

# NEW HORIZONS 2017



## VI International Symposium **NEW HORIZONS 2017** of transport and communications

17 - 18 November 2017

General sponsor: X EXPRESS BRZA POŠTA

University of East Sarajevo, Faculty of Transport  
and Traffic Engineering Doboј



## PROCEEDINGS



VI INTERNATIONAL SYMPOSIUM NEW HORIZONS 2017  
OF TRANSPORT AND COMMUNICATIONS



Doboј, 2017



VI International Symposium  
**NEW HORIZONS 2017**  
of transport and communications  
17 - 18 November 2017

VI International Symposium New Horizons 2017  
of Transport and Communications

VI Međunarodni simpozijum Novi Horizonti 2017  
transporta i komunikacija

-NH 2017-

## **PROCEEDINGS / ZBORNIK RADOVA**

Edited by:

PhD Zoran Ćurguz

PhD Zdravko Nunić

MSc Željko Stević

Organizer / Organizator:

**University of East Sarajevo, Faculty of Transport and Traffic Engineering  
Doboj**

Co-organizers / Suorganizatori:

University of Belgrade, Faculty of Transport and Traffic Engineering,

University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences,

UKLO University St. Climent Ohridski, Faculty of Technical Sciences,

University of Belgrade, Technical Faculty Bor

Doboj, 2017

All rights reserved. Copyright © 2017 by the University of East Sarajevo, Faculty of Transport and Traffic Engineering Doboj. The individual essays remain the intellectual properties of the contributors.

Sva prava zadržana. Copyright © 2017 Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Saobraćajni fakultet Doboj. Individualni radovi ostaju intelektualna svojina autora.

ISBN 978-99955-36-66-4

UDK 656.1/.2(082)(0.034.4)

Publisher / Izdavač:  
University of East Sarajevo,  
Faculty of Transport and Traffic  
Engineering Doboj

CIP - Каталогизација у публикацији  
Народна и универзитетска библиотека  
Републике Српске, Бања Лука

656.1/.2(082)(0.034.4)

INTERNATIONAL Symposium New Horizons of Transport and  
Communications (6 ; 2017 ; Doboj)

Proceedings [Elektronski izvor] = Zbornik radova / VI  
International Symposium New Horizons 2017 of Transport and  
Communications, Doboj, 2017 =VI Međunarodni simpozijum Novi  
Horizonti 2017 transporta i komunikacija ; edited by Zoran Ćurguz,  
Zdravko Nunić, Željko Stević ; organizer/organizator University of East  
Sarajevo, Faculty of Transport and Traffic Engineering Doboj. - Doboj :  
Faculty of Transport and Traffic Engineering, 2017. - 1 optički disk (CD-  
ROM) : tekst ; 12 cm

Sistemske zahtjevi: Nisu navedeni. - Bibliografija uz sve radove. -  
Abstracts.

ISBN 978-99955-36-66-4

COBISS.RS-ID 7077144

## PROGRAM COMMITTEE / PROGRAMSKI ODBOR

Full professor	Branislav Dragović	Montenegro
Full professor	Dejan Marković	Serbia
Full professor	Dragan Jovanović	Serbia
Full professor	Dragoslav Janošević	Serbia
Full professor	Edmundas K. Zavadskas	Lithuania
Full professor	Ilija Ćosić	Serbia
Full professor	Ilija Tanackov	Serbia
Full professor	Jadranka Jović	Serbia
Full professor	Krsto Lipovac	Serbia
Full professor	Ljubiša Vasov	Serbia
Full professor	Markos Papageorgiou	Greece
Full professor	Miloš Ivić	Serbia
Full professor	Milorad Kilibarda	Serbia
Full professor	Nikola Krstanoski	Macedonia
Full professor	Predrag Dašić	Serbia
Full professor	Ranko Božičković	Bosnia and Herzegovina
Full professor	Slavko Vesković	Serbia
Full professor	Srđan Rusov	Serbia
Full professor	Valentin Nedeff	Romania
Full professor	Zenonas Turskis	Lithuania
Assoc. professor	Andrej Lisec	Slovenia
Assoc. professor	Branislav Bošković	Serbia
Assoc. professor	Dragan Peraković	Croatia
Assoc. professor	Drago Sever	Slovenia
Assoc. professor	Goran Marković	Serbia
Assoc. professor	Gordan Stojić	Serbia
Assoc. professor	Ivan Mihajlović	Serbia
Assoc. professor	Marko Vasiljević	Bosnia and Herzegovina
Assoc. professor	Petar Mirosavljević	Serbia
Assoc. professor	Peter Marton	Slovakia
Assoc. professor	Slaven Tica	Serbia
Assoc. professor	Slavko Đurić	Serbia
Assoc. professor	Snežana Mladenović	Serbia
Assoc. professor	Vuk Bogdanović	Serbia
Assist. professor	Aleksandar Rikalović	Serbia
Assist. professor	Andreas Schoebel	Austria
Assist. professor	Bojan Marić	Bosnia and Herzegovina

Assist. professor	Dragan Pamučar	Serbia
Assist. professor	Dušan Mladenović	Serbia
Assist. professor	Goran Petrović	Serbia
Assist. professor	Hamed Fazlollahtabar	Iran
Assist. professor	Milan Milotić	Bosnia and Herzegovina
Assist. professor	Miloš Kopic	Serbia
Assist. professor	Norbert Pavlović	Serbia
Assist. professor	Sanjin Milinković	Serbia
Assist. professor	Siniša Sremac	Serbia

### **ORGANIZING COMMITTEE / ORGANIZACIONI ODBOR**

Associate professor Zdravko Nunić	Chairman
Assistant professor Tihomir Đurić	Vice Chairman
MSc Željko Stević	Secretary
Assistant professor Milan Milotić	Member
Assistant professor Bojan Marić	Member
MSc Tanja Petrović	Member
MSc Vladimir Malčić	Member
MSc Suzana Miladić-Tešić	Member
MSc Perica Lukić	Member
Jasenko Zubić, eng. inf.	Member
MSc Irena Đalić	Member

All published papers in this Proceedings *passed through double-blind review*, which means that both the reviewer and author identities are concealed from the reviewers, and vice versa, throughout the review process. At least one of the reviewers per paper is from abroad.

Svi objavljeni radovi u Zborniku radova *su prošli kroz duplu slijepu recenziju*, što znači da su recenzenti i autori nepoznati jedni drugima tokom procesa recenzije. Najmanje jedan recenzent po radu je iz inostranstva.

#### LIST OF REVIEWERS / LISTA RECENZENATA:

Full professor	Andreja Samčović	Serbia
Full professor	Dragan Jovanović	Serbia
Full professor	Dragoslav Janošević	Serbia
Full professor	Dragutin Kostić	Serbia
Full professor	Edmundas K. Zavadskas	Lithuania
Full professor	Goran Ćirović	Serbia
Full professor	Ilija Ćosić	Serbia
Full professor	Ilija Tanackov	Serbia
Full professor	Ivo Dukoski	Macedonia
Full professor	Krsto Lipovac	Serbia
Full professor	Marija Malenkovska Todorova	Macedonia
Full professor	Milorad Banjanin	Bosnia and Herzegovina
Full professor	Milorad Kilibarda	Serbia
Full professor	Milorad Rašković	Serbia
Full professor	Miloš Ivić	Serbia
Full professor	Milovan Vuković	Serbia
Full professor	Nada Milosavljević	Serbia
Full professor	Nikola Krstanoski	Macedonia
Full professor	Ranko Božičković	Bosnia and Herzegovina
Full professor	Slavko Vesković	Serbia
Full professor	Snežana Urošević	Serbia
Full professor	Srđan Rusov	Serbia
Full professor	Stoimko Zlatkovski	Macedonia
Full professor	Valentin Nedeff	Romania
Full professor	Vesna Angelevska	Macedonia
Full professor	Zdenka Popović	Serbia
Assoc. professor	Aleksandr Rakhmangulov	Russia
Assoc. professor	Andrej Lisec	Slovenia
Assoc. professor	Andrija Vidović	Croatia
Assoc. professor	Boris Antić	Serbia
Assoc. professor	Branislav Bošković	Serbia
Assoc. professor	Dragan Đuranović	Bosnia and Herzegovina
Assoc. professor	Dragan Peraković	Croatia
Assoc. professor	Dragana Macura	Serbia

Assoc. professor	Drago Sever	Slovenia
Assoc. professor	Đorđe Nikolić	Serbia
Assoc. professor	Goran Marković	Serbia
Assoc. professor	Gordan Stojić	Serbia
Assoc. professor	Gordana Janevska	Macedonia
Assoc. professor	Ivan Mihajlović	Serbia
Assoc. professor	Jasmina Pašagić Škrinjar	Croatia
Assoc. professor	Marko Vasiljević	Bosnia and Herzegovina
Assoc. professor	Peter Marton	Slovakia
Assoc. professor	Prasenjit Chatterjee	India
Assoc. professor	Sladana Janković	Serbia
Assoc. professor	Slavko Đurić	Serbia
Assoc. professor	Snežana Mladenović	Serbia
Res. Assoc. prof.	Tatjana Davidović	Serbia
Assoc. professor	Valentina Basarić	Serbia
Assoc. professor	Vuk Bogdanović	Serbia
Assoc. professor	Zdravko Nunić	Bosnia and Herzegovina
Assist. professor	Aleksandar Rikalović	Serbia
Assist. professor	Aleksandar Stjepanović	Bosnia and Herzegovina
Assist. professor	Andreas Schoebel	Austria
Assist. professor	Beti Angelevska	Macedonia
Assist. professor	Bojan Marić	Bosnia and Herzegovina
Assist. professor	Borna Abramović	Croatia
Assist. professor	Dalibor Pešić	Serbia
Assist. professor	Dragan Pamučar	Serbia
Assist. professor	Dušan Mladenović	Serbia
Assist. professor	Goran Petrović	Serbia
Assist. professor	Hamed Fazlollahtabar	Iran
Assist. professor	Hrvoje Haramina	Croatia
Assist. professor	Ibrahim Badi	Lybia
Assist. professor	Ilija Hristoski	Macedonia
Assist. professor	Ivan Belošević	Serbia
Assist. professor	Ivan Grgurević	Croatia
Assist. professor	Milan Milotić	Bosnia and Herzegovina
Assist. professor	Miloš Kopic	Serbia
Assist. professor	Norbert Pavlović	Serbia
Assist. professor	Pavle Pitka	Serbia
Assist. professor	Predrag Đorđević	Serbia
Assist. professor	Sanjin Milinković	Serbia
Assist. professor	Siniša Sremac	Serbia
Assist. professor	Srđan Ljubojević	Serbia

## CONTENTS / SADRŽAJ

SIMULATION OF ACTUAL NETWORK PERFORMANCE USING KRONECKER ALGEBRA FOR OPTIMIZATION OF TRAFFIC FLOW <b>Andreas Schöbel, Jelena Aksentijević, Daniel Hürlimann</b> .....	1
RISK BASED OBSTACLE AVOIDANCE FOR MULTIPLE AUTONOMOUS GUIDE VEHICLE PATHS PLANNING <b>Hamed Fazlollahabbar</b> .....	11
ANALYSIS OF LOGISTICS CENTER LOCATION: A GIS – BASED APPROACH <b>Aleksandar Rikalović, Gerson Antunes Soares, Jelena Ignjatić</b> .....	19
THE APPLICATION OF NUMERICAL ANALYSIS TOOLS FOR THE OPTIMIZATION OF INDIVIDUAL SEGMENTS OF THE LOGISTICS PROCESS <b>Ivan Mihajlović</b> .....	29
SKILLFUL PROJECT – WHAT IS PROFILE OF TRANSPORTATION PROFESSIONALS OF THE 21 <sup>ST</sup> CENTURY? <b>Peter Márton, Jaroslav Mašek, Dana Sitányová</b> .....	39
INFLUENCE OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY (ICT) ON TRAVEL CHARACTERISTICS FOR SUSTAINABLE ROAD TRANSPORTATION IN INDIAN CITIES <b>Dillip Kumar Das</b> .....	48
AIRLINE BUSINESS MODELS OPTIMIZATION <b>Mirko Tatalović, Nataša Munitić, Jasmin Bajić</b> .....	59
FACING THE AIR POLLUTION PROBLEM IN MACEDONIA: REDUCTION AND MITIGATION MEASURES <b>Beti Angelevska, Vaska Atanasova, Vasko Stojanovski</b> .....	68
IMPROVEMENT OF INFORMING SYSTEM FOR PERSONS WITH REDUCED MOBILITY AT AIRPORTS <b>Dragan Peraković, Marko Periša, Rosana Elizabeta Sente</b> .....	77
RESEARCH OF CRITICAL FACTORS OF SUCCESS IN TRANSPORT ORGANIZATIONS <b>Nena Tomović, Snežana Pejčić-Tarle, Pavle Gladović</b> .....	87
SAFETY PLANS AS A PREVENTION IN THE TRANSPORT OF DANGEROUS GOODS <b>Siniša Sremac, Tanja Arsić, Nenad Smiljanić, Branko Vukobratović, Gordan Stojić</b> ....	97
CLIMATE CHANGE AND TRAFFIC TREAT TO THE CONCEPT OF PLANETARY BOUNDARIES AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT <b>Milovan R. Pecelj, Dejan Filipović, Milica Pecelj, Perica Gojković, Jelena Pecelj-Purković, Bojana Ristić</b> .....	103

INFLUENCE OF INJECTION SYSTEM DEVELOPMENT ON EMISION REDUCTION FOR DIESEL ENGINE <b>Saša Vasiljević, Milan Mladenović, Bojana Bošković, Ivan Grujić</b> .....	113
EVACUATION ROUTES PROJECTING BY METAHEURISTIC ALGORITHM BEE COLONY OPTIMIZATION <b>Predrag Radojčić</b> .....	122
MATHEMATIC MODEL OF APPLICATION OF QUALITY INDICATORS FOR THE EVALUATION OF EFFICIENCY OF MARKETING IN TRAFFIC <b>Sejfo Papić, Adis Alihodžić, Jasmin Latović</b> .....	132
REPRESENTATIVE CATASTROPHIC SULFURIC ACID ACCIDENTS IN RAIL TRANSPORT <b>Drago Stojković, Ilija Tanackov, Zdenko Janković</b> .....	141
RESEARCH ACCESSIBILITY OF PUBLIC TRAFFIC AREA FOR PERSONS WITH SPECIAL NEEDS <b>Biljana Kordić, Nena Tomović, Dejan Milanović</b> .....	146
ANALYSIS OF TRANSPORT NEEDS OF USERS OF THE TAXI TRANSPORTATION PASSENGER SYSTEM IN BANJA LUKA <b>Tarik Sinanović</b> .....	155
USAGE OF WASTE CAR TYRES AS FUEL FOR ENERGY PURPOSES <b>Milan M. Milotić, Slavko N. Đurić, Petko Č. Stanojević, Milutin J. Rakić</b> .....	163
INNOVATIVE METHODS FOR IMPROVING THE EFFECTIVENESS OF ROAD SAFETY INSPECTION <b>Salvatore Cafiso, Giuseppina Pappalardo, Mariusz Kiec</b> .....	172
EFFECTS OF SPEED TABLE, CHICANE AND ROAD NARROWING ON VEHICLE SPEEDS IN URBAN AREAS <b>Natalia Distefano, Salvatore Leonardi</b> .....	182
A COMPARATIVE ANALYSIS SELFREPORTED AND REAL BEHAVIOR OF CHILDREN PEDESTRIANS <b>Bojan Marić, Nikola Gnjatović</b> .....	192
ATTITUDES OF A NOVICE DRIVERS ABOUT THE WORK OF DRIVING SCHOOL <b>Bojan Marić, Mladen Kulundžija, Nemanja Brdar</b> .....	202
OPTIMIZATION OF PREVENTIVE MAINTENANCE OF HIGH VOLUME PRESSURE PUMP VEHICLES <b>Ranko Božićković, Boris Antić, Vojislav Krstić, Dalibor Pešić, Božidar Krstić</b> .....	210
COMPARATIVE ANALYSIS OF TECHNICAL CHARACTERISTICS OF FILLING STATIONS IN THE MUNICIPALITY OF TESLIC <b>Dejan Simić, Marko Subotić, Edis Softić, Veljko Radičević</b> .....	217

POSSIBILITY OF USE MODERN ACTIVE SAFETY SYSTEMS ON VEHICLES FOR THE TRANSPORT OF DANGEROUS GOODS	
<b>Saša Vasiljević, Bojana Bošković, Milan Mladenović, Nadica Stojanović</b> .....	225
TRAFFIC SAFETY ON THE ROADS OF REPUBLIKA SRPSKA	
<b>Tihomir Đurić, Dušan Janković</b> .....	235
ARCHITECTURE OF WIRELESS SENSOR NETWORK FOR ROAD TRAFFIC NOISE MEASUREMENT	
<b>Stefan Zdravković, Dušan Mladenović, Sladana Janković, Ana Uzelac</b> .....	244
INFLUENCE TECHNICAL CONDITION OF VEHICLES ON ROAD SAFETY	
<b>Vojislav Krstić, Nebojša Arsić, Srdjan Jović, Božidar Krstić</b> .....	253
CONVERSION THE VEHICLES WITH THE GASOLINE MOTOR IN ELECTRIC POWER VEHICLES	
<b>Aleksandar Stjepanović, Miroslav Kostadinović, Goran Kuzmić</b> .....	262
CHARACTERISTICS OF MOBILITY IN NOVI SAD	
<b>Ana Vujičić</b> .....	267
OVERVIEW OF CONTEMPORARY MECHATRONIC SYSTEMS ON THE BUS AS SAFETY ELEMENTS	
<b>Dušan Mladenović, Dragan Sekulić, Ivan Ivković</b> .....	279
REGIONAL PASSENGER RAIL CONCEPT: EVIDENCE FROM SERVICES IN SERBIA AND SLOVAKIA	
<b>Sanjin Milinković, Slavko Vesković, Peter Marton, Jaroslav Mašek</b> .....	290
REDUCING THE PASS-BY NOISE OF EXISTING FREIGHT WAGONS	
<b>Bas Leermakers, Dragan Nešić</b> .....	298
ORGANIZING THE SELL OF INTERNATIONAL TRAIN PATHS AT ONE STOP SHOP	
<b>Miloš Stanojević, Branislav Bošković</b> .....	306
EFFICIENCY – KEY PERFORMANCE INDICATOR IN TRANSPORTATION OF GOODS	
<b>Aleksandra Gojić</b> .....	316
HIGH AVAILABILITY OF CORE NETWORK – THE CASE STUDY OF RAILWAYS OF THE REPUBLIC OF SRPSKA	
<b>Ljubiša Tešanović, Zdenko Stevanović</b> .....	325
METHODS OF IMPROVING ENERGY EFFICIENCY IN HIGH SPEED TRAINS	
<b>Ranko Babić</b> .....	332
TRAIN BRAKING DISTANCE DEPENDING ON THE BRAKING METHODS AT APPLIED SAFETY SYSTEM SIEMENS I60	
<b>Dušan Vujović, Norbert Pavlović</b> .....	342

REGISTER OF RAILWAY INFRASTRUCTURE	
<b>Milan Popović, Mirjana Džudović, Dejan Tošić</b> .....	352
DEFINING AND ASSESSMENT OF CRITERIA FOR THE EVALUATION OF EFFICIENCY AND EFFECTIVENESS OF RAILWAY UNDERTAKING	
<b>Aleksandar Blagojević, Gordan Stojić, Mladen Kuravica, Sanja Petković, Života Đorđević</b> .....	360
TRACK/BRIDGE INTERACTION – THE ASPECT OF BRIDGE STRUCTURE	
<b>Nikola Mirković, Zdenka Popović, Luka Lazarević, Milica Vilotijević</b> .....	370
METHODS FOR TRACK STIFFNESS MEASUREMENT - STATE OF THE ART	
<b>Milica Vilotijević, Ljiljana Brajović, Luka Lazarević, Nikola Mirković</b> .....	378
DEVELOPMENT OF MOBILE APPLICATIONS WITH THE AIM TO IMPROVE CUSTOMERS’ SATISFACTION IN THE RAILWAY TRAFFIC	
<b>Ana Uzelac, Slađana Janković, Snežana Mladenović, Slavko Vesković</b> .....	388
THE REGIONAL POINT OF VIEW IN SPATIAL PLANS FOR SPECIAL PURPOSES OF INFRASTRUCTURE CORRIDORS - CASE STUDY RAILROAD STALAC-DJUNIS	
<b>Ana Vulević, Zoran Bundalo</b> .....	397
WHEN TO EXPECT THE EFFECTS OF RAILWAYS RESTRUCTURING: EXPERIENCE OF THE U.S.	
<b>Jakša Popović, Branislav Bošković</b> .....	405
INTEGRATED BORDER CROSSING	
<b>Uroš Stanimirović, Miroslav Prokić</b> .....	414
EUROPEAN RAILWAY PERFORMANSE MEASURING	
<b>Bojan Dragičević, Mirjana Bugarinović</b> .....	424
UNIQUE PERFORMANCES INDICATORS FOR RAILWAY INFRASTRUCTURE MANAGERS	
<b>Miroslav Prokić, Mirjan Bugarinović</b> .....	433
GOVERNANCE OF EUROPEAN RAIL FREIGHT CORRIDORS	
<b>Nikola Stanojević, Uroš Stanimirović</b> .....	441
ASSESSMENT OF SKILLS OF INTERPERSONAL COMMUNICATION OF CONDUCTORS IN RAILWAY TRAFFIC	
<b>Milovan Vuković, Snežana Urošević, Aleksandra Vuković</b> .....	450
PERMANENT POWER QUALITY MONITORING DEVICES IN THE ELECTRIC TRACTION SYSTEM 25 KV, 50 HZ	
<b>Gavrilovic S. Branislav, Bundalo Zoran, Vasiljević Marko, Tričković Goran</b> .....	460
RAILWAY INFRASTRUCTURE FINANCING MODELS IN EU COUNTRIES AND SERBIA	
<b>Jasmina Stanišić, Nikola Ristić, Bojan Vozar</b> .....	470

APPLICATION OF THE OPTICAL TELECOMMUNICATION SYSTEM FOR CONNECTING ELECTRICAL FACILITIES AND SYSTEMS OF RAILWAY INFRASTRUCTURE ON RAILWAYS OF REPUBLIC OF SRPSKA <b>Mario Danilović, Nebojša Tomić, Goran Stevanović, Dragan Žigić</b> .....	479
NETWORK SWITCHES TO THE INTRANET NETWORK ON THE RAILWAYS OF THE RS <b>Saša Cvijanović, Zoran Ž. Avramović</b> .....	488
FACTORS THAT COULD CAUSE DANGEROUS SITUATIONS ON LEVEL CROSSINGS DUE TO CONDITIONS NOT RESPECTED BY COMPANIES <b>Rade Cvijanović, Dalibor Spasić, Vladimir Malčić</b> .....	495
USE OF WAYSIDE MONITORING SYSTEMS IN ORDER TO INCREASE SAFETY OF THE RAILWAY TRANSPORT AND REDUCE MAINTAINANCE COSTS ON THE INFRASTRUCTURE <b>Ivan Jugović, Mia Viduka Milas</b> .....	505
ORGANIZATION OF TRANSPORTATION OF MEDICAL AND CLINICAL WASTE <b>Bojan Ožegović, Siniša Sremac, Tanja Arsić, Goran Tepić</b> .....	516
SUPPLIER SELECTION IN FURNITURE PRODUCTION COMPANY USING ROUGH AHP AND ROUGH TOPSIS <b>Željko Stević, Ibrahim Badi, Ilija Tanackov, Goran Miličić</b> .....	524
THE SELECTION OF THE RAILROAD CONTAINER TERMINAL IN SERBIA BASED ON MULTI CRITERIA DECISION MAKING METHODS <b>Milan Milosavljević, Marko Bursać, Goran Tričković</b> .....	534
PROJECT OF CENTRALIZATION OF WAREHOUSE SYSTEMS IN COMPANY NATRON HAYAT <b>Enis Mulalić, Zdravko Božičković, Ranko Božičković</b> .....	544
JUSTIFY THE APPLICATION LOGISTICS SOLUTIONS FOR MUNICIPAL WASTE MANAGEMENT - NEW SYSTEM <b>Nikolche D. Talevski, Ivo Dukoski</b> .....	554
INTERVAL ROUGH DEMATEL TECHNIQUE FOR PRIORITIZING HAZMAT ROUTING CRITERIA <b>Dragan Pamučar</b> .....	561
ASPECT OF SYNERGY PHILOSOPHY <b>Boro Dakić, Aleksandar Blagojević, Nermin Čabrić, Predrag Pecikoza, Dragan Gatarić</b> .....	571
CURVES IN MARITIME NAVIGATION <b>Tatjana Stanivuk, Ajka Relja, Ivan Bajrić</b> .....	580
ANALYSIS OF SMALL AND MEDIUM ENTERPRISES IN THE REPUBLIC OF SRPSKA <b>Irena Đalić, Slobodan Subotić, Svetlana Terzić, Siniša Božičković</b> .....	587

**GREEN LOGISTICS - A FACTOR OF ENVIRONMENTAL PROTECTION**

<b>Ljudevit Krpan, Robert Maršanić, Krešimir Buntak, Ivana Košutar .....</b>	<b>597</b>
ECONOMIC DEVELOPMENT BOOST THROUGH THE INVESTMENT IN TRANSPORT INFRASTRUCTURE-THE CASE OF LOGISTIC CENTER PIROT <b>Dragan Kostić, Aleksandar Simonović, Vladan Stojanović .....</b>	<b>607</b>
BUSINESS ANALYSIS OF TRANSPORTATION COMPANY WITH OVERVIEW TO THE APPLICATION OF LOGISTICS INFORMATION SYSTEM <b>Marko Vasiljević, Nikola Brković, Željko Stjepanović, Milorad Ubiparip .....</b>	<b>617</b>
CITY LOGISTICS STRATEGY AS A TOOL FOR URBAN PLANNING <b>Jasmina Bunevska-Talevska, Ivo Dukoski, Marija Malenkovska Todorova .....</b>	<b>627</b>
ANALYSIS OF LOGISTICS PARAMETERS IN URBAN AREA TEŠANJ <b>Mirzet Škiljo, Ismet Husanović, Borislav Gojković .....</b>	<b>634</b>
COMPARATIVE ANALYSIS OF AHP, FUZZY AHP AND ROUGH AHP IN DECISION MAKING PROCESS <b>Željko Stević, Zdravko Nunić, Anil Kumar .....</b>	<b>644</b>
THE CONCEPT OF STRATEGIC HUMAN RESOURCE MANAGEMENT <b>Kristijan Lukić, Asib Alihodžić .....</b>	<b>653</b>
THE COMPETITIVENESS OF POSTAL OPERATORS IN TRANSFER OF DANGEROUS GOODS <b>Aleksandar Varjačić, Dejan Marković, Momčilo Dobrodolac, Bojan Stanivuković .....</b>	<b>663</b>
THE POSSIBILITIES OF APPLICATION OF THE IQOS SYSTEM AND MOBILE APPLICATIONS IN THE POST OF SERBIA <b>Jasmina Musić, Aleksandar Čupić, Mladenka Blagojević, Đorđe Popović .....</b>	<b>674</b>
E-BUSINESS AND DIGITAL PROCESSES – BLOCKCHAIN IN INSURANCE <b>Kari Perälä, Jukka Sirkiä, Liisa Kemppainen, Jukka Hallikas .....</b>	<b>685</b>
CRYPTOGRAPHIC ASPECTS OF DATA PROTECTION IN COMPUTER NETWORKS <b>Željko Stjepanović, Marko Krsmanović, .....</b>	<b>694</b>
OVERVIEW AND FORECASTING OF THE BROADBAND MARKET IN SERBIA <b>Valentina Radojičić, Goran Marković, Slobodan Mitrović, Suzana Miladić-Tešić .....</b>	<b>704</b>
REMOTE CONTROL AND MONITORING OF SOLAR AGGREGATE NETWORKS <b>Aleksandar Stjepanović, Miroslav Kostadinović, Goran Kuzmić .....</b>	<b>714</b>



**ZELENA LOGISTIKA – ČIMBENIK ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE\***

**GREEN LOGISTICS - A FACTOR OF ENVIRONMENTAL PROTECTION**

**Ljudevit Krpan<sup>a</sup>, Robert Maršanić<sup>b</sup>, Krešimir Buntak<sup>c</sup>, Ivana Košutar<sup>d</sup>**

<sup>a</sup> Pimorsko-goranska županija, Adamićeva 10, 51 000 Rijeka, Hrvatska, e-mail: ljudevit.krpan@pgz.hr

<sup>b</sup> Rijeka promet d.d., Fiumara 13, 51 000 Rijeka, Hrvatska, e-mail: marsanic@rijekapromet.hr

<sup>c</sup> Sveučilište Sjever, Trg dr. Žarka Dolinara 1, 48 000 Koprivnica, Hrvatska, e-mail: kresimir.buntak@unin.hr

<sup>d</sup> Sveučilište Sjever, Križovljan Radovečki, Antuna Mihanovića 14, 42 208 Cestica, Hrvatska, e-mail: ivanakosutar777@gmail.com

---

**Apstrakt:** Svijest o zaštiti okoliša probuđena je najviše velikom pažnjom javnosti usmjerenoj ka ozonskim rupama, globalnom zagrijavanju i kiselim kišama. Cestovni je promet okarakteriziran kao jedan od glavnih zagađivača. Upravo je to i bio razlog da se u ovom radu težište stavi na logistiku kao zagađivača okoliša, točnije na, tzv. „zelenu logistiku“, koja pri realizaciji logističkih procesa, osim logističkog, koristi i pristup očuvanja okoliša. Svrha je ovog rada da se kroz analizu pojedinih elemenata logističkog procesa ocijeni mogućnost smanjenja negativnog utjecaja na okoliš. Cilj rada je dokazati potrebu korištenja ekološki prihvatljivih logističkih principa, kao što je upotreba električnih i hibridnih vozila te alternativnih vrsta goriva kao zalog daljnjeg održivog razvoja.

**Ključne riječi:** okoliš, cestovni promet, električna i hibridna vozila, alternativne vrste goriva, gradska logistika

---

**Abstract:** Awareness of environmental protection is mostly inspired by great public attention directed towards the ozone depletion, global warming and acid rain. Road transport is characterized as one of the main polluters. This was precisely the reason to focus on logistics as a polluter in this paper and in particular on "green logistics", which in implementation of logistics processes uses environmental protection approach in addition to logistics approach. The purpose of this paper is to analyze the individual elements of the logistics process to evaluate the possibility of reduction of the negative impact on environment. The aim of this paper is to point out the necessity of using ecologically acceptable logistics principles, such as the use of electric and hybrid vehicles and alternative fuels, as the basis of further sustainable development.

**Key words:** environment, road transport, electric and hybrid vehicles, alternative fuels, city logistics

---

## 1. UVOD

Svjetska gospodarska kretanja te globalizacija dovele su do velikih tokova robe diljem svijeta. Proizvodnja, transport, skladištenje i potrošnja svih tih dobara stvorili su, međutim, velike probleme u okolišu. Globalno se zatopljenje stvoreno emisijom stakleničkih plinova velikih razmjera danas smatra brigom za okoliš i na vrhu je ljestvice prioriteta.

---

\* Pregledni rad

Cestovni promet djeluje negativno na čovjeka i okoliš, bukom i vibracijama, zauzimanjem obradivih površina te vizualnim degradiranjem prostora.

Ekološki utjecaj logističkih aktivnosti najviše je izražen na mjestima gdje je populacija ljudi najviša, a to su urbana središta. Prijevoz robe cestovnim prometnicama najzastupljeniji je oblik prijevoza na području gradova. Stoga je i predmet istraživanja utjecaj primjene novih tehnologija, prije svega električnih i hibridnih vozila, na smanjenje negativnog utjecaja cestovnog prometa na okolišu.

Svrha ovog rada je kroz analizu pojedinih elemenata logističkog procesa ocijeniti mogućnost smanjenja negativnog utjecaja na okoliš. Pritom je temeljni cilj rada promovirati potrebu korištenja ekološki prihvatljivih logističkih principa kao jedan od ključnih čimbenika održivog razvoja urbanih područja.

## **2. OD LOGISTIKE DO ZELENE LOGISTIKE**

Logistika se definira kao upravljanje tokovima robe i sirovina procesima izrade završenih proizvoda, od točke izvora do točke krajnje uporabe u skladu s potrebama kupaca (Šamanović, 2009.). U širem smislu logistika obuhvaća povrat i raspolaganje otpadnim tvarima. Logistika se razvijala paralelno s trendom globalizacije, čije funkcioniranje značajno ovisi o kvaliteti logističkih aktivnosti. Takav razvoj je, između ostalog, omogućen revolucionarnim razvojem komunikacijskih i informacijskih tehnologija.

Realizacija ključnih logističkih procesa, kao što su transport, manipuliranje, skladištenje - u suprotnosti je sa zahtjevima zaštite životne sredine, pri čemu je transport okarakteriziran kao jedan od glavnih zagađivača okoliša. Upravo je to i bio razlog da se u ovom radu težište stavi na logistiku kao zagađivača okoliša, točnije na tzv. „zelenu logistiku“ koja pri realizaciji logističkih procesa osim logističkog, koristi i pristup očuvanja okoliša (Nikolčić, Lazić, 2006.). S ciljem sveobuhvatnog sagledavanja problema istraživanja analizirana su brojna svjetska istraživanja i edicije. Pritom su rezultati pojedinih istraživanja, važnosti korištenja suvremenih tehnologija i alternativnih goriva bivala bitno eksplicitnija i značajnija u edicijama nakon 2010. godine. Sve to povezano je s činjenicom da su ekološki utjecaji cestovnog prometa bivali sve značajniji i vidljivija, da su stoga istraživanja bivala sve obuhvatnija i složenija te da je autoindustrija započela postupak transformacije i prilagodbe novim potrebama i paradigmama.

Logistika je jedan od ključnih čimbenika konkurentnosti na tržištima razvijenih zemalja. Osnovni cilj logistike često se izražava kroz poznati koncept "7P": prava roba, na pravom mjestu, u pravo vrijeme, u pravoj količini, u pravom stanju, u pravom pakiranju i po pravim troškovima (Zelenika i dr., 2007).

### **2.1. Zeleni marketing**

Ekološka svijest i ekološki odgovorno ponašanje potreba je i obveza današnjice. „Zeleni marketing“ podrazumijeva suradnju s dobavljačima i trgovcima, partnerima pa i konkurentima kako bi se ostvario ekološki održivi razvoj u čitavom vrijednosnom lancu, a istovremeno zahtjeva suradnju svih poslovnih funkcija kako bi se pronašla najbolja moguća rješenja koja imaju dvije glavne niti vodilje, a to su profit i dugoročni pozitivni doprinosi okruženju. Takav marketing podrazumijeva zelene proizvode, zelenu ambalažu, zelene cijene i zelenu komunikaciju (Krpan i dr., 2014).

Zeleni marketing, koji još možemo nazvati i eko marketing podigao je svijest potrošačima o tome kako njihovo potrošačko ponašanje može utjecati na okoliš i korištenje prirodnih resursa. Tako trgovci i poduzetnici moraju razviti proizvod i usluge za potrebe eko potrošača, s uvjetom da neće imati doprinos u uništavanju okoliša.

## 2.2. Zelena logistika

Zelena logistika je logistika koja na efikasan način obavlja svoje zadatke, a pritom posvećuje veliku pažnju sve aktualnijem pitanju životne sredine. Održivost nastoji osigurati tako da odluke donesene danas neće imati negativan utjecaj na buduće generacije. Zeleni opskrbni lanac nastoji smanjiti negativan utjecaj upravljanjem distribucijskim sustavima i povratnom logistikom kako bi se otklonila svaka neučinkovitost, nepotrebno premještanje robe i odlaganje ambalaže (Košutar, 2015.).

Cilj zelene logistike je maksimalno smanjiti negativni utjecaj logistike na okolinu. Neke aktivnosti zelene logistike spadaju i u povratnu logistiku, ali ne sve. Primjerice, zelena logistika inzistira na smanjenju potrošnje energije jer svako trošenje energije negativno utječe na okolinu i uglavnom je posljedica sagorijevanja fosilnih goriva. Zelena logistika inzistira i na smanjenju upotrebe neželjenih materijala, primjerice plastike jer je proizvodnja plastike vrlo štetna za okolinu, a uz to je plastika nerazgrađiva, tako da je i trajno zagađuje.

Cilj logistike je zadovoljenje potrošača, a odvija se kroz aktivnosti koje su u suprotnosti s ekološkim ciljevima, pa se kod zelene logistike javljaju paradoksi od kojih su najvažniji (Maroudas-Tsakyrellis, 2011.):

a) Cijena - svrha logistike je da smanji cijenu, a samim tim i troškove prijevoza. Stoga, ekonomija vremena, poboljšavanje pouzdanosti usluga te fleksibilnost predstavljaju neke od ciljeva. Korporacije uključene u fizičku distribuciju tereta podržavaju strategije koje im omogućavaju da smanje troškove prijevoza u konkurentnom okruženju. U nekim slučajevima troškovi uštede mogu biti u suprotnosti sa ekološkim ciljevima. Korporacije usmjeravaju svu svoju energiju ispunjenju potreba potrošača ne mareći o šteti koja se nanosi životnoj sredini. Društva u cjelini, a posebno mnogi pojedinci postaju sve manje voljni da prihvate cijene održavanja programa koji brine o ekološkim problemima te se zbog toga vrši ogroman napor i pritisak na vlade i kompanije.

b) Vrijeme/brzina – u logistici vrijeme, odnosno brzina veoma je značajna. Smanjivanjem vremena, povećava se brzina distribucijskog sustava, a samim tim i njegova efikasnost. Ovo se postiže pomoću najviše zagađujućih i najmanje energetski efikasnih oblika transporta. Značajno povećanje avionskog i cestovnog transporta djelomično je rezultat vremenskih ograničenja koja se nameću od strane logističkih aktivnosti. Vremenska ograničenja rezultat su povećanja industrijske fleksibilnosti proizvodnih sistema u sektoru maloprodaje. Danas logistika nudi razne opcije, primjerice: od vrata-do-vrata (door-to-door) usluge preko JIT strategije (just-in-time, u pravo vrijeme) strategije. Drugi načini usluga ne mogu dovoljno efikasno zadovoljiti potrebe diktirane od strane tržišta i konkurencije. Ovo dovodi do stvaranja začaranog kruga. Što se više ove strategije i tehnike primjenjuju, to su veće negativne posljedice na okoliš.

c) Pouzdanost – u „srcu“ logistike nezaobilazni je značaj pouzdanosti servisa. Njen uspjeh se temelji na mogućnosti da isporuči teret na vrijeme, uz najmanje mogućnosti loma i oštećenja. Najmanje zagađujući oblici transporta smatraju se najmanje pouzdane u smislu isporuke na vrijeme te loma i sigurnosti.

### 3. PROBLEMI SUVREMENOG CESTOVNOG PROMETA

Suvremeni cestovni promet je najrazvijeniji i najznačajniji oblik kopnenog prometa. Ovaj je oblik prometa u razdoblju nakon drugog svjetskog rata izborio vodeću poziciju u prometu onih dijelova svijeta u kojima je najrazvijeniji industrijski način proizvodnje. S obzirom da ne postoji sektor koji barem u malom postotku negativno ne utječe na zagađenje okoliša, mnogobrojna istraživanja pokazuju da okolinu najviše zagađuju motorna vozila. U atmosferu se izbacuje velika količina stakleničkih plinova koji su svrstani u dvije osnovne skupine: glavni (direktni) i indirektni.

Glavni staklenički plinovi imaju izravan utjecaj na globalno zatopljenje, a to su ugljikov dioksid (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>), didušikov oksid (N<sub>2</sub>O), fluorougljikovodici (HFC), perfluorougljici (PFC), sumpor-heksafluorid (SF<sub>6</sub>). Indirektni spojevi imaju indirektan utjecaj, a tu spadaju dušikovi oksidi (NO<sub>x</sub>), sumporov dioksid (SO<sub>2</sub>), nemetanski hlapljivi organski spojevi (NMVOC) i ugljikov monoksid (CO). Standardi emisije štetnih plinova za vozila zadaju se u obliku grama emitirane tvari po prijeđenom kilometru. Emisija štetnih tvari iz vozila regulira se za laka vozila (osobni automobili i laka komercijalna vozila) te teška teretna vozila (kamioni i autobusi). Tako zakonodavstvo Europske unije u području tehnologije i sigurnosti propisuje najveće dopuštene mase i dimenzije cestovnih vozila, licenciranje vozača, utvrđuje procedure za tehnički pregled vozila, tehničke zahtjeve za cestovna vozila te područje sigurnosti i ekološke podobnosti motornih vozila na temelju Europske konferencije ministara prometa (CEMT), kao i područje koje uređuje međunarodni Sporazum o prijevozu opasnih tvari (Sporazum ADR). Prema regulativi Europske unije skraćeno se označavaju sa EURO 1, EURO 2, ..., EURO 5. Ovim standardima se ograničava emisija ugljikovog monoksida (CO), ugljikovodika (HC), dušičnih oksida (NO<sub>x</sub>) i čestica (PM).

Negativna uloga prometa ne očituje se samo emisijom štetnih plinova, već bukom i vibracijama, zauzimanjem obradivih površina te vizualnim degradiranjem prostora. Izrazit porast vidljiv je u drugoj polovici dvadesetog stoljeća. Cestovni promet smanjuje kvalitetu okoliša i otpadnim tvarima koje nastaju trošenjem guma i površinskih slojeva kolnika. U 2010. godini cestovni promet, kao najveći konzument prometnog sektora Europske unije, imao je potrošnju energenata preko 82%. Da bi se smanjilo zagađenje okoliša te racionalno iskorištavalo energetske resurse potrebno je poduzeti mjere za učinkovitiju upotrebu cestovnih prijevoznih sredstava. To se može ostvariti putem prelaska na cestovna vozila sa pogonskim gorivom iz obnovljivih izvora te boljom organizacijom javnog gradskog prijevoza.

#### 3.1. Opcije kojima se nastoji smanjiti negativan utjecaj cestovnog prometa na okoliš

Metode kojima se nastoji smanjiti negativan utjecaj cestovnog prometa na okoliš obuhvaćaju upotrebu alternativnih goriva koja uključuju biogorivo i vodik te novih tehnologija, odnosno upotrebu električnih i hibridnih vozila te vozila s gorivim ćelijama.

##### 3.1.1. Biogoriva

Biogoriva su ona goriva koja se dobivaju preradom biomase. Ona su uglavnom u tekućem obliku, a mogu se koristiti za napajanje cestovnih vozila. Tu spadaju goriva koja mogu biti proizvedena neposredno iz biljaka ili posredno iz industrijskog, komercijalnog,

poljoprivrednog ili domaćeg otpada. Dijelevaju se na: prvu, drugu i treću generaciju. U najpoznatije vrste biogoriva prve generacije spadaju bioetanol, metanol, biodizel i bioplin.

Druga generacija biogoriva dobiva se preradom poljoprivrednog i šumskog otpada te bi znatno mogla reducirati emisiju CO<sub>2</sub>, a uz to ne koriste izvore hrane kao temelj proizvodnje. Biogoriva druge generacije trenutno su biohidrogen, bio-DME, biometanol, DMF, HTU dizel i Fischer-Tropsch dizel.

Biogoriva treće generacije su ona goriva proizvedena iz algi. Prednost ovog biogoriva je u tome što je biorazgradivo, odnosno relativno bezopasno za okoliš. Proizvodnja biogoriva iz algi ima mnoge prednosti: alge rastu pedeset do sto puta brže od tradicionalnih kultura (žitarice, mahunarke) te ne zahtijevaju svježu vodu i zemlju da bi rasli, što proizvodnju čini znatno jednostavnijom. Proizvodnja goriva iz algi najbolja je alternativa fosilnim gorivima te bi uz dobru podršku, u budućnosti, mogla u potpunosti izbaciti fosilna goriva.

### *3.1.2. Vodik kao energetska resursa*

Upotreba vodika kao pogonskog goriva za cestovna vozila provodi se primjenom duboko ohlađenog vodika te posredno upotrebom vodika u obogaćenim derivatima nafte i sintetičkim gorivima. Benzinski motori se vrlo lako prerađuju na pogon vodikom, dok je kod dizela to problem. Vodik spada među najčišća goriva i zato je za komercijalnu upotrebu nužno prevladati probleme skupe proizvodnje, vrlo niske energetske gustoće, kao i tehničke probleme.

### *3.1.3. Nove tehnologije*

Tipovi novih tehnologija koja se već pojavljuju na tržištu su: električna vozila, hibridna vozila te vozila s gorivim ćelijama.

a) Električno vozilo je vozilo koje se pokreće elektromotorom, koristeći električnu energiju pohranjenu u akumulatoru ili drugim uređajima za pohranu energije. Glavni nedostaci klasičnih dizelskih i benzinskih motora emisije su štetnih tvari, buka, vibracije, te potrošnja neobnovljivih izvora energije. Upravo glavne prednosti elektromotora javljaju se na tim područjima. Elektromotor ima nultu emisiju štetnih tvari i trenutno jedini zadovoljava ZEV (zero emission vehicle) standarde. Iako elektromotor ima nultu emisiju štetnih tvari zbog njegove primjene dolazi do povećanja zagađenja na mjestima proizvodnje električne energije, kao što su hidroelektrane, nuklearne elektrane, termoelektrane i slično. Takva postrojenja ipak koriste manje fosilnih goriva i proizvodnja se odvija u optimalnim uvjetima ili koriste obnovljive izvore energije. Postrojenja za proizvodnju električne energije smještena su izvan gradova, pa bi se primjenom elektromotornog pogona puno postiglo na poboljšanju kvalitete zraka u gradovima. Korisnost kod električnog vozila trostruko je veća od korisnosti kod dizelskog ili benzinskog vozila jer se 90% energije pretvara u mehanički rad, a 10% odlazi na toplinu. Dizelski ili benzinski motori imaju korisnost do 30%, što znači da se 30% energije pretvara u mehanički rad, a ostalih 70% odlazi na toplinu.

b) Hibridno električni pogonski sustavi (HEV) kombiniraju dva ili više sustava za pohranu energije od kojih oba moraju osigurati pogon - zajedno ili odvojeno. Primarni sustav je obično motor sa unutarnjim izgaranjem u kombinaciji sa električnim motorom. Električni motor se u takvim slučajevima obično koristi kao pogon za kratke relacije ili kao potpora glavnom motoru (čekanje na semaforu). Vozila s takvim pogonom se u gradskom prometu i pri malim brzinama ponašaju kao električna vozila s baterijom, dok na otvorenoj cesti motor s unutarnjim izgaranjem služi kao glavni izvor snage dok mu elektromotor pomaže samo pri

eventualnim ubrzanjima. Osim toga, motor s unutarnjim izgaranjem može se ponašati kao generator kada se ne koristi sva energija motora na svladavanje otpora vožnje, pri čemu puni bateriju elektromotora. Baterija se može puniti i regenerativnim kočenjem. Hibridna vozila se, kao i električna, koriste kao osobna ili laka teretna vozila. Hibridno električni sustav dijeli se s obzirom na autonomnost električnoga pogona na: 1) djelomične (mild hybrid - električni motor potpomaže klasičnom motoru, ali se vozilo ne može pokretati samo elektromotorom) te 2) potpune (full hybrid - električni motor napaja se iz baterije koja se puni radom klasičnog motora). Plug-In hibridno električni pogonski sustav (PHV) je potpuno hibridno vozilo s baterijom koja se može ponovno puniti spajanjem na izvor električne energije. PHV radi na principu električnog vozila bez emisije štetnih plinova na kraće udaljenosti te kao klasično hibridno vozilo na duže udaljenosti. Prednost takvog pogona je što kada se baterija isprazni, vozilo se automatski prebacuje na hibridni način rada. PHV sustav uglavnom se oslanja na pohranjenu električnu energiju koja je prikladna za gradsku vožnju s tim da se vozilo puni preko noći. Također, PHV vozila mogu raditi na istom principu kao i konvencionalna HEV vozila, kada je energija baterije niska, primjerice na dužim putovanjima. Električni pogonski sustav sa Fuel cell tehnologijom (FCEV) koristi električnu energiju za napajanje motora. FCEV proizvodi svoju električnu energiju pomoću gorive ćelije (fuel cell), koja se napaja vodikom smještenom u spremniku goriva. Vodik koji se koristi u Fuel cell tehnologiji stvara se putem elektrolize, komprimira, i tada puni u vozilo. Pomoću gorive ćelije iz spremnika vozila vodik se pretvara u električnu energiju.

#### **4. GRADSKA LOGISTIKA I ULOGA UPOTREBE EKOLOŠKI PRIHVATLJIVIH VOZILA U GRADSKOM PROMETU**

Ekološki utjecaj logističkih aktivnosti je najviše izražen na mjestima gdje je populacija ljudi najviša, odnosno u urbanim središtima. Upravo stoga, i logistika gradskog transporta zaslužuje najviše pažnje. Gradsku logistiku može se definirati kao proces optimizacije logističkih i transportnih aktivnosti pojedinih tvrtki u nekom urbanom području, uvažavajući prometne, ekološke i energetske čimbenike, odnosno organizaciju urbanog transporta s ciljem zadovoljavanja određenih kriterija (Zečević, 2006).

Gradska logistika ima za cilj optimizirati cjelokupni logistički sustav unutar gradskog područja i tako pozitivno utjecati na kvalitetu života u gradu bez bitnog utjecaja na razinu i kvalitetu distribucije. Postoje četiri ključna čimbenika sustava distribucije roba u gradovima, i to: stanovništvo, gradska uprava, pošiljatelji i primatelji te prijevoznici. Svaki od navedenih čimbenika ima svoje zahtjeve i ciljeve koji su vrlo često suprotstavljeni, međutim interes za razvoj gradske logistike imaju svi navedeni sudionici.

##### **4.1. Prijevozni sustav putnika i robe**

Prijevoz putnika u gradovima, odnosno javni gradski prijevoz ima značajnu ulogu u smanjenju emisije ispušnih plinova, buke i vibracija. Povećana ulaganja u javni gradski prijevoz dovode do poboljšanja kvalitete života u gradovima. Javni gradski prijevoz smanjuje i prometne gužve, vrijeme putovanja, kao i stres, a oni koji se voze takvim prijevozom doprinose smanjenju zagušenosti prometnica. S obzirom na činjenicu da cestovni promet izaziva najviše onečišćenja, u današnje vrijeme sve se više teži tome da se prijevoz putnika odvija nultom emisijom ispušnih plinova kako bi se održala kvaliteta života u urbanim središtima. Osim poticanja putnika na korištenje bicikala te kupnje električnih vozila za

osobne potrebe, polako su se počele uvoditi i nove tehnologije prijevoznih sredstava u javni gradski prijevoz, kao što su električni autobusi i minibusi.

Prijevoz robe cestom najzastupljeniji je oblik prijevoza u realizaciji prometnih tokova na području urbanih središta. Kretanje robe prometnicama može se realizirati na više načina, primjerice teretnim vozilima, kombi i putničkim vozilima, motorima i motociklima, biciklima, autobusima ili pješice. U distribuciji robe sve su više prisutna kombi i pick-up vozila, a razlozi su mnogobrojni, prije svega otežan pristup središnjim gradskim zonama, smanjenje veličine i rast frekvencije isporuka, što zahtijeva vozila dobrih manevarskih sposobnosti (Šamanović, 2009). Za isporuku robe na kućnu adresu, kao oblik opskrbe u centralnim gradskim ulicama sve se češće koriste motocikli ili posebno konstruirani gradski bicikli s košaricom koji mogu biti veličine i do jedne palete. Gradske zone u kojima je zabranjen promet motornim vozilima opskrbljuju se biciklom ili na klasičan način kada čovjek nosi isporuku korištenjem različitih prijenosnih sredstava, od košare do posebno konstruiranih kolica.

#### **4.2. Distribucija primjenom ekološki prihvatljivih vozila**

Rast cijena goriva i trenutna ovisnost o nafti utječu na odabir vrste goriva i tehnička rješenja koja će pojeftiniti troškove prijevoza, a što u konačnici ukazuje i na to da će potražnja za alternativnim rješenjima u budućnosti biti sve veća. Međutim, kod realizacije alternativnih rješenja nisu potrebna samo tehnološka dostignuća, već i ona infrastrukturna koja se odnosi na načina opskrbe alternativnim gorivom (Zelenika, 2001). Novi logistički koncept će u pogledu metoda distribucije robe i putnika primjenom ekoloških vozila predstavljati važnu ulogu u budućnosti. Ovakav stav neće predstavljati toliku inovaciju u infrastrukturnom smislu, a na infrastrukturu se u ovom kontekstu misli na način kako se organizira prijevoz i sama distribucija robe i putnika, ali u pogledu voznog parka i energenata koji se koriste kao pogonska goriva, nedvosmisleno hoće.

Prijevozničke tvrtke često imaju sljedeće argumente protiv upotrebe ekoloških vozila: 1) vozila s alternativnim pogonskim sustavima često su preskupa, 2) prednosti korištenja ekoloških vozila prijevozničkim tvrtkama nisu primarna i 3) pouzdanost često nije dokaziva. Treba imati svakako na umu činjenicu da se gubici u nosivosti vozila moraju uzimati u obzir (primjerice, kod vozila na hibridni pogon), kao i maksimum ukupne vožnje. Naime, udaljenost koja se prijeđe s jednim punjenjem spremnika manja je od udaljenosti koja se prijeđe tradicionalnim motornim vozilima (primjerice, elektro i plinski pogon).

Jedan od glavnih problema je i gustoća mreže punionica jer i najveći gradovi u Europi imaju vrlo nizak nivo gustoće mreže u kojoj je moguće dopunjavanje alternativnim gorivima.

Ekološka vozila mogu se okarakterizirati različitim pokazateljima. Neki od aspekata koji se koriste i koji mogu biti od značaja za klasifikaciju ekoloških vozila su: 1) alternativni pogonski sustavi, 2) klasične pogonske tehnologije koje vode smanjenju potrošnje goriva i smanjenju emisije plina, 3) tehnologija koja podržava smanjenje buke vozila i 4) EFV (Environment-friendly vehicle), vozila „prijateljski nastrojena prema okruženju“.

Pojedini projekti vezani za upotrebu ekološki prihvatljivih vozila u gradskom teretnom prijevozu robe te prijevozu putnika pokazali su visoke ekološke učinke u pogledu smanjenja emisije CO<sub>2</sub>, smanjenja razine buke i poboljšanja energetske učinkovitosti. Ustanovljeni su i najvažniji nepovoljni čimbenici, prvenstveno viši operativni troškovi prilikom korištenja EFV,

nedovoljno razvijena infrastruktura za dopunjavanje goriva, problemi s pouzdanošću i kvarovima te visoki troškovi održavanja.

#### 4.3. Financijska analiza distribucije robe i putnika

Da bi se izvršila analiza utjecaja distribucije putnika i robe primjenom konvencionalnih vozila u odnosu na distribuciju primjenom ekoloških vozila te da bi se izračunali troškovi, potrebno je najprije formirati hipotetski primjer distribucije robe u urbanom središtu, odnosno treba definirati one parametre distribucije koji su potrebni za izračunavanje troškova. Kako je jedinica svih troškova €/voz/km, jasno je da je ulazni parametar potreban za izračunavanje ukupnih troškova broj vozila i broj prijeđenih kilometara pri distribuciji (Maibach, 2008).

Pri izračunu dnevnih troškova nekog prijevoznog sustava u nekom (hipotetskom) urbanom središtu, polazi se od pretpostavke da se distribucija robe i putnika obavlja sa 120 vozila, koja pritom prijeđu oko 1.000 kilometara u tom urbanom središtu.

Temeljem ovih podataka mogu se izračunati operativni i vanjski troškovi distribucije primjenom konvencionalnih vozila, a samim time i ukupni troškovi, što je vidljivo iz tablice 1.

Tablica 1. Proračun troškova distribucije robe i putnika u gradu primjenom konvencionalnih vozila

Troškovna kategorija		Jedinični troškovi [C/voz/km]	Ukupni troškovi [C]	
Operativni troškovi	Promjenjivi	Gorivo	0,322	38.640,00
		Ulja	0,011	1.320,00
		Popravci i održavanje	0,117	14.040,00
		Gume	0,067	8.040,00
	Fiksni	Amortizacija	0,187	22.440,00
		Kamata	0,056	6.720,00
		Plaće	0,320	38.400,00
		Osiguranje	0,045	5.400,00
		Porezi	0,016	1.920,00
Vanjski troškovi	Prometno zagušenje	0,35	42.000,00	
	Prometne nezgode	0,0446	5.352,00	
	Zagađenje zraka	0,15	18.000,00	
	Buka	0,3	36.000,00	
	Promjena klime	0,18	21.600,00	
	Ostali vanjski troškovi	0,09	10.800,00	

Ukupni troškovi sustava distribucije robe i putnika primjenom konvencionalnih vozila iznose 270.672,00 €.

#### 4.4. Analiza metode distribucije primjenom ekološki prihvatljivih vozila

Metoda distribucije primjenom ekoloških vozila, može omogućiti i do 30% smanjenja operativnih troškova u odnosu na konvencionalne sustave. Prijevoz robe vozilima sa pogonom na biogorivo smanjilo bi utjecaj prijevoza na efekt staklenika za 5%, a električnim vozilima daleko više. Kapacitet ekoloških vozila je uglavnom manji od kapaciteta teških teretnih vozila, bez obzira što to neće previše utjecati na broj pokretanja vozila zbog toga što kapacitet teških teretnih vozila nije maksimalno iskorišten. Zbog navedenog, pretpostavka je da se broj pokretanja vozila povećava za 20% (144 vozila), a da se broj prijeđenih smanjuje na 700 km,

zbog toga što se primjenom samo ove metode ne obavlja upravljanje tokovima robe i putnika. Rezultati financijske analize prikazani su u tablici 2.

Tablica 2: Proračun troškova distribucije robe u gradu primjenom ekoloških vozila

Troškovna kategorija			Jedinični troškovi [C/voz/km]	Ukupni troškovi [C]
Operativni troškovi	Promjenjivi	Gorivo	0,322	32.457,60
		Ulja	0,011	1.108,80
		Popravci i održavanje	0,117	11.793,60
		Gume	0,067	6.753,60
	Fiksni	Amortizacija	0,187	18.849,60
		Kamata	0,056	5.664,80
		Plaće	0,320	46.080,00
		Osiguranje	0,045	4.536,00
		Porezi	0,016	1.612,80
Vanjski troškovi	Prometno zagađenje	0,35	43.200,00	
	Prometne nezgode	0,0446	6.422,40	
	Zagađenje zraka	0,15	7.200,00	
	Buka	0,3	5.760,00	
	Promjena klime	0,18	24.624,00	
	Ostali vanjski troškovi	0,09	12.960,00	

Ukupni troškovi sustava distribucije robe primjenom ekološki prihvatljivih vozila iznose 229.003,20 €.

## 5. ZAKLJUČAK

Cestovni promet i prijevoz najznačajniji je izvor zagađenja okoliša uzrokovanih prometom. Dio aktivnosti kojima se može smanjiti negativan utjecaj cestovnog prometa na okoliš podrazumijeva i upotrebu novih tehnologija te alternativnih goriva koja uključuju biogorivo i vodik odnosno upotrebu električnih i hibridnih vozila te vozila s gorivim ćelijama.

Novi logistički koncept u pogledu metode distribucije robe i putnika primjenom ekoloških vozila poprima sve veći značaj. Upotreba ekološki prihvatljivih vozila ne djeluju samo na smanjenje negativnih utjecaja cestovnog prometa za potrebe prijevoza putnika i robe, koji se očituju u emisiji ispušnih plinova, buke i vibracija. Jednako tako djeluje i na smanjenje operativnih troškova (koji se sastoje od fiksnih – amortizacija, kamata, plaće, osiguranje, porezi te promjenjivih – gorivo, ulja, popravci i održavanje, gume) i eksternih (vanjskih) troškova (koji obuhvaćaju troškove prometnih zagađenja, troškove prometnih nezgoda, troškove uslijed zagađenja zraka te troškove buke), a samim time i ukupnih troškova, što je u radu i predstavljeno kroz kvantificirano.

## 6. LITERATURA

- Bloomberg, D. et. all. (2006). Logistika, Mate, Zagrebačka škola ekonomije i managementa, Zagreb.
- Günther, H-O., Tempelmeier, H. (2005). Produktion und Logistik, Springer Verlag, Berlin-Heidelberg.
- Košutar, I. (2015). Zelena logistika (završni rad), Sveučilište Sjever Varaždin, Varaždin.
- Krpan, Lj., Furjan, M., Maršenić, R. (2014). Potencijali logistike povrata u maloprodaji; Logistika povrata, Technical journal 8, 184-186.

- Lewis, A. et. all. (2010). Freight Consolidation Centre Study, Department for Transport, London.
- Maibach, M. et. all. (2008). Handbook on estimation of external costs in the transport sector.
- Maroudas – Tsakyrellis, E. (2011). City Logistics for Sustainability - The Case of Stockholm, Stockholm.
- Nikolčić, S., Lazić, D. (2006.). Zelena logistika; Od logistike do zelene logistike, Festival kvalitete 2006, 1. Nacionalna konferencija o kvaliteti života, Zagreb, B-56.
- Šamanović, J. (2009.). Prodaja, distribucija, logistika teorija i praksa, Ekonomski fakultet Split, Split.
- Waters, D. (2007.). Global logistics and distribution planning, strategies for management. Kogan Page London.
- Zečević, S. (2006). City logistika, Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet Beograd, Beograd.
- Zelenika, R. (2005). Logistički sustavi, Ekonomski fakultet u Rijeci, Rijeka.
- Zelenika, R. (2001). Prometni sustavi: Tehnologija, organizacija, ekonomika, logistika, Menadžment, Ekonomski fakultet Rijeka, Rijeka.
- Zelenika, R., Pavlić Skender, H. (2007). Upravljanje logističkim mrežama, Ekonomski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka.