

MOGUĆNOST TRANZICIJE HRVATSKOG PROMETNOG SEKTORA U SEKTOR S NISKOM EMISIJOM STAKLENIČKIH PLINOVA

TRANSITION OF CROATIAN TRANSPORT SECTOR TO THE LOW CARBON EMISSION SECTOR - POSSIBILITIES

Drago Pupavac, dr.sc., prof.v.šk²⁰¹

Tomislav Župić, mr.sc., viši predavač²⁰²

Ivica Baković, viši predavač²⁰³

Sažetak: *Temeljni cilj ovoga znanstvenog rada jest istražiti mogućnost tranzicije hrvatskog prometnog sektora u sektor s niskom emisijom stakleničkih plinova. Polazna pretpostavka ovoga rada jest da se zacrtani ciljevi Europske Unije o smanjenju domaće emisije stakleničkih plinova u prometnom sektoru Republike Hrvatske ne mogu ostvariti bez poduzimanja brojnih ekonomskih i regulacijskih mjera u zaštiti okoliša. Da bi se ostvario cilj istraživanja i dokazala postavljena hipoteza, predmet istraživanja od značaja za ovaj rad su eksterni troškovi prometa te ovisnost ukupne emisije stakleničkih plinova u prometnom sektoru Republike Hrvatske, bruto domaćeg proizvoda i broja osobnih vozila. Rezultati istraživanja temelje se na mikroekonomskoj analizi i metodi regresijske analize.*

Ključne riječi: *prometni sektor, eksterni troškovi, emisija stakleničkih plinova, bruto domaći proizvod, registrirana osobna vozila*

Abstract: *The basic objective of this research is to investigate the possibility of Croatian transport sector transition to the sector with low emissions of greenhouse gases. The initial assumption is that the intended goals of the European Union on the reduction of domestic greenhouse gas emissions in Croatian transport sector cannot be achieved without taking a number of economic and regulatory measures to protect the environment. In order to prove the given hypothesis, relevant subjects of research were external costs of transport and dependence of the total greenhouse gas emissions in the Croatian transport sector, gross domestic product and the number of passenger cars. Research results are based on microeconomic analysis and regression analysis.*

Key words: *transport sector, external costs, greenhouse gas emission, gross domestic product, registered passenger cars*

1. UVOD

Tranzicija europskog gospodarstva u konkurentno gospodarstvo s niskom emisijom stakleničkih plinova temelji se na potrebi Europske Unije o smanjenju domaće emisije stakleničkih plinova za 80% do 2050. godine. Europska komisija sačinila je i prijedlog

²⁰¹ Veleučilište u Rijeci, Vukovarska 58, 51000 Rijeka-HR

²⁰² Veleučilište „Nikola Tesla“ u Gospiću, Trg Bana Ivana Karlovića 16, Gospić-HR

²⁰³ Veleučilište „Nikola Tesla“ u Gospiću, Trg Bana Ivana Karlovića 16, Gospić-HR

smanjenja emisije stakleničkih plinova za najvažnije sektore. Za sektor prometa (transporta) prijedlog se temelji na potrebi smanjenja emisije stakleničkih plinova za 9% do 2030. godine, odnosno za 54 do 67% do 2050. godine. Kako je u Hrvatskoj naglasak nacionalnih planova prometnog razvitka na investicijama u cestovnu prometnu infrastrukturu logično se nameće pitanje, Je li Hrvatska u stanju ispuniti zacrtane ciljeve?

Povećanjem ponude cestovne prometne infrastrukture, cestovni promet stavlja se u povoljniji položaj u odnosu na druge grane prometa, unatoč tome što je emisija CO₂-eq iz cestovnog prometa dominantna u sektoru Promet. Ova prednost dolazi posebno do izražaja kada cijena prometnih usluga ne uključuje eksterne troškove prometa. To dovodi do prevelike proizvodnje prometnih usluga proizvođači pri tome značajne društvene gubitke. U skladu s tim u drugom dijelu ovoga rada istražuje se faktori formiranja prometne ponude. Treći dio rada u fokusu ima eksterne troškove u prometu. U četvrtom dijelu rada istražuje se međudnos eksternih troškova u prometu i prometne ponude. Ispitivanje varijacija između ukupne emisije stakleničkih plinova u sektoru promet, bruto domaćeg proizvoda i broja registriranih osobnih vozila predmet je istraživanja u petom dijelu rada. Na kraju rada nalazi se zaključak u kojemu su prezentirani najvažniji rezultati istraživanja, a kojima je dokazana postavljena hipoteza..

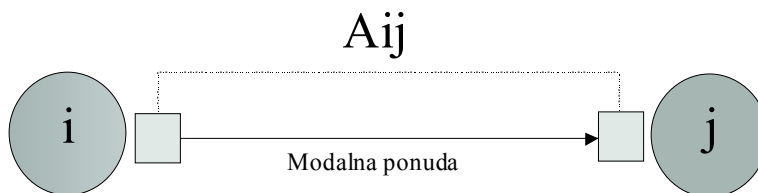


Mr.sc. Tomislav Župić, rođen je u Zagrebu 15. kolovoza 1950. godine. Diplomirao i magistrirao na Fakultetu prometnih znanosti u Zagrebu. Doktorski je kandidat pri FPZ-u u Zagrebu iz područja tehničko-tehnoloških sustava u transportu. Autor i/ili suautor većeg broja znanstvenih i stručnih radova. Radi kao viši predavač na stručnom studiju Cestovnog prometa Veleučilišta „Nikola Tesla“ u Gospiću. Nositelj je pet stručnih kolegija.

2. PROMETNA PONUDA

Prometna ponuda označava kapacitete prometne infrastrukture i prometne suprastrukture koja se nudi ili stoji na raspolaganju na određenom geografskom prostoru u određeno vrijeme (Pupavac, 2009).

Prometna ponuda najčešće se označava s A_{ij} i označava prometnu ponudu između ishodišta i i odredišta j (cf. sliku 1).

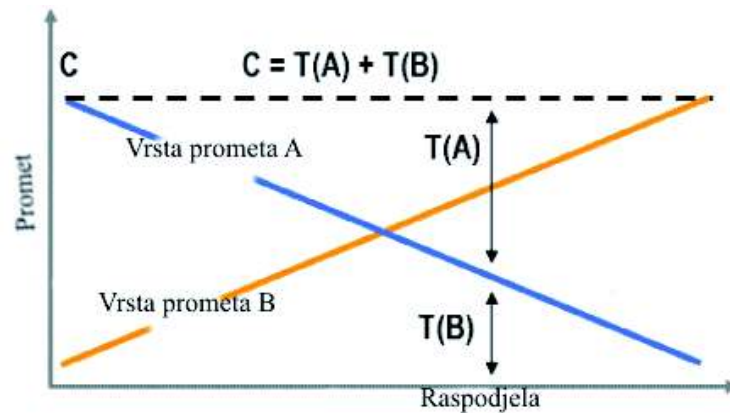


Slika 1. Prometna ponuda

Prometna ponuda određena je ponudom pojedinih vrsta prijevoza (modalna ponuda) i intermodalnom ponudom koja označava kapacitet prekrcaja s jedne na drugu vrstu prijevoza.

Prometna ponuda između ishodišta i odredišta određena je: 1) infrastrukturnim kapacitetima, 2) značajkama transportnih sredstava (transportni troškovi, cijena prijevoza, vrijeme prijevoza, učestalost prijevoza) i 3) značajkama prometne mreže (duljina i kapacitet prometnica, vrijeme i troškovi vožnje na danj prometnici).

Temeljem slike 2 vidljivo je da postojeća dva oblika prijevoza A i B dijele istu prometnu infrastrukturu. Uz pretpostavku da koriste postojeću infrastrukturu u punom kapacitetu, tada potražnja za ova dva oblika prijevoza $T(A)$ i $T(B)$ označava ukupni kapacitet C .



Slika 2. Utjecaj modalne konkurencije na prometnu ponudu [4]

Promjene u jednom od ova dva oblika prijevoza uzrokovat će troškove za drugi oblik prijevoza. Stoga ne čudi činjenica da razvijene EU države redefiniiraju nacionalne politike prometnog razvitka u smjeru stimuliranja potražnje ekološki prihvatljivijih oblika prometa tj. smanjenja potražnje za cestovnim prometom, a povećanjem potražnje za željezničkim, pomorskim i intermodalnim transportom. Nadalje, razvijene EU države uvode instrumente različitih operativnih restrikcija korištenja cestovnih prometnih opcija s ciljem kompenzacije eksternih troškova prometa i mijenjanja konkurentskih uvjeta između prometnih grana na prometnom tržištu.

3. EKSTERNI TROŠKOVI U PROMETU

Vrijednost transportne usluge određena je visinom troškova koji nastaju njenom proizvodnjom. Troškovi proizvodnje transportne usluge sastoje se od troškova sredstava i materijala rada, troškova rada te troškova učinjenih narušavanjem kvalitete života i okoliša. Eksterni troškovi prometa su kategorija društvenih troškova, koje proizvode izvršitelji transportne usluge, a snosi ih društvo u cjelini. Eksterne troškove moguće je podijeliti u nekoliko različitih skupina. Razlog tome je njihovo detektiranje, praćenje, točnije mjerenje i jednostavnije internaliziranje. Za pojavljivanje eksternih troškova u ekonomskoj literaturi zaslužan je *Artur Cecil Pigou* 1912. godine koji je predložio prvu strategiju internalizacije. Predložio je uvođenje regulacijske trošarine koja se dodaje na cijenu aktivnosti koja stvara, eksterni trošak u jednakom iznosu. [1] Ta trošarina prozvana je *Pigou-ov* porez. Time bi eksterni troškovi postali troškovi prijevoznika.

U svijetu je napravljen veliki broj studija koje kvantificiraju eksterne troškove prometa. Eksterni troškovi prometa u tim studijama uglavnom se procjenjuju između 5 i 10% vrijednosti bruto domaćeg proizvoda (BDP-a). Istraživanje vrste i visine eksternih troškova

prometa pridonosi utvrđivanju kriterija za internalizaciji eksternih troškova na pojedine prometne grane. Točan iznos eksternih troškova prometa nije moguće izračunati zbog nemogućnosti kvantificiranja svih negativnih učinaka, ali je moguće utvrditi približan iznos koji se različitim metodama može internalizirati i time pridonijeti ravnomjernijem i pravednijem razvoju svih grana prometa, posebice razvoju intermodalnog transporta.

Prva studija o eksternim troškovima prometa izrađena je temeljem podataka iz 1991. godine, a objavljena je 1994. godine. U studiji su razmatrane samo četiri skupine eksternih troškova, i to: 1) prometne nesreće, 2) buka, 3) onečišćenje zraka i 4) promjene klime. U kasnijim studijama dodavane su i druge skupine eksternih troškova. Utvrđeno je da su eksterni troškovi na razini promatranih europskih država u 2000. godini iznosili 650 milijardi eura ili 7,3% bruto domaćeg proizvoda. Da se radi o iznimno velikom iznosu potvrđuje i podatak da promet obuhvaća oko 8% europskog BDP-a. Tako promet ima dvostruku i suprostavljenu funkciju. Promet ima nezamjenjivu funkciju u povezivanju i integriranju nacionalnih gospodarstava, a istodobno je neprijeporna činjenica da promet izaziva velike društvene troškove (ekološke štete).

Prema novijem istraživanju koje su zajednički radili njemački instituti Fraunhofer ISI, CE Delft i švicarski

INFRAS eksterni troškovi koje stvori promet iznose ukupno 510 milijardi od čega 93% otpada na cestovni prijevoz. Nova studija pokazuje da kada se jedna tona tereta umjesto vlakom prevozi kamionima ukupno se generira 4,3 puta više eksternih troškova. Ako se usporedi prijevoz 1000 tona robe na udaljenost od jedan kilometar studija pokazuje da riječni brodovi za taj prijevoz naprave 11,2 Eura eksternog troška, kamioni 34 Eura, a željeznica samo 7,9 Eura. [5] Ovi podatci upućuju na nužnost internalizacije eksternih troškova prometa. Internalizacija bi trebala pridonijeti smanjivanju eksternih troškova prometa i ujednačavanju konkurentske sposobnosti pojedinih prometnih grana. Kao krajnji cilj internalizacije eksternih troškova u prometu nameće se prebacivanje potražnje na željeznicu, koja se po svim karakteristikama ističe kao ekološki najbolji način prijevoza.



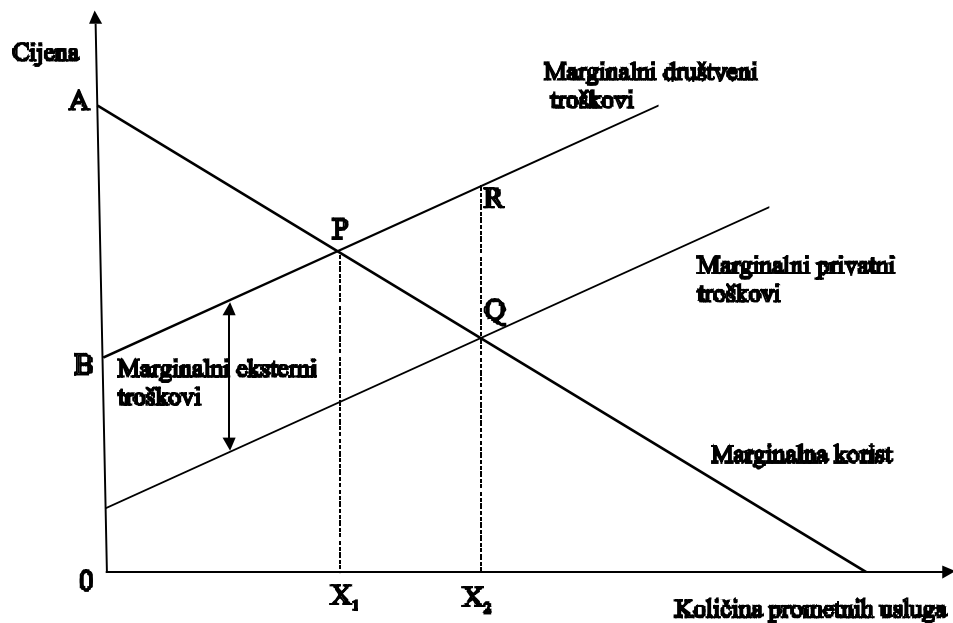
Ivica Baković, dipl.ing. rođen je u Šipovu 2. svibnja 1981 godine, Bosna i Hercegovina. Diplomirao na Fakultetu prometnih znanosti u Zagrebu. Doktorski je kandidat pri FPZ-u u Zagrebu. Autor i/ili suautor većeg broja znanstvenih i stručnih radova. Radi kao viši predavač na stručnom studiju Cestovnog prometa Veleučilišta „Nikola Tesla“ u Gospiću. Nositelj je više stručnih kolegija. Obnaša funkciju prodekana za razvoj i suradnju Veleučilišta „Nikola Tesla“ u Gospiću. Predsjednik je Hrvatskog znanstvenog društva za promet.

4. MEĐUODNOS EKSTERNIH TROŠKOVA U PROMETU I PROMETNE PONUDE

Određujući optimalnu količinu proizvodnje koja će rezultirati najnižim troškovima po jedinici proizvodnje, proizvođač prometnih usluga minimizira interne (direktne) troškove, tj. one troškove koje mora direktno snositi on sam. Međutim, često proizvodnja prometnih usluga uvjetuje, osim direktnih troškova koje snosi direktni proizvođač, još i indirektno troškove, koje ne snosi sam proizvođač, već netko izvana. Takvi se troškovi zovu indirektni ili eksterni troškovi ili eksterne disekonomije proizvodnje prometne usluge. Zbog toga se ukupni troškovi proizvodnje prometnih usluga mogu prikazati kao zbroj eksternih i internih troškova:

$$\text{Društveni troškovi proizvodnje transportnih usluga} = \text{eksterni troškovi} + \text{interni troškovi.}$$

Cijena prometnih usluga koja ne uključuje eksterne troškove preniska je s motrišta društva. U tom slučaju krivulja ponude ili krivulja marginalnih troškova je preniska i sječe se s krivuljom potražnje u točki koja dovodi do prevelike proizvodnje prometnih usluga proizvođači pri tom društvene gubitke. To znači da je efikasna društvena razina proizvodnje prometnih usluga često niža od efikasne razine proizvodnje privatnog proizvođača. Da bi se navedena tvrdnja i dokazala razmatra se situacija predložena slikom 3.



Slika 3. Gubitak društvenog bogatstva zbog izostavljanja eksternih troškova u privatnim kalkulacijama proizvođača prometnih usluga [7]

Optimalna količina proizvedenih prometnih usluga s motrišta društva je X₁, pri kojoj su marginalni troškovi jednaki marginalnoj koristi. U tom slučaju ukupna društvena korist jednaka je površini ABP. U stvarnosti proizvođači prometnih usluga u svojim kalkulacijama uzimaju u razmatranje samo marginalne privatne (interne) troškove i proizvode količinu prometnih usluga označenu s X₂. Marginalni društveni troškovi veći su od marginalne dobiti za sve količine prometnih usluga proizvedene iznad veličine X₁, što je označeno površinom PQR. Pri proizvedenoj količini prometnih usluga X₂ društvena korist iznosi ABP minus PQR. U ovakvim slučajevima kada tržište nije u stanju uspostaviti optimalnu ravnotežu s motrišta društva (gubitak društvenog bogatstva), vlasti mogu intervenirati, primjerice, uvođenjem ekološkog poreza/naknade u visini eksternih troškova.

5. ISPITIVANJE VARIJACIJA IZMEĐU EKUPNE EMISJE STAKLENIČKIH PLINOVA U SEKTORU PROMET, BRUTO DOMAĆEG PROIZVODA I BROJA REGISTRIRANIH OSOBNIH VOZILA

Tranzicija europskog gospodarstva u konkurentno gospodarstvo s niskom emisijom stakleničkih plinova temelji se na potrebi Europske Unije o smanjenju domaće emisije stakleničkih plinova za 80% do 2050. godine. Da bi se taj cilj i ostvario nužno je prosječno godišnje smanjenje emisije stakleničkih plinova od 1% do 2020. godine, zatim od 1,5% od 2020. do 2030. godine i 2% od 2030. do 2050. godine. Europska komisija sačinila je i prijedlog smanjenja emisije stakleničkih plinova za najvažnije sektore. Prijedlog se temelji na pretpostavkama o različitim stopama tehnoloških inovacija i cijenama fosilnih goriva (cf. tablicu 1).

GHG smanje emisije stakleničkih plinova u usporedbi 1990.	2005.	2030.	2050.
Ukupno	-7%	-40 do -44%	-79 do -82%
Sektori			
Energetski sektor	-7%	-54 do -68%	-93 do -99%
Industrija	-20%	-34 do -40%	-83 do -87%
Transport	+30%	+20 do -9%	-54 do -67%
Domaćinstva	-12%	-37 do -53%	-88 do -91%
Poljoprivreda	-20%	-36 do -37%	-42 do -49%
Ostalo	-30%	-72 do -73%	-70% do -78%

Tablica 1. Smanjenje emisije stakleničkih plinova GHG [2]

Emisija CO₂-eq iz sektora Promet u 2012. godini u Republici Hrvatskoj iznosila je 5.749 Gg što je za 8,3 % manje nego u rekordnoj 2007. godini. Ovo smanjenje rezultat je gospodarske krize (manjeg bruto domaćeg proizvoda i manjeg broja registriranih osobnih vozila) i nešto manje potrošnje goriva u cestovnom prometu. U skladu s tim, istražena je ovisnost CO₂, bruto domaćeg proizvoda i broja osobnih vozila u Republici Hrvatskoj. Rezultat regresijske analize za razdoblje od 1990. do 2013. godine prikazan je u tablici 2.

Regression Summary for Dependent Variable: CO2 (emisijaCo2.sta) R= ,99134696 R2= ,98276880 Adjusted R2= ,98112774 F(2,21)=598,86 p						
	Beta	Std.Err. - of Beta	B	Std.Err. - of B	t(21)	p-level
Intercept			-124,404	240,5395	-0,517186	0,610431
Osobna vozila	0,732362	0,079503	2,658	0,2885	9,211744	0,000000
BDP	0,272410	0,079503	0,007	0,0020	3,426406	0,002536

Tablica 2. Rezultat regresijske analize

Podatci iz tablice 2 ilustriraju čvrstu korelaciju između broja osobnih automobila, bruto domaćeg proizvoda i emisije CO₂ u prometnom sektoru Republike Hrvatske (R=0,99; F(2,21)=598,86; p<0,01). Temeljem provedene regresijske analize odnosi između CO₂ kao ovisne i broja osobnih automobila i bruto domaćeg proizvoda kao neovisnih varijabli najbolje se mogu opisati linearnom funkcijom

$$Y = -124,404 + 2,658 X_1 + 0,007 X_2 \quad (1)$$

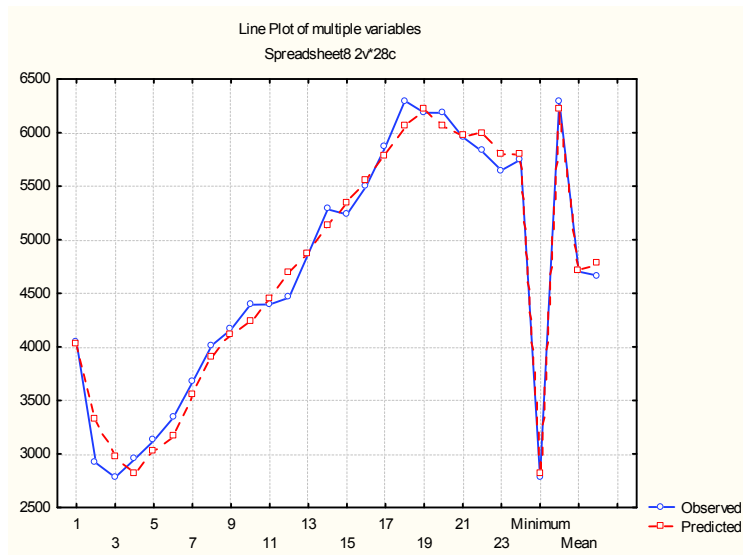
gdje je:

Y – emisija CO₂

X_1 – broj osobnih vozila

X_2 – bruto domaći proizvod

Slikom 4 prikazana je usporedba između stvarnih i modelom predviđenih vrijednosti varijabli, čime je dodatno potvrđena aplikativnost modela (1) za procjenu emisije stakleničkih plinova u prometnom sektoru Republike Hrvatske.



Slika 4. Usporedba rezultata ekonometrijskog modela i stvarnih podataka za ukupnu emisiju stakleničkih plinova u prometnom sektoru u Republici Hrvatskoj za razdoblje od 1990. do 2013. godine

To znači ako bi se broj osobnih vozila u Republici Hrvatskoj nastavio povećavati po prosječnoj godišnjoj stopi rasta od 3%, a bruto domaći proizvod po prosječnoj stopi rasta od 2%, bez poduzimanja ekonomskih i regulacijskih instrumenata zaštite okoliša i novih tehnoloških inovacija ukupna emisija CO₂ u sektoru promet u Republici Hrvatskoj do 2030. godine povećala bi se za 58,3% u odnosu na 2013. godinu, a do 2050. godine za 171,7% u odnosu na 2013. godinu (cf. tablicu 3).

Godina	Osobna vozila (000)	BDP	Emisija CO ₂ (Gg)
2013.	1448	292238,5	5749
2030.	2393	409205	9101
2050.	4323	608057	15622

Tablica 3. Procjena emisije CO₂ u sektoru promet Republike Hrvatske 2030. i 2050. godine

6. ZAKLJUČAK

U cilju kreiranja učinkovitijeg i održivog europskog prometnog sustava nužno je primijeniti brojne ekonomske i regulacijske instrumente zaštite okoliša. Bez poduzimanja takvih mjera i tehnoloških inovacija, a uz pretpostavku prosječne godišnje stope rasta registriranih osobnih vozila od 3% i rasta bruto domaćeg proizvoda po prosječnoj stopi rasta od 2%, samo bi se u prometnom sektoru Republike Hrvatske ukupna emisija CO₂ povećala za više od 58% do 2030. godine, odnosno za oko 172% do 2050. godine.

Do 2030. godine, glavni pokretač za obrat trenda povećanja emisije stakleničkih plinova u ovom sektoru vjerojatno će ostati poboljšana učinkovitost korištenja goriva. Tehnološke inovacije mogu pomoći u kreiranju učinkovitijeg i održivog europskog i hrvatskog prometnog sustava i to: 1) djelujući na učinkovitost vozila kroz nove motore, materijale i dizajn; 2) korištenje čišće energije putem novih goriva i pogonskih sustava; 3) bolje korištenje prometne mreže i sigurniji rad kroz primjenu informacijskih i komunikacijskih tehnologija.

Da bi se ostvarilo značajnije smanjenje štetnih emisija prometnog sustava nužno je poduzeti cijeli set mjera kao što su: ekonomske mjere u rješavanju problema zagušenja prometa i zagađenja zraka, naplaćivanje korištenja infrastrukture, inteligentni urbanizam i poboljšanje javnog prijevoza, ekološki porezi, razvoj električnih vozila i sl. Sve ovo treba se temeljiti na strategije razvoja prometnog sustava koja je u skladu s koncepcijom održivosti.

REFERENCES

- [1] Črnjar, M., Črnjar, K. (2009). Menadžment održivog razvoja, Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu u Opatiji Sveučilišta u Rijeci i Glosa, Rijeka.
- [2] European Commission (2011). A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050, Brussels.
- [3] Handbook on estimation of external costs in transport sector, CE Delft 2008.
- [4] <http://people.hofstra.edu> (pristup: 29.12.2014.)
- [5] Klečina, A.: Subvencije čitave EU za cestovni promet čak 474 milijarde eura godišnje, Savez za željeznicu, dostupno na www.szz.hr, pristup: 15.06.2012.
- [6] Pupavac, D. (2009). Načela ekonomike prometa, Veleučilište u Rijeci, Rijeka.
- [7] Pupavac, D., Župić, T. (2016). Sustavni pristup izučavanju eksternih troškova prometa, Suvremeni promet, Hrvatsko znanstveno društvo za promet, Vol. 36., Br. 1-2, Zagreb.