

DODATAK A

PROVJERA OPRAVDANOSTI PRIMJENE PROMETNOG RJEŠENJA S KRUŽNIM RASKRIŽJEM

A.1. Općenito

U svijetu je u posljednja tri desetljeća sve veća tendencija projektiranja i izgradnje kružnih raskrižja. Slijedom takvog trenda, zadnjih godina povećana je izgradnja kružnih raskrižja i u Hrvatskoj. Postavlja se pitanje opravdanosti planiranja, projektiranja i izgradnje novog, ili rekonstrukcije postojećeg raskrižja u kružno, odnosno da li su sve te izgradnje imale svoju argumentiranu potrebu?

Postavljaju se, dakle dva osnovna pitanja:

Kada je izvedba kružnog raskrižja uopće opravdana?

Kada, zašto i gdje izvesti kružno raskrižje?

Analiza (studija) opravdanosti primjene kružnog raskrižja predstavlja stručnu podlogu prilikom donošenja odluke o primjeni kružnog raskrižja, odnosno za početak postupka izrade projektne dokumentacije za kružno raskrižje. Njena osnovna namjena je objektivna provjera opravdanosti primjene kružnog raskrižja u danim, odnosno očekivanim (na kraju planskog perioda) okolnostima, a ujedno predstavlja i zaštitu projektanta pred neopravdanim zahtjevima za projektiranje neprihvatljivih rješenja.

Glavni dio analize opravdanosti primjene kružnog raskrižja predstavlja provjera ispunjavanja općih kriterija za primjenu kružnog raskrižja. Globalni (opći) kriteriji za provjeru opravdanosti su zbir uvjeta, uvrštenih u grupe s jednakim osobinama. Ovi opći ili globalni kriteriji mogu biti kvalitativne ili kvantitativne prirode. Proizlaze iz smjernica i dosadašnjih iskustava država s dugogodišnjom tradicijom na području primjene kružnih raskrižja, a također se temelje i na iskustvima izgrađenih kružnih raskrižja u Hrvatskoj.

Potrebno je prije realizacije bilo kojeg zahvata na izgradnji novog ili rekonstrukciji postojećeg raskrižja u kružno provjeriti koliko, od unaprijed definiranih, kriterija zadovoljava predloženo rješenje. Za prihvaćanje prijedloga o izgradnji kružnog raskrižja morao bi biti ispunjen što veći broj kriterija, a neki od njih obavezno. Kriteriji koji bi morali biti zadovoljeni u svakom razmatranom slučaju su kriterij prometne sigurnosti i kriterij propusne sposobnosti raskrižja. Provjera općih (globalnih) kriterija može se smatrati dovoljnom za donošenje stručnih odluka o opravdanosti primjene kružnog raskrižja.

Treba naglasiti da primjena metodologije za provjeru opravdanosti primjene kružnog raskrižja i izrada analize opravdanosti treba biti provedena prema principima objektivnosti i nepristrane analize svakog pojedinog kriterija, od strane stručnih i objektivnih izrađivača. Postupak vrednovanja po pokazateljima opravdanosti primjene različitih prometnih rješenja raskrižja opisan je u nastavku.

A.2. Definiranje općih kriterija za provjeru opravdanosti primjene kružnih raskrižja

U nastavku su prikazani kriteriji koje treba koristiti za procjenu primjerenosti izvedbe kružnih raskrižja.

Moguće je uz navedene koristiti i dodatne kriterije ovisno o specifičnosti prometnog problema ili lokacije (urbano / izvanurbano kružno raskrižje).

Definirano je osam osnovnih skupina općih kriterija koji se trebaju analizirati prilikom procjene primjerenosti izvođenja kružnih raskrižja:

1. funkcionalni kriterij,
2. prostorno - urbanistički kriterij,
3. prometni kriterij (kriterij prometnog toka)
4. projektno – tehnički kriterij,
5. kriterij prometne sigurnosti,
6. kriterij propusnosti,
7. okolišni kriterij
8. ekonomski kriterij.

2.1. Funkcionalni kriterij

Funkcionalni kriterij treba odgovoriti na temeljno pitanje: **Koja je primarna uloga raskrižja koje se razmatra u cestovnoj mreži i općenito?**

U ovom dijelu je potrebno analizirati koja je vrsta raskrižja najprihvatljivija obzirom na njegovu prometnu ulogu. Prilikom provjere opravdanosti primjene pojedine vrste prometnog rješenja raskrižja treba izvršiti analizu:

- primarne prometne funkcije raskrižja (ishodišno-odredišni promet ili tranzitni)
- položaj i uloga raskrižja u široj mreži prometnica
- položaja u odnosu na naselja (unutar ili izvan urbanog područja)
- položaj raskrižja u nizu (koridoru ulice)

Izbor vrste raskrižja treba uskladiti s ulogom koju raskrižje ima u prometnoj mreži te kategorizacijom prometne mreže. To se odnosi na izbor vrste raskrižja obzirom na ulogu i značaj prometnica i ulica koje se križaju te na uvjete samog položaja raskrižja u ukupnoj prometnoj mreži.

Prilikom provjere opravdanosti primjene pojedine vrste prometnog rješenja raskrižja treba provjeriti sljedeće: vrstu prometa koja se očekuje na raskrižju (unutrašnji promet ili promet u prolazu), ulogu (smanjenje brzine ili povećanje protočnosti) i položaj raskrižja (u ili izvan urbane sredine).

Rezultati mnogih istraživanja pokazuju da je kružno raskrižje dobro rješenje za prvo raskrižje na ulazu u naselje, gdje se mijenjaju uvjeti vožnje, da vozače upozori na ulazak u zonu smanjene brzine vožnje. Kružna raskrižja također svoju ulogu nalaze i u povećanju jasnoće vođenja prometa kroz raskrižje, posebice kod raskrižja kod kojih se križa više prometnih pravaca čime se direktno utječe na razinu sigurnosti prometa.

Preporučljiva je primjena prometnih rješenja s kružnim raskrižjem na završetku brzih dionica i kod silaska s autoceste, gdje se mijenjaju uvjeti vožnje, a postiže se učinak smirivanja prometa.

Kružna raskrižja mogu biti ometajući faktor tranzitnom prometu pa o tome treba voditi računa i kod većeg udjela tranzitnog prometa na državnim cestama. Primjerice u slučaju primjene većeg broja kružnih raskrižja u nizu i na kratkim udaljenostima može doći do međusobnog negativnog djelovanja jer glavni prometni tok svaki puta ustupa prednost sporednom. Dijagram brzine je "valovit", što uzrokuje slabiju protočnost cjelokupne dionice i utječe na sigurnost odvijanja prometa, pa stoga treba detaljnu provjeru prije primjene.

2.2. Prostorni i urbanistički kriterij

U ovu grupu kriterija ulaze oni kriteriji koji se odnose se prostorne potencijale lokacije kružnih raskrižja, ali i na osjetljivost promjene urbanističkih uvjeta, odnosno urbane matrice i slike grada. Prilikom provjere prostornog kriterija, provjeravamo raspoloživost prostora za izgradnju kružnog raskrižja, uglavnom za izvedbu središnjeg otoka odnosno vanjskog promjera kružnog raskrižja.

Traži se dakle odgovor na pitanja:

Postoji li na definiranoj lokaciji dovoljno prostora za izvedbu kružnog raskrižja odgovarajućih dimenzija?

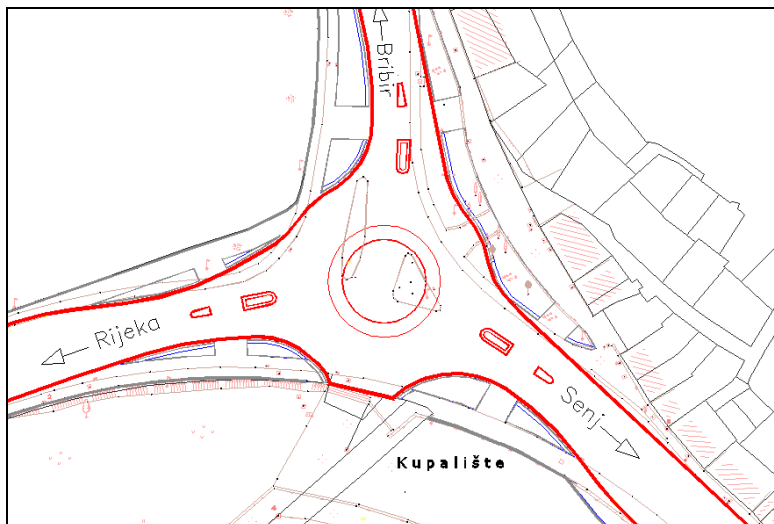
Ovisno o izabranoj vrsti prometnog rješenja raskrižja površine koje obuhvaćaju predložena rješenja bit će bitno različite. Za određivanje neophodne površine i uklapanja u raspoloživi prostor mjerodavan je kod klasičnih raskrižja broj i dužine traka za razvrstavanje, a kod kružnog raskrižja veličina vanjskog polumjera. Kada se uspoređuje potreba površine za klasično četverokrako kanalizirano i kružno raskrižje, mogu se uočiti neke zakonitosti. Primjena kružnih raskrižja zasniva se na osnovnoj zamisli užih poprečnih presjeka ulica između raskrižja jer nisu potrebni trakovi za lijeve skretače kao kod klasičnih raskrižja. S druge strane standardna kanalizirana raskrižja imaju zbijenu središnju zonu na kojoj se odvijaju presijecanja prometnih tokova, a time zauzimaju manju površinu u odnosu na kružna raskrižja čiji središnji otok zahtjeva dodatni prostor.

Raspoloživost okolnog prostora za izgradnju/preuređenje raskrižja u urbanoj sredini često puta je upitna zbog okolne izgradnje, zaštićenih objekata, problema s otkupom dodatnog zemljišta i sl. Tako mogu biti zadovoljeni svi drugi pokazatelji (sigurnosni, protočnosti i sl.), ali ako nema dovoljno prostora ne može se pristupiti izvedbi kružnog raskrižja. Kod analize ovog pokazatelja sagledava se primjenljivost pojedine vrste raskrižja obzirom na potreban i raspoloživ prostor za izgradnju raskrižja, odnosno kolika je potrebna površina za izgradnju pojedine vrste rješenja raskrižja (vidi sliku A.1).

Okolna izgradnja i urbani gabariti moraju se uzeti u obzir pri analizi promjena koje bi kružna raskrižja mogla donijeti promjeni odnosa prema povijesnim tokovima, dosadašnjem korištenju vanjskog prostora i ulazima u okolne građevine. Posebno su osjetljivi prostori povijesnih urbanih jezgri kao i prostori kompaktnih urbanih struktura.

Tu se treba naći odgovor na drugo pitanje: **Hoće li se bitno promijeniti odnos korištenja gradskih struktura i pripadajućeg vanjskog prostora?**

Ovo se pitanje odnosi samo na urbana kružna raskrižja, a ako je odgovor na to pitanje pozitivan, često će se isključiti primjena kružna raskrižja. U gradske strukture se nekad jednostavno ne bi trebala ugrađivati takva rješenja zbog urbanih razloga bez obzira na druge procjene koje mogu biti pozitivne.



A.1. Provjera raspoloživog prostora za kružno raskrižje, Novi Vinodolski

2.3. Prometni kriterij (kriterij prometnog toka)

Analiza prometnog toka obuhvaća provjeru prometnih uvjeta na predmetnom raskrižju, a koje se odnose na ukupnu razinu prometnog toka i na smjer kretanja prometnog toka na raskrižju.

Obzirom na ukupnu razinu prometnog toka, odabir primjene kružnog raskrižja opravdan je i preporučljiv prije svega u sljedećim slučajevima:

- na raskrižjima čije su prilazne ulice približno jednakog prometnog opterećenja, odnosno gdje nije izražena velika razlika između glavnog smjera i sporednih prometnih smjerova
- ukoliko je ukupna razina prometa na glavnom prometnom smjeru veća od 75% ukupnog prometa na raskrižju ne preporučuje se izgradnja kružnog raskrižja, osim iznimno, ukoliko je prevladavajući kriterij - kriterij prometne sigurnosti
- pješaci i biciklisti - kod primjene prometnih rješenja s kružnim raskrižjem mogu se pojaviti problemi u kapacitetu pri velikom intenzitetu biciklističkog i/ili pješačkog prometa, koji presijeca jedan ili više krakova kružnog raskrižja. U takvim slučajevima trebalo bi nemotorizirani promet provesti kroz raskrižje izvan razine ukoliko je moguće ili razmotriti primjenu drugog tipa raskrižja (semaforizirano).

Vezano za postojanje intenzivnog pješačkog prometa na lokaciji na kojoj se razmatra kružno raskrižje bitno je provjeriti i način i duljine pješačenja u zoni raskrižja kako se izvedbom kružnog raskrižja ne bi utjecalo na kvalitetu i sigurnost pješačke povezanosti zone.

Obzirom na smjer kretanja prometnog toka, odabir primjene kružnog raskrižja opravdan je i preporučljiv prije svega u sljedećim slučajevima:

- gdje nije veliki broj lijevih skretača na suprotnim prilaznim ulicama raskrižja (budući se ti smjerovi kod kružnog raskrižja prepliću, za razliku od klasičnog kanaliziranog raskrižja s trakovima za lijeve skretače gdje ne dolaze u konflikt)
- gdje se pojavljuje velik broj desnih skretača (mogućnost izgradnje direktnih trakova mimo kružnog toka (*bypass*))
- gdje se očekuje velik budući promet ili je on neodređen i sklon promjenama
- gdje semaforizacija nije opravdana, a prekoračena je propusna moć nesemaforiziranog raskrižja
- na "T" raskrižjima gdje glavni tok skreće pod pravim kutom
- na "T" raskrižjima gdje se prilazni promet manjeg obujma nedopustivo dugo ne može uključiti u glavni prometni tok. U tom slučaju kružni tok će uspostaviti ravnotežu u čekanju na prilazu s manjim prometnim tokom, ali istodobno će

povećati čekanje na prometno opterećenijim prilazima s većim brojem krakova (pet ili više).

Analiza ovih pokazatelja treba dati odgovor na pitanje: **Koji tip raskrižja u postojećim i očekivanim okolnostima, obzirom na prometne tokove te razdiobu prometa po prilazima i smjerovima kretanja, predstavlja prihvatljivo rješenje?**

Je li, s obzirom na nemotorizirane sudionike u prometu, kružno raskrižje najbolje rješenje?

2.4. Projektno – tehnički kriteriji

U skupini projektno-tehničkih pokazatelja analiziraju se okolnosti na predmetnom raskrižju koje su vezane uz geometriju raskrižja, položaj prilaznih ulica, broj prilaza i kut spajanja prilaznih ulica raskrižju. Vrlo je važno analizirati postojeću i projiciranu strukturu prometa na raskrižju i definirati mjerodavno vozilo jer ono presudno utječe na odabir geometrijskih elemenata samoga raskrižja (detaljnije u Dodatku D).

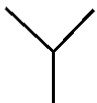


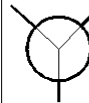






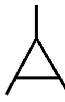



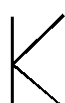
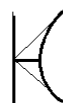
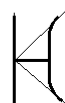
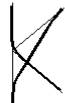
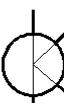
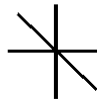

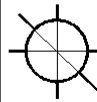
Za svaku predloženu vrstu raskrižja potrebno je izraditi kontrolu provoznosti mjerodavnog vozila. Za kontrolu provoznosti preporučuje se neki od programa s dinamičkim putanjama vozila, kojim se simulira vožnja kroz raskrižje. Raskrižje mora u svim smjerovima biti provezno, što znači podobno za prolaz mjerodavnih vozila u svim smjerovima kroz raskrižje, a svi priključni krakovi moraju biti dostupni (kompletnost raskrižja).

Ovaj kriterij usko je vezan sa prethodnim, prometnim kriterijem, ali ipak ima dostatne različitosti, tako da ga možemo razmatrati kao samostalni kriterij. Obzirom na geometriju raskrižja, opredjeljenje za primjenu kružnog raskrižja opravdano je i preporučljivo prije svega u sljedećim slučajevima na raskrižjima:

- s većim brojem prilaza (pet i više) - ukoliko prostorni uvjeti to dopuštaju i uz uvjet da je zadovoljen kapacitet za prognoziranu količinu prometa na kraju planskog razdoblja.
- gdje se prilazi sijeku pod ostrim kutovima (raskrižja u obliku slova X, Y, A i K)
- gdje su dva trokraka "T" raskrižja na kratkoj međusobnoj udaljenosti (prilazi u obliku slova F i H)

Za kružna raskrižja na mjestima većih uzdužnih nagiba potrebno je provjeriti i visinske elemente - uzdužne nagibe privoza. U pravilu je ova provjera potrebna na mjestima nagiba (privoza, platoa raskrižja) većih od 4% (detaljnije u točki 5.4. Smjernica).

Na narednom crtežu (slika A.2.) shematski su prikazana raskrižja različitih oblika i različite geometrije prilaznih ulica. Prikazano je više vrsta raskrižja, a kao jedno od rješenja, za svaki oblik, prikazano je i rješenje kružnim raskrižjem. Za odabir najpovoljnije vrste raskrižja u zadanim uvjetima obzirom na broj prilaznih ulica i geometriju raskrižja potrebno je provesti detaljnu analizu.

Neprihvatljivi oblici raskrižja	Neki od prihvatljivih (preporučenih) oblika raskrižja				
raskrižje tipa "Y" 					
raskrižje tipa "X" 					
raskrižje tipa "A" 					
raskrižje tipa "K" 					
raskrižje s 5 i više privoza 					

A.2. Preporučeni oblici raskrižja

Analiza ovih pokazatelja treba dati odgovor na pitanje: **Koji tip raskrižja u postojećim i očekivanim okolnostima, obzirom na broj prilaza i geometriju raskrižja, uzdužne nagibe i druge uvjete lokacije, predstavlja prihvatljivo rješenje?**

2.5. Kriterij prometne sigurnosti

Potrebno je analizirati **je li kružno raskrižje, u postojećim uvjetima, rješenje koje jamči sigurnost svim sudionicima u prometu?**

Provjera ovoga kriterija je izuzetno važna kako za rekonstrukcije postojećih tako i kod izgradnje novih kružnih raskrižja.

Sa stajališta sigurnosti prometa, preporuča se izvedba kružnih raskrižja na mjestima klasičnih četverokrakih raskrižja u slučajevima kod kojih se često događaju nezgode tipe frontalnog sudara (između vozila u pravcu i onoga koje skreće lijevo). Kružno raskrižje nije smisleno ukoliko je prevladavajući tip prometnih nesreća nalet vozila na vozilo straga pri desnom skretanju jer je ova vrsta kretanja specifična upravo za kružna raskrižja.

Provjera ovog kriterija izvodi se u svim situacijama, bez obzira da li se radi o rekonstrukciji postojećeg raskrižja ili novogradnji, jer propusnost i prometna sigurnost mogu u praksi biti obrnuto razmjerni. Posebno je provjera ovog kriterija značajna prilikom opredjeljenja za tip raskrižja ("klasično" ili kružno).

Sa stajališta sigurnosti prometa, preporuča se izvedba kružnih raskrižja:

- na raskrižjima na kojima se često događaju nezgode s teškim posljedicama,
- na raskrižjima gdje su prisutne prevelike brzine kretanja vozila, značajno veće od dozvoljenih na glavnom prometnom smjeru i nije sigurno uključivanje vozila sa sporednog prometnog smjera,
- tamo gdje se uvjeti vožnje znatno mijenjaju (npr. na završecima brzih cestovnih dionica, na ulazima u urbane sredine, na izlazima s autoceste...).

- na raskrižjima koja su regulirana svjetlosnom prometnom signalizacijom, ali je prometni tok takav da bi se situacija poboljšala izgradnjom kružnoga raskrižja. Potrebno je znati da u mnogim situacijama kružni tok ima istu propusnu moć kao i raskrižje regulirano svjetlosnim signalima, ali su manja zagušenja i povećana sigurnost prometa u izvanvršnim periodima. Kada je mala gustoća prometa na semaforiziranom raskrižju (posebno noću) postoji mogućnost da vozači unatoč crvenom svjetlu na semaforu prolaze kroz raskrižje, čime je znatno ugrožena sigurnost prometa. Kod kružnih raskrižja nema takvih slučajeva, jer na prilazu kružnom raskrižju svi moraju smanjiti brzinu, a što je velika prednost za sigurnost.
- na raskrižjima lokalnih/interzonalnih gradskih cesta (stambene, sabirne ceste) gdje se događa neočekivano velik broj prometnih nezgoda, a uvođenje semafora bi bio prevelik trošak s obzirom na mali promet. U tom slučaju kružno raskrižje može povećati sigurnost prometa.

Jednaku pažnju potrebno je posvetiti i nemotoriziranim sudionicima u raskrižju. Poznato je naime da motorna vozila kroz ovaj tip raskrižja voze smanjenom brzinom (25-40 km/h) te su posljedice mogućih prometnih nezgoda između motoriziranih i nemotoriziranih sudionika u prometu u pravilu blaže nego kod "klasičnih" raskrižja. Višetračna kružna raskrižja (s više voznih trakova na ulazima i izlazima), međutim, smanjuju prometnu sigurnost pješaka pri prelasku preko kraka kružnog raskrižja jer je veća dužina pješačkog prijelaza i dulje vrijeme izloženosti mogućem sudaru što je još jedan razlog zbog kojega se ovaj tip raskrižja ne preporuča ovim Smjernicama.

Međutim, za svako konkretno raskrižje treba provesti analizu i dati odgovor na pitanje:

Je li kružno raskrižje u postojećim i očekivanim okolnostima prometno sigurno rješenje?

U sklopu ove točke, pri rekonstrukciji postojećih raskrižja, obavezna je analiza stanja sigurnosti prometa na raskrižju za protekli period od 5 godina (iznimno 3 godine) prema podacima nadležne Uprave prometne policije.

2.6. Kriteriji propusne moći

Za svaku analiziranu vrstu raskrižja i poznatu raspodjelu prometnog opterećenja po smjerovima kretanja neophodno je izvršiti **provjeru propusne moći i kvalitete protoka prometa (razina uslužnosti)**. Raskrižje određene vrste moguće je primijeniti ako je ukupni odnosno maksimalni dnevni intenzitet prilaznog prometa manji od granične vrijednosti koju raskrižje može propustiti.

Pri proračunu propusne moći novog kružnog raskrižja potrebno je uzeti u obzir predviđena prometna opterećenja na kraju planskog razdoblja. Proračune je potrebno izraditi za vršna opterećenja, izraženo postotkom prosječnoga dnevnog prometa. Postotak je određen na osnovi poznatih podataka o mijenjanju prometnih opterećenja na tom području.

Analiza propusne moći raskrižja, odnosno provjera razine uslužnosti raskrižja za trenutna prometna opterećenja i za ona na kraju planskog razdoblja jedan je od najbitnijih elemenata analize opravdanosti. Za provjeru propusne moći kružnog raskrižja mogu se koristiti empirijske, računске i analitičke metode proračuna.

Proračun propusne moći raskrižja na kraju planskog razdoblja je obavezan za sva kružna raskrižja, osim za montažna za koja se proračun propusne moći radi za kraće vremensko razdoblje (do 5 god.).

Budući da su analitičke metode dosta složene za „ručnu“ upotrebu, danas se u praksi najčešće koriste odgovarajući računalni programi za proračun propusne moći i simulaciju prometa na raskrižju.

Na osnovi dobivenih rezultata odgovorna stručna osoba može za svaku predloženu vrstu raskrižja vrednovati kvalitetu protoka prometa na raskrižju.

Provjerom kriterija propusne moći je potrebno odgovoriti na pitanje: **Hoće li predloženo rješenje raskrižja zadovoljavati prometne potrebe na određenoj lokaciji na kraju planskog razdoblja?**

Načini proračuna propusne moći detaljno su prikazani u **DODATKU B** i vrijede za rekonstrukciju klasičnog raskrižja u kružno kao i za novo projektirana kružna raskrižja koja su obuhvaćena ovim Smjernicama

2.7. Okolišni kriteriji

Okolišnim kriterijima je potrebno odgovoriti na pitanje **doprinosi li i koliko izvedba kružnog raskrižja unaprjeđenju stanja okoliša zone raskrižja i šire zone?**

U ovom dijelu analize obrađuje se ekološki utjecaj primjene različitih vrsta prometnih rješenja, a odnosi se na potrošnju goriva, emisiju štetnih tvari te utjecaj buke.

Kada su pravilno projektirana i izvedena, suvremena kružna raskrižja, u usporedbi s drugim tipovima raskrižja, mogu značajno smanjiti količinu štetnih tvari koju vozila ispuštaju u atmosferu prilikom prolaska kroz raskrižje. Na semaforiziranim raskrižjima mnogi vozači moraju čekati i do 20 sekundi ili dulje za zeleno svjetlo, čak i tijekom izvan vršnog perioda, odnosno i onda kada na susjednim privozima raskrižja nije prisutno niti jedno vozilo. Takve su situacije na kružnim raskrižjima uklonjene tako da, ako nema prometa iz susjednih privoza, vozila prolaze kroz raskrižje bez zaustavljanja, uz smanjenu brzinu. Kada je vozilo zaustavljeno na raskrižju, emitira više štetnih plinova kao što su ugljični monoksid i dušikov oksid u atmosferu. Te emisije u velikim količinama pridonose zagađenju zraka i nastajanju smoga, što negativno utječe na ljude i okoliš. Skraćivanjem zadržavanja vozila na raskrižju smanjuje se ispuštanje štetnih tvari u okoliš, ali i smanjuje potrošnja goriva.

Potrošnja goriva može se modelirati pomoću odgovarajućih računalnih programa koji koriste četiri osnovna slijeda vožnje kroz raskrižje (ubrzanje, usporavanje, prazan hod, vožnja) za procjenu potrošnje goriva, visine troškova te emisije štetnih tvari za sve vrste prometnih rješenja raskrižja, uključujući i kružna i signalizirana raskrižja.

Rezultati više recentnih istraživanja pokazuju kako prometna rješenja s kružnim raskrižjem mogu značajno pridonijeti očuvanju okoliša u smislu smanjenja potrošnje goriva, emisije štetnih tvari te buke.

Stoga se u ovoj analizi usvaja prednost primjene prometnih rješenja s kružnim raskrižjem u smislu ekoloških pokazatelja te se ovi pokazatelji neće prikazivati u matrici vrednovanja.

U slučaju da je opravdano postaviti pitanje prednosti kružnih raskrižja po ovom kriteriju, potrebno je provesti provjeru koristeći neki od simulacijskih programa koji omogućavaju modeliranje potrošnje goriva na raskrižju.

2.8. Ekonomski kriterij

Ekonomski kriterij ima za cilj odgovor na pitanje ekonomske isplativosti izvedbe kružnog raskrižja na nekoj lokaciji. U cilju utvrđivanja ekonomičnosti rješenja kružnog raskrižja najbolje ga je usporediti sa mogućim drugim rješenjima: semaforiziranim ili deniveliranim raskrižjem. Pod ekonomski kriterijima misli se na ekonomsku opravdanost predlaganog rješenja odnosno traže se odgovori na sljedeća dva pitanja:

Koliki će biti troškovi (izvedbe i održavanja) kružnog raskrižja u usporedbi s klasičnim kanaliziranim ili klasičnim kružnim raskrižjem?

Koliko će uštedjeti cjelokupno društvo zbog smanjenja broja prometnih nezgoda?

Radi se, dakle o dvije provjere. Pri prvoj provjeri radi se o usporedbi troškova same izvedbe i troškova održavanja raskrižja (uglavnom za usporedbu između "klasičnog" semaforiziranog (električna energija, mijenjanje žarulja, servisiranje, zamjena dijelova i dr.) i kružnog raskrižja. Prilikom druge provjere vrši se usporedba prosječnog broja prometnih nezgoda na određenu jedinicu prometnog opterećenja za različite tipove raskrižja. Znajući trošak prosječne prometne nezgode, može se izračunati ušteda cjelokupnog društva prilikom izvedbe boljeg i sigurnijeg, u pravilu i skupljeg rješenja.

Analiza gospodarskih pokazatelja općenito gledano, obuhvaća vrednovanje troškova (*cost*) i dobiti (*benefit*) nekog projekta. Kod analize primjene različitih inačica prometnih rješenja raskrižja pod troškovima se podrazumijevaju troškovi: građenja, tekući troškovi i troškovi održavanja. Dobiti obuhvaćaju: podizanje razine sigurnosti i kvalitete protoka prometa, smanjenje ostalih troškova izazvanih prometnim nesrećama, smanjenjem vremena putovanja te vrednovanje pozitivnog učinka smanjenja potrošnje goriva, buke i zagađenja okoliša.

Troškovi investitora

Pod troškovima (*cost*) investitora podrazumijevaju se troškovi građenja (investicijski troškovi), tekući troškovi i troškovi održavanja. Ovi troškovi mogu se dosta točno odrediti iz tehničke dokumentacije i iz podataka nadležnih službi o stvarnim troškovima koji se izdvajaju na godišnjoj razini za neometano djelovanje i odvijanje prometa na raskrižju.

Kapitalni (investicijski) troškovi

U kapitalne troškove spadaju troškovi izrade projektne dokumentacije i troškovi izgradnje. Trošak izrade projektne dokumentacije za izgradnju raskrižja čine troškovi za: idejni, glavni-izvedbeni projekt, te troškovi ishođenja potrebnih dozvola za gradnju. Troškovi izgradnje raskrižja određuju se na osnovu inženjerskog troškovnika, obuhvaćenog u predračunskom elaboratu iz projektne dokumentacije (idejni projekt), za inačice rješenja raskrižja (semaforizirano i kružno raskrižje). Popis radova koji su obuhvaćeni troškovnikom čine sljedeći dijelovi: pripremni radovi, zemljani radovi i temeljenje, kolnička konstrukcija, odvodnja, objekti, prometna signalizacija i oprema raskrižja te ostali radovi. Nakon analize uspoređuju se izvedbeni troškovi za inačice rješenja raskrižja: semaforizirano i kružno.

Tekući troškovi i troškovi održavanja

Tekući troškovi raskrižja uključuju sve troškove koji su potrebni za njegovo djelovanje. Kod semaforiziranog raskrižja troškovi obuhvaćaju potrošnju energije za rad semafora, odnosno potrošnju električne energije za napajanje žarulja i djelovanje semafora te javnu rasvjetu. Za razliku od prije navedenog, kod kružnog raskrižja pojavljuju se samo troškovi djelovanja javne rasvjete.

Troškovi održavanja za izvedbu predmetnog zadatka procjenjuju se na temelju iskustava poduzeća za ceste i nadzora, ovisno o zemljopisnom položaju i lokalnim uvjetima koji vladaju na području gdje se raskrižje nalazi. To se posebice odnosi na zimsko održavanje, uređenje cestovnog pojasa uz prometnicu (košnja trave i sl.), uređenje bankina, zamjena prometne signalizacije, sanacija udarnih rupa na raskrižju i drugi radovi vezani za tekuće održavanje prometnica. Na semaforiziranim raskrižjima tu spada i zamjena žarulja i druge opreme na semaforskim uređajima. Detaljnom analizom troškova održavanja za obje varijante dobit će se ukupni troškovi održavanja po raskrižje.

Ostali troškovi

Pod ostalim troškovima (*cost*) podrazumijevaju se troškovi korisnika (trošak zakašnjenja), odnosno dobit (ušteda) u vremenu putovanja te troškovi posljedica prometnih nesreća. Izračun ovih troškova temelji se na procjenama i složenim proračunima koji se provode uz pomoć posebnih računalnih programa.

Ukoliko postoji dovoljno podataka o troškovima društva - troškovi korisnika (trošak zakašnjenja), odnosno dobit (ušteda u vremenu putovanja, gorivu) te troškovi prometne sigurnosti (zbog posljedica prometnih nesreća) - poželjno je *cost-benefit* analizom odrediti gospodarsku opravdanost pojedinog rješenja. Ukoliko ne postoje pouzdani podatci i da bi se procijenilo smanjenje navedenih društvenih troškova, onda se vrednovanje po gospodarskim pokazateljima može pojednostaviti i svesti na vrednovanje kapitalnih (investicijski) troškova te operativnih troškova i troškova održavanja.

A.3. Provjera ispunjavanja kriterija - Vrednovanje opravdanosti primjene kružnog raskrižja

Vrednovanje opravdanosti primjene kružnog raskrižja provjerava se kroz analizu pet opisanih kriterija. U svakom primjenjivom slučaju, bilo da se radi o planiranju novoga ili preuređenju postojećeg raskrižja, potrebno je usporediti inačice rješenja prema svim ovdje obrađenim pokazateljima.

Ocjena se upisuje u priloženu tablicu (Prilog A.1) te se na kraju daje konačna ocjena o vrednovanju opravdanosti primjene kružnog raskrižja.

Za prihvaćanje prijedloga o izgradnji kružnog raskrižja morao bi biti ispunjen što veći broj kriterija, a neki od njih obavezno, u prvom redu kriterij prometne sigurnosti i propusne sposobnosti raskrižja.

Detaljna provjera navedenih globalnih kriterija je dostatna za donošenje stručne odluke o opravdanosti primjene kružnog raskrižja. Osim kriterija koji obavezno moraju biti pozitivno procijenjeni bitno je da procjenitelji za svako rješenje pomno analiziraju sve kriterije te, prema potrebi ovisno o uvjetima na lokaciji definiraju i druge isključujuće kriterije. Primjerice na lokaciji koja je urbanistički značajna kriterij prostorno-urbanističkog uklapanja će sigurno imati veliku važnost.

Slabost ovakvog načina provjere opravdanosti primjene kružnog raskrižja je u tome, da su mnogi uvjeti, uvršteni u grupe s jednakim osobinama (globalne kriterije) kvalitativne prirode, što znači da podliježu subjektivnoj prosudbi procjenjivača. U slučaju da opredjeljenje o opravdanosti primjene nije potpuno jasno i nedvosmisleno, dobro je poslužiti se nekim od dodatnih pristupa, koji nam daje "jasniju sliku", odnosno, dobro je izvršiti procjenu utjecaja pojedinog kriterija. Kod raskrižja na složenijim lokacijama svakako bi trebalo angažirati širi tim procjenjivača među kojima bi trebali biti stručnjaci različitih profila (građevinski i prometni inženjeri, arhitekti-urbanisti, stručnjaci za krajobraz i dr.)

Za prihvaćanje prijedloga o primjeni prometnog rješenja s kružnim raskrižjem mora biti pozitivno ocijenjen što veći broj pokazatelja, a neki od njih obavezno, u prvom redu pokazatelj prometne sigurnosti i propusne sposobnosti raskrižja. Provjera navedenih pokazatelja već je dostatna za donošenje stručnih odluka o opravdanosti primjene kružnog raskrižja. Ako dakle, predviđeno kružno raskrižje ispunjava sve ili gotovo sve pokazatelje, nema razloga da to kružno raskrižje neće dobro vršiti svoju ulogu. Treba naglasiti da primjena metodologije za provjeru opravdanosti primjene kružnog raskrižja i izrada analize opravdanosti treba biti provedena prema načelima objektivnosti i nepristrane analize svakog pojedinog pokazatelja, od strane stručnih i objektivnih izrađivača. Opisne se ocjene iskazuju po modelu: povoljno, uvjetno povoljno i nepovoljno te se vrednuje svaka inačica prometnog rješenja raskrižja: standardno (nesemaforizirano/semaforizirano) i kružno (Prilog A.1).

PRILOG A.1

Matrica vrednovanja pokazatelja kod izbora vrste prometnog rješenja raskrižja

Glavni kriterij	Dodatni kriterij	Vrednovanje pokazatelja		
		o = povoljno ox = uvjetno povoljno x = nepovoljno		
		Nesemaforizirano raskrižje	Semaforizirano raskrižje	Kružno raskrižje ¹
Funkcionalni kriteriji	Prometna uloga raskrižja			
	Jasnoća vođenja prometnih tokova			
Prostorno-urbanistički kriteriji	Prostorne mogućnosti i ograničenja			
	Utjecaj na odnos korištenja gradskih struktura i pripadajućeg vanjskog prostora			
Prometni kriterij (kriterij prometnog toka)	Prometni tok (ukupna razina prometnog toka i smjer kretanja prometa)			
Projektno – tehnički kriteriji	Broj prilaza i geometrija raskrižja			
	Provoznost raskrižja			
	Visinski elemente - uzdužni nagibi privoza			
Prometna sigurnost	Razina prometne sigurnosti motoriziranih sudionika (prolazna brzina i moguće točke sudara)			
	Sigurnost nemotoriziranih sudionika u prometu			
Kriteriji propusne moći	Protok prometa na raskrižju (propusna moć i razina uslužnosti)			
Ekonomski kriterij	Troškovi građenja			
	Troškovi održavanja			
Ukupno vrednovanje				

¹ Matrica se može primijeniti za različite vrste kružnih raskrižja (mini urbano, malo jednostručno urbano, jednostručno izvanurbano, dvotračno, turbo kružno)