

EKOLOŠKI ASPEKTI OPTIMIZACIJE PROMETA NA RASKRIŽJIMA U GRADU ZAGREBU

prof. dr. sc. Jasna Golubić, mr. sc. Velimir Kolar

Sažetak

Grad Zagreb u razvoju prometnog sustava prati trendove europskih gradova; sve više vozila u gradskom središtu, sve veće prometne gužve, sve veće zagađenje atmosfere ispušnim plinovima vozila, sve veća buka i zagađenje u gradskom središtu uvjetuje sve lošiju kvalitetu stanovanja u gradskom središtu.

Analizom prometnih tokova, prometne situacije i obavljenim istraživanjima, utvrđeno je da je proces zagađenja od prometa u gradskom središtu u stalnom porastu, sagledani su prometni i ekološki problemi na nekoliko ključnih raskrižja u gradu Zagrebu. Na temelju stvarnih podataka iz obavljenih istraživanja na primjeru raskrižja: Slavonska avenija – Radnička cesta – Heinzelova ulica, napravljena je računalna simulacija prometnih tokova, emisije štetnih ispušnih plinova te utvrđene su smjernice za organizaciju prometa i za smanjenje štetnog utjecaja prometa, kao i potreba za daljnjim kontinuiranim praćenjem i mjerenjem zagađenja okoliša i atmosfere u okolici opterećenih gradskih prometnica.

Na temelju istraživanja i mjerenja bit će moguće provesti mjere i postupke kojima će se smanjiti zagađenje uzrokovano prometom, poboljšati organizacija prometa, uvesti i stimulirati druge alternativne oblike prometa što će poboljšati kvalitetu života u gradskom središtu.

Uvod

Tijekom prošlog stoljeća, industrijskom revolucijom i tehničko-tehnološkim napretkom, dolazi do velikog razvoja gradova, njihovoga prostornog širenja, a time i sve veće potrebe za savladavanjem prostora, brzim i velikim promjenama mjesta rada, boravka ili nekih drugih aktivnosti za velik dio stanovnika gradova. U tim prometnim potražnjama, zbog raznih aktivnosti, koje stanovnici gradova imaju, dolazi do velikog broja putovanja i na velike udaljenosti tako da tijekom jednog dana pojedinac može i više puta putovati u različite dijelove grada radi zadovoljenja potreba za raznim aktivnostima. Prometni sustavi u gradovima većinom se sastoje, pored nemotoriziranog i motoriziranog segmenta prometnih kretanja, od javnoga gradskog prometa i prometa osobnim vozilima.

Prometni problemi, kao što je zagušenje, zagađenje i nesreće, uzrokom su sve veće brige šire javnosti, a naročito žitelja velikih gradova, pa tako i hrvatske metropole Zagreba. Nedavna istraživanja pokazala su da većina stanovnika velikih gradova ocjenjuje uvjete tijekom prometnih špica vrlo lošima, te da su posljedice automobilske prometa u gradskim sredinama poražavajuće za kvalitetu života i rada u gradskim središtima. Zastoji u prometu predstavljaju ozbiljan problem za sve grane industrije, uslužne djelatnosti, trgovinu kao i ostale segmente gospodarstva, zagušenja na cestama i prometni čepovi uzrokuju nepotrebno trošenje velikih količina energije i zagađenje okoliša.

Nije čudno da postoji širok niz predloženih rješenja tih problema: od gradnje novih cesta do zabrane prometa automobilima, te od poboljšanja usluga javnoga gradskog prometa do uporabe telekomunikacija, za upravljanje prometom pa čak kao i alternative za putovanje. Mnoga od tih „rješenja“ su skupa, te možda ne bi bila vrlo učinkovita; osim toga ona mogu uvesti nove probleme, na primjer nove ceste troše dragocjenu zemlju; prometni čepovi se

samo izmještaju na neke od susjednih cestovnih čvorova ili raskrižja, zabrane za automobile mogu rezultirati gubitkom za trgovinu.

Zadatak prometnih stručnjaka je da otkriju rješenja koja najviše odgovaraju današnjim i budućim prometnim problemima.

Da bi se čovjekov okoliš zaštitio od štetnog utjecaja prometa, potrebno je zbog sve većih prometnih zagušenja u gradovima, ponajprije u Gradu Zagrebu, uvesti regulaciju prometnih tokova koji se slijevaju u Grad Zagreb, time se nameće potreba uvođenja sustava upravljanja prometom. Zbog porasta broja vozila u vršnim opterećenjima, u jutarnjem dolasku na posao i popodnevnom odlasku s posla, odvijanje prometa na glavnim prometnim pravcima grada Zagreba postaje nemoguće. Sagledavajući sve činjenice, potrebno je problem zagušenja prometa i nepotrebnog zagađenja okoliša tim prometom riješiti na način da se uvede sustav praćenja prometnih tokova. Sam sustav bi na temelju prikupljenih i obrađenih statističkih podataka za određeno vršno opterećenje uveo neke od mogućih mjera koje će bitno utjecati na smanjenje prometnog zagušenja i zagađenja.

Prednosti javnoga gradskog i prigradskog prijevoza sve se više aktualiziraju u nas i u svijetu, u prometu u gradovima naročitu pozornost treba obratiti odnosima među granama prometa i pri tome valja istaći ekološki aspekt u potrošnji energije, izravnoj emisiji štetnih tvari, štetnom djelovanju buke, zauzimanju prostora i sigurnosti prometa.

S obzirom na to da je promet veličina stohastičkoga karaktera, koja ovisi o mnoštvu čimbenika, očekivati je da će vrijednosti prometnih tokova uvelike oscilirati, kao i dosadašnji podaci i istraživanja, koja su za svoje potrebe izvodile različite institucije da bi dobile opravdanje za svoje projekte i ulaganja u povećanje propusna moći, novu izgradnju kao i sve većim dimenzioniranjem prometnica.

Vrste prijevoza i veličine prometnih tokova u Gradu Zagrebu

Vrste prijevoza u Gradu Zagrebu

Moramo sagledati Grad Zagreb kroz prizmu četiri oblika prometa: cestovnog, željezničkog, zračnog i JGP (javnoga gradskog prometa) koji se sastoji od različitih prijevoznih sredstava: autobusa i tramvaja, uspinjače i žičare.

U Grad Zagreb ulazi ili obilazi oko njega šest glavnih cestovnih prometnih smjerova označenih brojevima 1 do 6. Ta cestovna mreža grada, koja je prikazana na slici 1., treba prihvatiti sva cestovna prijevozna sredstva koja cestovnom infrastrukturom dolaze u grad. To je velik pritisak na postojeće kapacitete i dimenzije cestovne infrastrukture, koje više ne zadovoljavaju postojeću potražnju za prometnim tokovima.

JGP koji čine tramvaji, autobusi i prigradska željeznica ograničen je kapacitetima, kako stabilnim tako i mobilnim.

Promet putnika tramvajem znatnim dijelom se odvija ulicama gdje se isprepliće mreža tramvajske pruge s cestovnim prometnim tokovima, pa dolazi do sve većih zahtjeva za tom ograničenom prometnom površinom od osobnih automobila, teretnih vozila, tramvaja, autobusa i taksija što na većini glavnih raskrižja i središnjih prometnih područja uzrokuje znatna povećanja razina prometne gužve.

Zbog relativno male gustoće cestovne mreže povećava se pritisak na kapacitet, što izaziva koncentraciju prometa na ograničeni broj glavnih cesta koje ulaze u grad ili prolaze gradskim središtem.

Razvoj grada kao posljedicu ima mrežni sustav s nizom ulica kojima se prometuje samo u jednom smjeru te znatan broj raskrižja. S obzirom na zajedničko korištenje prometnog prostora, neizbježno dolazi do konflikta između tramvaja i cestovnih vozila na dionicama gdje tramvaj prometuje zajedno s drugim prometom, posebno na raskrižjima i na

tramvajskim stajalištima u središtu grada.

Tokovi željezničkih putnika na prigradskoj mreži su mnogo niže razine nego u drugih prijevoznih sredstava, s glavnim koridorom istok-zapad kao dominantnim tokom, s umjerenom potražnjom na linijama prema Karlovcu i niskim razinama potražnje za Veliku Goricu i Sisak, te generiraju tok od oko 600 pješaka u vršnom periodu.

Prometni tokovi i glavni prometni pravci u Gradu Zagrebu

Prema Prometnoj studiji Grada Zagreba, vidljivo je da su glavni pravci ulaza prometnih tokova u grad Zagreb:

1. ulaz iz smjera zapada Zaprešić – Podsused – Aleja grada Bologne
2. ulaz iz smjera zapada Bregana – Rakitje – Ljubljanska avenija – Slavonska avenija
3. ulaz iz smjera juga Karlovac – Lučko – Remetinec – Jadranski most – Avenija Dubrovnik – Zaprude
4. ulaz iz smjera juga Sisak – Velika Gorica – Savezne Republike Njemačke – Avenija Većeslava Holjevca
5. ulaz iz smjera istoka Slavonski Brod – Lipovljani – Novska – Ivanja Reka – Slavonska avenija
6. ulaz iz smjera istoka Varaždin – Bjelovar – Sesvete – Avenija Dubrava

Analizom, iz pilot-istraživanja u kojemu je za potrebe proračuna zagađenja zraka od cestovnog prometa, obavljeno brojenje vozila na nekoliko većih raskrižja u Gradu Zagrebu, dobiveni su podaci o broju vozila, njihovoj strukturi i prometnom opterećenju raskrižja i okolnih prometnica.

Jedan veći dio tih prometnih tokova prolazi kroz raskrižje Slavonska avenija – Radnička cesta – Heinzelova ulica.

Analizirajući prometne tokove na navedenim raskrižjima treba sagledati prometne pravce i privoze koji su označeni brojevima 1 do 4. Smjer 1 označava dolazak vozila iz pravca juga, smjer 2 dolazak vozila iz pravca istoka, smjer 3 dolazak vozila iz pravca sjevera, smjer 4 dolazak vozila iz pravca zapada.

Prilikom brojenja prometa, tj. snimanja prometnih tokova, određeni su i prometni pravci u skladu s brojevnim oznakama: 1>2, 1>3, 1>4, oznake za protok vozila iz smjera juga prema istoku, sjeveru i zapadu ; 2>1, 2>3, 2>4, oznake za protok vozila iz smjera istoka prema jugu, sjeveru i zapadu ; 3>1, 3>2, 3>4, oznake za protok vozila iz smjera sjevera prema jugu, istoku i zapadu ; 4>1, 4>2, 4>3, oznake za protok vozila iz smjera zapada prema jugu, istoku i sjeveru.

Vozila su klasificirana u sljedeće grupe: automobil, motocikl, bicikl, kombi vozila, dvoosovinsko vozilo, troosovinsko vozilo, skup vozila i autobus.

Prema njihovom broju možemo zaključiti kroz koja raskrižja je dominantan samo prijevoz osobnim vozilima, kroz koja se odvija i segment dostave, a kroz koja i teretni promet, te javni putnički promet kroz udio autobusa u prometnim tokovima.

Na primjeru raskrižja Slavonska avenija – Radnička cesta – Heinzelova ulica možemo vidjeti da se denivelacijom raskrižja postizu efekti veće protočnosti raskrižja, bolja povezanost raskrižja u mreži, što rezultira manjim zagušenjem na raskrižju, manjim kolonama čekanja za lijevo skretanje, te jasno i manjom emisijom štetnih tvari. Sagledavanjem mreže okolnih prometnica i raskrižja vidimo da su neka raskrižja koja do nivelacije nisu imala zagušenja sada počinju dobivati povećan dotok vozila koji može rezultirati zagušenjima, tj. izmještanjem zagušenja na okolna raskrižja.

Prema tokovima u pojedinim prometnim pravcima na raskrižju Slavonska avenija – Radnička cesta – Heinzelova ulica i njihovim veličinama koje su postojale prije denivelacije,

te određenim vršnim opterećenjima potrebno je prije potpune eksploatacije raskrižja i novih prometnih tokova koji će se generirati otvaranjem Radničke ceste i Domovinskog mosta sagledati mogućnosti implementacije upravljanja prometom na promatranim raskrižjima, odnosno dijelovima prometne mreže.

Modeliranje organizacije prometa za smanjenje zagađenja

Na temelju prikupljenih i obrađenih podataka o vozilima koja trenutno prilaze gradu Zagrebu potrebno je aktivno upravljati prometom te ga preusmjeravati na neke neopterećene prometnice ili sustavom „park and raid“ uvjetno isključiti iz prometa i njihove korisnike preusmjeriti na javni gradski prijevoz.

Neke od mjera koje bi trebalo primijeniti pri modeliranju i uvesti nakon istraživanja cjelokupne prometne situacije su sljedeće:

- mjere prednosti sredstava javnoga gradskog prometa: željeznice, autobusa i tramvaja
- mjere upravljanja prometom
- mjera produljenja autobusnih linija u središnje područje uključujući autobusne trakove u smjeru i u protusmjeru odvijanja prometa
- mjera produljenja autobusnih linija u središnje područje stvaranjem izdvojenih prometnica i koridora za javni prijevoz
- mjere promjena u sustavu naplate cijene vožnje
- kombinirane neinfrastrukturne mjere poboljšanja
- infrastrukturne mjere u javnom prijevozu i na cestovnim prometnicama.

Kod modela za prednost autobusa razrađene su mjere koje daju veću prednost autobusima dok istodobno na najmanju moguću mjeru svode zastoje drugog prometa smanjivanjem konflikata s javnim gradskim prometom. Potrebno specificirati lokalna preuređenja pojedinih raskrižja duž autobusnih trakova i tramvajskih pruga da bi se izbjeglo smanjivanje kapaciteta raskrižja za drugi promet.

U prometnom modelu bi nakon uvođenja autobusnih trakova došlo do djelomičnog preusmjeravanja prometa s ulica na kojima se nalaze autobusni trakovi stoga jer bi došlo do dodatnih zastoja na drugim raskrižjima u mreži. Kao posljedica, bila bi potrebna daljnja poboljšanja protočnosti raskrižja i podešavanja semafora jer davanjem i rezerviranjem prometnih trakova za javni gradski promet one se gube za osobna vozila te smanjuje protočnost prometnica.

Kod modela prednosti tramvaja, poboljšanja upravljanja prometom koja bi koristila tramvajskom prometu obuhvaćala bi sljedeće tipove mjera:

- promjene u fazama semafora i vremenskoj podešenosti da se smanje zastoji tramvaja na odabranim raskrižjima
- premještanje tramvajskih stajališta na odabrane točke na položaj iza raskrižja da se smanje zastoji
- mogućnost dodavanja prometnih trakova za razvrstavanje zbog dodatnoga kapaciteta za prometni tok u raskrižju.

U svim prometnim modelima za promjene u sustavu veće prometne protočnosti, povećane sigurnosti prometa i manjeg zagađenja okoliša uključene su sljedeće vrste mjera:

- revizije faza i vremenske podešenosti semafora
- promjene faza za pješake i bicikliste na semaforima
- izgradnja dodatnih trakova na ključnim raskrižjima kroz lokalna proširenja
- uvođenje zabranjenih skretanja na raskrižjima – uglavnom lijevih skretanja vezanih uz susjedne objekte za polukružno okretanje

- nove priključne ceste da se preuzmu specifična kretanja
- proširenje ceste da se osiguraju autobusni trakovi, trakovi za tramvajski promet
- proširenje pločnika da se osigura dovoljna širina za kretanje pješaka, biciklista i ostalih nemotoriziranih vidova prometa
- određivanje lokacija novih stajališta i terminala za javni gradski promet
- izgradnja terminala sustava „Park and ride“.

Mogući modeli organizacije prometa u gradu Zagrebu i uvođenje mogućih sustava upravljanja prometom, na temelju čijih informacija o prometnim tokovima i stupnju zagađenja okoliša na pojedinim glavnim prometnim pravcima u gradu Zagrebu možemo utjecati na njih, ovisit će prvenstveno o studijama i procjeni eksternih troškova prometa u gradu, o raspoloživim sredstvima u gradskom proračunu.

Simulacija na računalu

Smjernice i uvjeti potrebni za simulaciju na računalu

U ovom dijelu bit će prikazano postojeće stanje i mogući scenariji prometnih tokova i zagađenja proizvedenih od njih u stvarnim uvjetima zagušenja prometa.

Primjenom programa Trafficware – Synchro 4, Traffic Signal Coordination Software, napravljena je računalna slika postojećeg stanja prometnica i raskrižja, uobličeni su oblici raskrižja, broj i smjer prometnih trakova, dodijeljeni pripadajući signalno-sigurnosni uređaji i aktualni prometni tokovi za raskrižje Slavonska avenija – Radnička cesta – Heinzelova ulica.

Programom je obrađena prometna situacija u aktualnom trenutku bez pokušaja da se na nju utječe preko parametara programa, realna vremena rada uređaja, stvarane veličine i broj prometnih tokova, te dobivena slika potrošnje goriva, brzine prolaska vozila kroz raskrižje, učinkovitost potrošnje goriva, izgubljena vremena na čekanje na semaforima raskrižja, emisija štetnih ispušnih plinova: NO_x, CO i VOC (Volatile Oxygen Compounds Emissions – emisija hlapljivih složenih organskih spojeva), za promatrane prometne tokove.

Dok je primjenom programa Trafficware – SimTraffic, Traffic Signal Simulation Software, napravljena simulacija u trajanju od 10 minuta koja realno prikazuje odvijanje tih istih prometnih tokova na raskrižju, protočnost i zagušenje, izmjene faza na semaforu propuštanje vozila i pješaka, uz realnu potrošnju goriva po smjerovima, učinkovitost potrošnje goriva, emisiju štetnih ispušnih plinova: NO_x, CO i HC u tom promatranom vremenu odvijanja prometa na raskrižju.

Slika cijele realne situacije temelji se na podacima iz tablice 1.: Raskrižje: Slavonska avenija – Radnička cesta – Heinzelova ulica, ukupni broj vozila i satna distribucija, te iz tablice 2.: Energetska i ekološka učinkovitost na raskrižju: Slavonska avenija – Radnička cesta – Heinzelova ulica.

Iz navedenih tablica uzeti su podaci za dane s najvećim prometnim tokovima za promatrana raskrižja, a iz njih su uzete prosječne satne distribucije vozila za smjerove i prometne tokove navedenih raskrižja sukladno načinu i obradi koji su primijenjeni u poglavlju 3. Tako dobiveni rezultati su dalje prikazani u prilogu pod nazivom OSNOVNA SITUACIJA, posebno za program Synchro, a posebno za potprogram SimTraffic.

Nakon provedene računalne obrade pod nazivom OSNOVNA SITUACIJA, pristupljeno je obradi i računalno upravljanoj simulaciji prometne situacije na istim raskrižjima pod nazivom POBOLJŠANA SITUACIJA po sljedećim kriterijima:

1. zadržani su svi postojeći prometni tokovi po veličinama i smjerovima
2. zadržani su smjerovi, broj i veličine prometnih trakova na raskrižjima

3. zadržan je isti ciklus rada semafora
4. zadržani su svi ostali infrastrukturni čimbenici
5. u rad semafora je uvedeno detektorsko koordinirano automatsko upravljanje signalno-sigurnosnim uređajem
6. regulirano je automatsko upravljanje prometnim tokovima pomoću brzina prolaska kroz raskrižje.

Po uvedenim novim ograničenjima i provedenoj novoj simulaciji prometnih tokova na raskrižjima pod nazivom POBOLJŠANA SITUACIJA dobivene su nove vrijednosti navedenih parametara i podataka o emisiji štetnih tvari iz istih podataka.

Rezultati dobiveni simulacijom na računalu

Na obrađenim raskrižjima u priložima pod nazivom OSNOVNA SITUACIJA i POBOLJŠANA SITUACIJA promijenili su se podaci o emisiji štetni tvari, o potrošnji goriva, učinkovitosti potrošnje goriva, izgubljenom vremenu na prolazak kroz raskrižje, brzini i veličini prometnih tokova, protočnosti i drugi.

U računalnoj obradi softver koristi podatke i načine proračuna koji su primijenjeni i verificirani od strane američke organizacije „Federal Highway Administration Research“ i postupak obrade podataka pod nazivom „CORSIM“.

U tablici 2. sagledani su neki bitni pokazatelji za energetska učinkovitost i zaštitu okoliša, kroz njihovo smanjenje ili povećanje.

*Tablica 2. Energetska i ekološka učinkovitost na raskrižju:
Slavonska avenija – Radnička cesta – Heinzelova ulica*

Raskrižje: Slavonska avenija – Radnička cesta – Heinzelova ulica		
Pokazatelji:	Osnovna situacija	Poboljšana situacija
Ukupno vrijeme putovanja (sati)	153	91
Ukupni prijeđeni put (km)	2611	2611
Prosječna brzina (km/h)	17	29
Potrošnja goriva (litara)	889	483
Efikasnost potrošnje goriva (km/lit)	29	54
Emisija CO (kg)	16,53	8,99
Emisija NO _x (kg)	3,19	1,73
Emisija VOC (kg)	3,81	2,07
Zaustavljanja vozila (ukupno sva/jedno prosječno)	6095 / 1,01	3853 / 0,64
Pokazatelji za simulaciju od 10 minuta		
Zaustavljanja vozila	1569	1327
Ukupni prijeđeni put (km)	765,3	771,1
Ukupno vrijeme putovanja (sati)	40	38,8
Prosječna brzina (km/h)	20	21
Potrošnja goriva (litara)	305,8	250,6
Efikasnost potrošnje goriva (km/lit)	2,5	3,1

Emisija CO (g)	9960	6133
Emisija NO _x (g)	725	503
Emisija HC (g)	203	154

Simulacija na računalu ukazuje na značajna moguća smanjenja zagađenja okoliša od cestovnog prometa uporabom telematskih sustava za upravljanje prometom. Ta smanjenja se ogledaju u manjim emisijama HC, CO, VOC i NO_x štetnih sastojaka ispušnih plinova. Nekada su ta smanjenja štetnog utjecaja cestovnog prometa na okoliš uvjetovana promjenama načina i režima vožnje pa se ponekad uz njih smanjuje potrošnja goriva i povećava energetska učinkovitost potrošnje goriva, ponekad se povećava brzina prolaska kroz raskrižje, a ponekad se ukupno vrijeme bavljenja u raskrižju povećava. Ali, bitno je primijetiti da svaka od navedenih promjena ima za posljedicu smanjenje zagađenja okoliša od cestovnog prometa i povećanje kvalitete zraka u okolišu, iako se djeluje lokalno samo na promatranom raskrižju.

Prijedlozi za moguću organizaciju prometnih tokova u slučaju povećanog zagađenja

S obzirom na to da je promet veličina stohastičkoga karaktera koja ovisi o mnoštvu čimbenika, očekivati je da će vrijednosti prometnih tokova uvelike oscilirati, kao i dosadašnji podaci i istraživanja koja su za svoje potrebe izvodile različite institucije da bi dobile opravdanje za projekte i ulaganja u povećanje propusne moći novom izgradnjom i sve većim dimenzioniranjem prometnica.

S obzirom na naročito povoljan položaj željezničke pruge u smjeru glavnih prometnih kretanja, treba razmotriti kolike su mogućnosti uključivanja željeznice u javni gradski promet i njenu implementaciju u sustav tramvaja, kao i suradnju na autobusnim terminalima. Potrebno je učiniti sljedeće:

1. na za sada šest točaka bitnih za ulazak cestovnog prometa u grad Zagreb postaviti suvremene uređaje:
 - a. za brojenje prometa
 - b. za nadzor
 - c. za upravljanje prometom
 - d. za mjerenje zagađenja i kvalitete zraka uz prometnicu;
2. za slučaj vidnog povećanja količine štetnih plinova (isto i buke i drugog zagađenja uzrokovanog prometom) potrebno je provesti mjere zaštite
 - a. davati obavijesti o vremenu stizanja, zbog prometnog zagušenja, do nekoga bitnog odredišta u čijem smjeru vodi prometnica
 - b. preusmjeriti i omogućiti korištenje alternativnog pravca za cestovni promet uz obavijest o novom itineraru
 - c. preusmjeriti vozila na terminale sustava „Park and raid“ uz obavijest o trajanju i mogućim smjerovima i vezama za takvo putovanje
 - d. provesti preusmjeravanje prometa i eventualno naplatiti pristup vozilom gradskom centru;
3. utjecati lokalno na pojedinim raskrižjima telematskim sustavima na povećanje njihove propusnosti i manju emisiju štetnih plinova;
4. utjecati telematskim povezivanjem raskrižja na glavnim prometnim pravcima u cjelovitu prometnu mrežu s mogućnošću vođenja i upravljanja prometnim tokovima;
5. izgraditi i opremiti barem šest terminala sustava „Park and raid“:
 - a. osigurati pristup i dovoljan broj parkirališnih mjesta
 - b. blizinu i dostupnost barem jednog sredstva javnoga gradskog prometa;

6. unaprijediti javni gradski promet:
 - a. produživanjem postojećih linija autobusa i tramvaja
 - b. uvođenjem novih linija autobusa i tramvaja
 - c. prilikom izgradnje i rekonstrukcije tramvajske pruge prilagoditi istu za dvosustavska vozila javnoga gradskog prometa
 - d. izdvajanjem sredstava javnoga gradskog prometa od ostalog prometa
 - e. povezati sve čimbenike javnoga gradskog prometa s terminalima koji će biti točke prelaska sa jedno prijevoznog sredstva, kao i na terminalima sustava „Park and raid“;
7. unaprijediti željeznički podsustav javnoga gradskog prometa:
 - a. izgradnjom novih pruga da se spoji prsten oko grada Zagreba
 - b. izgradnjom više terminala za povezivanje s ostalim sredstvima javnoga gradskog prometa
 - c. uvođenjem u promet novih tipova vozila s dvosustavskom vučom koja bi mogla prometovati željezničkom i tramvajskom prugom
 - d. prilagoditi željezničku infrastrukturu za dvosustavska vozila javnoga gradskog prometa.

Uz moguće organizacijske promjene na raskrižjima, te upravljanjem prometom on-line dani su prijedlozi za moguću organizaciju prometnih tokova i prije ulaska u gradsko središte, u zonu zagušenja prometa – prometnog infarkta, koji bi se aktivirali u slučaju povećanog zagađenja okoliša izmjenjenog na mjernim postajama.

Za sada postoji samo jedan terminal sustava „Park and raid“ na okretištu u Dubravi, a i on ima nedostatak jer je potrebno prelaziti prometnicu od šest prometnih trakova i pješaćiti do sredstava javnoga gradskog prometa; tramvaja ili autobusa. Ostali su terminali sustava „Park and raid“ neuređeni i neregularni, iako je funkcionalnost i postojanje dokaz da bi trebalo napraviti projekt i njih izgraditi i urediti.

U ovom dijelu dan je prijedlog mogućih organizacija prometa u slučaju zagušenja prometa, stvaranja prometnih čepova. Jedna od mogućih organizacija je preusmjeravanje, zatim prebacivanje, a u svim tim rješenjima je prisutan uvjet bolje organizacije prometa, upravljanja prometom i uvođenje sustava obavješćivanja svih sudionika prometa o trenutnoj situaciji u prometu (HAK, RDS i signalizacija na samim prometnicama).

Tim mjerama organizacije prometa u Gradu Zagrebu želi se postići nekoliko ciljeva:

1. bolja organizacija prometa u Gradu Zagrebu
2. povećanje sigurnosti odvijanja prometa – manji broj prometnih nesreća
3. zaštita kvalitete života u samom središtu grada
4. smanjenje utjecaja prometa na zagađenje okoliša
5. naglasak na preusmjeravanje putnika na željeznicu i javni gradski promet.

Zaključak

Navedena razmatranja, redosljedom navedenim u prethodnim poglavljima, i analize provedene kroz brojčane podatke, upozoravaju da postoje velike mogućnosti za smanjenje štetnog utjecaja cestovnog prometa na okoliš, te je potrebno dati prijedlog za njihovo uvođenje u primjenu, na način da rezultira i određenim pomacima u uvođenju novih suvremenih tehnologija upravljanja prometom, način na koji je moguće optimizirati promet bez suvišnih zahvata u izgradnju novih prometnica, već samo pratećeg sustava za nadzor i upravljanje.

Iako u Hrvatskoj postoje zakonske odredbe o procjeni utjecaja na okoliš i njegovoj zaštiti, posebice od cestovnog prometa, čini se da smo još uvijek u početnom stadiju upravljanja

učincima cestovnog prometa na okoliš. Trebat će prikupiti podatke za planiranje zaštite okoliša na državnoj razini, te za planiranje konkretnih projekata kao što je analiza utjecaja na okoliš novih cesta te cesta koje će se rekonstruirati. Nedvojbeno je da je negativan utjecaj cestovnog prometa na okoliš svakim danom sve veći, ali isto tako automobilska industrija je toliko uznapredovala da se motori od prije 20 godina i oni danas uopće ne mogu uspoređivati. Uvođenje obveznog ekotesta prisililo je proizvođače na radikalnije zahvate na motoru, a sve u svrhu smanjenog onečišćenja zraka i što bolje kvalitete života, kako za nas, tako i za buduće naraštaje.

Rezultati istraživanja moći će se koristiti za organizaciju prometa u gradu Zagrebu, a i u nekim drugim većim gradovima. Samo istraživanje bi trebalo pokrenuti lanac procesa i postupaka, kao i neke uredbe kod nadležnih i odgovornih institucija, koje bi trebale brinuti o očuvanju čovjekovog okoliša i atmosfere. Predložena rješenja bi trebala znatno povećati kvalitetu života u gradskom središtu, utjecati na povećanje sigurnosti prometa, pješaka, biciklista, a ponajprije stanovnika gradskog središta.

Literatura

1. Golubić, J.: Promet i okoliš, Zagreb, Fakultet prometnih znanosti, 1999.
2. Kolar, V.: Sigurnosno ekološki aspekti optimizacije prometa u gradu Zagrebu, magistarski rad, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2004.
3. Božičević, J. i dr.: Analiza ugroženosti prometom u gradu Zagrebu i mjere zaštite, studija, Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti, Znanstveni savjet za promet, Zagreb, 1988.
4. Ministarstvo unutarnjih poslova: Bilten o sigurnosti cestovnog prometa, Zagreb, 1999., 2000., 2001., 2002. godina.
5. Grad Zagreb: Statistički ljetopis grada Zagreba 2000, 2001, 2002. godina.
6. Grupa autora: Prometna studija Grada Zagreba, Zagreb, 1999.
7. Zakon o sigurnosti prometa na cestama, Narodne novine broj 105, 28. 7. 2004.
8. Zakon o zaštiti zraka, Narodne novine broj 178, 16. 12. 2004.

Tematski vezani zaključci

U kratkom razdoblju, koje je proteklo od prvih spoznaja o negativnim posljedicama utjecaja prometa na okoliš do danas, poduzimaju se brojne aktivnosti radi zaštite ekosustava, te je čak moguće razlikovati i dvije faze, koje se međusobno razlikuju po sveobuhvatnosti pristupa :

- 1. faza** sagledavaju se utjecaji prometa na čovjekovu okolinu (buka, štetni plinovi, štetne tvari) i parcijalnim mjerama nastoje ublažiti;
- 2. faza** sagledavaju se i ostali utjecaji prometa na čovjekovu okolinu i oblikuje cjelovitija politika zaštite prirode („new environmental“).

Parcijalne mjere zaštite okoliša obuhvaćaju brojne aktivnosti, kojima se povećava razina zaštite pojedinih dijelova ekosustava. One su najvećim dijelom usmjerene na ublažavanje ili rješavanje pojava velikog zagađenja i devastacije prirode i mogu u takvom parcijalnom pristupu biti vrlo učinkovite. Među brojnim mjerama najvažnije su:

- mjere zaštite od emisije štetnih plinova i tvari (ekotest, oporezivanje goriva i vozila, proizvodnja kvalitetnih goriva, primjena modernih tehnologija, učinkovitiji motori (npr. motori s izravnim ubrizgavanjem), alternativni pogon (biogoriva) itd.
- mjere zaštite od emisije buke (zaštitni zidovi, sadnja odgovarajuće vegetacije i sl.)

- korištenje sredstava gradskog prometa koja vrlo malo zagađuju okoliš (prigradska željeznica, tramvaj, bicikli)
- primjena mjera organizacije gradskog prometa radi disperzije prometa na različite vidove i šire područje
- mjere prostornog rasporeda na širem području
- uvođenje alternativnih oblika prometa.

Iz podataka o prometnom opterećenju i stupnju zagađenja u kritičnim točkama moguće je izravno utjecati na zaštitu čovjekova okoliša, a potrebno je ispitati sve mogućnosti davanja prioriteta javnome gradskom prijevozu. Uz moguće organizacijske promjene na samim raskrižjima, te upravljanjem prometa *on line*, što rezultira i određenim pomacima u uvođenju novih suvremenih tehnologija, način je na koji je moguće optimizirati promet bez suvišnih zahvata u izgradnju novih prometnica, već samo pratećeg sustava za nadzor i upravljanje.

Simulacija na računalu ukazala je na znatna smanjenja zagađenja okoliša od cestovnog prometa uporabom telematskih sustava za upravljanje prometom. Iz tablice 2. vidljiva je energetska i ekološka učinkovitost na raskrižju: Slavonska avenija – Radnička cesta – Heinzelova ulica. Vidljivo je i smanjenje HC, CO, VOC i NO_x što iznosi i do 50%.

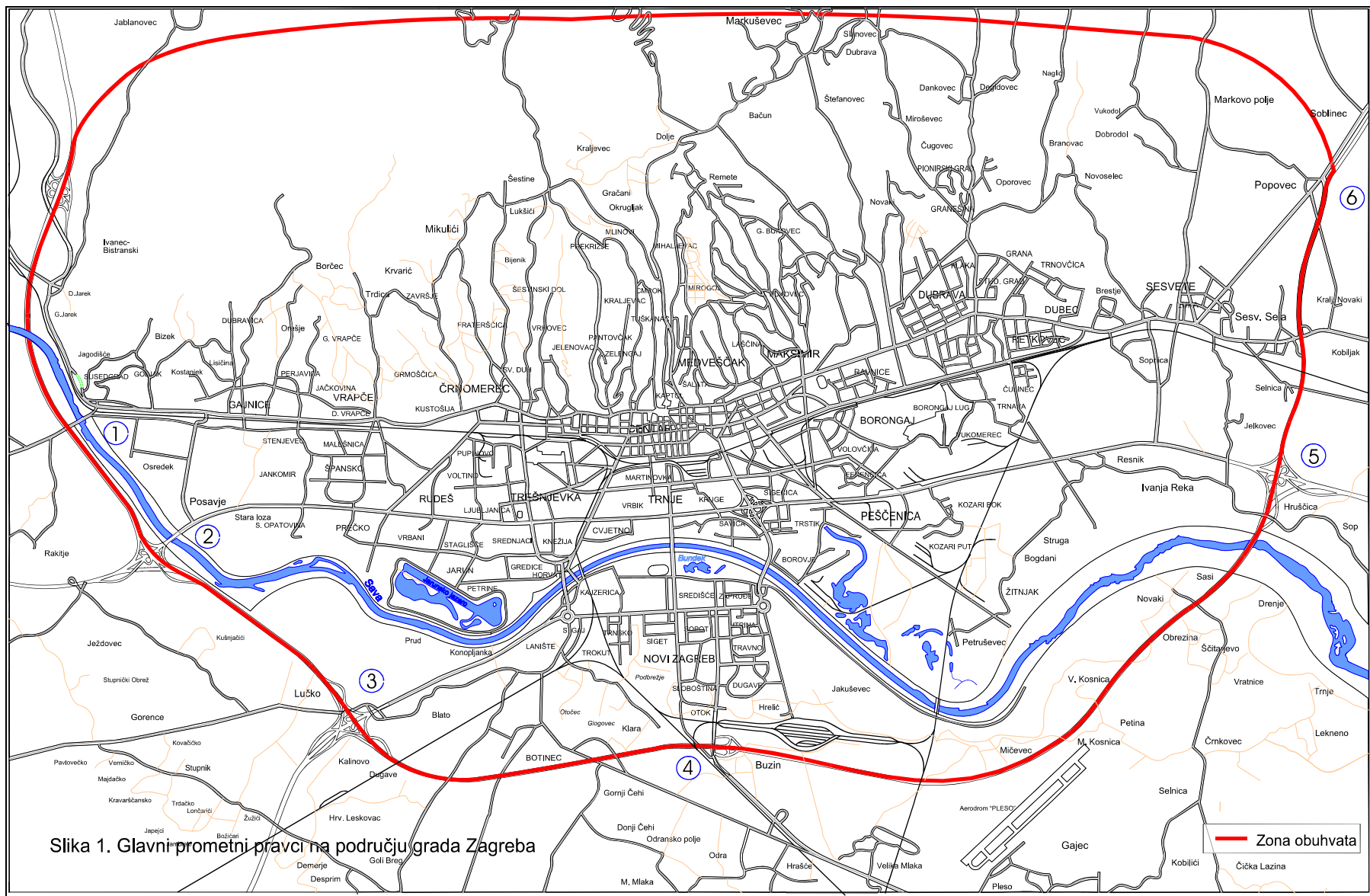
Moguće je uvođenjem i primjenom sljedećih mjera smanjiti štetan utjecaj cestovnog prometa na ekosustav grada:

1. primjenom metoda regulacije prometa utjecati na strukturu i zastupljenost pojedinih prijevoznih sredstava u prometu grada Zagreba
2. davanje prioriteta javnom gradskom prijevozu, radi što efikasnijeg odvijanja prometa i što manjeg zagađenja
3. samo mogućnosti preusmjerenja sudionika prometa, koji su odgovorni za zagađenje i zagušenje prometa, na javni gradski promet može imati odgovarajući učinak
4. stimulacija za korištenje određenoga prijevoznog sredstva što će rezultirati smanjenjem štetnog utjecaja na ekosustav grada.

Nove spoznaje koje su proizašle iz istraživanja vode u smjeru zaštite okoliša i podizanja kvalitete življenja u gradskom središtu.

Tablica 1. Raskrižje: Slavonska avenija – Radnička cesta – Heinzelova ulica, ukupni broj vozila i satna distribucija

DAN U TJEDNU	ČETVRTAK 24.10.2002.		PETAK 25.10.2002.		SUBOTA 26.10.2002.		NEDJELJA 27.10.2002.		PONEDJELJAK 28.10.2002.		UTORAK 29.10.2002.	
VELIČINA	prosje k satna distribucija	ukupan broj vozila	prosje k satna distribucija	ukupan broj vozila	prosje k satna distribucija	ukupan broj vozila	prosje k satna distribucija	ukupan broj vozila	prosje k satna distribucija	ukupan broj vozila	prosje k satna distribucija	ukupan broj vozila
SMJER												
1>2	102	1525	107	1605	87	1310	27	405	98	1470	92	1375
1>3	241	3620	234	3505	131	1965	75	1130	247	3710	254	3805
1>4	241	3610	265	3975	164	2465	109	1640	270	4055	257	3855
2>3	357	5350	355	5320	269	4030	171	2560	263	3940	385	5780
2>4	1546	23190	1689	25340	1259	18880	1125	16870	1744	26160	1469	22040
2>1	121	1820	122	1830	79	1180	68	1020	125	1880	119	1780
3>4	843	12640	945	14170	821	12320	743	11140	1057	15850	855	12830
3>1	390	5850	395	5920	240	3600	193	2890	378	5670	390	5850
3>2	336	5040	333	4990	265	3970	161	2410	393	5890	385	5780
4>1	158	2370	143	2150	161	2420	137	2050	147	2200	143	2150
4>2	1251	18760	1151	17270	1286	19290	1238	18570	1109	16630	1025	15370
4>3	809	12140	744	11160	1039	15580	801	12020	795	11930	642	9630
UKUPNO VOZILA	6394	95915	6482	97235	5801	87010	4847	72705	6626	99385	6016	90245



Slika 1. Glavni prometni pravci na području grada Zagreba