

VIA  
VITA



# CESTE I MOSTOVI

broj

7-8

godište 47.

Zagreb, srpanj-kolovoz 2001.

UDK 625.7:624.2/.8

CODEN CSMVB2

ISSN 0411-6380

Ceste i mostovi God. 47 Br. 7-8 Str. 133-176 Zagreb, Hrvatska srpanj-kolovoz 2001.

# CESTE I MOSTOVI

broj

7-8

godšte 47.

Zagreb, srpanj-kolovoz 2001.  
UDK 625.7:624.2/.8 CODEN CSMVB2 ISSN 0411-6380

## SADRŽAJ

### CONTENTS

#### ZNANSTVENI I STRUČNI ČLANCI

##### SCIENTIFIC AND PROFESSIONAL PAPERS

- Sipan Matoš, Vlasta Fruk-Štefanić, Davor Lisčin, Zagreb  
135 Cestovni promet kao čimbenik turističke ponude  
Road Traffic As a Factor of Tourist Supply
- Zdenko Lanović, Eugen Gundić, Zagreb  
139 Različite tehnike detekcije, mjerenja i analize prometne potražnje na semaforiziranom raskrižju  
The Different Techniques of Detection, Measurement and Analysis of Traffic Demand on Signalized Intersection
- Tomaž Tollazzi, Maribor  
Cile Penn Sowers, Wingham  
izlaganje na znanstvenom skupu – conference paper  
145 Mini kružna čvorišta – iskustva nekih država i mogućnosti primjene u našoj sredini  
Mini-Roundabouts – Experiences of Some Countries and Possibilities of Application in our Environment
- Aleksandra Deluka-Tiljajš, Helena Rabar, Ivica Barišić, Rijeka  
izlaganje na znanstvenom skupu – conference paper  
151 Kružno čvorište Sveta Ana – Kačjak u Rijeci  
Sveta Ana Roundabout in Rijeka
- RUBRIKE**
- 157 Okrugli stol o temi Optimizacija provedbe nove organizacije cestovnog sustava Republike Hrvatske  
172 14. kongres za ceste IRF-a (M. Jurišić)  
173 Kongres IRF-a. Neki naglasci i smjernice (G. Legac)
- 174 Održana konstituirajuća sjednica Upravnog odbora Društva za ceste Varaždin



Stručni članak – Professional paper  
UDK 656.11:656.022.4  
Primljeno: 10. VII. 2001.  
Prihvaćeno: 30. VII. 2001.

**Doc. dr. sc. Stipan MATOŠ, dipl. ing.**  
Gradski ured za prostorno uređenje, graditeljstvo, stambene i komunalne poslove  
i promet, Zagreb

**Vlasta FRUK-STEFANIĆ, dipl. ing.**  
Zavod za prometnu medicinu i psihologiju prometa, Zagreb  
**Davor LISICIN, dipl. ing.**  
Hrvatski autoklub, Zagreb

## CESTOVNI PROMET KAO ČIMBENIK TURISTIČKE PONUDE

### SAŽETAK

Turistička potražnja zadovoljava se turističkom ponudom u kojoj su prvenstveno uključivani turisti stigli u područja i objekte gdje će se na turistički način rekreirati. Drugim riječima, čimbenik komunikativnosti je promet. Razvoj prometnih sredstava svih oblika prijevoza omogućio je neslućenu ekspanziju turizma. Tome pridonosi i sniženje cijena prometnih usluga.

### 1. Uvod

Pojava turizma se zasniva na ljudskim potrebama iz kojih nastaju motivi, želje i težnje za njihovim zadovoljavanjem. Ostvarenje tih želja i težnji moguće je tek kad nastupe određeni objektivni i subjektivni uvjeti i kad ti uvjeti počnu djelovati u pravcu razvika turizma. U tom času ti uvjeti preuzimaju ulogu čimbenika turizma [1].

Tri su vrste čimbenika turizma:

- pokretački ili čimbenik potražnje
- čimbenik ponude
- posrednički čimbenik.

Pored pokretačkih čimbenika koji su dominantni u formiranju turističke potražnje veoma važnu ulogu imaju i čimbenici ponude. Jer, dobra ponuda kao i uopće dobra proizvodnja povećava i potrošnju. Praksa je pokazala da su upravo ti čimbenici bili odlučujući za usmjeravanje turističke potražnje, a time i lokalne turističke potrošnje.

Turistička ponuda se sastoji od triju osnovnih skupina čimbenika [1]:

- privlačni ili čimbenici aktivnosti
- prometni ili čimbenici komunikativnosti
- prihvatni ili čimbenici receptivnosti.

U ovom radu posebna će se pozornost posvetiti čimbenicima komunikativnosti, njihovom razvoju na području Hrvatske i usporedbi s nekima od receptivnih zemalja u okruženju.

### 2. Čimbenici komunikativnosti

Čimbenici komunikativnosti kao elementi turističke ponude prvenstveno omogućavaju da turisti stignu u područja i objekte gdje će se na turistički način rekreirati. Drugim riječima, čimbenik komunikativnosti je promet. Razvoj prometnih sredstava svih oblika prijevoza omogućio je neslućenu ekspanziju turizma. Tome pridonosi i sniženje cijena prometnih usluga.

Razvijeni promet nije značajan samo za prijevoz turista nego i za prijevoz robe koja se dovozi na turističko područje.

Na turističkom tržištu realiziraju se goleme količine proizvoda koje se obično proizvode u neindustrijskim područjima i dovoze u turistički kraj.

Nedovoljna prometna ponuda može biti ograničavajući čimbenik za razvoj turizma. U sklopu čimbenika komunikativnosti treba naglasiti i važnu ulogu lokalnog prometa te prijenosa vijesti.

Na lokalnim razinama treba doseći visoku razinu razvijenosti prometne infrastrukture i njezinu povezanost s unutarnjim i europskim gradskim središtima. Isto tako, potrebno je imati razvijene različite modalitete javnog prijevoza i razvijen sustav automatskog upravljanja prometom [2].

Općenito govoreći, čimbenici komunikativnosti su bitni za usmjeravanje turističke potražnje i realizaciju turističke potrošnje. Oni su zapravo nenadoknadivi.

Mogu postojati izvanredni uvjeti kod čimbenika atraktivnosti i receptivnosti, ali se turistički promet neće ostvariti bez odgovarajućih čimbenika komunikativnosti.

Osim toga, promet izravno sudjeluje u apsorpciji turističke potrošnje: što u prosjeku iznosi oko 15 posto ukupne potrošnje turista [1].

### 3. Način prijevoza turista do odredišta

Prema mnogim anketama i drugim istraživanjima broj mototurista je dominantan u inozemnoj i domaćoj turističkoj publici u svim razvijenim receptivnim zemljama. U nekima udjel motoriziranih turista prelazi 80 pa i 90 posto svih turista [1].

# CESTE I MOSTOVI

## ROADS AND BRIDGES

Published by

Hrvatsko društvo za ceste  
Zagreb, Vončina 3, tel. 46-17-422/163

Chairman

Dr. sc. Darko Minarić, dipl. ing.  
Ministarstvo prometa, prometa i veza Republike Hrvatske, Prinske 14, 10000 Zagreb

Publisher Board

Publishing Director

Željko Vrhota, dipl. oec.  
Ministarstvo prometa, prometa i veza Republike Hrvatske, Prinske 14, 10000 Zagreb  
Mario Črnjak (Osijek), Aleksandar Čuković (Zagreb), Đuro Dekanović (Zagreb), Ante Divić (Zagreb), Petar Đukan (Zagreb), Zlatan Fridlich (Zagreb), Željko Hinec (Zagreb), Vladimir Kos (Zagreb), Vlado Kos (Zagreb), Aleksa Ladašev (Zagreb), Ivan Lodić (Srijem), Zoran Lodić (Srijem), Luka Miličić (Zagreb), Darko Minarić (Zagreb), Boris Orđulj (Zagreb), Ivan Prigomet (Zagreb), Jura Ristić (Zagreb), Josip Štampar (Zagreb), Miro Subotić (Zagreb), Zdravko Tomljanović (Zagreb), Dražen Topolnik (Zagreb)

Editorial Board

Editor

Prof. dr. sc. Ivan Legac, dipl. ing.  
Fakultet prometnih znanosti, Vukelićeva 4, 10000 Zagreb  
Mr. sc. Mate Jurčić, dipl. ing.

Associate Editor

Hrvatska uprava za ceste, Vončina 3, 10000 Zagreb  
Bjornik Brazak (Brijuni), Pavo Boban (Metar), Josip Bolićak (Osijek), Vlado Brčić (Zagreb), Boris Golub (Zagreb), Ante Hrgovčić (Zagreb), Klobučar (Zagreb), Mario Ladašev (Pazin), Martin Ljubić (Metar), Ivan Lodić (Srijem), Zvonimir Marić (Plešiv), Stjepan Marušić (Zagreb), Stanislav Pavlin (Zagreb), Paš Szalosz (Budimpešta), Raimar Šarar (Prijeka), Stjepan Storga (Zagreb)

Adresa uredništva

Hrvatsko društvo za ceste, Zagreb, Vončina 3

Editor's Office

Naklada: 1.200

©TISKAR – VJESNIK d.d., Slavonska avenija 4, Zagreb, predsjednik Uprave Rikard Pompe, graf. ing.™

Tiskanje dovršeno 15. listopada 2001.

Tablica 1. zorno pokazuje da su se turisti pri dolasku u izabrane zemlje uglavnom koristili cestovnim prometnicama, zatim zračnim a potom željezničkom i vodnim putovima.

Postotni udio dolazaka inozemnih turista prema načinu prijevoza

| Zemlja/godina                | Zrakoplov | Željeznica | Cesta | Mora/rijeka |
|------------------------------|-----------|------------|-------|-------------|
| Francuska 1994.              | 14,0      | 6,5        | 72,0  | 7,5         |
| Francuska 1996.              | 14,6      | 6,5        | 71,6  | 7,3         |
| SAD 1994.                    | 52,1      | -          | 25,7  | 0,9         |
| SAD 1996.                    | 61,6      | -          | 25,9  | 9,9         |
| Španjolska 1994.             | 38,5      | 3,8        | 55,5  | 2,2         |
| Španjolska 1997.             | 72,4      | 1,1        | 21,8  | 4,7         |
| Italija 1994. <sup>1</sup>   | 15,8      | 8,0        | 72,9  | 3,3         |
| Italija 1997. <sup>1</sup>   | 17,2      | 8,6        | 69,9  | 4,3         |
| Ujedinjeno Kraljevstvo 1994. | 69,9      | -(sic)     | -     | 30,1        |
| Ujedinjeno Kraljevstvo 1997. | 66,1      | -(sic)     | 11,5  | 22,4        |
| Kina 1994.                   | 9,7       | 3,1        | 77,5  | 9,4         |
| Kina 1997. <sup>1</sup>      | 10,2      | 1,6        | 80,3  | 7,9         |
| Pojaska 1994. <sup>1</sup>   | 0,9       | 4,7        | 93,8  | 0,6         |
| Pojaska 1997.                | 4,7       | 12,6       | 76,1  | 6,6         |
| Meksiko 1994.                | 29,1      | -          | 70,9  | -           |
| Meksiko 1997.                | 36,1      | -          | 63,9  | -           |
| Kanada 1994.                 | 31,3      | 0,4        | 66,4  | 1,9         |
| Kanada 1997.                 | 37,4      | 0,5        | 60,1  | 2,0         |
| Madarska 1994. <sup>1</sup>  | 2,3       | 6,7        | 90,8  | 0,2         |
| Madarska 1997.               | 7,8       | 11,7       | 80,0  | 0,5         |
| Hrvatska 1994.               | 17,7      | 16,1       | 63,9  | 2,3         |
| Hrvatska 1997.               | 19,6      | 7,7        | 68,4  | 4,3         |

<sup>1</sup> posjetitelji

Izvor: Izračunano i obrađeno prema podacima iz Evolution of Tourism and the Automobile (1997.), AIT (Alliance Internationale de Tourisme), August 1997. Geneva, 12.-3.; Evolution of Tourism and the Automobile (1999.), AIT, August 1997., Geneva 12.-3.; Tourism Policy and International Tourism in OECD Countries (1997.), OECD, Paris, 60.

Podaci za 2000. godinu pokazuju da je u Hrvatsku ušlo i iz nje izašlo oko 30 milijuna putnika svim oblicima prijevoza. Najveći postotak otpada, slično kao i 1997., na cestovni prijevoz, zatim zračni, željeznički i vodni.

Iz svega toga je očito da cestovni promet dominira u turističkom prometu Hrvatske i nama konkurentnih turističkih zemalja. To znači: ukoliko se želi razvijati receptivni turizam, mora se posvetiti maksimalna pažnja gradnji modernih cestovnih prometnica i pratećih objekata. U tom smislu, Hrvatska znatno zaostaje za svojim turističkim konkurentima. Radi usporedbe, u

Tablica 2. predložena je gustoća mreže autocesta u europskim zemljama za godinu 1995.

Gustoća europske mreže autocesta u 1995. godini

Tablica 2.

| Zemlje Europske zemljice | Autoceste (km) | Broj stajnovnika (u milijunima) | Površina (1000 km <sup>2</sup> ) | Gustoća autocesta (km/milijun stan.) | Gustoća autocesta (km/1000 km <sup>2</sup> ) |
|--------------------------|----------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|--|
| Irska                    | 72             | 3,6                             | 70,3                             | 20,0                                 | 1,0  |
| Grčka                    | 420            | 10,5                            | 131,9                            | 40,0                                 | 3,2  |
| Ujedinjeno Kraljevstvo   | 3.308          | 58,8                            | 230,0                            | 58,5                                 | 14,4   |
| Portugal                 | 687            | 9,9                             | 88,9                             | 69,4                                 | 7,7  |
| Finska                   | 394            | 5,1                             | 338,0                            | 77,3                                 | 1,2  |
| Njemačka                 | 11.190         | 81,7                            | 357,0                            | 137,0                                | 31,3   |
| Francuska                | 8.275          | 58,1                            | 551,0                            | 142,4                                | 15,0   |
| Nizozemska               | 2.208          | 15,5                            | 41,2                             | 142,5                                | 53,6   |
| Švedska                  | 1.262          | 8,8                             | 411,1                            | 143,4                                | 3,1  |
| Italija                  | 8.880          | 57,3                            | 301,3                            | 154,6                                | 29,4   |
| Danska                   | 830            | 5,2                             | 43,0                             | 159,6                                | 19,3   |
| Belgija                  | 1.666          | 10,1                            | 30,5                             | 165,0                                | 54,6   |
| Austrija                 | 1.596          | 8,0                             | 83,9                             | 199,5                                | 19,0   |
| Španjolska               | 8.133          | 39,2                            | 504,7                            | 207,5                                | 16,1   |
| Luksemburg               | 123            | 0,4                             | 2,6                              | 307,5                                | 47,3   |
| Ukupno E.Z.              | 49.024         | 372,0                           | 3.185,4                          | 131,8                                | 15,4   |

Izvor: Eurostat, DG VII, European Commission, 1997.

Republika Hrvatska ima površinu 87.677 km<sup>2</sup>, 4.784.265 stanovnika (popis iz 1991.) i 417 km autocesta. Godine 2000. gustoća mreže autocesta iznosi 4,75 km/1000 km<sup>2</sup> odnosno 87 km/milijun stanovnika.

Izgradnja i modernizacija cesta osnovni je preduvjet za razvoj međunarodnog transporta i ostvarenje strateških ciljeva u razvoju turističkoga gospodarstva.

U tom smislu utvrđuju se prioritetni cestovni pravci koje treba izgraditi odnosno modernizirati u blizini budućnosti.

Za kvalitetniju realizaciju turističkog prostora i brži razvoj turizma, kao prioritetni zadatak nameće se modernizacija i izgradnja autocesta i poluautocesta na onim pravcima gdje je utvrđen najveći priljev vozila.

Tablica 3. pokazuje da 51 posto vozila dolazi iz pravca Italija - Slovenija, 41 posto vozila iz pravca Austrija - Slovenija i 8 posto iz pravca Madarske u Hrvatsku [3].

Postotni udio dolazaka inozemnih turista prema pravcima dolaska

|                              | Autobus | Osobno vozilo | Motocikl | Ukupno    | Postotak |
|------------------------------|---------|---------------|----------|-----------|----------|
| Austrija - Slovenija         | 40.442  | 3.121.998     | 381      | 3.162.821 | 40,53%   |
| Madarska Italija - Slovenija | 4.181   | 649.958       | 21       | 654.166   | 8,38%    |
| Ukupno                       | 28.893  | 3.924.208     | 34.539   | 3.987.640 | 51,09%   |
| Postotak                     | 73,516  | 7,696,164     | 34,947   | 7.804,627 | 100%     |
|                              | 0,94%   | 98,61%        | 0,45%    |           |          |

Prioritetni, dakle, pravci za izgradnju i modernizaciju cesta su [4]:

- Jadranska autocesta na dijelu Trst - Rupa - Rijeka - Zadar

- Phymaska autocesta na dijelu Maribor - Macej - Zagreb - Karlovac - Split

- Autocesta Letenje - Zagreb - Karlovac - Rijeka.

Predviđeni program izgradnje i modernizacije cestovnih pravaca potrebno je realizirati po etapama i prioritetima koje će odrediti studije opravdanosti i što će ovisiti o financijskim sredstvima.

Izgradnja obilaznica gradova i vech naselja te dionica sa smanjenom propusnom moći prvi je zadatak u realizaciji ovog programa.

#### 4. Zaključak

Cestovni promet je dominantan u turističkom prometu Hrvatske i njoj konkurentnih zemalja, što pak znači: ako se želi razvijati

receptivni turizam, mora se posvetiti maksimalna pažnja gradnji modernih cestovnih prometnica i pratećih objekata. Program izgradnje i modernizacije cestovnih pravaca potrebno je realizirati po etapama i prioritetima koje će odrediti studije opravdanosti i omogućiti financijska sredstva.

Izgradnja obilaznica gradova i vech naselja, te dionica sa smanjenom propusnom moći, prvi je zadatak u realizaciji ovog programa.

#### LITERATURA

[1] A. Ciovarić, *Ekonomika turizma*, "Zagreb" - Samobor, Zagreb, 1990.

[2] S. Matoš, *Kritični aspekti funkcioniranja prometnog sustava grada Zagreba i smjernice za rješavanje*, *Suvremeni promet*, br. 3-4, Zagreb, 1996.

[3] Ministarstvo turizma - Uprava za turističku politiku i tržište RH, *Kretanje turističkog prometa od 1998. do 2000. godine* (statistički podaci).

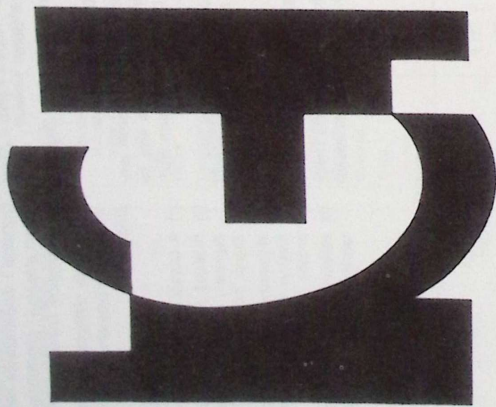
[4] Ministarstvo pomorstva, prometa i veza RH, *Strategija prometnog razvika Republike Hrvatske*, Zagreb, 1999.

#### SUMMARY

UDC 656.11:656.022.4  
Professional paper

#### Road Traffic s Factor of Tourist Supply

Touristic demand contents touristic supply where traffic factors are very significant and irreparable. They are essential for orientation and realization of touristic consumption. In this paper the main attention is on development of communicative factors in Croatia.



## INSTITUT GRAĐEVINARSTVA HRVATSKE Civil Engineering Institute of Croatia

10000 Zagreb, Janke Rakuša 1, pp 283  
tel. 01/61 44 111, 01/61 43 600, fax: 01/61 44 781

POSLOVNI CENTAR 31000 OSIJEK, Drinska 18

POSLOVNI CENTAR 51000 RIJEKA, Vukovarska 10a

POSLOVNI CENTAR 21000 SPLIT, Matice hrvatske 15

I.G.H d.o.o. 88000 MOSTAR, Dubrovačka bb

tel./fax. 031/274 400

tel. 051/330 744  
fax. 051/330 810

tel. 021/523 393  
fax. 021/551 152

tel./fax. 00 387 88/314 529

VITA

Stručni članak – Professional paper  
UDK 654.91:656.11

Prijmljeno: 3. VII. 2001.  
Prihvaćeno: 30. VII. 2001.

Zdenko LANOVIĆ, dipl. ing.  
Eugen GUNDIĆ, dipl. ing.  
Elipsa – S. Z. d.o.o., Zagreb

## RAZLIČITE TEHNIKE DETEKCije, MjERENJA I ANALIZE PROMETNE POTRAZNE NA SEMAFORIZIRANOM RASKRŠJU

### SAŽETAK

U članku se raspravlja o primjeni različitih tehnika detekcije prometnog toka u cilju nadzora i upravljanja na semaforiziranim raskršćima. Sažeto su prikazane klasične tehnologije i njihove koncepcije. Daje se osnovni pregled upotrebe videonadzora prometnog toka u suvremenom okruženju upravljanja prometnim tokovima. Ova tehnologija danas se koristi u sklopu inteligentnih transportnih sustava (ITS), kao spoja današnjih tehnoloških dostignuća u informatičkim znanostima te teoriji i praksi prometnog toka.

### 1. Uvod

Negli porast stupnja motorizacije, čiji trend ukupno gledajući biva sve veći u razmjerima promatranja cestovne infrastrukture, pa tako i na raskršćima, stvara velike probleme u funkcioniranju i zadovoljavanju očekivane razine uslужnosti. Upotrebom različitih organizacijskih i regulacijskih mjera korištenja prometnih površina za pojedine vrste prijevoza, uz ograničavanje ostalih, kao i sustava povezivanja više tipova prijevoza u jednu cjelinu (tzv. park & ride, park & bike i slični sustavi), postižu se određeni učinci koji na navedeni problem zagusenja imaju parcijalan utjecaj te ga nisu u stanju adekvatno riješiti.

Navedeni problem ne bi trebalo gledati samo s prometnog stajališta, već bi rješenja trebalo dati i sa stajališta zaštite okoliša, potrošnje energije, ekonomskih učinaka te drugih društveno korisnih dobli. Ovi elementi objedinjeni su u filozofiji razvoja prometnog sustava u okvirima održivog razvika.

U tu svrhu na raskršćima postoje sustavi nadzora, kontrole i upravljanja prometnom potražnjom, usavršavani nekoliko desetljeća, tehnologijom induktivnih petlji povezanih s upravljačkim uređajem u jednu operativnu cjelinu. Ova tehnologija pokazala se vrlo dobrom u eksploataciji, no pojavom sustava novog naraštaja koji se razvijaju u posljednjih petnaestak godina i čije se karakteristike stalno unapređuju, uvidjela se njena ograničenost.

Sustavi novog naraštaja upravljanja, kontrole i nadzora prometnog toka na raskršćima te općenito u cestovnoj mreži jesu videodetekcijski sustavi, odnosno, kako ih još nazivaju u slobod-

nom prijevodu, i sustavi širokog pojasa detekcije vozila (Wide Area Vehicle Detection System) koji koriste tehnologije prepoznavanja objekata (Video Image Processing). Ovi se sustavi nazivaju i aktivnim sustavima mjerenja i praćenja prometne potražnje. Aktivni - podrazumijeva mogućnost prilagodavanja različitih koncepcija upravljanja u realnom vremenu. Kod pasivnih sustava to nije moguće; induktivne petlje ili infracrveni detektor sličički pokriva unaprijed određeno područje pa je time određena i koncepcija upravljanja.

### 2. Klasične tehnologije detekcije prometnog toka

Današnji sustavi nadzora, kontrole i upravljanja prometnim tokom na raskršćima najviše se oslanjaju na tehnologiju induktivnih petlji na, za to projektno riješenim, pozicijama na raskršću. Potrebni podaci pribavljaju se analizom promjene induktiviteta petlje koji se ostvaruje preko pripadajuće hardverske opreme.

Danas je uobičajeno mjerenje promjene induktiviteta, obično svakih 100 ms, tj. deset puta u sekundi. Na taj način mnogo je pouzdanije mjerenje prisutnosti i najave na petlji, a po razlici intenziteta pobude kvalitetnije se obavlja klasifikacija vozila.

Položaj induktivnih petlji i njihov međusobni razmak mora biti takav da omogućuje kvalitetno primanje podražaja koje potom proslijeđuje izravno u upravljački uređaj na raskršću. Takvim međusobnim položajem moguće je:

- kategorizirati vozila i odrediti karakteristike prometnog toka; obično se mjeri putem para detektora smještenih u istom prometnom traku na određenom razmaku. Na taj način može se mjeriti:
- vrsta vozila (neki sustavi i do 25 kategorija, uobičajeno 8-9 kategorija)
- brzina vozila
- brzina prometnog toka (vremenska, prostorna i tzv. »zgladna« brzina)
- interval slijedenja;

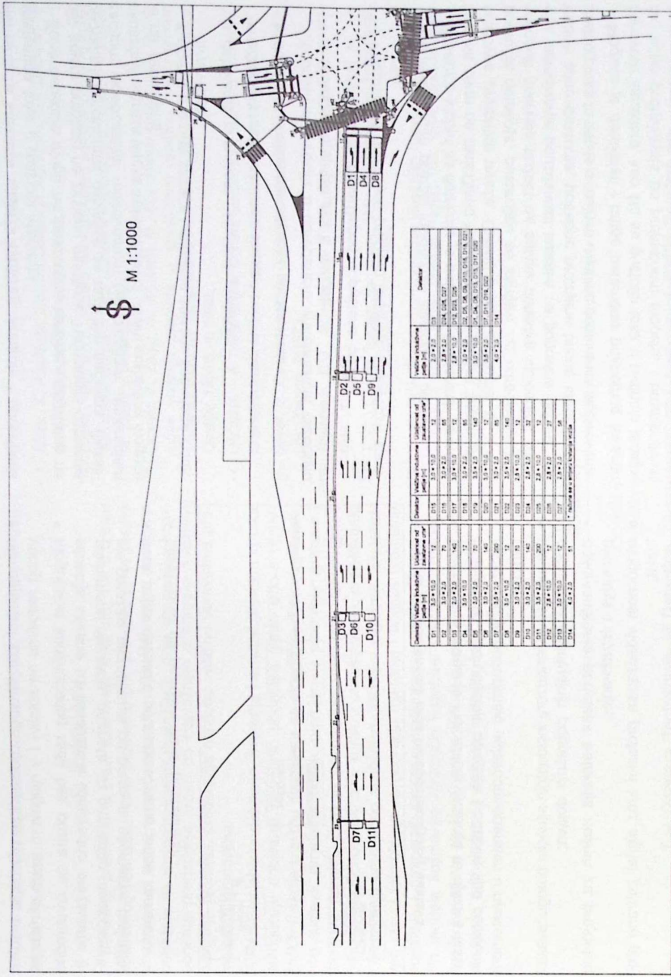
postiče i infracrvenim detektorima. Radi se o konkretnom primjeru – raskrižju projektno riješenom u [2]. Različiti položaji i veličina induktivnih petlji određuju i njihovu različitu ulogu. U ovom slučaju promatra se i analizira prometni tok na zapadnom privozu raskrižja kroz osnovne veličine:

1. *dinamička*: mjeri se najava i, općenito, prisutnost vozila u skupinama irakova na privozu kako bi se najavilo zeleno svjetlo. To je uloga detektora br. D1, D2, D4, D5, D8 i D9. Druga uloga je mjerenje intervala slijedenja između vozila, kako bi se vidjelo je li zadovoljen unaprijed definirani uvjet skupine vozila u svrhu produženja zelenog svjetla. To su parovi detektora D2 i D3, D5 i D6 te D8 i D10. Prva skupina detektora obično je postavljena kod (1) zaustavne crte i (2) na udaljenosti od zaustavne crte koju određuje maksimalna dopuštena brzina i izabrani interval produženja zelenog svjetla. Na primjer, ako je dopuštena brzina na privozu 60 km/h (16,7 m/s), a izabrani interval produženja je 3 sekunde, to znači da se detektor postavlja na  $16,7 \cdot 3 = 50$  m od zaustavne crte. Na taj način se u potpunosti iskoristava produženo zeleno svjetlo i izbjegavaju kritične situacije korištenja treptanja zelenog. Druga skupina detektora jednolično namjerava razliku u vremenu pobude. Ako je to vrijeme dostavljeno intervalu, nije zadovoljen uvjet skupine vozila. Drugi način je s pomoću razlike u vremenu pobude izračunati brzinu kretanja. Ako je ta brzina dostavljena za siguran prolazak raskrižjem, produžuje se zeleno svjetlo. Ako je brzina mala i omogućuje sigurno zaustavljanje vozila, prekida se zeleno, posebice u slučaju ako promatrano vozilo nije zadovoljilo uvjet intervala slijedenja. Neke tehnike upravljanja (npr. švedska LHOVRA) upotrebljavaju ovu tehniku (povećanje/smanjivanje zaštitnog vremena) ovisno o brzini kretanja kritičnog vozila. To se postiže produživanjem ili skraćivanjem trajanja žutog svjetla. Kada je dostignuto maksimalno zeleno svjetlo, a pojavi se vozilo s većom brzinom kretanja koje se neće moći sigurno zaustaviti, produženjem žutog svjetla povećava se zaštitno vrijeme i izbjegava potencijalno opasna situacija.

2. *statička*: mjerenje se provodi kroz repove čekanja. U ovom slučaju definirane su dvije veličine repa čekanja. Parovi detektora D4 i D6 te D8 i D10 mjere povećani rep čekanja i trakovima za ravno, a detektori D1 i D3 u traku za lijevo skretanje. U slučaju kada količina prometa na ostalim privozima raskrižja nije toliko u odnosu na promatrani rep čekanja, mijenja se signalna slika. Parovi detektora D1 i D7, D4 i D8 i D11 mjere tzv. zagušenje privoza, odnosno kada su oba para detektora zauzeta, radi se o velikom repu čekanja. U tom slučaju privoz dobiva odmah zeleno svjetlo kako bi se izbjegla opasna situacija koja izaziva uljevak kratkog traka: kada rep čekanja jednog traka ulječe na prometovanje drugim trakom.

### 3. Suvremene tehnologije detekcije prometnog toka

Nakon primjene klasičnih induktivnih petlji, sve više se počeli rabiti infracrveni detektori. Njihova, prije svega, statička funkcija i brz razvoj video tehnologije nisu omogućili njihovu širu upotrebu. Nacelo rada ove tehnologije zasnovano je na detekciji temperature povrha promatranja u odnosu na okolnu temperaturu. Prednost u odnosu na induktivne petlje su mogućnosti primanja i obrade više informacija u nekoj zoni promatranja. Osim što pružaju mogućnosti primjene kao i kod induktivnih petlji, njima se može obavljati i detekcija pješaka. Kao ilustrativni prikaz u svrhu može se navesti niz projekata toga tipa na području Velike Britanije gdje se korištenjem tih detektora postiglo produženje



Slika 1. Raskrižje Slavovska avenija – Ulica Lj. Posavskog u Zagrebu (zapadni privoz)

nije/skraćenje slobodnog prolaska pješaka na tzv. Puffin (Pedestrian User Friendly Light Crossing) pješakim prijelazima, osiguravajući tako veću razinu usluge eliminacijom nepotrebnih vremena čekanja kod oba prometna toka (pješackog i motornog). Primjena ovih detektora moguća je u svim meteorološkim uvjetima.

Postoje i infracrveni detektori čije se načelo rada razlikuje od navedenih. Naime, rade na načelu emitiranja zraka infrasppektra od izvora ka kolniku gdje prolazi vozilo te se detekcija bilježi kao razlika puta zrake između izvora i kolnika te između izvora i reflektora – prolaskom vozila put zrake je manji što rezultira detekcijom vozila. Najveći broj instalacija ove tehnologije prisutan je na području Japana.

Laserska tehnologija ponajprije se koristi za brojenje i klasifikaciju vozila. Nacelo rada se zasniva na emitiranju laserske zrake usmjerene u željenom smjeru te kao rezultat detekcije reemitiranje zrake od objekta promatranja. Kao brojači i klasifikatori vozila, laserski mjerni sustavi pružaju podatke s velikom točnošću, uz uzimanje u obzir točnosti pri otežanim meteorološkim uvjetima te pri povećanim brzinama kretanja vozila što se poboljšava određenim softverskim rješenjima. Pored ovih primjena, laserska tehnologija može se koristiti za upravljanje semaforiziranim raskrižjima, ali i kao mjerni uređaj koji može obavljati detekciju vozila javnoga gradskog prijevoza te im omogućavati prioritet prolaska na raskrižjima.

Svaka pojedina kamera može pokrivati prometni prostor cijelog privoza raskrižja nekoliko stotina metara dužine. Veza između upravljačkog sklopa i detektora ovog tipa može biti kabelaška ili bežičnim putem. Videokamere se fiksiraju na onim položajima na raskrižju koji omogućuju dobru preglednost određenog privoza u svim njegovim segmentima kako bi se postigla što bolja i raznovrsnija detekcija svih kretanja. Ovim tehnologijom se omogućuje promatranje prometnog toka privoza s jednom kamerom uz mogućnost podešavanja nekoliko stotina zona promatranja na raskrižju, gdje se svaka od zona može usporoditi s položajem jedne induktivne petlje – detektora. Podešavanje zona promatranja može se obavljati s pomoću interaktivnoga grafičkog programa kojim se putem računala točno određuju položaji tzv. virtualnog detektora. Na taj način se postavljaju

### 4. Videodetektorski sustavi

Ovi sustavi razvili su se u posljednjih petnaestak godina i uvelike se primjenjuju u svijetu. Stecu se pod različitim imenima. Prvi nazivi bili su »sustavi zatvorene televizije« (Close Cir-

- odrediti rep čekanja u dužini najudaljenijeg detektora od položaja zaustavne crte na raskrižju;

- omogućiti produženje faze prolaska vozila najavom vozila na određenom detektoru, čija udaljenost od zaustavne crte, ovisno o dopuštenoj brzini, ostvaruje potreban vremenski interval nužan za siguran prolazak vozila kroz raskrižje (prometno ovisno upravljanje);

- registrirati najavu vozila te na taj način u sklopu prometno ovisnog upravljanja omogućiti davanje zelenog svjetla ili, ako nema najave vozila, aktiviranje one signalne grupe iz čijeg smjera postoji potreba za prolaskom kroz raskrižje;

- detektirati incidentne situacije koje se mogu očituati kao jednostavni problemi zastoja vozila, manjih kvazova vozila, ali i situacija prometnih nezgoda. To je moguće detektirati na osnovi zaadržavanja vozila na petlji u vremenu duljem no što je potrebno za obavljanje ostalih funkcija;

- klasificirati vozila po tipu tj. namjeni, danas se to ostvaruje obično u vozilima javnog prijevoza i intervencijom vozilima. Ta vozila imaju sklop koji na poseban način pobuđuje detektorsku petlju i na taj način detektira karakteristično vozilo, danas se polako napuštaju sustavi detekcije putem veličine vozila zbog mogućih pogrešaka u detekciji.

Tako prikupljeni osnovni podaci obrađuju se definiranim prometnim modelima. Na primjer, brojenjem vozila i njihovog intervala slijedenja, moguće je dobiti gustoću prometnog toka. Datanas postoje razvijeni sustavi za detektiranje izvanrednih situacija (Automatic Incident Detection Algorithms) koji s velikom vjerojatnošću upozorava na situacije povećanog zastoja zbog kvaza vozila ili prometne nezgode u promatranom prometnom traku.

Pri polaganju u cestovni zastor, najnoviji sustavi induktivnih petlji zaštićeni su različitim specijalnim omotačima otpornim na kolnička opterećenja te i same petlje mogu biti elastično opterećene, a da takvu vrstu deformacije sam upravljački uređaj registrira te na osnovi toga adekvatno obavija funkciju. Problemi prikupljenih podataka detekcijom mogu nastati u njihovoj vjerodostojnosti, tj. neke situacije na raskrižju mogu biti programski shvaćene na pogrešan način te može doći do izvanrednog rada upravljačkog uređaja, a time i do određenih nepoželjnih uvjeta koji se kvantificiraju kroz parametre kvalitete odvijanja prometnog toka. Gubici koji nastaju pri takvim situacijama prikazuju se kroz povećano prosječno vrijeme čekanja na raskrižju, pojavom povećanog repa čekanja, nemogućnostima odvijanja koordinacije unutar segmenta mreže, povećanom potrošnjom goriva, povećanjem frustriranosti (nervoze) vozača te ukupno gledajući i mogućom potpunom zagušenju raskrižja. Unatoč navedenim ograničenjima, tehnologija detekcije vozila induktivnim petljama ocjenjuje se zadovoljavajućom, posebice sa stajališta troškova i koristi, te još uvijek zauzima široku primjenu u promatranju prometnog toka na raskrižjima i ostalim dijelovima prometne mreže.

Posebice važan tip detekcije je detekcija već spomenutih incidentnih situacija pri čijim pojavama u određenim slučajevima nije moguće programski točno utvrditi postojeci problem. Takvi problemi mogu nastati u specifičnim situacijama te se mogu odnositi i na sve segmente promatranja prometnog toka ovog tehnologijom. Da bi se ublažio navedeni problem u svijetu, tu već postoji razvijeni na desete upravljačkih procedura kojima se programiraju upravljački uređaji – jedan primjer prikazan je u [1].

Praktičan primjer korištenja induktivnih petlji u svrhu mjerenja i analize prometnog toka na raskrižju prikazan je na slici 1. Ovaj primjer riješen je induktivnim petljama. Ekvivalentan učinak se