II. 2,75	III., IV. 2,75

Rubni trak učvršćeni je dio cestovnog presjeka između bankine i kolnika ili između kolnika i staza za bicikle, mopede ili pješake. Osigurava rub kolnika od oštećenja i jasno označava desni rub voznog traka. Širina rubnog traka ovisi o širini prometnog traka (tablica 3). Pritom rubni trak može biti izveden kao posebni element ili kao proširenje kolničke konstrukcije uz označavanje rubnom crtom.

Tablica 3. Širine rubnih trakova.

Širina prometnog traka (m)	Širina rubnog traka (m)
3,75	0,50
3,50	0,35
3,25-3,00	0,30
2,75	0,20

Bankina se nalazi neposredno uz rubni trak, na dijelu ceste u nasipu ili zasjeku. To je sigurnosni element poprečnog presjeka i služi smještaju prometnih znakova, smjerokaznih stupića, stacionažnih oznaka, zaštitnih ograda, odlaganju materijala za održavanje, zaustavljanju vozila u nuždi, a samo iznimno prometu pješaka. Širina bankine određuje se na temelju širine voznog traka (tablica 4). U usjecima bankina se izvodi kao berma (slika 1).

Tablica 4. Širina bankine.

Širina prometnog traka (m)	Širina bankine (m)
3,75-3,50	1,50
3,25	1,20
3,00-2,75	1,00

Na autocestama, a prema potrebi i na cestama 1. razreda, za oba smjera vožnje treba predvidjeti *trakove za zaustavljanje vozila* zbog kvara, slabosti vozača, radi brisanja vjetrobrana, i sl. Njihova je širina najmanje 2,50 m, odnosno 1,75 m na cestama 1. razreda s četiri prometna traka, a izvode se neposredno uz rubni trak ili uz rubnu crtu s desne strane kolnika.

Na većim usponima teška teretna vozila gube na brzini i ometaju promet. Zbog toga se uz kolnik na području većih ili duljih uspona na autocestama i cestama 1. i 2. razreda izvode posebni *trakovi za sporu vožnju*, širina kojih je 3,00 do 3,25 m, a poprečni nagib isti je kao i na prometnim trakovima.

Biciklističke staze u profilu ceste odvajaju se od kolnika visinski ili iznimno razdjelnim trakom. Širina traka za jedan red biciklista je 1,0 m. Za biciklističke staze s više prometnih trakova i jednosmjernom vožnjom može se širina prometnog traka iznimno smanjiti na 0,9 m.

Najmanja širina *traka pješačke staze* za jedan red pješaka iznosi 0,8 m.

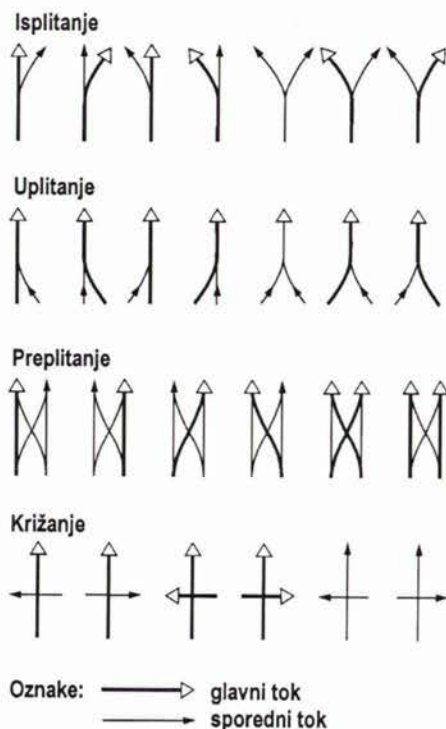
Na autocestama i cestama s dva kolnika treba između kolnika, ako su u istoj razini, predvidjeti *razdjelni pojas*. Širina tog pojasa kod autocesta u ravničastom terenu je 4,0 m, a u ostalim slučajevima 3,0 m. Na cestama 1. razreda razdjelni pojas može biti iznimno 2,0 m. Mjesta za parkiranje vozila na odmorima uz autoceste moraju biti odijeljena razdjelnim pojasom od kolnika (Korlaet 1995).

3.3. Cestovna raskrižja

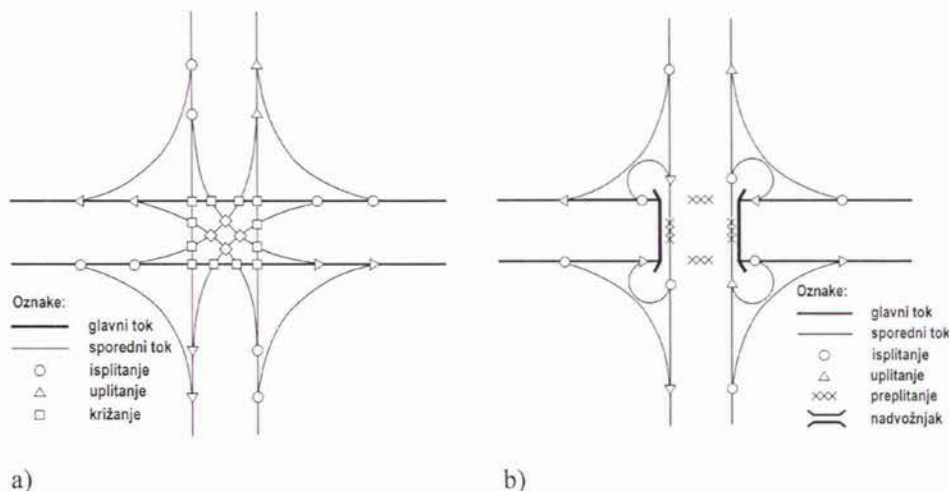
Raskrižja su točke u cestovnoj mreži na kojima se povezivanjem dviju ili više cesta križaju, isprepleću, spajaju ili razdvajaju prometni tokovi. Prometne radnje u raskrižjima (slika 2) mogu se klasificirati kao:

- *ispletanje*, nastaje na mjestu dijeljenja prometnih tokova
- *upletanje*, nastaje na mjestu spajanja prometnih tokova
- *prepletanje*, nastaje na području međusobne izmjene voznih trakova
- *križanje*, nastaje na mjestu međusobnog presijecanja prometnih tokova.

Najjednostavnija prometna radnja je ispletanje, a najteža i najopasnija križanje. Na slici 3 prikazane su prometne radnje na četverokrakom raskrižju u razini gdje se pojavljuju 32 konfliktne točke, uz čak 16 radnji križanja, i na raskrižju izvan razine gdje se pojavljuje 20 konfliktnih točaka, uz nijednu radnju križanja. Iz toga je jasno da ve-



Slika 2. Klasifikacija prometnih radnji u cestovnim raskrižjima.



Slika 3. Prometne radnje na četverokrakom raskrižju: a) u razini; b) u dvjema razinama.

lika prometna opterećenja traže izgradnju kombiniranih raskrižja, odnosno *raskrižja u dvije i više razina*.

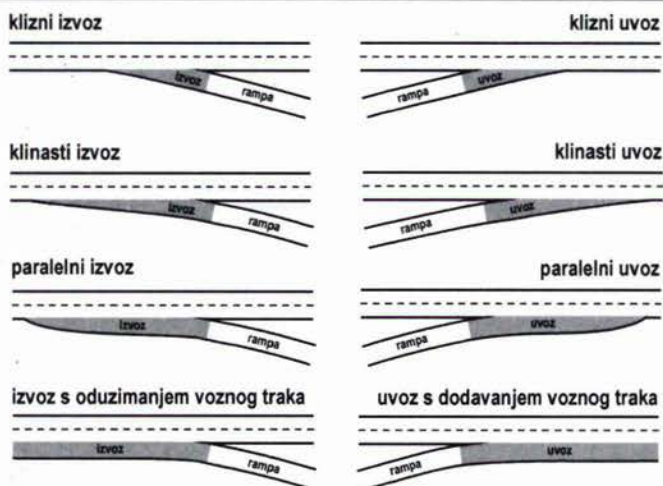
Propusna moć cestovne mreže ili njezinih dijelova te sigurnost u prometu izravno ovise o propusnoj moći i oblikovanju raskrižja. S obzirom na to da je odvijanje prometa na raskrižjima mnogo složenije od onoga na otvorenim dijelovima prometnice, izboru vrste raskrižja te njegovu građevinskom i prometno-pogonskom oblikovanju treba posvetiti posebnu pozornost. Tako se prometni tokovi na cestama mogu voditi:

- u jednoj razini, gdje su raskrižja u razini
- dijelom u razini, dijelom izvan razine, gdje su raskrižja kombinirana
- u dvije i više razina, gdje su raskrižja izvan razine.

Na izbor vrste raskrižja utječu zahtijevana propusna moć i sigurnost prometa. Osim toga na izbor i detalje oblikovanja raskrižja još utječu: značaj cesta koje se križaju, značaj pojedinih prometnih tokova, pješački i biciklistički promet, obilježja terena i okolice na lokaciji raskrižja, kutovi križanja cesta, brzine vožnje, preglednost i dr.

3.3.1. Raskrižja izvan razine

Raskrižja izvan razine primjenjuju se u slučajevima kada raskrižja u razini ne zadovoljavaju zahtijevanu propusnu moć ili kada to traže uvjeti sigurnosti u prometu. Kod raskrižja izvan razine okosnica su glavni prolazni kolnici, koji moraju osigurati prolaz vozilima bez većih smetnji sa strane. Silazno-uzlazne rampe spojne su ceste koje omogućavaju prijelaz vozila s jedne ceste na drugu. Građevinsko oblikovanje početka (uvoz) i kraja (izvoz) silazno-uzlazne rampe ovisi o prometnim uvjetima na raskrižju (slika 4). Na glavnim kolnicima najčešća je primjena paralelnih uvoza i izvoza.



Slika 4. Oblikovanje priključaka spojnih rampi.

Kombinirana raskrižja primjenjuju se u slučajevima kada na glavnom kolniku nadređene ceste nije dopuštena prometna radnja križanja, a dopušteno je ispletanje, upletanje i prepletanje. Na podređenoj cesti i na rampama moguća je i prometna radnja križanja. Takva raskrižja često se primjenjuju u naseljima, jer neka rješenja zauzimaju malu površinu.

4. Kartografski prikazi prometnica

Na topografskim kartama najveća se pozornost poklanja prikazivanju cestovnih prometnica. Zbog linijskog karaktera one su se već na rimskim kartama prikazivale s pomoću linijskih signatura. Tako su npr. na Peutingerovoj karti iz IV. st. ceste prikazane crvenim linijama, s prijelomima na mjestima koja označavaju važne etape na putu.

Danas se cestovne prometnice također prikazuju linijskim signaturama, i to jednom linijom, debljom ili tanjom, punom, isprekidanom ili točkastom, odnosno dvjema takvim paralelnim linijama te različitim kombinacijama. Takve signature nisu u mjerilu i ne daju stvarnu širinu prometnice. Npr. na topografskim kartama za cestu širine 4 m širina signature iznosi 0,6 mm, što pretvoreno po mjerilu u prirodnu vrijednost iznosi od 3,75 do 30 puta više, kao što se vidi u tablici 5. S druge pak strane za cestu širine 8 m širina signature iznosi 0,8 mm, što pretvoreno po mjerilu u prirodnu vrijednost iznosi od 2,5 do 20 puta više. Na kartama mjerila 1:10 000 širina bi ceste pod takvim uvjetima potpuno odgovarala njezinoj širini na zemljištu, dok bi vrijednost dobivena na osnovi karte mjerila 1:1 000 000 bila veća 100 puta.

Zbog takve signature koja nije u mjerilu svaki objekt koji se nalazi pokraj tako prikazane prometnice ima pogrešan položaj. Kada je riječ npr. o cesti pokraj željezničke pruge koja nije u mjerilu, položaj te ceste bit će pomaknut. Slučaj se još više komplicira kada pokraj njih teče rijeka koja je prikazana dvolinijskom signaturom.

Tablica 5. *Usporedba stvarne širine ceste u prirodi i njezina prikaza na kartama različitih mjerila.*

Širina ceste u prirodi (m)	Mjerilo karte	Širina ceste u mjerilu karte (mm)	Prikaz na karti (mm)	Prikaz s karte preračunat u prirodnu vrijednost (m)	Povećanje
4	1:25 000	0,16	0,6	15	3,75 puta
4	1:50 000	0,08	0,6	30	7,5 puta
4	1:100 000	0,04	0,6	60	15 puta
4	1:200 000	0,02	0,6	120	30 puta

Od kartografskog prikaza kopnenih prometnica traži se:

- točan položaj, protezanje i duljina,
- vrsta prometnice, kvaliteta i propusna moć,
- raspored objekata koji karakteriziraju njezinu tehničku stranu i služe za orijentaciju,
- odnos prema drugim elementima sadržaja.

Linijska signatura daje položaj cestovne prometnice, mijenjanje pravca na pojedinim dijelovima i duljinu svakog odsječka. Položaj prometnice definira simetrala signature, koja je os prometnice. Za svaku vrstu kopnenih prometnica postoji posebna skupina signatura. Stvarni izgled ceste i njezine prometne mogućnosti mogu biti izraženi linijskom signaturom, a mogu se po potrebi izraziti i dodatnom slovno-brojčanom signaturom.

Javne cestovne prometnice prikazuju se najčešće dvjema paralelnim linijama između kojih međuprostor može biti obojen crveno, narančasto, žuto, ljubičasto, sivo i sl. Kombinacijom linija različite debljine, različitim međurazmakom i bojama prikazuju se kvantitativna i kvalitativna obilježja cesta. Osim toga, u obliku objašnjenja može se dati širina ceste, odnosno kolnika, i materijal od kojega je izgrađena. Rjeđe se na topografskim kartama daju i podaci o strmini nagiba i polumjeru zakrivljenosti. Prikazuju se i različiti objekti na cesti (mostovi, nasipi, usjeci, potporni i zaštitni zidovi, način raskrižja s drugim prometnicama itd.). Na kartama krupnijih mjerila, u obliku objašnjenja daju se podaci o duljini, širini, nosivosti i materijalu od kojega je most izgrađen, a ako se neki od tih podataka ne može saznati iz ignature, daju se i visina nasipa i dubina usjeka.

Kolni putovi i staze obično se prikazuju jednom linijom, debljom ili tanjom, punom, isprekidanom ili točkastom. I na tim se prometnicama označuju različiti objekti (mostovi, nasipi, usjeci, gazovi, brvna itd.).

Smanjivanjem mjerila karte prometnice se generaliziraju. Pritom se izostavljaju prvo prometnice nižih redova, zatim manji objekti, a gube se i sitniji zavoji. Generalizacija cesta, putova i staza ostvaruje se:

- izborom cesta, putova i staza koje će biti prikazane na karti
- redukcijom i pojednostavljenjem sitnih okuka
- naglašavanjem sitnih detalja.

Prema CROTIS-u (DGU 2000a) cesta se prikazuje dvjema linijama te odgovarajućim kodom koji definira vrstu ceste (autocesta, brza cesta, cesta). Rub ceste koja se prikazuje dvjema linijama definiran je rubom kolnika. Uređene i neuređene bankine ne smatraju se cestom, već se pridodaju susjednoj površini pokrova zemljišta. Odvodni kanali uz cestu u pravilu se ne prikazuju. Ceste u više razina (petlje, nadvožnjaci i slično) prikazuju se tako da je svaka cesta označena kao zasebna površina, i one se međusobno preklapaju. Isto pravilo vrijedi i za preklapanje drugih površina (ceste i vode, ceste i vegetacija i sl.). Uska cesta prikazuje se jednom linijom koja je određena s osi ceste. Put se prikazuje dvjema linijama koje definiraju rub puta, a uski put i staza prikazuju se jednom linijom definiranom s osi puta. Linijski elementi cestovnog prometa prikazuju se kao linije s pripadajućim atributom o širini.

4.1. Planovi i karte mjerila do 1:10 000

Diferenciran prikaz sastavnih dijelova neke prometnice, npr. ceste (kolnik, rubni trak, rigol, trak ili uvala za stajanje, staza za bicikle i pješake, zelene površine i bankine), moguć je samo na topografskim kartama u najkrupnijem mjerilu (Lovrić 1992). Slično je i s prikazom ostalih prometnih objekata. Neki od njih već se na kartama u najkrupnijim mjerilima svode na liniju (npr. elektroenergetski vod) ili točku (npr. prometni znak).

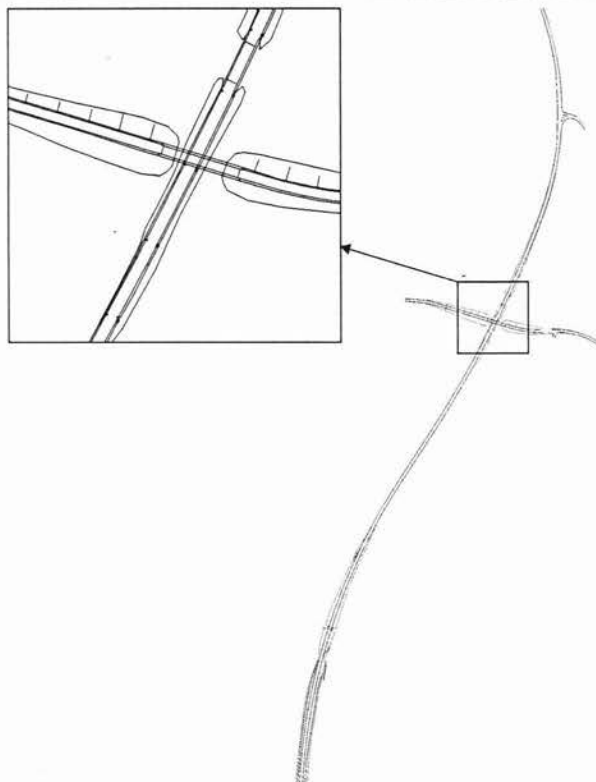
Na topografskim kartama najkrupnijeg mjerila cjelovit prikaz ceste sastoji se od prikaza pojedinih sastavnih dijelova (površina), međusobno odvojenih linijama širine oko 0,1 mm. Iako je riječ o vrlo detaljnom prikazu, iz njega ne mora biti vidljivo je li prikazana državna, županijska, općinska ili lokalna cesta, jer one mogu biti izgrađene na sličan način. Zato se podatak o društvenom i gospodarskom značenju prometnice daje u obliku slovnobrojčane signature (Lovrić 1988, 1992).

U poprečnom presjeku cesta, pa i u tlocrtu, ako je mjerilo dovoljno krupno, razlikujemo planum, tj. poravnanu i omeđenu površinu na kojoj nastaje cesta, i unutar njega kolnik, rubne trakove, rigole, trak ili uvalu za stajanje, staze za bicikle i pješake, zelene površine i bankine (slika 5).

U tablici 6 navedene su mogućnosti prikaza cesta u naselju i pojedinih njezinih dijelova, te uređaja koji služe prometu na njima, i to u mjerilu 1:1000, 1:5000 i 1:10 000. Iz tablice se vidi da u mjerilu 1:1000 nema gotovo nikakvih teškoća u tlocrtno vjernom prikazu važnijih dijelova ceste, ako su im širine u tlocrtu veće od 0,4 m. Naime, u tom mjerilu moramo zahtijevati da međurazmak između linija debljine 0,1 bude 0,4 mm. U tom se mjerilu mogu prema tome prikazati i mali nasipi ili usjeci visine od oko 0,4 m.

U mjerilu 1:5000, pri međurazmaku linija od 0,4 mm, već prema tome upotrebljavamo li linije 0,1 ili 0,2 mm, mogu se tlocrtno vjerno prikazati objekti ili njihovi dijelovi širine 2,5 m, odnosno 3,0 m. Prema tome, u tom mjerilu neće biti moguće dvjema linijama prikazati neke zemljane (poljske) putove, dok će u prikazu cesta biti teškoća u označavanju pokosa nasipa ili usjeka nižih od 2 m. Ta se teškoća može ukloniti uključivanjem bankina u pokose, jer se one redovito ne mogu prikazivati odvojeno od kolnika.

U mjerilu 1:10 000, ako međurazmak linija bude 0,4 mm, moći će se tlocrtno vjerno prikazati ceste i putovi širi od 4 m, i to ako konturne linije crtamo s vanjske strane



Slika 5. Prikaz dijela ceste s uvećanim raskrižjem u dvjema razinama.

stvarnog položaja kolnika ili cijelog planuma. U tom mjerilu moći će se prikazati samo izabrani pokosi nasipa i usjeka, najčešće samo znakom za pokos bez osnovne linije.

U mjerilu 1:1000 uvijek će biti moguće točrtno vjerno i diferencirano prikazati trake i uvale za stajanje, staze za bicikle, zeleni pojas i otoke koji dijele kolnike i pješake staze ili hodnike. Međutim, u mjerilu 1:5000 moći će se prikazati samo one staze za pješake koje su šire od 2,5 m. Zelene površine ili međuprostore između kolnika treba prikazati u sva tri mjerila makar samo jednom objektnom linijom.

Mnogi objekti uz ceste ili na njima njihov su sastavni dio i služe uspješnijem odvijanju prometa. Prikaz tih objekata ovisi o mjerilu karte, ali i o zadaći koju treba ispuniti neka karta. U mjerilu 1:1000 mogu se prikazati gotovo svi objekti, no takav prikaz može biti dodijeljen samo tzv. kartama vodova i uređaja koje sadrže prikaz i nadzemnih i podzemnih objekata. Kako se vidi iz tablice 6, u mjerilima 1:5000 i 1:10 000 mogu se prikazati uglavnom isti objekti na isti način, a razlika postoji jedino u točrtnoj vjernosti prikaza mostova.

Neki podaci o cestama daju se opisnim podatkom ili slovnobrojčanim znakom. To su prije svega imena ulica, koja mogu biti dana u cijelosti u mjerilima od 1:1000 do 1:10 000. Razumljivo je da pritom visina slova mora biti različita, no visina velikog

slova ne bi smjela biti manja od 1 mm. Već u mjerilu 1:5000 mogu nastupiti teškoće pri čitljivom smještaju svih imena, što onda postaje osobito akutno pri prijelazu u mjerilo 1:10 000. Izlaz iz te teškoće traži se u pisanju imena izvan površina cesta, odnosno ulica, a to onda ima za posljedicu pokrivanje i time slabije prikazivanje susjednih objekata, najčešće zgrada (Lovrić 1985).

Tablica 6. *Prikaz sastavnih dijelova ceste u mjerilima 1:1000, 1:5000 i 1:10 000.*

	Sastavni dijelovi cesta	1:1000	1:5000	1:10 000
Glavni dijelovi	Trup ceste	A	A 3	A 4
	Pokosi	A 0,5	(A 2,5)	B
	Planum	A	A 3	A 4
	Kolnik	A	A 3	A 4
Dodatni dijelovi	Pješačka staza	A	(A 2,5)	-
	Biciklistička staza	A	-	-
	Trak ili uvala za stajanje	(A 0,5)	-	-
	Otok ili srednji zeleni trak	A	C ili (A 2,5)	C ili A 5
Pomoćne građevine i uređaji	Potporni zid	C ili (A 0,4)	C	C
	Jarak ili rigol	A 0,5	-	-
	Most	A	A 3	A 4
	Propust	A	C	C
	Kolosijek	A	C	C
	Km-kamen	C	C	(C)
	Svjetiljke i stupovi-nosači	C	-	-
	Semafor	C	-	-
	Telefon	C	-	-
	Slivnik	C	-	-
	Drvo, drvored	C	(C)	(C)
	Zelenilo	C	C	C
Opisni dodaci	Ime ceste	D	D	D
	Oznaka podjele	D	D	D
	Podatak o nosivosti	-	D	D
	Podatak o širini	-	-	-
	Visinski podatak	D	(D)	(D)

Objašnjenje oznaka:

A = točrtno vjeran prikaz

A n = točrtno vjeran prikaz tek pri širini od n metara

B = točrtno sličan prikaz

C = prikaz objektom točkom ili linijom

D = opisni i broječni podaci

() = slobodan izbor

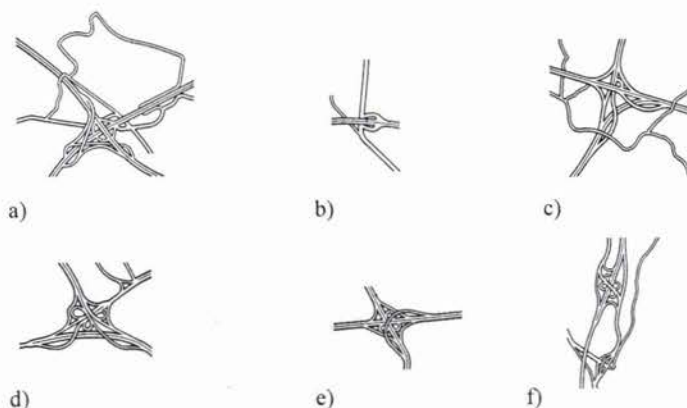
Podaci o podjeli cesta, njihovoj nosivosti, pa i njihovoj širini, pri tlocrtno sličnom prikazu, daju se slovno brojevanim znakovima i brojkama. Podaci o visinskom pružanju cesta daju se kotama istaknutih točaka kao što su raskrižja, mostovi i mjesta gdje se mijenja nagib, a zatim na međutočkama razmak kojih ovisi o mjerilu karte.

Pri geodetskoj izmjeri i prikazu u mjerilima topometrijskih karata za sada imamo na raspolaganju Zbirku kartografskih znakova (NN 1976) i Kartografski ključ s uputama za izradu i primjenu znakova za Hrvatsku osnovnu kartu (HOK) mjerila 1:5000 (DGU 2001). Te karte ujedno mogu biti i izvorne za izradu izvedenih karata. Na izvedenim kartama u mjerilima sitnijima od 1:10 000 sve ceste i putovi morat će se prikazati objektnim linijama međusobno diferencirani različitim znakovima. Zato je potrebno na izvornoj karti imati, osim podatka o širini ceste koji se može dobiti iz njezina tlocrtno vjernog prikaza, i podatak o svrstavanju po službenoj podjeli ali i podatak o stvarnom prometnom značenju i mogućnosti ceste. Naime, mnoge državne ceste ili njihovi dijelovi danas još nemaju sve propisane tehničke elemente, i obrnuto, mnoge županijske ili lokalne ceste (osobito u velikim naseljima) imaju elemente suvremenih državnih cesta.

4.2. Karte mjerila od 1:10 000 do 1:1 000 000

Na topografskim kartama krupnog i srednjeg mjerila ceste se prikazuju kao cjelina, najprije tlocrtno vjerodostojno, a zatim tlocrtno slično, i to trolinijskom signaturom autoceste s odvojenim kolnicima, a dvolinijskom i jednolinijskom signaturom ostale ceste i neutvrđeni putovi (Lovrić 1988, 1992).

Za vojne topografske karte postoji zbirka Topografsko znakovlje na zemljovidima mjerila 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000 i 1:200 000 (MORH 1993), a za civilne Kartografski ključ za Topografsku kartu mjerila 1:25 000 (TK 25) (DGU 2000b). U njima nisu posebno obrađeni slučajevi složenih raskrižja u više razina. Budući da je njihova izgradnja u posljednje doba sve češće rješenje za veću propusnu moć i sigurnost u prometu, na slici 6 dani su naši prijedlozi kartografskog prikaza prometnih raskrižja za kartu šire okolice Zagreba mjerila 1:100 000.

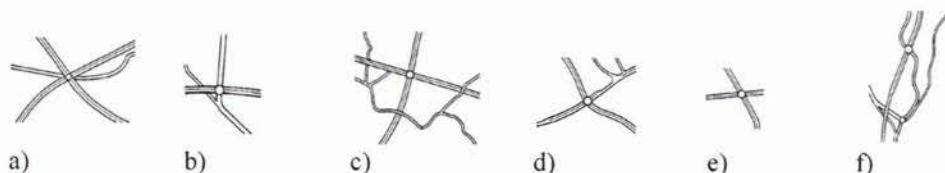


Slika 6. Kartografski prikazi prometnih raskrižja izrađeni za kartu šire okolice Zagreba mjerila 1:100 000: a) raskrižje Lučko; b) Buzin; c) Ivanja Reka; d) Jankomir; e) "Petlja" - raskrižje Slavonske avenije i Držičeve ulice; f) raskrižje Zaprešić.

4.3. Karte mjerila sitnijeg od 1:1 000 000

Daljnijm smanjenjem mjerila objekt kartografskog prikaza postaje mreža najvažnijih cesta koje su prikazane najčešće jednolinijskom signaturom. Stvarni izgled ceste i njezine prometne mogućnosti mogu biti izraženi samo linijskom signaturom, a mogu se izraziti i dodatnom slovobrojčanom signaturom (Lovrić 1988, 1992).

Prema našem prijedlogu za kartu šire okolice Zagreba mjerila 1:1 000 000 (slika 7) cestovna su raskrižja prikazana jednostavnom kružnom signaturom, autoceste trolinijskom, a ostale ceste dvolinijskom signaturom.



Slika 7. Kartografski prikazi prometnih raskrižja izrađeni za kartu šire okolice Zagreba mjerila 1:1 000 000: a) raskrižje Lučko; b) Buzin; c) Ivanja Reka; d) Jankomir; e) "Petlja" – raskrižje Slavonske avenije i Držičeve ulice; f) raskrižje Zaprešić.

5. Zaključak

Danas se na kartografskim prikazima različitih mjerila pojavljuju objekti koji prije nisu bili obuhvaćani sadržajem ili su bili na terenu izvođeni na drugačije načine. Jedan je od takvih primjera cestovno raskrižje u više razina, pa stoga treba takav i slične objekte predvidjeti u budućim zbirkama znakova, detaljno ih razraditi i pronaći primjerena rješenja, koja će omogućavati njihovu primjenu u najrazličitijim slučajevima.

Literatura

- DGU (2000a): Topografsko informacijski sustav RH – CROTIS, Temeljna načela – katalog objekata, verz. 1.0, Zagreb.
- DGU (2000b): Kartografski ključ za Topografsku kartu mjerila 1:25 000 (TK 25), verz. 1.5, Zavod za fotogrametriju, Zagreb.
- DGU (2001): Kartografski ključ s uputama za izradu i primjenu znakova za Hrvatsku osnovnu kartu (HOK) mjerila 1:5000, verz. 1.3, Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Zagreb.
- Korlaet, Ž. (1995): Uvod u projektiranje i građenje cesta, Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu, Građevinski fakultet u Zagrebu, Zagreb.
- Lovrić, P. (1985): Tematska kartografija, skripta, Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Zagreb.
- Lovrić, P. (1988): Opća kartografija, Sveučilišna naklada Liber, Zagreb.
- Lovrić, P. (1992): Topografija, skripta, Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Zagreb.

- MORH (1993): Topografsko znakovlje na zemljovidima mjerila 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000 i 1:200 000, Ministarstvo obrane Republike Hrvatske, Sektor za nabavu, proizvodnju i opskrbu, Uprava za graditeljstvo, Zagreb.
- NN (1976): Zbirka kartografskih znakova, Prilog uz Pravilnik o kartografskim znakovima objavljen u Narodnim novinama broj 24/76.
- Peterca, M., Radošević, N., Milisavljević, S., Racetin, F. (1974): Kartografija, Vojnogeografski institut, Beograd.

Multilevel road crossings on cartographic presentations at various scales

ABSTRACT. Traffic routes are considered in cartography as objects serving the purposes of traffic. Land traffic takes place on land traffic routes that are divided into roads, railways, telecommunication and power supply lines. Today, due to the growing demand for larger capacity, and to the safety conditions in road traffic, the crossings are built more often at several levels, not only outside of settlements, but also in their centres. Cartographic presentations of such crossings create additional problems to cartographers. The paper offers solutions for presenting multi level road crossings that are significantly different with regard to the scale of cartographic presentation.

Keywords: cartographic presentation, multi level road crossing, scale.

Prihvaćeno: 2004-9-12