

PRIMENA CIRKULACIONIH SISTEMA u optimizaciji ulične mreže grada Skoplja

Prostorno uređenje grada zasniva se na planskom razmeštanju urbanih sadržaja kao što su stanovanje, posao, administracija, trgovina, usluge, školovanje, zdravstvo, sport, rekreacija, itd. Iako deo tih sadržaja može prostorno da se kombinuje, najveći broj urbanih funkcija i aktivnosti teže koncentraciji u jednom prostoru povećavajući potrebu za saobraćajnim povezivanjem u celini. Time se obezbeđuje potrebni nivo pristupa korisnicima gravitacionog područja. Saobraćaj treba da obezbedi neophodnu komunikaciju prostorno podeljenih urbanih sadržaja i, pre svega kroz gradsku putnu mrežu, da obezbedi prostor za funkcionisanje i razvoj planiranih urbanih sadržaja.

Pišu:

Mr Dragančo Volčeski, dipl. građ. inž.

Građevinski Institut Makedonija, Skoplje

Doc. Dr Slobodan Ognjenović, dipl. građ. inž.

Građevinski fakultet, Skoplje

1. Uvod

Struktura gradske mreže je definisana fizičkom lokacijom ulica i raspodelom putovanja od početnih zona do destinacije. Za svaku mrežu ova kombinacija je unikatna, ali ipak strategija o njenom razvoju se zasniva na istoj osnovi pa tako postoje gradovi sa sličnom gradskom uličnom mrežom. Zbog toga se gradske ulične mreže dele na nekoliko kategorija, sa odgovarajućim rasporedom gradskih saobraćajnica, a zatim se raznim metodama i sistemima unapređuju sa ciljem postizanja maksimalnog efekta za korisnike. Ti efekti su nesmetano odvijanje saobraćaja, manje dužine putovanja, smanjeni troškovi i vreme putovanja.

2. Cirkulacioni sistemi

Cirkulacionim sistemom mreže određuje se nekoliko mogućih pravaca kretanja postavljanjem raznih ograničenja bez promene fizičke forme mreže. To znači da se tu ne radi o bilo kakvim građevinskim zahvatima rekonstrukcije bilo kog dela mreže dodavanjem novih ulica i raskrsnica ili rekonstrukcije postojećih, dodavanjem ili oduzimanjem saobraćajnih traka. Sistem cirkulacije ipak menja karakteristike ulica i raskrsnica. To se u praksi realizuje saobraćajnom signalizacijom, prilagođavanjem broja saobraćajnih traka ili postavljanjem prepreka na površini ulice.

Na određenoj mreži mogu se primeniti različiti cirkulacioni sistemi sa različitim rešenjima, pa se postavlja pitanje: Da li je cirkulacioni sistem odgovarajući za postizanje optimalnog re-

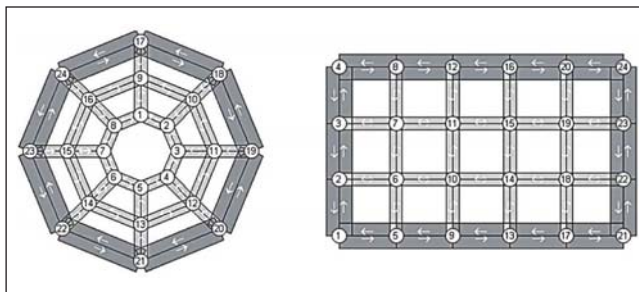
šenja koje svakako zavisi od osnovne mreže? Takođe, mreža mora da ispuni i prethodno definisane kriterijume koji su odlučujući za izbor odgovarajućeg cirkulacionog sistema. Kriterijumi su: smanjeno vreme putovanja, bezbednost, pouzdanost, smanjenje saobraćajnih gužvi i dr.

2.1. Slučajna cirkulacija

Slučajna cirkulacija ne implicira nikakva ograničenja ili promene karakteristika mreže. U tom smislu, slučajna cirkulacija se definiše kao „nulto naselje“ i koristi se kao referenca za naredna tri cirkulaciona sistema.

2.2. Hijerarhija

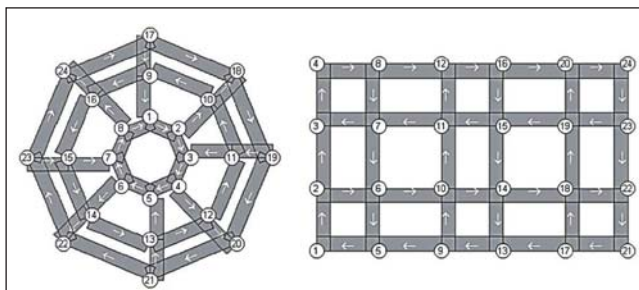
Prva metoda usmeravanja korisnika po određenoj ruti je uvođenje hijerarhije u mreži. Putevi veće hijerarhije su većeg kapaciteta i brzine kretanja. Ovom cirkulacijom rasterećuje se centar, a saobraćaj se pomera ka rubovima mreže čime se relaksiraju centralne zone naselja. Ova tvrdnja se zasniva na urbanoj mreži sa obilaznicom, odnosno oblikom koji se često koristi u gradovima. Pretpostavlja se da je obilaznica sa dve saobraćajne trake sa maksimalnom brzinom od 90 km/h u oba smera. Hijerarhija kod radijalno-kružne i raster mreže je prikazana na slici 1.



Slika 1: Hijerarhija kod radijalno-kružne i raster mreže

2.3. Jednosmerno kretanje

Način na koji se saobraćaj organizuje u ovoj cirkulaciji ima primarni cilj da se smanji broj konflikata čime se smanjuju kašnjenja i zastoji na raskrsnicama.



Slika 2: Jednosmerno kretanje kod radijalno-kružne i raster mreže

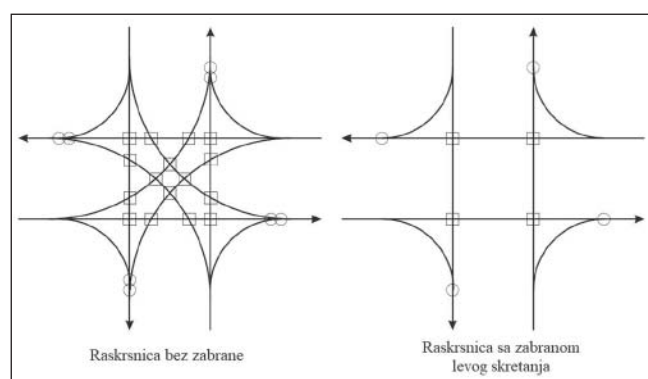
Broj konfliktnih tačaka kod jednomsernog saobraćaja je značajno umanjen u odnosu na slučajnu cirkulaciju. Kod raskrsnica, broj konflikata na ukrštanjima se smanjuje od 16 na 1, a kod ulaza od 8 na 4. Prema tome, kontrola saobraćaja sa jednosmernim kretanjem dovodi do manjeg vremena čekanja na raskrsnicama.

Sistem cirkulacije sa jednosmernim saobraćajem je organizovan tako da sve tačke (čvorovi) mreže ostanu dostupne.

Kapacitet zabranjenog smera kretanja je jednak nuli, a kapacitet dozvoljenog smera kretanja se udvostručuje pa ukupni kapacitet mreže ostaje nepromenjen. Slika 2. prikazuje cirkulacioni sistem sa jednosmernim saobraćajem na radijalno-kružnoj i raster mreži.

2.4. Zabrana levih skretanja

Najnoviji cirkulacioni sistemi zasnivaju se na zabrani levih skretanja na svakoj raskrsnici. Kao i kod jednosmerne kretanja, eliminišu se određeni tokovi na raskrsnici, a samim tim se smanjuje i broj konfliktnih tačaka. Kod raskrsnice sa zabranjenim levim skretanjima postoje samo 4 konfliktna tačka na ukrštanjima i 4 na uključenjima desno na desnim skretanjima. Kod semaforizovanih raskrsnica dovoljne su dve faze za signalizovanje. Broj konfliktnih tačaka kod ove cirkulacije je prikazan na slici 3.



Slika 3: Konfliktni tačkovi kod raskrsnice bez ograničenja i raskrsnice sa zabranom levog skretanja

2.5. Kombinacije cirkulacionih sistema

U praksi je moguća primena kombinacija cirkulacionih sistema. Postoji ukupno šest mogućih cirkulacionih sistema:

- Slučajna cirkulacija,
- Zabrana levih skretanja,
- Jednosmerni saobraćaj,
- Hijerarhija,
- Zabrana levih skretanja i hijerarhija,
- Jednosmerni saobraćaj i hijerarhija.

Može se primetiti da cirkulacioni sistem sa zabranom levih skretanja ne može biti kombinovan sa jednosmernim kretanjem. Razlog tome je to što oba cirkulaciona sistema ograničavaju broj ukrštanja i nisu kompatibilni u slučaju da svi čvorovi treba da budu dostupni.

3. Parametri procene naselja

Mreža mora da ispuni i prethodno utvrđene kriterijume koji su odlučujući u izboru odgovarajućeg cirkulacionog sistema.

Ti kriterijumi su smanjena vremena putovanja, bezbednost, pouzdanost, smanjenje gužve i ostali kriterijumi koji bi mogli da utiču na poboljšanje uslova za odvijanje saobraćaja.

U literaturi se pominju nekoliko mogućih parametara za procenu kvaliteta rešenja. Ipak, svaka studija proučava grad iz različitih uglova i u različitim okolnostima. Ovi parametri između ostalog su: otpor, broj konflikata, faktor puta, broj kružnih kretanja, diskontinuitet, performanse nakon odstranjivanja veza i faktor gubitka vremena.

3.1. Otpor

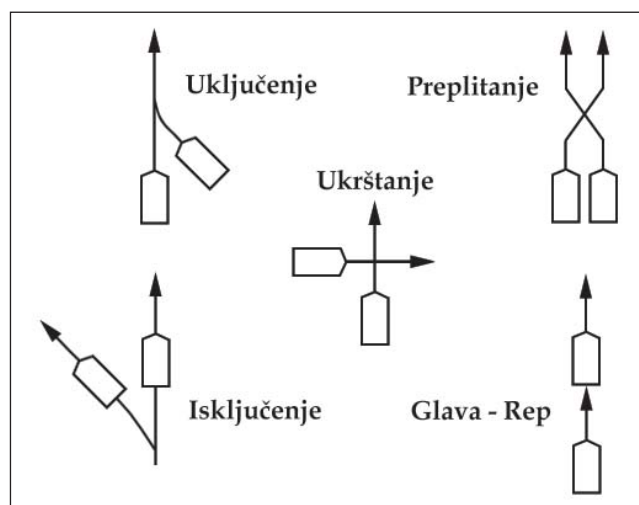
Sa tačke gledišta korisnika ulične mreže, teoretski posmatrano, postoji tzv. otpor putovanja koji se najčešće izražava rastojanjem, vremenom putovanja ili generalnom cenom transporta od početne zone putovanja do destinacije. Otpor putovanja značajno utiče na ponašanje korisnika mreže u odluci o izboru rute kretanja.

3.2. Konfliktni tačkovi

Optimalno naselje je naselje sa minimalnim brojem konflikata.

3.3. Faktor puta

Faktor puta je odnos između prosečnog rastojanja po cirkulacionom sistemu i prosečnog direktnog rastojanja. Prosečno direktno rastojanje, drugim rečima je vazdušni put između početka putovanja i destinacije. U mreži u kojoj su sve tačke direktno povezane jedna sa drugom faktor puta je 1.



Slika 4: Tipovi konfliktnih tačaka

Faktor puta zavisi od fizičke strukture mreže i jeste prostorni parametar. Ali, cirkulacioni sistem takođe može da poveća faktor puta zbog isključenja određenih kretanja u mreži zbog čega korisnici puta moraju da traže alternativni put (put sa dužim rastojanjem).

3.4. Komfor

Iako određena ruta može biti nešto duža od najkraće rute, korisnik može da je doživi kao najkraću. Korisnici procenjuju dužinu rute na osnovu broja skretanja ili promene uglova. Iz tog razloga, korisnici preferiraju najjednostavnije i najprirod-

nije rute. Kvalitet naselja takođe zavisi od jednostavnosti najboljih ruta. Broj skretanja na svim raskrsnicama koristi se kao mera za prirodnost naselja.

3.5. Stabilnost

Stepen apsorpcije saobraćaja mreže zbog kolapsa nekog linka izražava se povećanim vremenom putovanja, a broj dostupnih alternativnih ruta daje sliku o stabilnosti mreže. Pri tome se proverava uticaj incidenta ili aktivnosti na putu na ukupno vreme putovanja i ukupne pređene dužine.

Za svaki link postoji procentualno povećanje ukupnog vremena putovanja i ukupne pređene dužine linka. Procentualno povećanje i smanjenje pokazuje koliko mreža dobro ili lioše može da apsorbuje aktivnosti i incidente na linku.

3.6. Bezbednost

Bezbednost sistema je povezana sa verovatnoćom za pojavu nezgode. Bezbednost je obrnuto proporcionalna broju mogućih konflikata. Broj konfliktnih tačaka u mreži je dobar indikator za bezbednost naselja.

3.7. Komfor

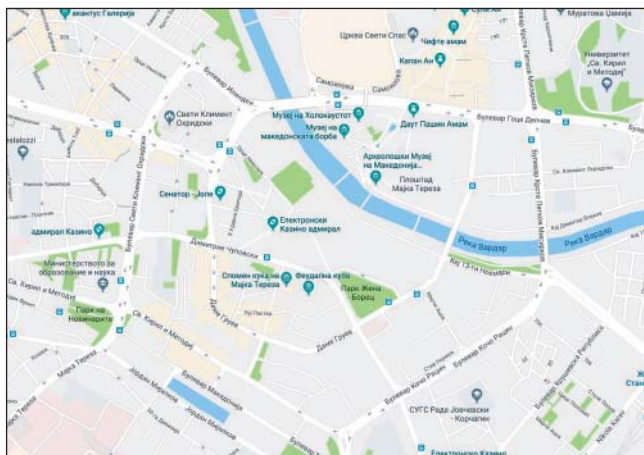
Korisnici žele sistem cirkulacije sa prirodnim i jednostavnim rutama. Prirodnost naselja pokazuje koliko su jednostavne najkraće rute između dve različite destinacije i koliko lako korisnici puta mogu da ih odaberu pri kretanju ka cilju. Jednostavne rute imaju manji broj skretanja što značajno utiče na komfor.

4. Analiza mreže centra grada Skoplja

U radu je izvršena analiza centralne zone grada Skoplja (slika 5).

Mreža je prema svojoj formi najbliža radijalno-kružnoj. Za razliku od osnovnih mreža, u ovom slučaju linkovi i tačke nemaju iste karakteristike. To znači da ulazni parametri kao što su kapacitet, brzina kretanja, broj saobraćajnih traka, regulacija, smer kretanja, nisu isti i treba da se pojedinačno odrede za svaki element.

Analiza i procena parametara je izvršena u softveru PTV Visum. Rezultati cirkulacionih sistema se uvek porede sa rezultatima slučajne cirkulacije. U njoj nisu primenjena nikakva



Slika 5. Ulična mreža centra Skoplja

ograničenja ili hijerarhije i zbog toga se može smatrati nultom cirkulacijom odnosno referentnom. Rezultati drugih sistema daju se u odnosu na slučajnu cirkulaciju sa izuzecima tamo gde je to navedeno.

Nakon analize rezultata može se primetiti da nema velike razlike u odnosu na osnovne mreže. Najveće razlike su u ukupnom vremenu putovanja i u ukupnoj distanci. Prema tome, može se ipak zaključiti da uticaj cirkulacionih sistema zavisi od tipa i oblika mreže.

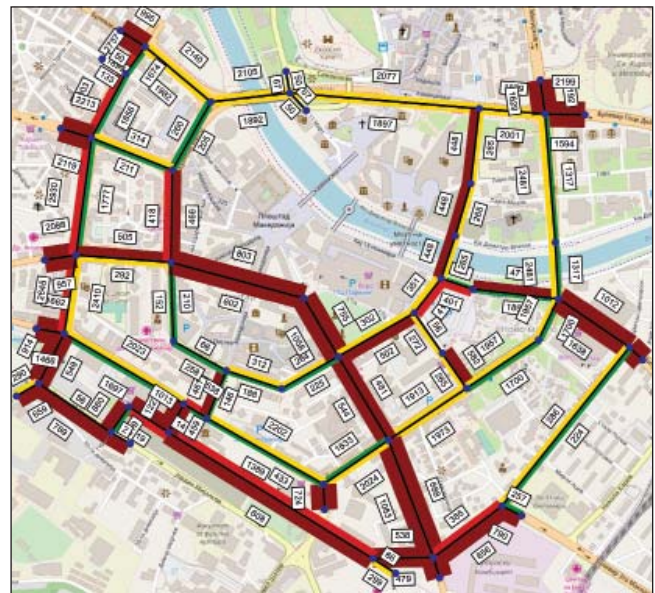
• Hijerarhija

Upotreba sistema hijerarhije negativno utiče na ukupno vreme putovanja u mreži, ali je distribucija saobraćajnih tokova uravnoteženija. Time se smanjuje ukupna distanca putovanja u odnosu na slučajnu cirkulaciju.

Ovaj cirkulacioni sistem daje pozitivan efekat u odnosu na robustnost. U pogledu bezbednosti daje dobre rezultate u kombinaciji sa jednosmernom cirkulacijom ili sa zabranom levih skretanja. U odnosu na osetljivost na pojavu gužve, primena hijerarhije nije pogodna zbog malog povećanja osetljivosti.

U odnosu na udobnost hijerarhija smanjuje broj skretanja. U hijerarhijskoj cirkulaciji javljaju se problemi kod priključaka sa nižeg na veći nivo saobraćajnica na raskrsnicama.

Može se zaključiti da hijerarhija generalno daje pozitivan efekat uglavnom iz razloga balansirane distribucije saobraćajnih tokova kao i kod osnovnih mreža.



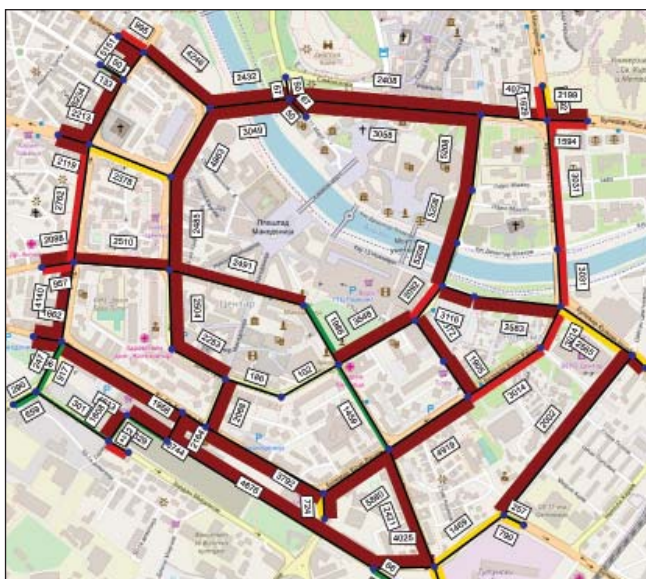
Slika 6. Raspodela saobraćaja i odnos saobraćajnog opterećenja i kapaciteta kod sistema hijerarhija

• Jednosmerni saobraćaj

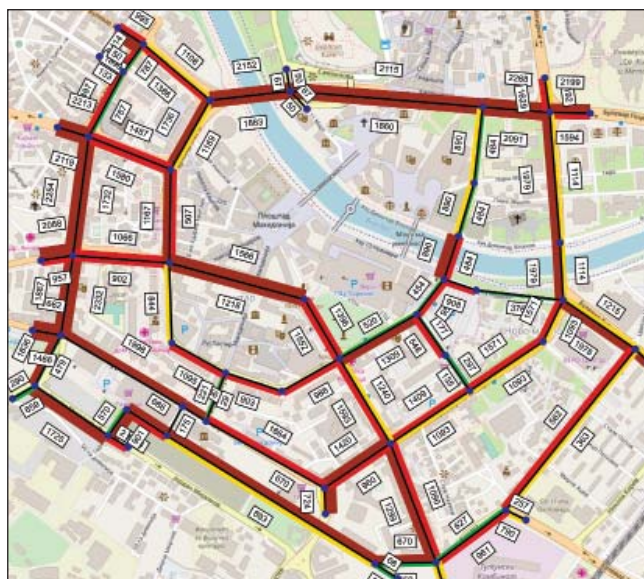
Jednosmerni cirkulacioni sistem prema gotovo svim parametrima daje negativan uticaj. Jedini pozitivni uticaj je u smanjenju broja konfliktnih tačaka.

Ukupno vreme putovanja drastično se uvećava zajedno sa ukupnom dužinom puta i faktorom puta. Podložnost saobraćajnoj gužvi je velika zbog smanjenog izbora ruta. Jednosmerni saobraćaj takođe ima nizak nivo udobnosti zbog duplo većeg broja skretanja. Primenom ovog sistema postoji i rizik od blokiranja saobraćaja.

Ukratko, jednosmerni sistem je po svim parametrima najnepovoljniji sistem za centar Skoplja.



Slika 7. Raspodela saobraćaja i odnos saobraćajnog opterećenja i kapaciteta kod jednosmernog kretanja



Slika 9. Postojeći cirkulacioni sistem sa odnosom saobraćajnog opterećenja i kapaciteta mreže centra Skoplja

• *Zabrana levih skretanja*

Cirkulacija zabranom levih skretanja uslovljava povećanje pređenog puta i ukupno vreme putovanja. Sa druge strane, u malom obimu se povećavaju podložnost saobraćajnoj gužvi i robustnost.

Velika prednost ovog sistema je značajno opadanje broja konfliktnih tačaka na raskrsnicama što sa druge strane pozitivno utiče na smanjenje broja saobraćajnih nezgoda.

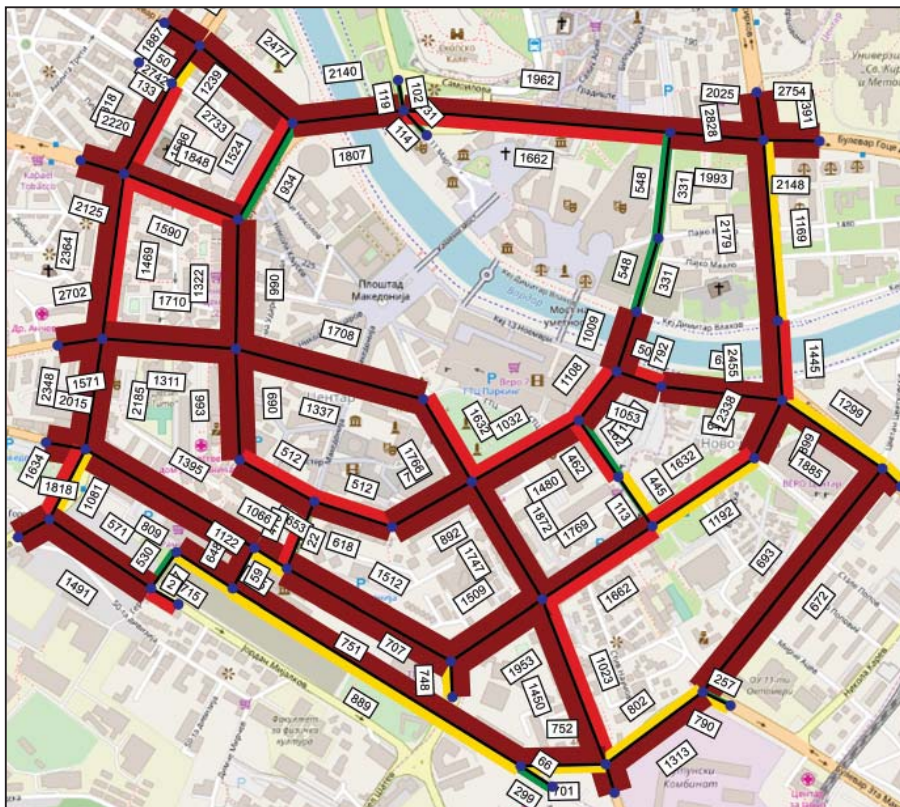
• *Cirkulacioni sistem centra Skoplja*

Cirkulacioni sistem grada je složena kombinacija svih standardnih sistema. U zavisnosti od potreba, na različitim delovi-

ma mreže primenjena je različita regulacija koja generalno daje dobre rezultate.

Prema dobijenim rezultatima na osnovu utvrđenih parametara, postojeći cirkulacioni sistem ima najbolje performanse u odnosu na standardne sisteme. To znači da u velikoj meri postignuto optimalno rešenje za mrežu sa postojećim kapacitetom. Postojeći cirkulacioni sistem prikazan je na slici 9.

Ono što bi u narednom periodu moglo da se unapredi u fazi planiranja i projektovanja je povećanje kapaciteta mreže i performanse sistema. Ta rešenja treba da budu rezultat preciznih i sveobuhvatnih analiza postojeće saobraćajne mreže i saobraćajnog sistema. Samo sa dobrim poznavanjem stanja mogu se doneti pravilne odluke i rešenja za postizanje zadatih kriterijuma.



Slika 8. Raspodela saobraćaja i odnos saobraćajnog opterećenja i kapaciteta kod zabrane levih skretanja

5. Zaključak

Analiza ovog tipa je osnova planiranja saobraćaja u gradskim sredinama. U uslovima već izgrađenih gradova, potreba za saobraćajem se može zadovoljiti samo maksimalnom iskorišćavanjem postojećeg kapaciteta ulične mreže. Prema tome, gradska putna mreža treba prvo da se optimizuje, a tek onda da se razmišlja o povećanju kapaciteta njenih elemenata.

Prvi oceni rezultata sistema cirkulacije pokazalo se da kvalitet sistema zavisi od mreže na kojoj se primenjuje. Cilj ove analize je potraga za odgovarajućim sistemom cirkulacije na određenoj mreži sa ciljem optimizacije naselja. Za svaku mrežu se može utvrditi koji cirkulacioni sistem je najbolje primeniti a težina različitih parametara i kriterijuma određuju konačni izbor. ■