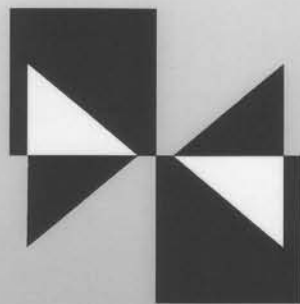




KoREMA

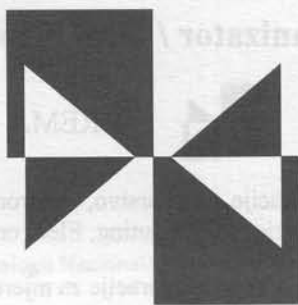
Zbornik radova
Proceedings

Tridesetdrugi skup o prometnim sustavima
s međunarodnim sudjelovanjem
**AUTOMATIZACIJA
U PROMETU 2012**

32nd Conference on Transportation Systems
with International Participation
**AUTOMATION IN
TRANSPORTATION 2012**

November 14-18, 2012

Zagreb – Croatia / Vienna – Austria



KoREMA

Zbornik radova / Proceedings

**Tridesetdrugi skup o prometnim sustavima
s međunarodnim sudjelovanjem**

**AUTOMATIZACIJA
U PROMETU 2012**

**32nd Conference on Transportation Systems
with International Participation**

**AUTOMATION IN
TRANSPORTATION 2012**

Cestovni promet / Road Transportation

Zračni promet / Air Transportation

Pomorski i riječni promet / Maritime and River Transportation

Željeznički promet / Railway Transportation

Studeni / November 14-18, 2012

Zagreb– Croatia / Vienna – Austria

Organizator / Organized by:



KoREMA

Hrvatsko društvo za komunikacije, računarstvo, elektroniku, mjerenja i automatiku /
Croatian Society for Communications, Computing, Electronics, Measurements and Control

Član Međunarodne konfederacije za mjerenje IMEKO /
Member of the International Measurement Confederation IMEKO

Član Međunarodne federacije za automatsko upravljanje IFAC /
Member of the International Federation of Automatic Control IFAC

Tajništvo / Secretariat: Unska 3, P.O.Box 473, HR-10001 Zagreb
Phone: (+385 1) 612 98 69, 612 98 70, Fax: (+385 1) 612 98 70
E-mail: korema@korema.hr, URL: <http://www.korema.hr>

Pokroviteljstvo / Sponsorship:

Ministarstvo pomorstva, prometa i infrastructure RH / Ministry of the Maritime Affairs, Transport and
Infrastructure RH

Ministarstvo gospodarstva RH / Ministry of Economy RH

Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta RH / Ministry of Science, Education and Sports RH

Elektrotehnički fakultet Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku / Faculty of Electrical
Engineering University Josip Juraj Strossmayer of Osijek

Fakultet elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu / Faculty of Electrical Engineering and
Computing University of Zagreb

Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Splitu / Faculty of Electrical
Engineering, Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Split

Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu / Faculty of Transport and Traffic Engineering
University of Zagreb

Pomorski fakultet Sveučilišta u Rijeci / Faculty of Maritime Studies University of Rijeka

Pomorski fakultet Sveučilišta u Splitu / Faculty of Maritime Studies University of Split

Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti - Znanstveno vijeće za promet / Croatian Academy of
Sciences and Arts - The Scientific Council for Traffic

Hrvatska gospodarska komora / Croatian Chamber of Economy

Hrvatska komora inženjera tehnologije prometa i transporta / Croatian Chamber of Transport Engineers

KONČAR – Elektroindustrija d.d., Zagreb / KONČAR – Electrical Industries Inc.

Associazione Nazionale Ingegneri ed Architetti Italiani – ANIAI, Roma, Italy

Österreichische Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft, Wien, Österreich¹

Österreichische Ingenieur- und Architekten - Verein, Wien, Österreich

Közlekedéstudományi Egyesület, Budapest, Hungary

Sponzori / Sponsors:

Altpro

DARS

HŽ – Infrastruktura

HŽ – Putnički prijevoz

Končar-Distributivni i specijalni transformatori

Končar – Električna vozila

Končar – Elektronika i informatika

Končar – Inženjering za energetiku i transport

Končar – Generatori i motori

Siemens

Zračna luka Dubrovnik

Zračna luka Split

SADRŽAJ / CONTENTS

CESTOVNI PROMET / ROAD TRANSPORTATION

CIP zapis dostupan u računalnome katalogu Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu pod brojem 823186

M. Arasović, T. Kaser, H. Červak: Public Accessible Meteorological Systems Network Model for Road Traffic Weather-Conditioned Safety Adaptation	1
M. Gragović: Model adaptivnog upravljanja saobraćajnom mrežom baziran na sistemu nepravilnog zaključivanja / Model of Adaptive Control for Road Intersection Based on Fuzzy Reasoning System	2
I.J. Krpan, R. Maršanić, M. Maršić: Mogućnost primjene postupaka višekriterijske optimizacije u prometnom planiranju i projektiranju / Possibility of Applying Multi-criteria Optimization Process in Transport Planning and Design	13
H. Červak, M. Ivanković, T. Kaser: Energetska učinkovitost u cestovnom prometu / Energy Efficiency of Road Traffic	19
S. Soković, H. Baričević, Ž. Štampar: Benchmarking u cestovnom prijevozu putnika / Benchmarking in Passenger Road Transport	26
M. Širić, T. Božić, R. Džanić: Prijevoz osoba s invaliditetom u gradu Zagrebu / Transport of Persons with Disabilities in the City of Zagreb	31

Međunarodni programski odbor / International Program Committee

K. Bombol (Macedonia)	L. Kos (Slovenia)
L. Borbáth (Hungary)	M. Kulović (USA)
J. Božičević (Croatia)	M. Marchis (Italy)
G. Fadin (Italy)	P. Toth (Hungary)
E. Hvid (Denmark)	H. Warmuth (Austria)

Organizacijski odbor / Organizing Committee

Ž. Šakić, Croatia – president	
M. Anžek, Zagreb	T. Macan, Dubrovnik
H. Baričević, Rijeka	B. Mikanac, Zagreb
M. Brkić, Zagreb	M. Mirić, Zagreb
T. Ganza, Zagreb	S. Pavlin, Zagreb
Ž. Hocenski, Osijek	D. Perović, Pula
B. Korbar, Zagreb	D. Starčević, Zagreb

Izdavač / Publisher:

KoREMA, Unska 3, Zagreb, Croatia

Urednik / Editor:

Željko Šakić

Svi radovi su tiskani kao rukopis
All papers are printed in their original form

Zračni promet / AIR TRANSPORTATION	
R. Bruck: Future Trends in Passenger Services – an Airport Perspective	69
R. Škorić-Babić, M. Ozimec-Ras: Implementacija elektroničkog otpisa putovanja na tržištu zračnog prometa / Croatia / Flight Implementation in the Croatian Air Cargo Market	73
V. Vesina: Model planiranja Zračne luke Split / Shift Work Planning Model of Airport Ground Handling – Case Study Split Airport	77
Ž. Marušić, D. Štanić, M. Opačič: Impact of Aircraft Utilisation Intensity on Technical Dispatch Reliability	83

SADRŽAJ / CONTENTS

CESTOVNI PROMET / ROAD TRANSPORTATION

R. Filjar, S. Kos, D. Huljević: Role of Space Weather Impact Assessment on Sustainable Operation of GNSS-Based Transport Systems	1
M. Antunović, T. Keser, H. Glavaš: Public Accessible Micrometeorological Stations Network Model for Road Traffic Weather Conditioned Safety Supervision.....	5
M. Gregurić: Model adaptivnog upravljanja cestovnim raskrižjem temeljen na neizrazitom sustavu zaključivanja / Model of Adaptive Control for Road Intersection Based on Fuzzy Reasoning System.....	9
Lj. Krpan, R. Maršanić, M. Mamić: Mogućnost primjene postupka višekriterijske optimizacije u prometnom planiranju i projektiranju / Possibility of Applying Multicriteria Optimization Process in Transport Planning and Design.....	13
H. Glavaš, M. Ivanović, T. Keser : Energetska učinkovitost u cestovnom prometu / Energy Efficiency of Road Traffic.....	19
S. Šolman, H. Baričević, Ž. Smojver: Benchmarking u cestovnom prijevozu putnika / Benchmarking in Passenger Road Transport	26
M. Mirić, Z. Bobuš, R. Džanić: Prijevoz osoba s invaliditetom u gradu Zagrebu / Transport of Persons with Disabilities in the City of Zagreb	31
S. Alispahić, M. Tešija: Utjecaj rizičnih situacija vozača motocikla na sigurnost cestovnog prometa / Influence of Risk Situations of Motorcycle Riders on Road Safety	35
R. Maršanić, D. Frka, S. Muschet: Počeci organizirane naplate parkiranja u Gradu Rijeci / Beginning of Organized Payment for Parking Services in the City of Rijeka.....	39
S. Matoš, S. Šimurina: Razvoj sustava naplate parkiranja u Gradu Zagrebu promjenom korištenja povlaštenih parkirnih karata / City of Zagreb Parking Charging System Development by Parking Permits Usage Modification.....	45
R. Maršanić, S. Muschet , D. Frka: Primjena geografsko informacijskog sustava u upravljanju javnim parkiralištima / Application of the Geographical Information Systems in Managing Public Parking.....	52
I. Vulić, Ž. Ivanović: Razmišljanje o sadašnjem pristupu razvoja regionalnog prometa Dalmacije – primjer pogrešaka na obilaznici Omiša / A Observation about Today's Approach to Dalmatian's Regional Traffic Development, Example of Round of Omish	56
G. Tomljenović, I. Ašćić: Zimsko održavanje cesta kao čimbenik sigurnosti u cestovnom prometu / Winter Road Maintenance as Factor of Safety in Road Traffic.....	61
U. Zorin, R. Rijavec, B. Gostiša, J. Pirc, S. Gorup: Slovenian Traffic Management and Control Systems	65

ZRAČNI PROMET / AIR TRANSPORTATION

R. Rauch: Future Trends in Passenger Self Service Processing on Airports	69
R. Škurla Babić, M. Ozmec-Ban: Implementacija elektroničkog cargo poslovanja na tržištu zračnog prometa Hrvatske / E-Freight Implementation in the Croatian Air Cargo Market.....	73
V. Vetma: Model planiranja smjenskog rada u prihvatu i otpremi zrakoplova na primjeru Zračne luke Split / Shift Work Planning Model of Aircraft Ground Handling – Case Study Split Airport	77
Ž. Marušić, D. Šimunović, M. Opačak: Impact of Aircraft Utilisation Intensity on Technical Dispatch Reliability	83

M. Poljančić, E. Bazijanac, A. Domitrović: Mjerenje i analiza ispušnih plinova zrakoplovnog klipnog motora / Measurement and Analysis of an Aircraft Piston Engine Exhaust Gasses.....	89
I. Tukarić, A. Domitrović, E. Bazijanac: Analiza problema prisustva ispušnih plinova u kabini zrakoplova s klipnim motorom / Analysis of Exhaust Gas Presence in a Cabin of an Aircraft With Piston Engine.....	93
S. Krile, M. Krile: Better Profitability of Multi-Stop Flight Routes.....	97
S. Pavlin, M. Starčević, V. Vetma: Povezivanje Zračne luke Zagreb i Grada Zagreba / Zagreb Airport and the City of Zagreb Connections.....	101
T. Gradišar, D. Šimunović, M. Opačak: Communication Loops within Organisation in Respect to Safety Culture.....	105

POMORSKI I RIJEČNI PROMET / MARITIME AND RIVER TRANSPORTATION

I. Aleksi, Ž. Hocenski, D. Kraus: Trajectory Planning Based on 3D CAD Models for Autonomous Underwater Vehicle Inspection	108
V. Valković, J. Obhodaš, I. Šuker: Underwater Surface Inspection of Infrastructure Objects	114
S. Martinić-Cezar, D. Kezić, N. Račić: Computer Control of Intelligent Ship Engine Sulzer RT-flex.....	121
I. Krelja Perković, M. Bernobić, D. Perović: Brod jaružar za usisavanje / Trailing Suction Hopper Dredger	126
I. Krelja Perković, M. Bernobić, D. Andačić, M. Roce: Opis sustava automatike i dinamičkog pozicioniranja na brodu tipa jaružar za usisavanje / Description of Automation and Dynamic Positioning System on Trailing Suction Hopper Dredger	130
G. Jelčić, D. Perović, M. Vražić: AC - sinus - frekvencijski pretvarači / AC - Sinus Frequency Converters	134
M. Bernobić, A. Milić, M. Roce, I. Krelja Perković, D. Andačić: Siguran povratak u luku / Safe Return To Port	140
T. Rožić, A. Orlić Protega, J. Vrdoljak: Određivanje optimalnog broja pristana kontejnerskog terminala Ploče / Optimal Berth Number Determination for Container Terminal Ploče	144
R. Kovačević, I. Vulić, Ž. Ivanović: Lukobran makarske luke, multidisciplinarni pogled / Jetty for Makarska's Port, a Multidiscipline Approach	150
R. Kadrić, M. Tušek, I. Šuker: CRORIS – hrvatski riječni informacijski servisi / CRORIS - Croatian River Information Services.....	155
I. Bortas, M. Perko, J. Vrdoljak: Utjecaj prostornog razvoja bečke luke na prostorno planiranje luke Zagreb / Influence of Vienna Port Spatial Development on Urban Planning Port of Zagreb	162

ŽELJEZNIČKI PROMET / RAILWAY TRANSPORTATION

Č. Glavaš: Neke mogućnosti podizanja energetske učinkovitosti tramvajskog prijevoza u Zagrebu / Some Aspects of Improving the Energy Efficiency of Tram Traffic in City of Zagreb	169
D. Brčić, M. Slavulj, D. Šojat: Analysis of Tram Priority in the City of Zagreb.....	173
D. Crnarić: Sustav za mjerenje promjera i profila vijenca kotača na tračničkim vozilima / System for Wheel Diameter and Flange Profile Measurement on Rolling Stock	177

Dž. Čelić: Proračun magnetskog i električnog polja sustava električne vuče i procjena utjecaja na ljude / Calculation of Magnetic and Electric Fields of Electric Traction System and Influence on Humans	181
M. Lukač, G. Ješe, J. Ungarov : Zamjena sustava električne vuče 3 kV= sustavom 25 kV, 50 Hz na pruzi Moravice-Rijeka-Šapjane / Replacement of Electric Traction System 3 kV DC with 25 kV, 50 Hz AC on the Railway Line Moravice-Rijeka-Šapjane.....	186
T.J. Mlinarić, H. Haramina, I. Raspudić, B. Duvnjak: Uloga regionalnog prijevoza u razvoju putničkog prometa u Republici Hrvatskoj / Role of the Regional Railway Traffic in Development of Passenger Transport Service in Republic of Croatia.....	190
I. Gršković, J. Ninić, I. Križanović: Varijante novih željezničkih vozila baziranih na niskopodnom vlaku HŽ 6112 / A Range of the new Railway Vehicles Based on the Low Floor EMU HŽ 6112.....	196
J. Kunac, B. Radoš, D. Ljubek: Intermodalni vagoni / Intermodal Wagons.....	202
H. Haramina, T.J. Mlinarić, D. Bilić: Utjecaj sustava podrške u vožnji vlaka na učinkovitost željezničkog prometa / Impact of Train Driver Support System on Railway Traffic Efficiency	206
M. Davidović: Utjecaj pouzdanosti signalno-sigurnosnih uređaja na učinkovitost željeznice / Impact of Interlocking Systems Reliability on Railway Productivity	210
A. Schöbel, B. Korbar: Automated Hot Box Detection for Derailment Prevention	214
M. Viduka: Željeznički signalno sigurnosni uređaji dizajnirani za razinu sigurnosti (SIL) 4 / Railway Safety Signalling Devices Designed for Safety Integrity Level (SIL) 4.....	218
L. Kos, M. Otrin: New Legislative Framework and Conformity Assessment in "TSI" of Conventional Rail System.....	222
M. Otrin, L. Kos: Practical Experiences with the Railway Directive 2008/57/EC	228
I. Spajić: Modernizacija signalno sigurnosnog sustava - Zagreb Glavni kolodvor / Replacement of the Signalling and Interlocking System in Zagreb Main Railway Station	232

K. Tušek: Željeznica i filatelija (Filatelistička izložba prigodom 32. skupa o prometnim sustavima "Automatizacija u prometu 2012" - KoREMA)

INDEX AUTORA / INDEX OF AUTHORS

Aleksi I.	108	Mamić M.	13
Alispahić S.	35	Maršanić R.	13, 39, 52
Andačić D.	130, 140	Martinić-Cezar S.	121
Antunović M.	5	Marušić Ž.	83
Aščić I.	61	Matoš S.	45
Baričević H.	26	Milić A.	140
Bazijanac E.	89, 93	Mirić M.	31
Bernobić, M.	126, 130, 140	Mlinarić T.J.	190, 206
Bilić D.	206	Muschet S.	39, 52
Bobuš Z.	31	Ninić J.	196
Bortas I.	162	Obhodaš J.	114
Brčić D.	173	Opačak M.	83, 105
Crnarić D.	177	Orlić Protega A.	144
Čelić Dž.	181	Otrin M.	222, 228
Davidović M.	210	Ozmec-Ban M.	73
Domitrović A.	89, 93	Pavlin S.	101
Duvnjak B.	190	Perko M.	162
Džanić R.	31	Perović D.	126, 134
Filjar R.	1	Pirc J.	65
Frka D.	39, 52	Poljančić M.	89
Glavaš Č.	169	Račić N.	121
Glavaš H.	5, 19	Radoš B.	202
Gorup S.	65	Raspudić I.	190
Gostiša B.	65	Rauch R.	69
Gradišar T.	105	Rijavec R.	65
Gregurić M.	9	Roce M.	130, 140
Gršković I.	196	Rožić T.	144
Haramina H.	190, 206	Schöbel A.	214
Hocenski Ž.	108	Slavulj M.	173
Huljević D.	1	Smojver Ž.	26
Ivanović M.	19	Spajić I.	232
Ivanović Ž.	56, 150	Starčević M.	101
Jelčić G.	134	Šimunović D.	83, 105
Ješe G.	186	Šimurina S.	45
Kadrić R.	155	Škurla Babić R.	73
Keser T.	5, 19	Šojat D.	173
Kezić D.	121	Šolman S.	26
Korbar B.	214	Šuker I.	114, 155
Kos L.	222, 228	Tešija M.	35
Kos S.	1	Tomljenović G.	61
Kovačević R.	150	Tukarić I.	93
Kraus D.	108	Tušek M.	155
Krelja Perković I.	126, 130, 140	Ungarov J.	186
Krile M.	97	Valković V.	114
Krile S.	97	Vetma V.	77, 101
Križanović I.	196	Viduka M.	218
Krpan Lj.	13	Vražić M.	134
Kunac J.	202	Vrdoljak J.	144, 162
Lukač M.	186	Vulić I.	56, 150
Ljubek D.	202	Zorin U.	65

ENERGETSKA UČINKOVITOST U CESTOVNOM PROMETU

Hrvoje Glavaš, Milan Ivanović, Tomislav Keser
Elektrotehnički fakultet Osijek, Kneza Trpimira 2b, 31000 Osijek

Sažetak

Cestovni promet koji danas poznajemo u svojoj 243 godini postojanja koristi 23 % ukupne svjetske potrošnje energije. Energetska učinkovitost se nameće kao rješenje "održivog" razvoja cestovnog prometa. Analiza povijesnog tijeka rasta prometa i njegovog udjela u energetske bilanci za daljnji razvoj nameće tri osnovne strategije. Prva i najstarija strategija je poboljšanje energetske učinkovitosti postojećih oblika vozila. Druga je strategija prelazak na učinkovitije oblike transporta u smislu potenciranja javnog transporta, željeznice, riječnog prometa, car-sharing-a, car-pooling-a, ekovožnje, upotrebe bicikla i smanjenja nepotrebnih putovanja korištenjem informacijske infrastrukture. Treća je strategija promjena osnovnog energenta i prelaska na komprimirani prirodni plin, ukapljeni zemni plin, korištenje biodizela, etanola, električne energije i vodika kao pogonskog goriva. Stvarni doprinos energetske učinkovitosti u prometu očituje se kroz sinergiju rečenih strategija. Doprinos pojedinih mjera mora se pratiti kroz analizu indikatora energetske učinkovitosti koji se u ovom radu prikazuju za područje prometa kao komparativna osnova energetske učinkovitosti.

ENERGY EFFICIENCY OF ROAD TRAFFIC

Abstract

Road traffic, which we know today in its 243 year of existence, uses 23% of total world energy consumption. Energy efficiency could be the solution for sustainable development of road transport. Analysis of the historical traffic growth and its share in the energy balance imposes three basic strategies. The first and oldest strategy is to improve the energy efficiency of existing types of vehicles. Another strategy is to move efficiently forms of transport in terms of stimulating public transport, railways, river transport, car-sharing, a car-pooling, ECOWELL, use of bicycle and reduce unnecessary travel by using the information infrastructure. The third strategy is a change of primary energy and switching to compressed natural gas, liquefied natural gas, the use of biodiesel, ethanol, electricity and hydrogen as a fuel. The actual contribution of energy efficiency in transport can be seen through the synergy of the mentioned strategy. The contribution of individual measures must be monitored through the analysis of energy efficiency indicators, which in this paper show for the transport as a comparative basis for energy efficiency.

1. UVOD

Energetska učinkovitost je često korišten pojam kojim se danas pokušavaju riješiti gotovo svi energetske izazovi. Energetska učinkovitost je nastojanje smanjenja gubitaka u postupku transformacije energije. Promet je, pored zgradarstva i industrije jedan od tri područja koja imaju potencijal za uštede u ukupnim gubicima transformacije energije. Transport prema EIA 2012 (U.S. Energy Information Administration) predstavlja 23 % ukupnih energetske potreba. U Republici Hrvatskoj od 1991. do 2010. godine udio potrošnje prometnog sektora u neposrednoj potrošnji porastao je s 21% na 32,69 % uz

prosječan godišnji porast 4 % iako u zadnjoj godini u odnosu na prethodnu bilježimo pad od 3,3 %.

2. ENERGETSKA UČINKOVITOST U CESTOVNOM PROMETU

2.1. Povijesni razvoj cestovnog prometa

Povijest cestovnog transporta počinje 1769. godine kada je Nicolas-Joseph Cugnot (France) napravio prvi samohodni stroj na paru koji je postizao brzinu 4 km/h. Prije toga praktično i nije bilo transporta jer se sav prijevoz vršio uz pomoć konjske zaprege. Iz bogate povijesti izdvojimo

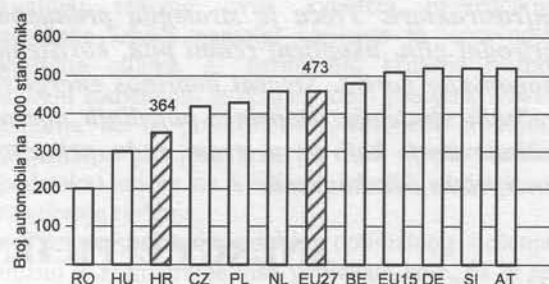
godine i događaje koji opisuju i lokalni doprinos razvoju cestovnog prometa:

- 1726-32. Karolina prva makadamska cesta koja je Karlovac spajala s Bakrom i kasnije lukom u Rijeci
- 1769. Nicolas-Joseph Cugnot samohodni parni stroj.
- 1779. završena Jozefinska cesta koja Karlovac spaja sa Senjom, prva prometnica koja je povezivala primorje i unutrašnjost RH.
- 1787. g. John Fitch (United States) pokreće svoj parobrod dužine 1,4 m na rijeci Delaware
- 1803-11. Lujzinska cesta od Rijeke do Karlovca
- 1804. Richard Trevithick - Parna lokomotiva je vukla 10 t, 70 putnika, 5 vagona na relaciji 14 km
- 1832-39. Robert Anderson (Scotland) izrađuje prvi električni automobil.
- 1857. izgrađena je prva pruga u RH
- 1860. Jean Joseph Étienne Lenoir konstruirao dvotaktni motor
- 1867. godine Nicolaus August Otto konstruirao četverotaktni motor
- 1885-86. Karl Friedrich Benz (Germany) pravi automobil na benzinski pogon i tri točka
- 1889. Panhard & Levassor (1889) i Peugeot (1891) otvarju prve tvornice automobila
- 1891. William Morrison izrađuje elektromobil za 6 putnika.
- 1897. Electric Carriage and Wagon Company of Philadelphia proizvodi taksi za potrebe NY
- 1899. Lohner-Porsche prvi hibridni automobil
- 1908. Henry Ford - Model T koristio je etanol i benzin kao pogonsko gorivo do 1927. 15 milijuna. Maksimalna brzina manja od 30 km/h
- 1915. Plank road (drvena cesta) preko pješčanog terena – California
- 1916. Woods Motor Vehicle Company of Chicago - prvi hibridni automobil
- 1929-32. prva dionica autoputa između Dusseldorfa i Opladen-a
- 1935-60. povlačenje električnog automobila
- 1950. otvoren autoput "Zagreb-Beograd" dužine 382 km
- 1953. Zavodi Crvena Zastava započinju proizvodnju osobnih automobila
- 1958. Volvo uvodi pojas u automobil
- 1960. Kraj parne lokomotive u US.
- 1961. Josip Roglić prijedlog rute autoceste Split-Zagreb
- 1963. Yasuzaburou Kobori (Japan) izumio zračni jastuk
- 1966. postavljen prvi standard ispusta (CO i HC u SAD, CA), postignut modifikacijom motora
- 1967. 204 milijuna vozila
- 1969. 216 milijuna vozila
- 1971. 256 milijuna vozila
- 1975. uveden katalizator

- 1982. 443 milijuna vozila
- 1991. 592 milijuna automobila u svijetu od toga više od 120 u US. US - 77% CO, 49% NOx i 40% HC
- 2003. Renault plasira prvi plug-in "Elect'road" (modificirani Kangoo na bazi NiCa) autonomije 150 km
- 2005. Autocesta Karlovac-Split
- 2007. Đakovo povezan autocestom sa Zagrebom
- 2008. Autocesta Rijeka-Zagreb
- 2009. 980 miliona vozila
- 2009. Osijek povezan autocestom sa Zagrebom
- 2010. 1015 miliona vozila.

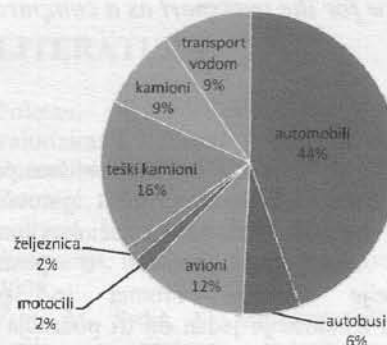
2.2. Bilanca cestovnog prometa

Broj osobnih (vozila konstantno raste) na 1 000 stanovnika u pojedinim zemljama Europe u 2009. godini prikazan je slikom 1.



Sl.1. Broj osobnih vozila na 1000 stanovnika

Svaki treći građanin RH posjeduje automobil dok u EU svaki drugi. Udio pojedinih oblika prijevoza u svijetu prikazan je slikom 3. Vidljiva je dominacija osobnih automobila. U strukturi ukupnog broja osobnih vozila RH (od '95 do '08) udio benzinskih automobila smanjio se s 80,5% na 61,2%, dok je udio dizel automobila porastao sa 17,5% na 34,3%. Udio vozila na UNP porastao je s 2,0% na 4,6% [2].

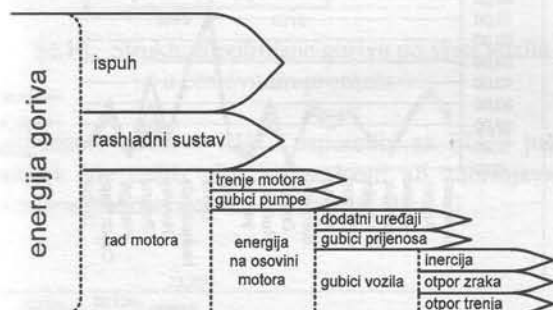


Sl.2. Struktura svjetskog prometa [3]

2.3. Energetska učinkovitost vozila

Od ukupne energije goriva svega se 1% koristi za transport mase putnika ostatak otpada na

zadovoljenje osnovnih zakona termodinamike i fizike. Tipična bilanca automobila kaže da se za moment koristi 12 % energije goriva. Ostatak odlazi na gubitke od kojih su: ispuhu (33 %), hlađenja (29 %), trenja u motoru (13 %), prijenos osovina (5,5 %) i kočenja (7,5 %). Analizom načelne energetske bilance vozila [6], prikazane slikom 3. možemo prepoznati potencijalna mjesta uštede energenta.



Sl.3. Energetska bilanca osobnog automobila

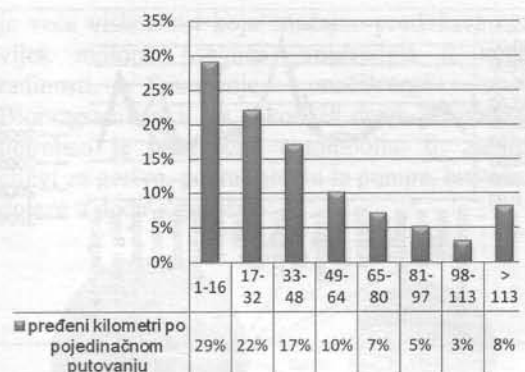
Proizvođači kontinuirano unapređuju vozila što je vidljivo kroz smanjenje potrošnje. Specifična potrošnja novih automobila po pojedinim zemljama kao i trend pada prikazani su tablicom 1.

Tablica 1. Specifična potrošnja novih automobila u l/100km

	2005	2008	2009	00-09 (%)
European Union	6,48	6,11	n.a.	-1,72
Austria	6,37	6,29	6,03	-1,09
Belgium	5,97	5,72	5,51	-1,94
Croatia	7,40	7,49	n.a.	-1,05
Denmark	6,41	5,60	5,35	-2,91
Spain	6,03	5,79	5,54	-1,39
Finland	7,40	6,50	6,30	-1,55
France	5,94	5,39	5,15	-2,50
Germany	6,99	6,60	n.a.	-1,21
Greece	7,01	7,01	7,10	n.a.
Hungary	7,40	7,40	7,40	-0,30
Ireland	6,86	6,42	5,71	-1,98
Italy	5,91	5,75	n.a.	-1,52
Latvia	7,46	7,18	n.a.	n.a.
Luxembourg	6,56	6,20	n.a.	-1,40
Malta	6,47	6,19	n.a.	n.a.
Netherlands	7,01	6,55	n.a.	-1,07
Poland	6,22	6,09	n.a.	n.a.
Portugal	5,67	5,41	n.a.	-2,50
Czech Rep.	6,29	6,28	n.a.	n.a.
United Kingdom	6,84	6,32	n.a.	-1,94

Prema podacima iz US Bureau of Transportation pokazuju da 78% migranata dnevno putuju 40 kilometara ili manje, sl.4..

Spoznaja o prosječnoj dnevnoj pređenoj udaljenosti daje potporu razvoju električnih i hibridnih vozila. Pri tome treba napraviti podjelu na Hibridna vozila, Plug-in hibridna vozila, Plug-in vozila i Električna vozila.



Sl.4. Prosječna pređena dnevna udaljenost putničkih vozila

Hibridna električna vozila (HEV) su vrsta vozila koji kombinira motor s unutrašnjim izgaranjem (ICE) s električnim pogonskog sustava. Prisutnost električnog pogonskog sustava je radi postizanja ekonomičnosti potrošnje goriva u odnosu na konvencionalna vozila, ili bolje performanse. Postoje više raznih vrsta HEV-a. Najčešći oblik HEV je hibridni električni automobil, iako postoje hibridni električni kamioni, tegljači i autobusi.

Plug-in Hybrid (PHEVs) su vozila koja električnu energiju primaju i iz električne mreže. Imenuju se oznakom oblika: PHEV-[mi] ili PHEV km. Broj predstavlja udaljenost koju vozilo može preći samo na baterijskom napajanju. Na primjer, PHEV-20 mogu putovati dvadeset milja (32 km) bez korištenja ICE agregata tj. bez izgaranja benzina. Isto vozilu u EU nosilo bi oznaku PHEV32.

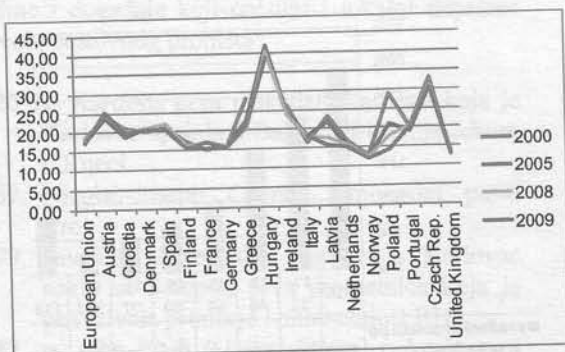
Plug-in (PEV) električno vozilo je vozilo koje crpi snagu poticaja iz baterije s kapacitetom od najmanje 4 kilovat sati; mogu se puniti iz vanjskog izvora električne energije i biti potpora stabilnosti EES-a.

Električna vozila (EV) sve vrste vozila koja pokreće električna energija.

7. srpnja 2011. promociji EV-a u RH pomoglo je otvaranje prve pilot punionice električnih vozila ispred zgrade Energetskog instituta Hrvoje Požar (EIHP).

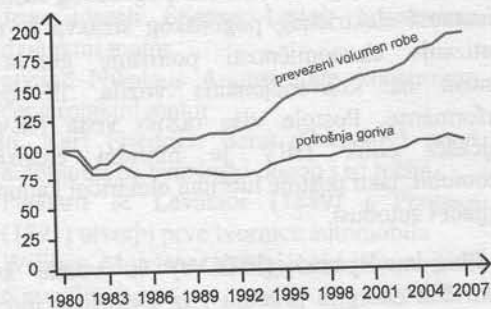
2.4. Promjena oblika transporta

U strukturi prijevoza Republike Hrvatske pri transportu tereta dominira cestovni promet 67%, u strukturi putničkog prijevoza udio cestovni promet sudjeluje s preko 85% [1]. Situacija u zemljama EU dana je slikom 5, [7].



Sl. 5. Postotni udio javnog prijevoza u ukupnom prijevozu putnika

Poboljšanje energetske učinkovitosti potencira važnost javnog prijevoza. Na primjeru iz USA vidljivo je rast prednosti transporta željeznicom, sl. 6.



Sl.6. Prevezena roba naspram potrošnje goriva, USA željeznica

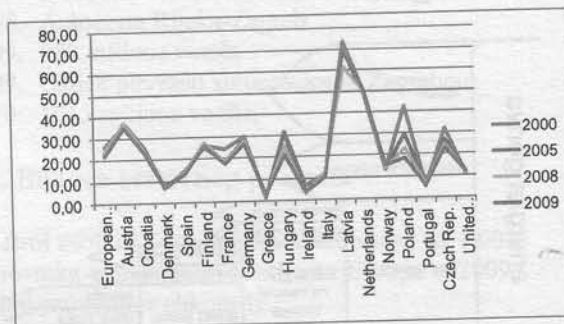
EU ima razvijen javni prijevoz koji u većim gradovima istiskuje upotrebu osobnih automobila. Potenciranja javnog transporta, željeznice, riječnog prometa, car-sharing-a i upotrebe bicikla značajno olakšavaju život u gradu.

Car-sharing je organizirano, zajedničko korištenje motornih vozila kojeg Auto-sharing organizacije nude kao svoju uslugu. Carsharing u sebi nosi komponentu jačanja javnog prijevoza, mobilnosti i smanjenje utjecaja na okoliš. Korisnici plaćaju godišnju članarinu i po potrebi mogu rezervirati i koristiti vozilo iz ponude Auto-sharing organizacije. Posuđeno vozilo vraćaju po završetku korištenja a pruženu uslugu plaćaju po vrsti vozila, vremenu upotrebe i pređenim kilometrima. Predstavlja idealno rješenje u gusto naseljenim sredinama gdje vlasništvo nad slabo korištenim vozilom uzrokuje velike financijske izdatke [8].

Bike-share idealno rješenje za transport u gusto naseljenim sredinama gdje se po potrebi posuđuje bicikl na jednoj lokaciji i vraća na drugoj. Vodeći gradovi na tom planu su Copenhagen i Amsterdam. 2011. godine pokrenut je pilot projekt u Osijeku.

Osim car-sharinga, bike-shara na raspolaganju su nam car-pooling-a i ekovožnja. Car-pooling je proizašao kao odgovor na rast cijene energenata u USA. Vlasnici automobila koji obično se vozi sami uzimaju suputnike i dijele troškove puta.

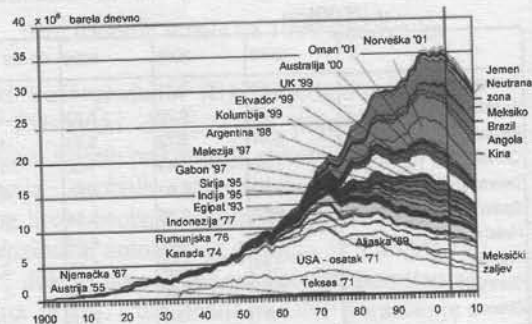
Ekovožnja je pokret edukacije vozača [9] koji je zahvaljujući EIHP-u zaživio i u RH. Integracija pojedinih oblika transporta veće je detaljno obrađena kroz djelovanje Automatizacije u prometu i dobro poznata sudionicima konferencija. Zbog važnosti povećanja željezničkog i riječnog transporta slika 7. prikazuje njihov udio u ukupnom transportu roba za pojedine zemlje EU.



Sl. 7. Postotni udio željezničkog i riječnog transporta u transportu roba EU.

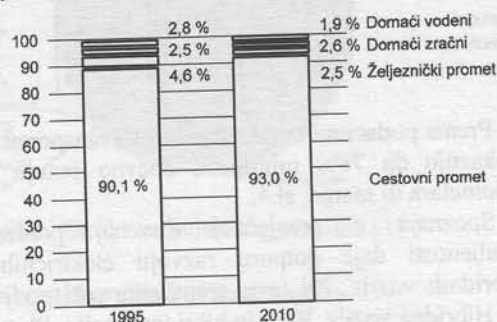
2.5. Zamjena energenta

Zamjena energenata je pokušaj daljnjeg održivog razvoja prometa uz prihvaćanje posljedica Hubberovog maksimuma i smanjenja količine crpljenja nafte, slika 8.

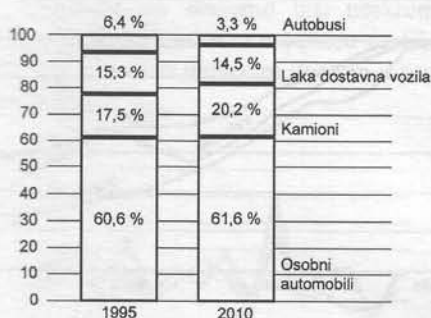


Sl. 8. Trendovi crpljenja nafte

Ovisnost cestovnog prometa o naftnim derivatima najbolje opisuje slika 9. dok strukturu potrošnje po pojedinim vrstama vozila možemo vidjeti iz slike 10.

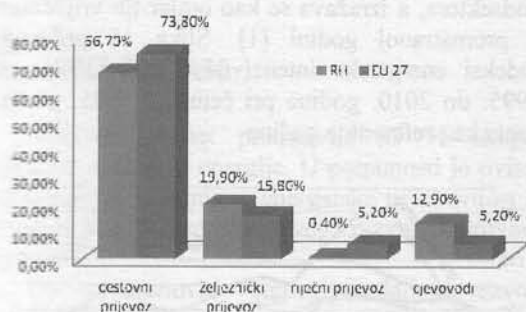


Sl.9. Struktura ukupne potrošnje goriva po pojedinom obliku prijevoza



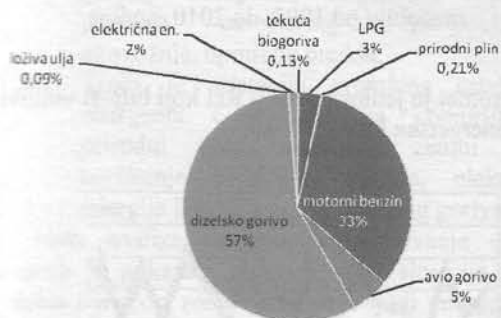
SI.10. Struktura potrošnje goriva po vrsti vozila u cestovnom prometu

Transport tereta u RH u usporedbi sa EU27 još uvijek ide nešto više željeznicom ali zabrinjava neiskorištenost riječnog transporta, slika 11.



SI.11. Struktura tonskih kilometara u transportu tereta u RH 2010. god. i EU27 2009.

U strukturi potrošnje Republike Hrvatske dominira dizelsko gorivo s 57,19 % te motorni benzin s 32,70 %.

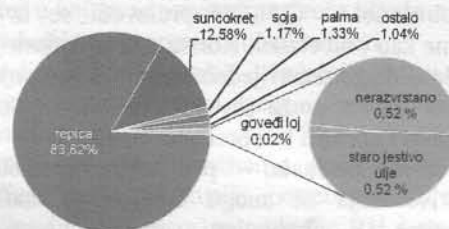


SI 12. Struktura potrošnje goriva u RH

Goriva koja su nam trenutno na raspolaganju kako "alternativa" naftnim derivatima su: biodizel, etanol, električna energija, vodik, prirodni plin i propan.

Biodizel je obnovljivi oblik goriva koji se proizvodi iz (slika) biljnih ulja, životinjske masnoće i otpadnog prehrambenog ulja esterifikacijom ulja s alkoholom. Biodizel je komercijalni naziv pod kojim se metil-ester nalazi na tržištu. Prednosti biodizela nad običnim dizelom

je veća viskoznost koja značajno produžava radni vijek motora. Moguća proizvodnja u kućnoj radinosti. Smanjenje onečišćenja okoliš. Biorazgradivost u tlu nakon 28 dana. Za upotrebu potrebno je prilagodba automobila, tj. zamjena cijevi za gorivo, povrat goriva iz pumpe, brtve koje dolaze u dodir s gorivom.



SI.13. Sirovinska osnova Biodizela

Etanol C_2H_5OH je gorivo nastalo hidrolizom molekula škroba enzimima u šećer koji fermentira u alkohol. Sirovina za proizvodnju je: šećerna trska (70 l/t), melasa (86 l/t), kukuruz (370 l/t), drvo (160 l/t) i poljoprivredni ostaci. Predstavlja zamjena za benzin a do 20% udjela u mješavini može se koristiti bez preinaka motora. Osnovne faze u procesu proizvodnje etanola su: priprema sirovine, fermentacija i destilacija etanola. Priprema sirovine je zapravo hidroliza molekula škroba enzimima u šećer. Uobičajeno proizvodnja je fermentacija u peći s običnim kvascem gdje za 24-72 h dobijemo 8 do 10% alkohola. Slijedi destilacija tog alkohola u nekoliko faza čime se dobiva koncentracija 95% etanola. Proizvodnja čistog etanola za miješanje s benzinom provodi se dodavanjem benzena i nastavljanjem destilacija do koncentracije 99,8%. Vodeća zemlja u proizvodnji etanola je Brazil, 15% brazilskih vozila se kreće na čisti etanol, 40% koriste 20%-tnu smjesu s benzinom. U SAD-u etanol čini oko 9% ukupne godišnje prodaje benzina.

Električna energija je najčistiji oblik energije ako zanemarimo postupak njenog dobijanja a predstavlja osnovu za pokretanje svih električnih vozila: Hybrid electric vehicles (HEVs), Plug-in hybrid electric vehicles (PHEVs) i All-electric vehicles (EVs).

Vodik kao gorivo se može koristiti u motorima sa unutarnjim izgaranjem ili električnim automobilima pokretanim gorivnim ćelijama.

Prirodni plin je fosilno gorivo koje se najvećim dijelom (85% do 95%) sastoji od metana (CH_4), koji je najjednostavniji ugljikovodik bez mirisa i okusa. Smjesa metana i zraka je eksplozivna. Preostali udio (5% do 15%) su složeniji ugljikovodici, etan, dušik, ugljični dioksid itd. Kao gorivo u prometu poznat je pod nazivima CNG (compressed natural gas) ili LNG (liquefied natural gas).

Propan C_3H_8 poznatiji kao LPG (liquefied petroleum gas) plin bez boje i mirisa kojem se dodaju etan-etiol ili tetrahydro-tiofen radi mirisa.

Ogrjevna moć Biodizela je 37,2 MJ/l, Etanola 26,8 MJ/l, Bioplina 26 MJ/Nm³, prirodnog plina 34-38 MJ/Nm³. Usporedbe radi nafta ima ogrjevnu moć 42 MJ/l, kameni ugljen 24-37,7 MJ/kg, mrki 12,7-23,9 MJ/kg, lignit do 12,6 MJ/kg.

Pojavljaju se i nova goriva kao što su:

Biobutanol – C₄H₉OH proizvodi se iz iste sirovine kao i bioetanol. Koristi se kao industrijsko otapalo. Energetska vrijednost je 10-20% manja od benzina ali se može do 85% udjela mješati s benzinom i koristiti bez preinake vozila,

Drop-In Biofuels – predstavlja sve oblike biogoriva koja se mogu mješati sa naftnim derivatima i distribuirati pomoću postojeće infrastrukture,

Methanol – CH₃OH poznat kao alkohol iz drvne biomase sličan etanolu ali manjih proizvodnih troškova,

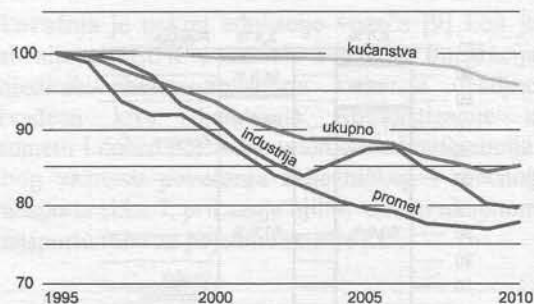
P-Series goriva kombinacija prirodnog plina, etanola i CH₃C₄H₇O,

Bioplin – svi oblici plina dobiveni anaerobnom digestijom, npr. bimetanol i deponijski plin. Bioplin je otprilike 20 % lakši od zraka, bez mirisa i boje. Temperatura zapaljenja je između 650 i 750 °C, a gori čisto plavim plamenom. Njegova energetska vrijednost je ~20 MJ/Nm³,

xTL goriva – sintetička tekuća goriva dobijena Fischer-Tropschov postupkom razvijenom 1933. godine za dobivanje motornih goriva. Vodik i ugljikov monoksid miješaju se u omjeru 2:1 i prevode pri temperaturi od 200 °C preko nikla ili kobalta kao katalizatora. Dobivena smjesa ugljikovodika može se razdijeliti u dizelsku i benzinsku frakciju.

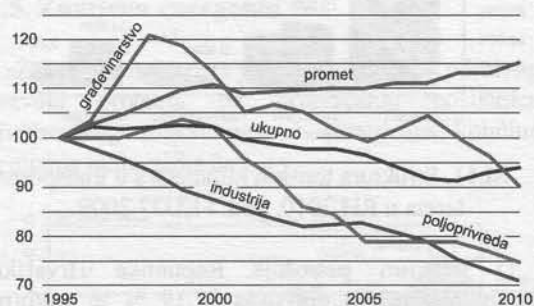
2.6. Indikatori energetske učinkovitosti

Indikatori energetske učinkovitosti su pokazatelji specifičnih energetske potreba. Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (Environment and Energy Management Agency) koordinirala je ODYSSEE-MURE projekt u kojem se koristi ODEX indeks za bolju procjenu energetske učinkovitosti. Indeks se računa kao određeni prosjek podsektorskih indikatora energetske učinkovitosti što omogućuje analizu indikatora s različitim jedinica za pojedine podsektore, kWh/app, koe/m²... ODEX je jednak iznosu energetske uštede i možemo ga definirati kao $(E/(E+ES)) \cdot 100$ gdje je E energija a ES energetska ušteda. Npr. dva podsektora imaju potrošnju 70% i 30% u baznoj godini. Potrošnja prvog podsektora se promijeni sa 100 na 95 dok drugoga sa 100 na 90. $(0,7 \cdot (95/100) + 0,3 \cdot (90/100)) \cdot 100 = 93,5$. Što znači da se ukupna energetska učinkovitost povećala za 6,5%. Kretanje ODEX indeksa u RH prikazan je slikom 14. Energetska učinkovitost u prometu u promatranom periodu prešla je 20%.



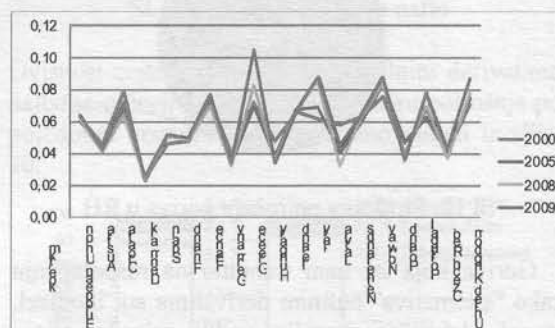
Sl.14. Indeks poboljšanja energetske učinkovitosti ODEX u razdoblju od 1995. do 2010. godine

Energetska intenzivnost se iskazuje prema ukupnoj potrošnji energije u pojedinom podsektoru i bruto dodanoj vrijednosti ostvarenoj unutar tog podsektora, a izražava se kao omjer tih vrijednosti u promatranoj godini [1]. Slika 15 prikazuje Indeksi energetske intenzivnosti u razdoblju od 1995. do 2010. godine pri čemu je 1995. godina uzeta kao referentna godina



Sl.15. Indeksi energetske intenzivnosti u razdoblju od 1995. do 2010. godine

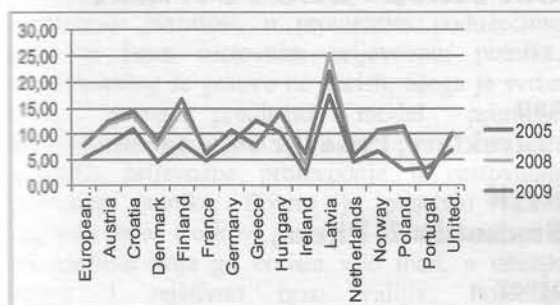
Promet je jedini sektor u RH koji bilježi vidljivi rast energetske intenzivnosti.



Sl.16. Potrošnja energije za transport tone robe po kilometru za pojedine zemlje EU

Iz slike 16. vidljivo je da postoji još prostora za poboljšanje energetske učinkovitosti u prometu na prostoru RH s obzirom na prosjek EU, tj. smanjenje potrebne energije po toni prevezene

robe. Pri tome ne smijemo biti neskromni jer bilježimo veći postotni rast u odnosu na EU, slika 17. Razlog tome leži najvećim dijelom u promijeni voznog parka.



SL17. Postotno poboljšanje energetske učinkovitosti u prometu za pojedine zemlje EU

3. ZAKLJUČAK

Cestovni promet predstavlja 23 % ukupne svjetske potrošnje energije. U potpunosti je ovisan o naftnim derivatima, a energetska učinkovitost se nameće kao rješenje "održivog" razvoja cestovnog prometa.

Tri su osnovne strategije daljeg razvoja cestovnog prometa:

- Prva i najstarija strategija je poboljšanje energetske učinkovitosti postojećih oblika vozila koja su usvojili svi proizvođači vozila.
- Druga je strategija prelazak na učinkovitije oblike transporta u smislu potenciranja javnog transporta, željeznice, riječnog prometa, car-sharing-a, car-pooling-a, ekovožnje, upotrebe bicikla.
- Treća je strategija promjena osnovnog energenta i prelaska na komprimirani prirodni plin, ukapljeni zemni plin, korištenje biodizela, etanola, električne energije i vodika kao pogonskog goriva.

Naša analiza na temelju istraživanja drugih autora je pokazala da su u nizu situacija drugi oblici transport roba i prijevoza ljudi energetski, ekološki ili ekonomski povoljniji od korištenja cestovnog prijevoza.

Analiza tzv. novih energenata u transportu je pokazala da postoje snažni razlozi i za realizaciju treće strategije razvoja cestovnog prometa

Stvarni doprinos energetske učinkovitosti u prometu može se ostvariti kroz sinergiju rečenih strategija.

Promet predstavlja energetska najintenzivniji sektor u kojem se ostvaruju najveće uštede energije tj. poboljšanje energetske učinkovitosti.

Indikatori energetske učinkovitosti su oblik praćenja napretka energetske učinkovitosti u prometnom sektoru.

Stoga je osim korištenja ovih indikatora u analizama EU institucija potrebno daleko više analiza tih indikatora za područje RH i na nižim razinama (županije i veliki gradovi).

4. LITERATURA

- [1] RH, Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva, 2010 ENERGIJA U HRVATSKOJ GODIŠNJI ENERGETSKI PREGLED, Zagreb 2011.
- [2] Ministarstvo gospodarstva, Ministarstvo graditeljstva i prostornoga uređenja, Drugi nacionalni akcijski plan energetske učinkovitosti za razdoblje 2011.-2013., srpanj 2012.
- [3] United Nations Department of Economic and Social Affairs, Technology and Policy Options For Making Transport Systems More Sustainable, Commission on Sustainable Development, Nineteenth Session, New York, 2-13 May 2011.
- [4] Hybrid Electric Vehicles: Principles and Applications with Practical Perspectives / Chris Mi, M. Abul Masrur, David Wenzhong Gao., John Wiley & Sons, Ltd., 2011.
- [5] http://www.afdc.energy.gov/fuels/emerging_pseries.html
- [6] Effectiveness and Impact of Corporate Average Fuel Economy (CAFE) Standards, by the National Academy of Sciences, Washington, D.C., 2002.
- [7] <http://www.odyssee-indicators.org>
- [8] <http://www.carsharing.de>
- [9] <http://www.ecodrive.org/>