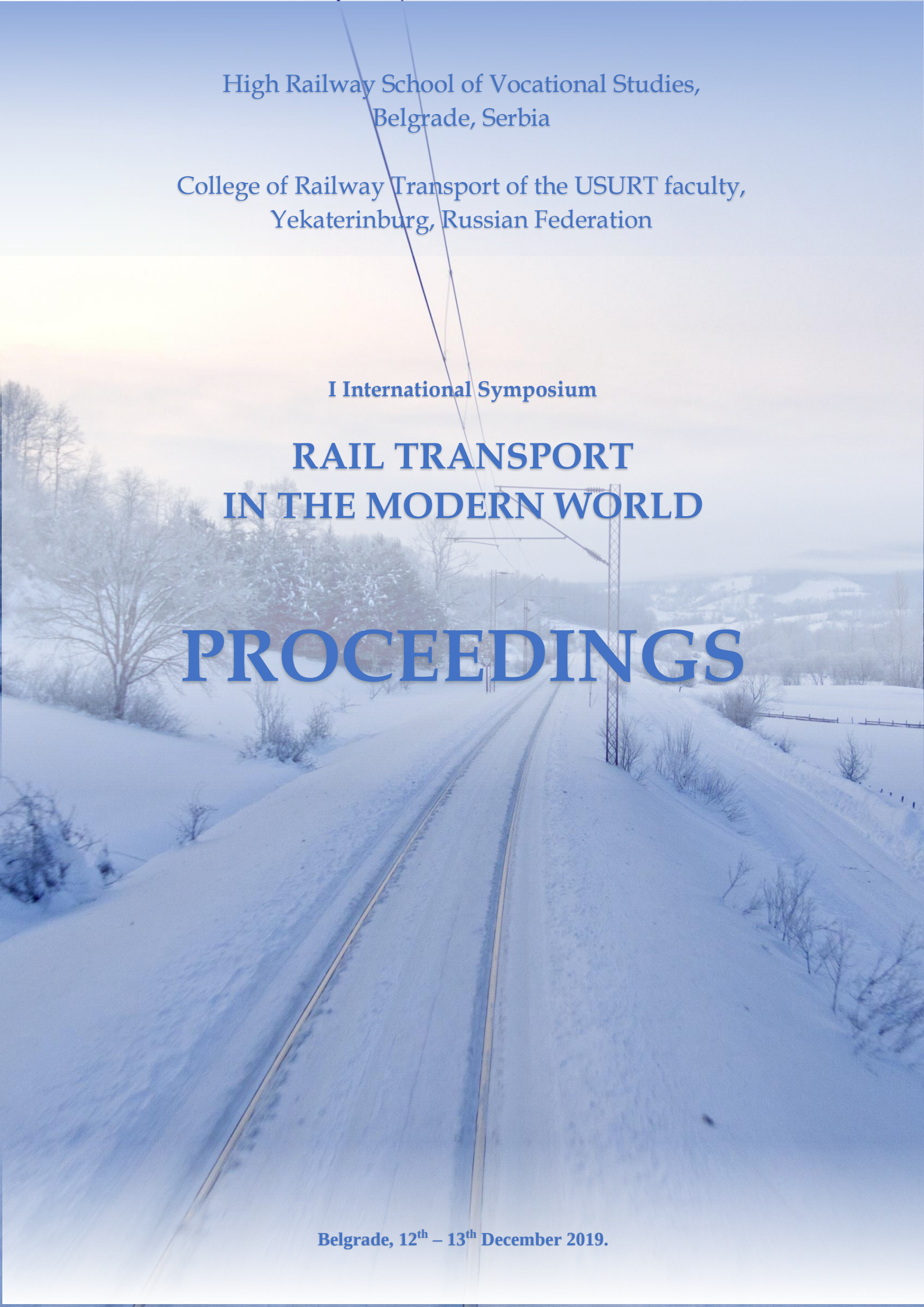
High Railway School of Vocational Studies,
Belgrade, Serbia

College of Railway Transport of the USURT faculty,
Yekaterinburg, Russian Federation

**I International Symposium**

# RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD

# PROCEEDINGS



**Belgrade, 12th – 13th December 2019.**

High Railway School of Vocational Studies,
Belgrade, Serbia

College of Railway Transport of the USURT faculty,
Yekaterinburg, Russian Federation

**I International Symposium**

# RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD

# PROCEEDINGS

Belgrade, 12th – 13th December 2019.

Publisher

High Railway School of Vocational Studies, Belgrade, Serbia

Editor

PhD Zoran Bundalo

Technical preparation

MSc Milan Milosavljević

MSc Marko Bursać

BSc Goran Tričković

MSc Dušan Vujović

Organizer

High Railway School of Vocational Studies, Belgrade, Serbia

Co-organizer

College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

Publishing year

2019.

Number of copies

100

Printing

High Railway School of Vocational Studies, Belgrade, Serbia

On the occasion of the 90th anniversary of the College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation, and 63 years of the High Railway School of Vocational Studies, Belgrade, Republic of Serbia, it is our great pleasure to invite you to take part in our First International Conference "RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD". The conference will be held in Belgrade (Republic of Serbia), December 12th -13th, 2019, on the "JSC Serbian Railways" premises, at no. 6, Nemanjina Street.

Transport and communications represent the "bloodstream" of a society, a system, a country. Hence, we may freely say that the current level and development of traffic significantly determine the achieved level and development of society as a whole. If the development of traffic lags behind the development of society, then the level of traffic becomes its limiting aspect. In order for traffic to justify the role of the driver of the economy and the society as a whole, it should always keep pace with them in terms of its continuous development and adjustment to current and future challenges. This conference is an excellent opportunity for researchers, scholars and experts in the field of transport to present to the general public the latest sustainability polices and traffic development strategies, examples of good practice across the world and countries in the region, solutions to specific transport problems, the results of their scientific research, new models, technologies and achievements in the area covered by the conference.

We are certain that by working together at this Conference, we will expand our horizons, acquire new knowledge and guidelines in the field of transportation, and thus meet our goal and live up to the title of the conference "RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD".

**ORGANIZER**

High Railway School of Vocational Studies, Belgrade, Serbia

**CO-ORGANIZER**

College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

**PROGRAM COMMITTEE**

| | |
|---|---|
| PhD Zoran BUNDALO | High Railway School of Vocational Studies, Belgrade, Serbia |
| Lazar RADAKOVIĆ | Ministry of Construction, Transport and Infrastructure of Serbia |
| Nadezhda SERGEYEVNA PANOVA | College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation |
| PhD Radivoje MITROVIĆ | University of Belgrade, Faculty of Mechanical Engineering, Serbia |
| PhD Nebojša BOJOVIĆ | University of Belgrade, Faculty of Transport and Traffic Engineering, Serbia |
| PhD Zoran ĆURGUZ | University of East Sarajevo, Faculty of Transport and Traffic Engineering Doboj, Bosnia and Herzegovina |
| PhD Daniela TODOROVA | VTU Todor Kableškov, Sofia, Bulgaria |
| PhD Stojanče NUSEV | University St. Climent Ohridski, Faculty of Technical Sciences, Bitola, North Macedonia |
| PhD Bojan BABIĆ | University of Belgrade, Faculty of Mechanical Engineering, Serbia |
| PhD Zdenka POPOVIĆ | University of Belgrade, Faculty of Civil Engineering, Serbia |
| Jože DRENOVAC | School centre Kranj, Slovenia |
| Svetlana MENSHIKOVA | College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation |
| PhD Sergey TYUTYUKOV | Uraltransmash, Yekaterinburg, Russian Federation |
| Aleksey SHCHIPANOV | Uraltransmash, Yekaterinburg, Russian Federation |
| Aleksandr ANDREYEV | Uraltransmash, Yekaterinburg, Russian Federation |
| Lazar MOSUROVIĆ | Directorate for Railways, Serbia |

| | |
|---|---|
| PhD Miroljub JEVTIĆ | Serbian Railways Infrastructure JSC, Serbia |
| Goran ADŽIĆ | Serbian Railways JSC, Serbia |
| Milutin IGNJATOVIĆ | Institute of Transportation CIP Ltd, Serbia |
| Jugoslav JOVIĆ | JSC for Passenger Railway Transport "Srbija Voz", Serbia |
| Dušan GARIBOVIĆ | JSC for Freight Railway Transport "Srbija Kargo", Serbia |
| Milan MAKSIMOVIĆ | Serbian Railways Infrastructure JSC, Serbia |
| MS Melita ROZMAN DACAR | SŽ - Tovarni promet, Ljubljana, Slovenia |
| Slavko GLIGORIĆ | Railway of RS, Doboj, Bosnia and Herzegovina |
| Tihomir NARIĆ | Regulatory Committee of Railways of BiH, Doboj, Bosnia and Herzegovina |
| PhD Snježana RAJILIĆ | Bosnia and Herzegovina Railways Public Corporation, Sarajevo/Doboj, Bosnia and Herzegovina |
| Ljubiša ĆURČIĆ | Railway Infrastructure of Montenegro, Podgorica, Montenegro |
| MS Nenad BABIĆ | Railway Transport of Montenegro, Podgorica, Montenegro |
| Muradif GRBOVIĆ | Montecargo, Podgorica, Montenegro |
| Ivica ALEKSOVSKI | Macedonian Railway – Infrastructure, Skopje, North Macedonia |
| Branka NEDELJKOVIĆ | Directorate for Railways, Serbia |

**ORGANIZING COMMITTEE**

PhD Branislav GAVRILOVIĆ

MS Srđan STOJIČIĆ

MSc Marko BURSAĆ

MSc Milan MILOSAVLJEVIĆ

BSc Goran TRIČKOVIĆ

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Contents

*Modernization of the railway network in Serbia - new opportunities and safety challenges* — *I*
Slobodan Rosić, Milan Maksimović

*The development of non-waste production technology of railway's products* — *II*
Сергей Тютюков

*Cost efficient and effective model for deployment ETCS L2 on secondary non-corridor lines* — *III*
Ivan Tuháček, Vladimír Kampík

*Robotics with basic technologies Industry 4.0 lead us to smart transport* — *IV*
Isak Karabegović, Ermin Husak, Dušan Mićević

*A brief review on Slovenske železnice - Tovorni promet* — *V*
Melita Rozman Dacar

*Russia and Serbia together in international railway regulations and organizations* — *VI*
Branka Nedeljković

*Strength analysis of passenger bogie elements operated in Bulgarian state railways* — *1*
Dobrinka Atmadzhova, Vanio Rlaev

*Regenerative Braking of the Railway Vehicle With Traction Asynchronous Motors* — *7*
Branislav Gavrilović, Zoran Bundalo

*The History of the Development of Sanitary-Epidemiological Service of Russian Railway Transport* — *13*
Дарья Добразова, Ольга Добразова, Сергей Тютюков

*The using of the scientific works Nikola Tesla in the teaching's process* — *17*
Сергей Тютюков

*Vibration Analysis and Investigation of Natural Frequencies in High-Speed Railway Track* — *23*
Erol Uyar

*Measurement of vibration in systems for Monitoring of Rail Transport* — *28*
Branislav Gavrilović, Ivana Ćirović

*The history of the college railway transport of the usurt faculty in the Ekaterinburg* — *34*
Сергей Тютюков, Людмила Пермикина, Надежда Панова, Светлана Меньшикова

*Fuzzy Logic System for Train Prioritizing* — *38*
Milan Milosavljević, Zoran Bundalo

*The history of the Sverdlovsk's railway (145 years since the beginning of building)* — *44*
Сергей Тютюков, Светлана Меньшикова

*Solving the location issue of logistic centres* — *47*
Tamara Milijašević, Nevena Savuljesku, Aleksandar Blagojević, Sreten Tešanović

*The impact of unplanned train stopping at open line to driving timesextension* — *53*
Dušan Vujović, Zorica Milanović

*The use of a modern device for regulating the movement of trains when studying a set of measures for the automation of railway transport* — *60*
Алексей Сапко, Владимир Трубицин

*Study of work of metrological service at JSC "RZD" within the framework of the training program at the college of railway transport of urgups* — *64*
Шарафитдинова Наталья Валентиновна, Прокопьев Кирилл Александрович

*Delay factors in railway passenger transport* — *68*
Dimitrije Milutinović, Zoran Avramović

*Analisis of some central of european Railway of infrastructures* — *75*
Ante Bošnjak, Miljenko Bošnjak

*Designing of customer-oriented railway service with Kano model* 80
Dragana Macura, Milica Šelmić

*Railway Network Simulation using OpenTrack* 84
Андреас Шёбель, Даниель Хюрлиманн, Ольга Шёбель-Пермякова

*Environmental and industrial safety in railway transport* 88
Шарафитдинова Наталья Валентиновна, Певцов Вячеслав Алексеевич

*Railway infrastructure projects and their investment models* 91
Filip Šćekić

*Priority railway projects under conditions of limited financial possibility* 96
Filip Šćekić, Lazar Mosurović

*Interoperability and security as major drivers of railway market opening* 102
Nermin Čabrić, Aleksandar Blagojević

*The role and importance of railway tariffs in increasing transport service quality* 108
Zoran Pavlović, Zoran Bundalo, Rajko Divljan

*Enviroment and railway traffic* 112
Jovo Steljić, Lazar Mosurović

*Modern modular technologies for railway rehabilitation* 117
Владимир Бабошин, Роман Пантелеев, Павел Фомин

*Ecology on railway transport of Sverdlovsk railway* 123
Кирилл Мельников, Елена Паньшина

*Establishment of a Regional railway academy and the necessity of raising the level of knowledge of employees in the Serbian railway sector* 126
Nenad Kecman, Željko Valentić, Miroslav Stojčić, Milena Ilić

*Effective and efficient education of employees in railway transport* 132
Zoran Pavlović, Zoran Bundalo

*Technical solution for the organization of restoration of interrupted train traffic* 136
Павел Даниленко, Роман Романов

*Transport of dangerous goods on public railway infrastructure network, upon the railway system reform in Republic of Serbia* 140
Gordana Anđelić

*Management of the stresses in CWR on the bridge* 145
Nikola Mirković, Zdenka Popović, Luka Lazarević

*Features of using automated railway control systems in emergency situations* 150
Владимир Бабошин, Роман Пантелеев, Михаил Яшин, Александр Иванов

*Problems of environmental and industrial safety in railway transport in the Ural region* 157
Михаил Кошуков, Михаил Молочков, Елена Паньшина

*Dynamic testing of DDam wagon for cars transportation* 161
Dragan Petrović, Milan Bižić

*Guidelines for improving the market operation of domestic companies* 165
Snežana Bešić, Dejan Đorđević, Cariša Bešić, Jasmina Velisavljević

*Some management issues railway transport system* 170
Михаил Яшин

*Some questions of assessing railway station capacity* 173
Владимир Бабошин, Роман Пантелеев, Николай Романов, Михаил Яшин

*The need of a modern concept of training traffic employees* 178
Milutin Đuričić, Milan Đuričić, Zorana Nikitović

*The impact of road and rail transport on the environment* 184
Danijela Pecarski, Zorka Jugović, Slađana Borisavljević

*Engineer education for professional work in schools for railway jobs, or…* 191
Aleksandar Blagojević

*Satellite communications on the railway* 196
Антон Вылегжанин, Айрат Сатдинов, Дмитрий Журавлев

*To the question of the effective use of the separate-conveyor method of laying the upper track structure* 201
Андрей Даниленко, Антон Вылекжанин

*Geographic potential of the railway network as the focus of migration crises* 204
Milan Stanković, Miodrag Huber

*Creating Future With Digital Transformation Of Railways* 209
Dragica Jovanović, Marko Bursać, Goran Tričković, Dušan Jeremić

*Uninterruptible power supply offers automation and telemechanics devices* 217
Владимир Бабошин, Роман Пантелеев, Михаил Яшин

*Synthesis of a multi-stage mechanical drive by the method of multi-criteria optimization* 221
Александр Широкоухов

*Analysis of dynamic loads on fire trucks in difficult road conditions* 225
Константин Иванов

*Saving facility sanitary technology for rolling stock and infrastructures on railway* 228
Александр Семенов

*The fiber optic networks application on railways* 232
Goran Zajić, Nikola Slavković

*Risks in the transport of dangerous goods by rail* 236
Nemanja Deretić, Sanja Ilić, Goran Mihajlović

*Reconstruction of tank wagons for transportation of petroleum products owned by NIS a.d. Novi Sad to a system for filling and discharging with vapour circulation system (bottom loading)* 240
Vlajko Kalkan

*Video srvillance in railway transport in termal power station Nikola Tesla* 246
Danijela Štajcar

*Socio-economic factors improve the welfare Russian population* 250
Лавров Владимир, Бурцева Татьяна, Семенюк Ксения

# PLENARY PAPERS

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Modernization of the Railway Network in Serbia - New Opportunities and Safety Challenges

Slobodan Rosić[1], Milan Maksimović[2]
*Serbian Railway Infrastructure JSC, Belgrade, Serbia*[1,2]
srosic@sbb.rs[1], milan.maksimovic@srbrail.rs[2]

**Abstract:** Work is in progress on the construction of the Belgrade-Budapest high-speed line and the modernization of a large part of the existing railway network of IŽS a. d. After their completion, the railway sector in the Republic of Serbia gets new opportunities for its development as this will allow faster, heavier and longer trains. However, this technological leap brings with it new safety challenges. It has been shown that with the introduction of new technologies technical equipment and human resources have their own period of "childhood diseases". Experience from the past shows that neglecting this aspect can have catastrophic consequences for the safety of railway traffic. This paper illustrates how IŽS a.d. plans to manage these risks and show that he has learned a lesson from the past.

**Key words:** modernization, traffic safety, risk management.

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# The Development of Non-Waste Production Technology of Railway's Products

Sergey Tyutyukov[1], Aleksandr Andreyev[2], Mikhail Filippov[3], Aleksandr Gavrilyuk[4], Nadezhda Baykova[5], Aleksandr Loyev[6], Mikhail Kuznetsov[7], Mikhail Belozertsev[8], Svetlana Menjshikova[9]
*Uraltransmash, College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation[1], Uraltransmash, Yekaterinburg, Russian Federation[2,4,5,6,7,8],*
*Ural Federal University, Yekaterinburg, Russian Federation[3], College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation[9]*
setut@mail.ru[1]

**Abstract:** The aspects of modernization of the technology in the process of making casting, for example, casting "Shkvoren", from hypoeutectic silumin with using domestic mixture KSK instead of import materials «Degazal T 200» и «Eutectal T 201» are analyzed in this article. The domestic materials do not contain chlorine and other harmful, toxic compounds. Domestic material can replace imported materials in order to make degradation and modification of liquid alloys. Also was mastered original technologies of utilization west production non-ferrous alloys in order to receive castings for trams (made in the plant AO "Uraltransmash") and for railway wagons. In addition, the results of work were used in the teaching process in the college of railway transport of the USURT faculty.

**Key words:** railway transport, silumin, foundry, ecologization of technology, degradation and modification, mechanical properties of product, west production non-ferrous alloys, teaching's process.

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Cost-Efficient and Effective Model for Deployment ETCS L2 on Secondary Non-Corridor Lines

Ivan Tuháček[1], Vladimír Kampík[2]
*AŽD international signaling project implementation unit[1], European Affairs AŽD and member of the UNISIG Steering Committee and member of the UNIFE ERTMS[2]*
tuhacek.ivan@azd.cz[1], kampik.vladimir@azd.cz[2]

**Abstract:** Since 90's the European railway administrations, infrastructure managers and also signalling manufacturers realized the need for standardization among the railway industry and national railway networks, aiming to achieve so-called Interoperability of the trans-European rail system, and launched several activities and effort in this regard, which concluded is developing the Technical Specifications for Interoperability – so-called TSI. As one of the core constituents of the TSI also defines requirements for the CCS (Control Command and Signalling systems). The TSI CCS is based on the ERTMS system (European Train Management System), consisting of ETCS (the European Train Control System ) and GSM-R (GSM-Railways) subsystems, which serves as an interoperable system for train control and management.

As the current EU legislation is in force, however, the current ERTMS deployment is focused on the main corridor lines - Trans-European Rail network only. Nevertheless, having deployed or being deployed the ERTMS system on the main corridor lines – rolling stock being operated on these lines, a question arises how to handle the traffic from/to the connecting secondary lines? Or even, whether the rolling stock being ERTMS equipped to be operated on the mainline could be efficiently utilized also for the railway traffic on the secondary lines?

Deployment of the ERTMS system involves certain costs, which are not negligible, but reasonable for the main corridor lines. For the secondary lines, however, deployment of the full ERTMS system, as the current standards and specifications define the system, may look economically nor sustainable. Unless an efficient way of implementation is developed. The article further examines and analyses in detail the possibilities for a system based on the ERTMS specification in force, however, optimized for the use on secondary lines. All with the goal and benefit of using the standard ERTMS equipped rolling stock on both main corridor as well as secondary lines. Taking into account all advantages, disadvantages and cost drivers for deployment the ETCS L1 and L2 systems, the article provides a new conceptual proposal for an interoperable, efficient and cost-effective ETCS implementation for these lines – ETCS L2 with reduced, cost-effective GSM-R infrastructure, and necessary enforced L2 lineside system functionality simplifications.

**Key words:** ETCS, ERTMS, railway.

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Robotics with Basic Technologies Industry 4.0 Lead Us to Smart Transport

Isak Karabegović[1], Ermin Husak[2], Dušan Mićević[2]
*Academy of Sciences and Arts of Bosnia and Herzegovina*,[1]
*University of Bihać, Faculty of Technical Sciences, Bihać, Bosnia and Herzegovina*[2]
isak1910@hotmail.com[1], erminhusak@yahoo.com[2]

**Abstract:** The development and implementation of the fourth industrial revolution, "Industrie 4.0" is based on the following technologies: cloud computing, robotics & automation, intelligent sensors, 3D printers, and radio frequency identification - RFID, etc., and robotics is considered to be the core technology. In manufacturing processes over 90% of industrial robots of the first generation are installed. They are enclosed by separate fences so to not injure workers in the production process. The development of new technologies has led us to collaborative robots, service robots AGV (automated guided vehicle), which is one of the most significant qualitative shifts in the automation of transport operations, production, assembly lines, warehouses and all other operations where it is necessary to transport certain positions in the production process. Their application is motivated by technical and economic reasons, such as: improving the quality of finished products (machining, etc.), reducing the fall (in the assembly process), increasing the homogeneity rate - constant quality (in all processes related to robotic application), reproducibility, increasing the speed of safety (in aggressive, flammable, explosive and other areas, with a high degree of robot protection), reducing the required workforce of routine and reproducible processes, minimizing production costs and overall maintenance, meeting the demands of competition and more stringent quality standards. This paper shows the trend of industrial and service robots application, as well as predictions of application in the coming period. Design solutions for service robots that are autonomous, with which smart transportation is performed without worker involvement, are presented.

**Key words:** industrial robot, service robot, Industry 4.0, automation, smart transport.

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# A Brief Review on Slovenske Železnice - Tovorni Promet

Melita Rozman Dacar
*Slovenske železnice - Tovorni promet, Ljubljana, Slovenia*
melita.rozman-dacar@slo-zeleznice.si

**Abstract:** SŽ-Tovorni promet is an important regional railway carrier. With its extensive network of partners and its own traction in Slovenia, Austria, and Croatia, the company offers its customers comprehensive transport and logistics services. SŽ- Tovorni promet is increasingly focusing its activities on the Alpine-Western Balkans rail corridor. The former Corridor X has extremely high growth potential. Achieving this will require investments in railway infrastructure and actions by railway undertakings, which need to focus more on the needs of their customers. States on the corridor should also encourage the development of rail freight by introducing appropriate financial, tax and regulatory measures.

**Key words:** SŽ, Tovorni promet, railway freight transport.

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Russia and Serbia Together in International Railway Regulations and Organizations

Branka Nedeljković
*Directorate for Railways, Belgrade, Serbia*
branka.nedeljkovic@raildir.gov.rs

**Abstract:** The first contract of international carriage of goods by rail, signed in 1893. Agreement between the Governments of the Socialist Federal Republic of Yugoslavia (SFRY), Hungarian Peoples's Republic and Union of Soviet Socialist Republics (USSR) on carriage of goods between the SFRY and USSR with transit across the railway lines of the Hungarian Peoples's Republic. Agreement between the Government of the Republic of Serbia and Government of the Russian Federation on Cooperation in the field of railway traffic. OSJD – Organisation for Cooperation between Railways. SMGS - Agreement on International Railway Freight Communications; / SMPS - Agreement on International Passenger Traffic by Rail. OTIF – Intergovernmental Organization for International Carriage by Rail. CIT – International Rail Transport Committee. Economic agreements.

**Key words:** railway regulations, OSJD, OTIF, SMPS, SMGS.

# PAPERS

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Strength Analysis of Passenger Bogie Elements Operated in Bulgarian State Railways

Dobrinka Atmadzhova[1], Vanio Rlaev[2]
*University of Transport (VTU Todor Kableshkov), Sofia, Bulgaria[1,2]*
atmadzhova@abv.bg[1], vanio.ralev@gmai.com[2]

***Abstract**: The paper presents some failures related to mass defects and mainly due to design shortcomings and mass deviations from technological requirements. The strength analysis of frame and bolster is carried out based on a T73 AD passenger carriage bogie being in operation as part of the Bulgarian State Railways (BDZ AD) fleet. The strength analysis of the elements of the bogie is performed using COSMOSWorks software. Options for reinforcing the frame and overhead beam are suggested. The stresses and deformations obtained are within acceptable limits. The options for reinforcement of the frame and bolster were recommended to BDZ AD to apply to T73 AD bogie, which showed the desired results during the subsequent observation.*
***Key words:** railway vehicles, passenger carriage, passenger bogie.*

## I. INTRODUCTION

The importance of problems related to the state of strength and especially durability of passenger carriages can be judged by their decisive part for traffic safety. All failures of strength nature in passenger bogies, i.e. all destructions lead directly to severe incidents and accidents affecting passengers' lives. Axle failures are a subject of individual regulations and special attention although it can be said that there are problems related to them as well [1], [.2], [3], [4].

In advance, it will be noted that due to the dynamic nature of passenger bogie loads, in all cases destructions are caused by fatigue of material, i.e. by cyclic loads and rarely by single loads. This assessment of specific cases is confirmed by characteristic signs – absence of a journal (making the section thinner) in the location of destruction and the presence of different areas of fracture visible to the naked eye and characteristic for the different stages of crack development. It is noteworthy that these stages are not short-lived and that is good because to detect the crack is possible before the actual loss of working capacity appears, i.e. before the actual destruction characterized by element splitting into two parts occurs. The methods and means of detecting cracks is a subject of another study.

Unfortunately, the destructions due to fatigue almost always have a mass character. They are characteristic and appear not as single cases but in the whole series and production batches. The destructions of this type require a large number of load cycles (hundreds of thousands and millions – usually up to 10 million for steel [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], which cannot be checked either by factory tests and on trial trips but are accumulated during a relatively long period of operation.

It can be said that such mass failures have not occurred since 1970 when the institute tests for serial production became mandatory although they started actually in 1964-1965. These tests were referred to as "determinative" because they were used to determine, in addition to dynamic indicators, also strength and stresses, which actually give rise to cracks.

The "determinative" tests do not ensure complete warranty against the appearance of cracks and destruction. It should be noted that there were no obligatory requirements of strength simulator tests, which, according to UIC Fiches 510 and 515, became mandatory in 1982 for all cases of changing construction, technology and manufacturing plant [11].

## II. ANALYSIS AND FORECASTING EXPECTATIONS FOR STRENGTH AND DURABILITY RELATED TO B'84 (74) CARRIAGES WITH T73D BOGIE TYPE

### A. Preliminary information

The development of B'84 carriages in Bulgaria with T73 AD bogie (Fig.1) went through different stages with different types of tests and, according to the results obtained, with repeated adjustments of structure and it's gradual working out to the final type.

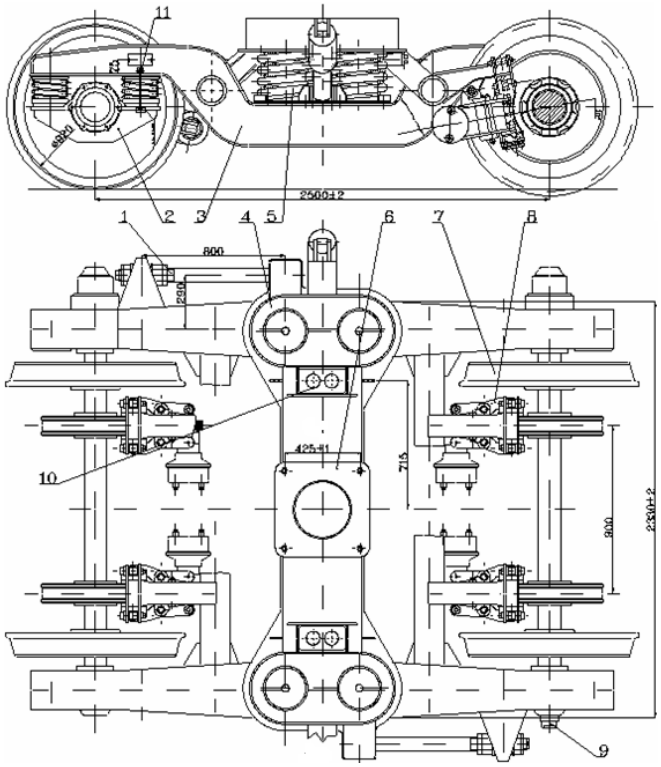



*Figure 1. Structure of T73AD bogie*

*1-lenker; 2-axle box; 3-frame; 4-bolstyer; 5-secondary spring suspension; 6-centre pivot; 7-wheel axle; 8-disc brake system; 9- a system against dragging; 10-side bearer; 11-grounding.*

It can be said that the structure is appropriately sized and has sufficient strength but without surplus reserve because there were a number of requirements to achieve modern indicators including a drastic reduction of tare, which was lowered to about 36 t. For instance, while developing the bogie structure, it became necessary to work out and test 5 different designs of side frames as the construction of each was based on the testing results of the previous structure [12], [13], [14]. Although the problem could have been solved in the simplest and elementary way – increasing the thickness of sheet metal [15], in order to lighten the structure, the reduction of stresses especially in the zones of curves was achieved by appropriate ribbing of the closed rectangular section and its optimum configuration.

B. Analysis of individual elements and nodes of T73 AD bogie, the durability of which might turn to be insufficient

This paper examines only those of bogie elements and nodes that need special examination although they have been subjected to tests and despite their possible modifications based on the results obtained.

A) *First*, special attention should be paid to the places of connection between the side frames and transverse beams (pipes). That refers to angles "c", which are welded seams given schematically in Fig. 2a in initial implementation (of the prototype). It was where the stresses obtained in static tests had very low values according to the UIC Leaflet 515 but in train tests, under the conditions of running in curves, these stresses significantly surpassed the permissible values. From the analysis of records and the additional stationary tests carried out by simulating loads in curves, it was found that the high stresses were due to the couple of longitudinal shoulder forces caused by the longitudinal components of creep forces with entering a curve.

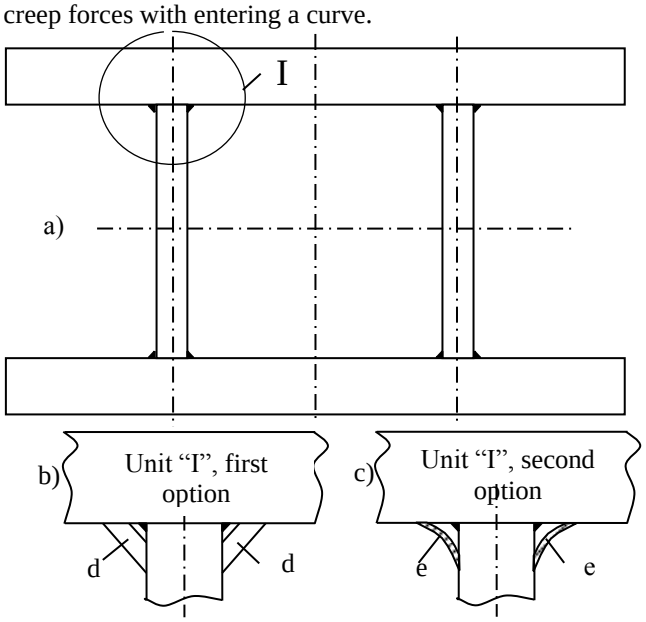



*Figure 2. Diagram of T73 AD bogie frame with constructive amendments [14]*

To strengthen these places, a number of constructive amendments in two versions were recommended:

- by welding horizontal ribs "d" (according to Fig. 2b);
- by welding a specially profiled funnel-shaped bushing "e" (Fig. 2c);

Having implemented the easier version (with the ribs), a sharp decrease of stresses under the permissible values was established, so this version was adopted without applying and testing the other predefined one (with the funnel-shaped bushing). Due to the high responsibility of this node, the subsequent vibration tests of fatigue [13] included additional cyclic load (which had not been recommended by UIC Leaflet 515) aiming to cause a horizontal skew displacement of frame turning it from a rectangle into a rhomboid (viewed on a horizontal plane).

In addition, the requirement for mandatory defectoscopy of welded seams in this node was included in prescriptions of the institute (Transport Research Institute).

(B) *Second*, under certain conditions, it is possible to expect cracks in the lower bolster sheet near the edges of the brackets taking the transverse forces as reactions to the

rubber pads (Fig. 3). It is where cracks appeared with fatigue simulator tests in 6 million cycles.

In connection with the occurrence of cracks, two kinds of recommendations are given:

(a) welding of external ribs – for the bogies of carriages that had already been built by the time of recommendations (to carriage No 037 including it);

(b) welding of internal ribs (diaphragm) in the cavities above brackets – for the carriages after No 037, which had not been built yet at the time of the recommendations.

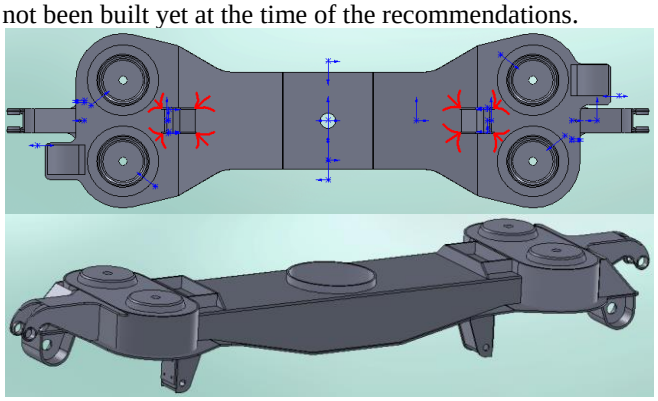


*Figure 3. Diagram of T73 AD bogie bolster with the appearance of cracks*

The two versions of changing were tested and unconditionally withstood the intended loads [13] calculated with a large margin for the depreciation period of carriages.

## III. OPERATIONAL OBSERVATIONS ON T73 AD PASSENGER BOGIE

According to the data taken from "Repair Diary" of Nadezhda Depot in the period from 01.01.2000 to 31.12.2018, the number of B'84 carriages with T73 AD bogies received in repair shop was 196. According to the operational reports, the weakest bogie spots are as follows:

♦ Primary spring suspension – 37 springs were replaced in boxes because of the main shortcoming – the low quality of workmanship.

♦ The dampers of oscillations – 36 dampers were replaced. The most common damages to them are fractures of the valve plates, piston wear-out, and distortion of the quality of the metal-rubber connection between the damper and the bogie frame. About 400 of hydraulic dampers of oscillations are monthly inspected in the Department of Dampers with the repair shop.

♦ Brake cylinder –19 bogies had damages, the most common ones being: unregulated piston stroke and leaks.

♦ Lenker – it was found that 20 bogies were found to have fractures of the metal-rubber connection between the bolster and the bogie frame, mainly due to the low quality of rubber fabrication.

♦ Centre pivot - the most characteristic failure is the quality of rubber bushing due to the poor quality of manufacturing and aging of rubber.

Here are some other facts about damages and "wear-out" of bogies: creating new profiles of 18 wheel axles due to "worn flanges", balancing of SSS (Second spring suspension) performed 10 times, pads were replaced 6 times, etc. In 2018, 31 B'84 carriages were subjected to intermediate maintenance and 26 carriages were taken out of operation for ongoing repairs.

According to the data taken from "Repair Diary" of Nadezhda Depot in the period from 01.01.2017 to 31.12.2018, Fig.4 shows the percentage of B'84 carriages, which entered the repair shop because their T73 AD bogies needed repairs or damage removal.

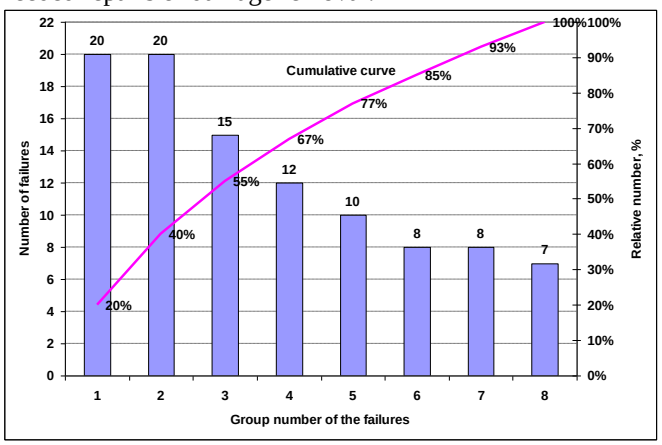



*Figure 4. Failures of T73 AD passenger bogie elements*

*1- frame; 2- bolster; 3- brake system; 4- wheel axles; 5- side bearer; 6- dampers; 7- spring suspension; 8- centre pivot.*

In 2012 and 2013 there were two derailments of B'84 passenger carriages and T73 AD bogies but not because of the bogies, which were severely damaged (pictures in Fig.5).



*Figure 5. Derailment of B'84 passenger carriage and T73 AD bogie*

## IV. ANALYSIS OF THE FRAME AND BOLSTER STRENGTH OF T73 AD PASSENGER BOGIE

The calculation of the frame and bolster of T73 AD bogie by the finite element method (FEM) is performed using COSMOSWorks Professional software.

The criterion of stress evaluation in COSMOSWorks Professional is "Max von Mises Stress" – the criterion of maximum stress. This criterion is based on the theory of maximum deformation energy [14], [16], [17], [18], [19]. According to this theory, the creep of material at a given point will appear when the deformation energy per unit of volume is equal to or exceeds the stress of creeping determined with pure stress. For destructing stress Yield Strength or Ultimate Strength can be used. The Factor of Safety /FOS/ is equal to the destructive stress divided by the maximum stress of Von Mises [20].

### A. Analysis of the frame strength of T73 AD passenger bogie

The loads of T73 AD passenger bogie frame with ribs in the link "pipes-side frame" are in a vertical and horizontal plane [21], [22], [23], [24], loading the two side frames in the spring supports of the secondary spring suspension with evenly distributed load with Intensity of 11.7286 MN/m$^2$ and forces of 7.85 kN in a horizontal-transverse plane (by centrifugal forces) and 0.435 kN in a horizontal-longitudinal plane (by the inertia force). The frame supports are in the bolts welded to the side frames (Fig. 6).

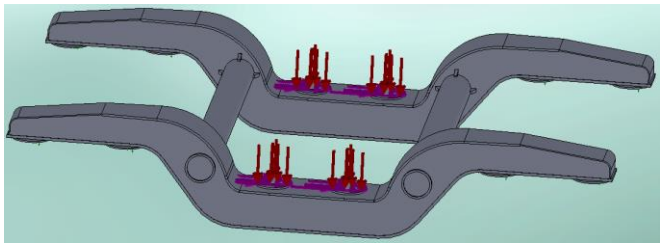


*Figure 6. Load on the frame of T73 AD bogie*

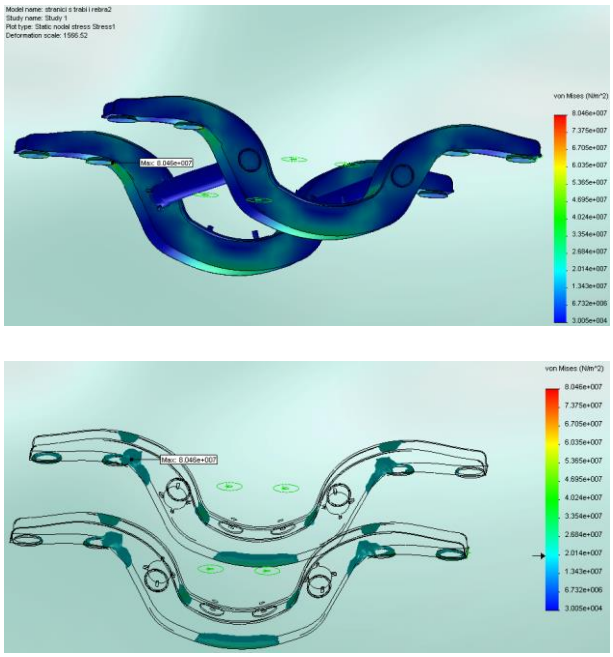
The results obtained by the software used are as follows:

Table 1. Frame of T73 AD bogie

| Name | Type | Max | Location |
|---|---|---|---|
| Stress1 | VON: von Mises Stress | 80.456 MPa Node: 17481 | (-986.878 mm, -85.656 mm, -1485.72 mm) |
| Displace-ment1 | URES: Resultant Displacement | 0.000208 m Node: 12990 | (-1122.87 mm, 108 mm, -580 mm) |
| Strain1 | ESTRN: Equivalent Strain | 0.0002425 Element: 9725 | (-996.812 mm, -88.2735 mm, -1504.18 mm) |

Fig. 7a shows the bogie frame stress state where the maximum value of 80.46 MPa is obtained in the axle support. Fig. 7b shows the zones of stresses higher than 20 MPa

The stresses and deformations obtained are within the permissible limits, which indicates that the frame constructed in such a way can be produced.



*a)*

*б)*

*Figure 7. Frame strain state – a) general type; b) zones of strain over 20MPa*

### B. Analysis of the strength state of the bolster of T73 AD bogie

The bolster loads are: load in the two side bearers by vertical forces: in the left side bearer –143.6 kN and in the right one – 105.3 kN; horizontal forces in in the centre pivot – the transverse force of 0.218 kN and longitudinal one of 53.4 kN and fixed in the secondary suspension spring supports of (Fig. 8).

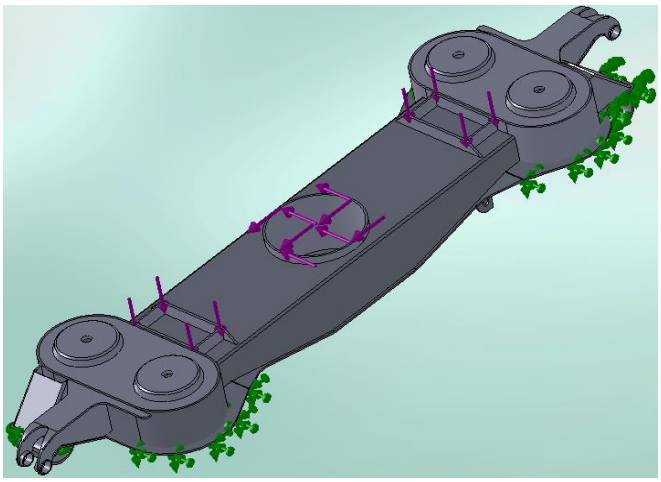


*Figure 8. Load of the bolster of T73AD the bogie*

The results obtained by software are as follows:

Table 2. Bolster of T73AD the bogie

| Name | Type | Max | Location |
|---|---|---|---|
| Stress1 | VON: von Mises Stress | 359.83 MPa Node: 112463 | (656.282 mm, 220.632 mm, -232 mm) |
| Displace-ment1 | URES: Resultant Displacement | 0.0005056 m Node: 123255 | (727.743 mm, -9.07531 mm, -236.05 mm) |
| Strain1 | ESTRN: Equivalent Strain | 0.0009486 Element: 9725 | (683.042 mm, -144 mm, -240.025 mm) |

Fig. 9 shows the bogie bolster stress state, the maximum value being 359.8 MPa obtained in a vertical support of the left-hand side bearer. Fig. 10 shows the zones of stresses higher than 50 MPa.

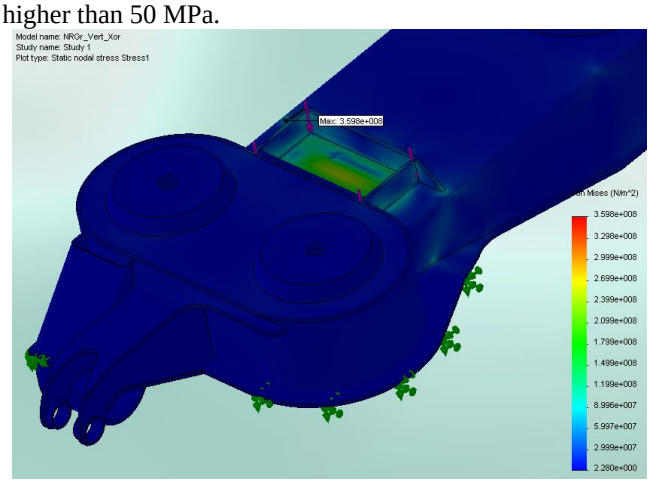



*Figure 9. Stress state*

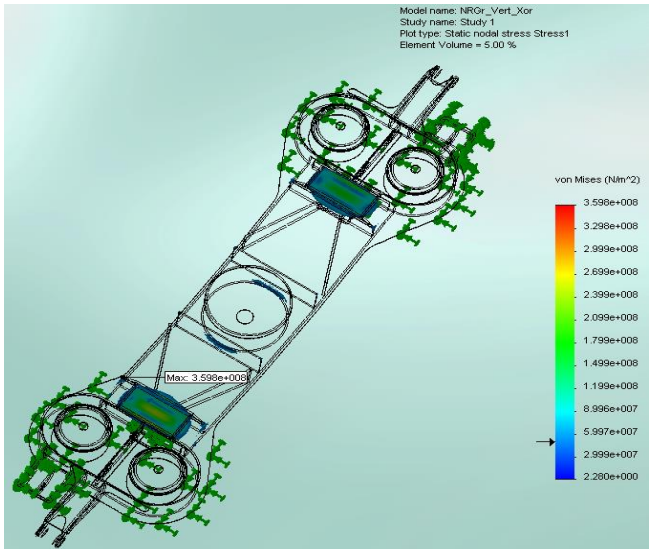



*Figure 10. Zones of stresses higher than 50 MPa*

The resulting stresses and deformations are within the permissible limits, which indicates that the bolster constructed in that way can be produced.

## V. CONCLUSION

The operational observations on the T73 AD passenger bogie resulted in defining the elements with damages for two years of operation.

The paper presented focuses on the points of connection between the side frames and brackets taking the transverse forces as reactions to the rubber pads due to the appearance of cracks in the bottom sheet during the tests conducted on the initial structure.

The calculation of the frame and bolster of T73 AD bogie is made by the finite element method using COSMOSWorks Professional software.

In conclusion, it should be noted that the proposed options for reinforcement of the frame and bolster were recommended to BDZ AD to apply to T73 AD bogie, which showed the desired results during the subsequent observation.

## REFERENCES

[1] Nikolov V. Modeling and quality analysis of wheels of locomotives series 86, Faculty scientific conferences - 2018, Academic journal 'Mechanics Transport Communications' vol. 16, issue 3/3, pp. 48-53, 2018.

[2] N. Bogojević, V. Lučanin, B. Tatić, "Influence of wheel profiles on rolling contact fatigue and wear rate of railway wheels", Academic journal 'Mechanics Transport Communications' vol. 11, issue 3, pp. 34-40, 2013.

[3] M. Bizić, D. Petrović, M. Tomić, Z. Djinović, "Development of method for experimental determination of wheel–rail contact forces and contact point position by using instrumented wheelset", Meas. Sci. Technol. 28 (2017) 075902 (25pp), 2017 IOP Publishing Ltd Printed in the UK, 2017.

[4] B. Gavrilović, Z. Bungalo, R. Vukadinovic, "The railway vehicles of "Serbian Railways" with wheel slip control", Academic journal 'Mechanics Transport Communications', issue 3, pp. 1-9 , 2009.

[5] M. Janković, „Malociklusni zamor", Tehnika, tehnologija, ISBN: 86-7083-429-4, 2001.

[6] V. Zeljković, M. Janković, K. Maksimović, „Deterministic and probabilistic fatigue damage models", Tehnička Dijagnostika, pp. 1–10, 2009.

[7] V. Zeljković, M. Janković, R. Vukoje, „Probabilistic approach to component useful life prediction", Scientific Techical Review, vol. LVIII, no.1, UDK: 519.873,519.248:621, pp. 50-54, 2008.

[8] C. Penchev, D. Atmadzhova,"Strength and durability of automotive and railway equipmentS, (book), VTU T. Kableshkov, 2007.

[9] V. Nikolov, „Modeling and qualitative analysis of a hinge bolt from the spring suspension of a four-axle wagon type tams“, "TRANSPORT - 2019", Scientific journal 'Mechanics Transport Communication': V 3/2019, pp. 52-57, 2019.

[10] R. Valkov, „Railway Infrastructure of the Republic of Bulgaria - Beginning, Development, Status and Perspectives“, 140 pages, ISBN 978-954-12-0213-5, VTU "Todor Kableshkov", Sofia, 2012.

[11] Y.I. Todorov, R. Valkov, „Modern methods for increasing the operating period of rails in the railway of the metropolitan of Sofia“, Scientific journal 'Mechanics Transport Communication' Volume 13, Issue 3/3, pp. 95-102, 2015

[12] C. Penchev, D. Atmadzhova, “Concerning the experimental determination of some of the main characteristics of the second-class B-84 passenger car”, Scientific session of TY '89, S., 1989.

[13] C. Penchev, D. Atmadzhova, A. Lambiev, P. Petkov, “Bench vibration tests on the frame and the beam of the new T73-AD passenger bogie”, Yearbook of the Institute of Railway Transport Operations, №29, Sofia, 1991.

[14] C. Penchev, D. Atmadzhova, „Issues of operation, repair and recycling of passenger coaches from the BDZ Park“, (book), VTU "Todor Kableshkov", Sofia, 2003.

[15] Kolarov IG Dimchev, „Machine components“, Textbook. VTU, "T. Kableshkov", 2018.

[16] A.I. Ivanov, „Structural Dynamics“, publ. “Avangard Prima”, ISBN 978-954-323-684-8, Sofia, pp. 324, 2010.

[17] A.I. Ivanov, „Three-Dimensional Rigid Body Vibrations”, publ. “Avangard Prima”, ISBN 978-619-160-745-7, Sofia, pp. 192, 2017.

[18] V. Nedev, „Strength - strain analysis“, Yearbook of VTU “T. Kableshkov ”, № 5, Sofia, 2014.

[19] I. Mryankov, “Study stresses in the main beam of single girder bridge cranes telpher trolley FEM”, Academic journal ‘Mechanics Transport Communications’ vol. 13, iss. 3/2, pp. V17–V22, 2015.

[20] P. Kolev, D. Patov, A. Dimitrov, „ Applied Mechanics“, (textbook), VTU "T. Kableshkov", 2009.

[21] D. Petrović, R. Rakanović, “Železnička vozila Praktikum“, Kraljevo, 2006.

[22] D. Petrović, V. Aleksandrov, „Železnička vozila. Osnove“, MF Kraljevo, ISBN 978-86-82631-66-8 pp. 223, 2013.

[23] V. Stoilov, S. Slavchev, “Vagoni”, Ed. TU-Sofia, 2014, ISBN 978-619-167-135-9, Sofia, p. 222, 2014.

[24] R. Mijanac, “Železnička kola”, Beograd, ISBN 86-7307-102-X, 2000.

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Regenerativno kočenje železničkih vozila sa asinhronim vučnim motorima

## Regenerative Braking of the Railway Vehicle With Traction Asynchronous Motors

Branislav Gavrilović[1], Zoran Bundalo[2]
*High Railway School of Vocational Studies, Belgrade, Serbia[1,2]*
gavrilovicbranislav5@gmail.com[1], cheminot2@gmail.com[2]

***Apstrakt:*** *U radu su železničkih vozila sa asinhronim vučnim motorima tokom regenarativnog kočenja simulirana sa odgovarajućim ekvivalentnim matematičkim modelom. Dobijeni rezultati simulacije su od posebnog interesa za vučne pogone sa asinhronim motorima pri učestalom regenerativnom kočenju i različitim složenim železničkim scenarijima*
***Ključne reči:*** *Asinhrone mašine, motorski/generatorski režim rada, simulacija, regenerativno kočenje.*

***Abstract:*** *In this paper, an equivalent asynchronous machine model was simulated and the behavior during regenerative braking was observed. The results of the simulation are of significant interest for railway transportation systems where the regenerative braking is frequently applied. Future work of this paper is to investigate the simulation of the asynchronous machine in a more complicated scenario where the gradients are present and the regenerative braking of railway vehicle is allowed. This will definitely further increase the complexity of the modeling of the asynchronous machine in regenerative braking but also make the optimization more suitable in practical railway transportation.*
***Key words:*** *Asynchronous machine, motor/generator operation, simulation, regenerative braking.*

### I. INTRODUCTION

More railway vehicles occupy a variable-frequency asynchronous motor drive in which a pulse width modulated (PWM) inverter is used as a variable-voltage variable-frequency source to drive an asynchronous motor in variable-speed operation. This source can be realized by using a power converter system consisting of a rectifier connected to an inverter through a DC link.

Figure 1 shows a block diagram of the power circuit of a typical variable-frequency asynchronous motor drive.

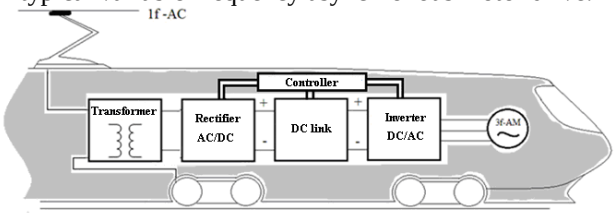



*Figure 1. Variable-Frequency AC Motor Drive*

The power grid AC voltage is converted into a fixed DC voltage by the rectifier. The harmonics are filtered out by an LC filter to provide a smooth DC voltage, which is then applied to the inverter input.

In industrial drive applications, the PWM inverter operates as a three-phase variable-frequency, variable-voltage source with fundamental frequency varying from zero to three times the motor nominal frequency.

In some control schemes where a three-phase, variable-frequency current source is required, current control loops are added to force the motor currents to follow an input reference (usually sinusoidal).

The inverter-fed asynchronous motor drive can be controlled by using various schemes depending on the application, desired performance, and controller design complexity. The most utilized schemes are:

- Stator V/Hz control.
- Stator currents and open-loop flux control.

- Vector control (field-oriented control).
- Direct torque control (DTC).

In this case study, we consider a variable-speed asynchronous motor drive using field-oriented control. In this control scheme, a d-q coordinates reference frame locked to the rotor flux space vector is used to achieve decoupling between the motor flux and torque. They can be thus separately controlled by stator direct-axis current and quadrature-axis current respectively, like in a DC motor. Figure 2 shows a block diagram of a field-oriented asynchronous motor drive.

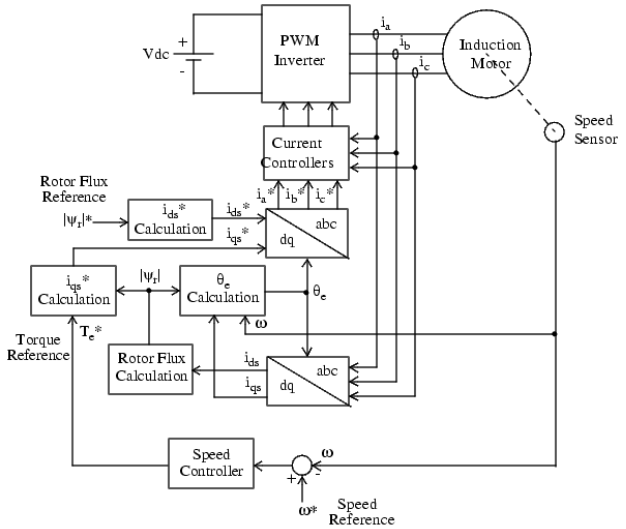



*Figure 2. Field-Oriented Variable-Frequency Asynchronous Motor Drive*

The regenerative braking of asynchronous machine is possible if the "locomotive" is based on dedicated equipment able to operate the traction motors in generator mode, on one hand, and the traction electrification system – with the most important element, the traction power substations – gives the possibility to recover electrical energy back into the national grid, to be used by other trains in motoring mode of operation. The locomotive equipment is based on the main step-down transformer with more secondary windings the four-quadrant line side AC/DC converter, a DC – link circuit and more DC/AC three-phase inverters which supply the induction traction motors. In motoring mode of operation, the electrical power is transferred from the national grid, through a step-down transformer to the AC/DC converter which is operated as a controlled rectifier and the DC/AC converters, typically operated as inverters [1]. By regenerative braking, the induction machine operates as a generator, the DC/AC converter – the motor side converter - becomes "rectifier" using the voltage of the DC – link. The AC/DC converter - the line-side converters – becomes inverter and transfers the electrical power to the grid.

## II. THE MODELS OF THE ASYNCHRONOUS MACHINE IN REGENERATE BRAKING AND FIELD-ORIENTED CONTROL

The asynchronous machine operates in either generating or motoring mode. The mode of operation is dictated by the sign of the mechanical torque (positive for motoring, negative for generating). The electrical part of the machine is represented by a fourth-order state-space model and the mechanical part by a second-order system. All electrical variables and parameters are referred to the stator. This is indicated by the prime signs (') in the machine equations given below. All stator and rotor quantities are in the arbitrary two-axis reference frame (qd frame). The subscripts used are defined as follows:

- *d*- d axis quantity
- *q*- q axis quantity
- *r*- rotor quantity
- *s*-stator quantity
- *l*- leakage inductance
- *m*- magnetizing inductance

Using the conventional " T" – equivalent scheme, Figure 3, electrical system is given by the equation:

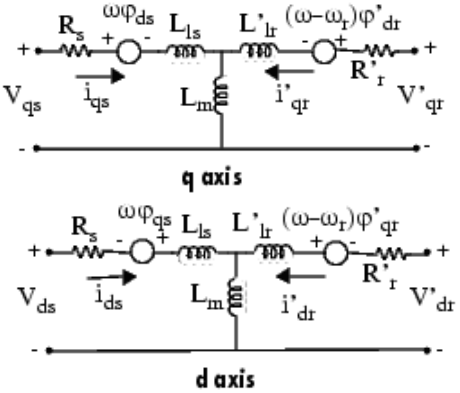



*Fig 3. The conventional " T" – equivalent scheme of the asynchronous machine*

$$V_{qs} = R_s \cdot i_{qs} + \frac{d}{dt}\varphi_{qs} + \omega \cdot \varphi_{ds} \quad (1)$$

$$\varphi_{qs} = L_s \cdot i_{qs} + L_m \cdot i'_{qr} \quad (2)$$

$$\varphi_{ds} = L_s \cdot i_{ds} + L_m \cdot i'_{dr} \quad (3)$$

$$L_s = L_{ls} + L_m \quad (4)$$

$$V'_{qr} = R'_r \cdot i'_{qr} + \frac{d}{dt}\varphi'_{qr} + (\omega - \omega_r) \cdot \varphi'_{dr} \quad (5)$$

$$\varphi'_{qr} = L'_r \cdot i'_{qr} + L_m \cdot i_{qs} \quad (6)$$

$$\varphi'_{dr} = L'_r \cdot i'_{dr} + L_m \cdot i_{ds} \quad (7)$$

$$L'_r = L'_{lr} + L_m \quad (8)$$

Mechanical system is given by the equation:

$$\frac{d}{dt}\omega_m = \frac{1}{2H}(T_e + F \cdot \omega_m - T_m) \quad (9)$$

$$\frac{d}{dt}\theta_m = \omega_m \qquad (10)$$

The asynchronous machine block parameters are defined as follows (all quantities referred to the stator):

- $R_s$, $L_{ls}$- stator resistance and leakage inductance
- $R'_r$, $L'_{lr}$- rotor resistance and leakage inductance
- $L_m$- magnetizing inductance
- $L_s$, $L'_r$- total stator and rotor inductances
- $V_{qs}$, $i_{qs}$- q axis stator voltage and current
- $V'_{qr}$, $i'_{qr}$- q axis rotor voltage and current
- $V_{ds}$, $i_{ds}$- d axis stator voltage and current
- $V'_{dr}$, $i'_{dr}$- d axis rotor voltage and current
- $\varphi_{qs}$ , $\varphi_{ds}$ - stator q and d axis fluxes
- $\varphi_{qr}^{`}$ , $\varphi_{dr}^{`}$ - rotor q and d axis fluxes
- $\omega_m$ - angular velocity of the rotor
- $\theta_m$ - rotor angular position
- $p$- number of pole pairs
- $\omega_r$ - electrical angular velocity ( $\omega_m \cdot p$ )
- $\theta_r$ - electrical rotor angular position ( $\theta_m \cdot p$ )
- $T_e$- electromagnetic torque
- $T_m$- shaft mechanical torque
- $J$- combined rotor and load inertia coefficient (set to infinite to simulate locked rotor)
- $H$- combined rotor and load inertia constant (set to infinite to simulate locked rotor)
- $F$- combined rotor and load viscous friction coefficient

Specifies the reference frame that is used to convert input voltages (abc reference frame) to the dq reference frame and output currents (dq reference frame) to the abc reference frame. You can choose between the following reference frame transformations:

- Rotor (Park transformation),
- Stationary (Clarke or $\alpha$ $\beta$ transformation),
- Synchronous.

The following relationships describe the abc to qd reference frame transformations applied to the asynchronous machine block's input voltages.

$$\begin{bmatrix} V_{qs} \\ V_{ds} \end{bmatrix} = \frac{1}{3}\begin{bmatrix} 2\cos\theta & \cos\theta + \sqrt{3}\sin\theta \\ 2\sin\theta & \sin\theta - \sqrt{3}\cos\theta \end{bmatrix}\begin{bmatrix} V_{abs} \\ V_{bcs} \end{bmatrix} \qquad (11)$$

$$\begin{bmatrix} V_{qr}^{`} \\ V_{dr}^{`} \end{bmatrix} = \frac{1}{3}\begin{bmatrix} 2\cos\beta & \cos\beta + \sqrt{3}\sin\beta \\ 2\sin\beta & \sin\beta - \sqrt{3}\cos\beta \end{bmatrix}\begin{bmatrix} V_{abr}^{`} \\ V_{bcr}^{`} \end{bmatrix} \qquad (12)$$

In the above equations, $\theta$ is the angular position of the reference frame, while $\beta = \theta - \theta_r$ is the difference between the position of the reference frame and the position (electrical) of the rotor. Since the machine windings are connected in a three-wire wye configuration, there is no homopolar (zero) component. This also justifies the fact that two line-to-line input voltages are used instead of three line-to-neutral voltages. The following relationships describe the qd to abc reference frame transformations applied to the Asynchronous Machine block's output currents.

$$\begin{bmatrix} i_{as} \\ i_{bs} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta & \sin\theta \\ \dfrac{-\cos\theta + \sqrt{3}\sin\theta}{2} & \dfrac{-\sqrt{3}\cos\theta - \sin\theta}{2} \end{bmatrix}\begin{bmatrix} i_{qs} \\ i_{dss} \end{bmatrix} \qquad (13)$$

$$\begin{bmatrix} i_{ar}^{`} \\ i_{br}^{`} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\beta & \sin\beta \\ \dfrac{-\cos\beta + \sqrt{3}\sin\beta}{2} & \dfrac{-\sqrt{3}\cos\beta - \sin\beta}{2} \end{bmatrix}\begin{bmatrix} V_{abr}^{`} \\ V_{bcr}^{`} \end{bmatrix} \qquad (14)$$

$$i_{cs} = -i_{as} - i_{bs} \qquad (15)$$

$$i_{cr}^{`} = -i_{ar}^{`} - i_{br}^{`} \qquad (16)$$

The following table shows the values taken by $\theta$ and $\beta$ in each reference frame ( $\theta_e$ is the position of the synchronously rotating reference frame).

Table 1. The values taken by $\theta$ and $\beta$ in each reference frame

| **Reference Frame** | $\theta$ | $\beta$ |
|---|---|---|
| Rotor | $\theta_r$ | 0 |
| Stationary | 0 | $-\theta_r$ |
| Synchronous | $\theta_e$ | $\theta_e - \theta_r$ |

The choice of reference frame will affect the waveforms of all dq variables. It will also affect the simulation speed and in certain cases the accuracy of the results. The following guidelines are suggested in [1]:

- Use the stationary reference frame if the stator voltages are either unbalanced or discontinuous and the rotor voltages are balanced (or zero),
- Use the rotor reference frame if the rotor voltages are either unbalanced or discontinuous and the stator voltages are balanced,
- Use either the stationary or synchronous reference frames if all voltages are balanced and continuous.

## III. MODELING THE ASYNCHRONOUS MACHINE BLOCK

The Simulink input of the block is the mechanical torque at the machine's shaft. This input must be positive in the motoring mode and negative in the generating mode.

The Simulink output of the block is a vector containing 21 variables in order (refer to the description section above, all currents flowing into machine).

- 1-3: rotor currents $i'_{ra}$, $i'_{rb}$ and $i'_{rc}$
- 4-9: $i'_{qr}$, $i'_{dr}$, $\varphi'_{qr}$, $\varphi'_{dr}$, $v'_{qr}$ and $v'_{dr}$
- 10-12: stator currents $i_{sa}$, $i_{sb}$ and $i_{sc}$
- 13-18: $i_{qs}$, $i_{ds}$, $\varphi_{qs}$, $\varphi_{ds}$, $v_{qs}$ and $v_{ds}$
- 19-21: $\omega_m$, $T_e$ and $\theta_m$

These variables can be demultiplexed by using the special Machines Measurement Demux block provided in the Machines library (Figure 4).

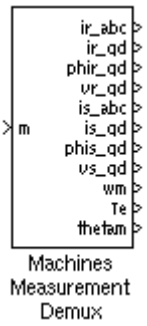



*Figure 4. The Machines Measurement Demux block*

The Simulink diagram of the asynchronous machine using field-oriented control. Illustrated in Figure 5.

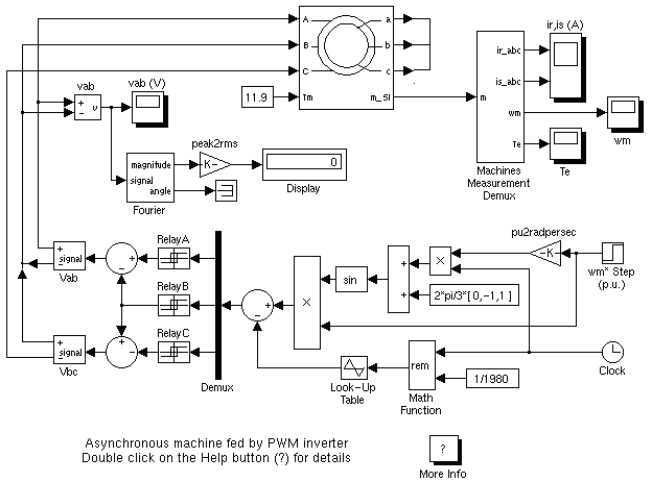



*Figure 5. The Simulink diagram of the asynchronous machine using field-oriented control*

## IV. THE SIMULINK INPUTS AND OUTPUTS OF THE ASYNCHRONOUS MACHINE BLOCK IN THE REGENERATIVE BRAKING

The analysis "scenario" is as follows. Initially, the train runs on the horizontal path with the speed ($v_i$), then the train runs on a "down-hill" path, where the speed must decrease in the range ($v_i \rightarrow v_f$, $v_f < v_i$) during a given time-interval ($\Delta t^*$), with constant deceleration.

The **mechanical evolution** during the regenerative braking interval (for force, torque, speed, etc.) was analyzed in a previous paper [2], being known the evolution of the braking force $F_{br}(t)$, braking mechanical power $P_{mbr}(t)$, train speed $v(t)$, induction traction motor torque $T_m(t)$, motor rotor speed $\Omega_m(t)$.

The desired evolution of the braking force and of the train is given in [3].

$$\begin{cases} F_{br}(t) = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 t^2 \\ V(t) = V_1 - at \end{cases} \quad (17)$$

For the induction traction motor in accord to the energy conservation law, with the efficiency $\eta = 1$, results [3].

$$P_{Br} = F_{br}(t) \cdot V(t) = T_m(t) \cdot \Omega_m(t) \quad (18)$$

An "equivalent radius" ( $R^*$ ) is introduced so that:

$$T_m(t) = R^* \cdot F_{br}(t), \quad \Omega_m(t) = \frac{V(t)}{R^*} \quad (19)$$

The model of the equivalent induction traction motor is based on the following equations:

$$\omega_r(t) = \frac{T_m(t)}{\frac{3}{R_r^`}\left(\frac{U_s}{\omega_s}\right)^2} \quad (20)$$

with $\frac{3}{R_r^`}\left(\frac{U_s}{\omega_s}\right)^2 = C = const$

$$\Omega_m(t) = \frac{V(t)}{R^*} \quad (21)$$

$$\omega_s(t) = \Omega_m(t) - \omega_r(t) \quad (22)$$

$$s(t) = \frac{\omega_s(t) - \Omega_m(t)}{\omega_s(t)} = -\frac{\omega_r(t)}{\omega_s(t)}, \; s(t) < 0 \quad (23)$$

$$\rho(t) = \frac{R_r^`}{s(t)} (< 0) \quad (24)$$

$$I_s(t) = \frac{k_v \cdot \omega_s(t)}{\left[(R_s + jX_s(t)) + \frac{jX_m(t)\left(\varphi(t) + jX_r^`(t)\right)}{\varphi(t) + j\left(X_m(t) + X_r^`(t)\right)}\right]} \quad (25)$$

$$U_s = k_s \cdot \omega_s \quad (26)$$

in the form $I_s(t) = |I_s(t)| \cdot \angle\varphi(t)$ where

$|I_s(t)| = \frac{U_s(t)}{Z_e(t)} = \frac{k_v \cdot \omega_s(t)}{Z_e(t)}$ where

$$Z_e(t) = \left[\left(R_s + jX_s(t)\right) + \frac{jX_m(t)\left(\varphi(t) + jX_r^`(t)\right)}{\varphi(t) + j\left(X_m(t) + X_r^`(t)\right)}\right] = R_e(t) + jI_m(t),$$

The electrical power generated by braking is:

$$P_{el}(t) = 3 \cdot U_s(t) \cdot I_s(t) \cdot \cos\varphi(t) = \eta_{el} \cdot P_{Br}(t) \quad (27)$$

with the efficiency:

$$\eta_{el} = \frac{P_{el}(t)}{P_{Br}(t)} < 1 \qquad (28)$$

The difference ( $P_{Br}(t)\ P_{el}(t)$ ) is given by the various loses stator and rotor losses, etc.

For the electrical traction, the machine is imposed the evolutions of the braking torque ($T_{br}(t)=T_m(t)$) and of the speed profile ($\Omega_{mN}(t)$). Based on the fundamental equations, rated variables and parameters [4], [5], [6], [7] of the induction traction machine: nominal stator phase voltage in star connection ($U_{sN}$) and stator angular frequency ($\omega_{sN}$), nominal power ($P_N$), nominal rotor speed ($\Omega_{mN}$) and slip ($S_N$), rotor angular frequency ($\omega_{rN}$), rated motor torque ($T_{mN}$), etc. and main parameters: stator and (reduced) rotor resistances ($R_s$, $R_r'$), stator and (reduced) rotor leakage inductances ($L_s$, $L_r'$), magnetization inductance ($L_m$); the active loses are neglected, the paper simulates the evolutions of the main induction machine variables during the braking process (100 sec).

The motor side converter is supplied with the nominal DC voltage ($U_{DCN}$) in order to generate the stator voltage ($U_{sN}$). The ratio ($U_{DCN}$ / $U_{sN}$) will be kept constant [4], in this way is possible to determine the value of the DC-link voltage.

The input voltage ($U_1$) of the line side converter, given by the secondary winding of the step-down transformer from the traction power substation is estimated from the equation: $U_1 \approx U_{DC}$ / (1,41*$\eta$) [8].

## V. BRAKING PROCESS SIMULATION

The numerical data selected for breaking process simulation with deswcriptive asynchronous machine are:

A) The motor used in this case study is a :$P_N$= 250kW; $n_N$= 2900 rot/min; $\Omega_{mN}$= 303.53 rad/sec; $Us_N$= 750 V; $f_N$= 50Hz; $\omega_{sN}$= 314 rad/sec; $k_u$= UsN/, $\omega_{sN}$= 750/314=2.388; cos $\varphi_N$= 0.85; $Rs$= 0.289 Ω; $Rr'$= 0.217 Ω; $Ls$= 1.90*10$^{-3}$; $Lr'$= 2.39*10$^{-3}$; $Ls$= 5.59*10$^{-2}$ H-

B) Mechanical data for the braking process:

$F_{br}(t)$=11375.25+9 $t$-0.0225 t$^2$ [N] for t= (0-100sec),
$v(t)$=25-0.15 $t$ [m/s],
$P_{br}(t)= P_{mec}(t)= (F_{br}(t)*v(t))$ [W],
Equivalent radius $R^*$=0.0747 [p.u],
$T_m(t)= \eta * R^* * F_{br}(t)$=0.89*0.0747* $F_{br}(t)$,
$\Omega_m(t)= v(t)/ R^*$,
$\omega_r(t)= T_m(t)/C$; $C$=78.87 [p.u],
$\omega_s(t)= \Omega_m(t)- \omega_r(t)$,
$U_s(t)= (U_{sN}/I_{sN})* \omega_s(t)$= 2.388* $\omega_s(t)$.

C) Regenerated power for the national grid $P_g$:

$P_g(t)= \eta_g*3U_s(t)*I_s(t)*cos\varphi_s(t)$; $\eta_g \approx$ 0.75,
$S(t)= \omega_r(t)/ \omega_s(t)$ (<0),
$X_s(t)= \omega_s(t)*L_s$=1.9*10$^{-3}$* $\omega_s(t)$,
$X_r'(t) = \omega_s(t)*L_r'$=2.39*10$^{-3}$* $\omega_s(t)$,
$X_m(t)= \omega_s(t)*L_m$=5.59*10$^{-2}$* $\omega_s(t)$,
$\rho(t)=-R_r'/S(t)$=-0.217/$S(t)$.

D) For the DC link circuit of the motor-side converter:

$U_{DC}(t)=(U_{DCN}/U_{sN})*U_s(t)=(1100/750)*Us(t)$=1.466*$Us(t)$

E) For the line-side converter, secondary voltage of the step down transformer from TPS:

$U_1(t)=(1/1.41*\eta)*U_{DC}(t)$.

The simulations were performed in MATLAB-SIMULINK environment and the results of the simulations are presented in Figure 6 to Figure 11.

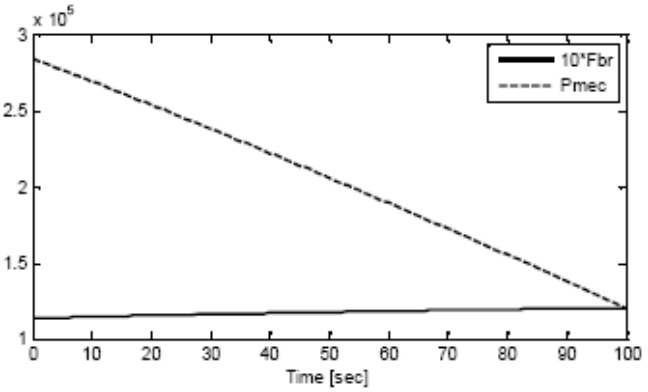



*Figure 6. Mechanical braking force (10*$F_{br}$) and the generated mechanical power ($P_{mec}$)*

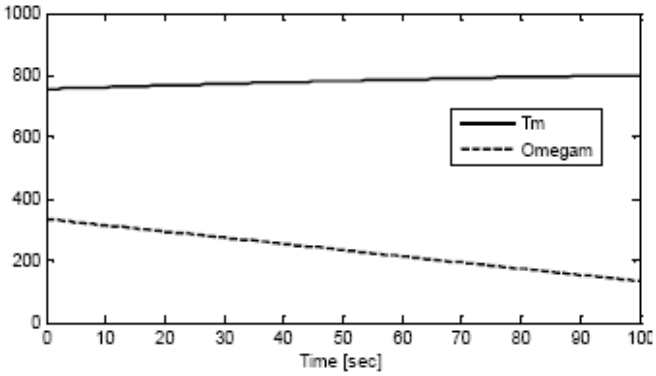



*Figure 7. The imposed evolution of the braking motor torque ($T_m$) and of the rotor angular speed ($O_{megam}$)*

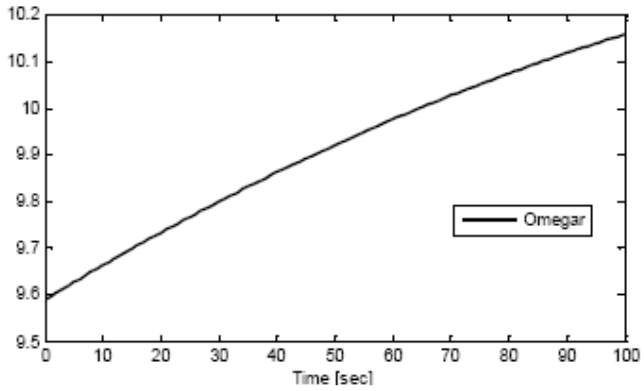



*Figure 8. Angular frequency of the rotor currents ($O_{megar}$)*

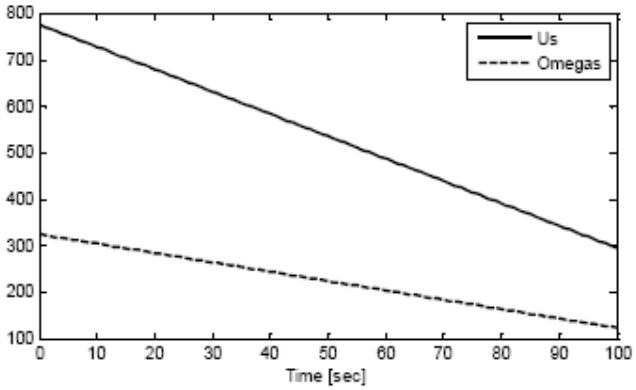



*Figure 9. Stator phase voltage (Us) and stator angular frequency($O_{megas}$)*

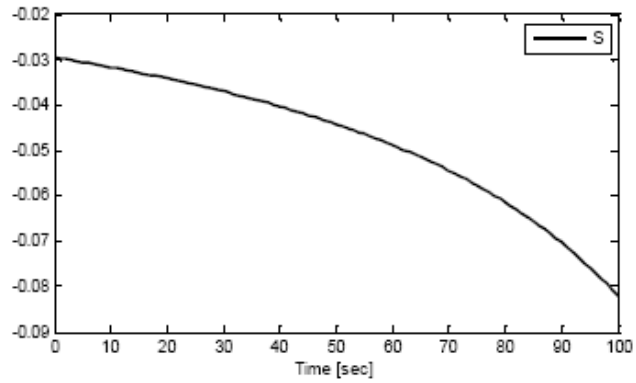



*Figure 10. Slip (s) evolution*

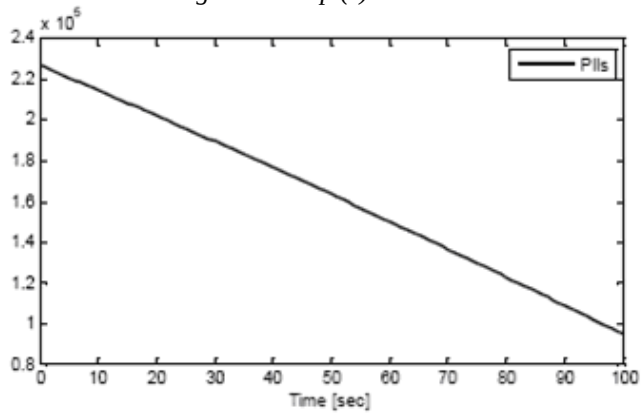



*Figure 11. Electrical power developed by the asynchronous machine operated as generator (PIIs)*

## VI. CONCLUSION

Electric railway traction is an important component of the national economy is based on a series of advantages: the cheapest method of traction, free from flux gases, reduced cost maintenance, reduced starting time compared to thermal motor railway traction, high starting torque with excellent dynamics by regenerative braking is possible the energy feedback to the national electric grid.

In this paper, an equivalent asynchronous machine model was simulated and the behavior during regenerative braking in one practical scenario was observed. The results of the simulation are of significant interest for railway transportation systems where the regenerative braking is frequently applied. Future work of this paper is to investigate the simulation of the asynchronous machine in a more complicated scenario where the gradients are present and regenerative braking of railway vehicle is allowed.

## REFERENCES

[1] N. Mohan, T.M. Undeland, W.P. Robbins, „Power Electronics: Converters, Applications, and Design“, John Wiley & Sons, Inc., 1995, section 8.4.1.

[2] А. Добринка, “Изследване надеждността на талиги от метровагони (STUDY THE RELIABILITY OF THE BOGIES OF METROPOLITAN)”, Научно списдани: Механика, Транспорт, Комуникации, Том 17, Брои 3/2, 2019.

[3] D. Calueanu, I. Voncila, N Badea, R. Buhosu, C. Munteanu, „Masini Electrice”, Editura Fundaţiei Universitare „Dunărea de Jos” din Galaţi, 2003.

[4] E.G. Strangas, “Notes for an Introductory Course On Electrical Machines and Drives”, MSU Electrical Machines and Drive Laboratory.

[5] I. Boldea, S. Nasar, “The Induction Machine Handbook”, 1st ed., CRC Press, pp. 198-206, 2001.

[6] I. Boldea, L. Nicolae, “Electric Machines: Steady State, Transients, and Design with MATLAB”, ISBN-13: 9781420055726, 2009.

[7] M. Tulbure, R. Both, “Models for the AC Railways Regenerative Braking”, 2012 IEEE International Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics (AQTR 2012).

[8] S. Gheorghiu, F. Deliu, “Electromechanical converters”, Navy Academy Publishing, 2010.

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# История развития санитарно-эпидемиологической службы на Российском железнодорожном транспорте

# The History of the Development of Sanitary-Epidemiological Service of Russian Railway Transport

Дарья Добразова[1], Ольга Добразова[2], Сергей Тютюков[3]

*ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет», Екатеринбург, Россия[1],*
*МБУ «Центральная городская больница №7», поликлиника №1, Екатеринбург, Россия[2],*
*Колледж железнодорожного транспорта УрГУПС, Екатеринбург, Россия[3]*

darya_dobrazova@mail.ru[1], dobraz@inbox.ru[2], setut@mail.ru[1]

***Резюме:*** *В статье рассмотрена история развития санитарно-эпидемиологической службы на российском железнодорожном транспорте от момента ее возникновения до сегодняшнего дня. В хронологическом порядке описано совершенствование санитарных пунктов на железных дорогах и методик оказания помощи с динамикой количественных показателей.*
***Ключевые слова:*** *Железнодорожный транспорт, санитарные пункты, история, медицина.*

***Abstract:*** *The article deals with the history of the development of the sanitary-epidemiological service of Russian railway transport from its inception to the present day. The improvement of sanitary stations of the railways and methods of assistance with the dynamics of quantitative indicators are described in chronological order.*
***Key words:*** *Railway transport, sanitary points, history, medicine.*

## I. INTRODUCTION

The history of the development of sanitary-epidemiological service in Russian railway transport begins with the period of construction and operation of the first railways [1]-[4]. The first railway in Russia was between St. Petersburg and Pavlovsk, its length was 27 km. Since 1843, the construction of a double-track railway between St. Petersburg and Moscow began. The use of the road began in May 1847. Medical care for the construction of the railway was carried out by 10 hospitals (the so-called "booths"), which were opened in 1843. Initially, first aid was paid and, because of this, workers did not seek medical care. In this way, it was decided to provide it free of charge. In 1845, about 65 thousand people worked on the construction of the railways at the same time. Among those people, the epidemic of typhus struck. Within two months, 9 thousand people fell ill, of which 6 thousand died, including 2 doctors and 20 paramedics. Then, in 1865, the railways Odessa-Balta and Separate-Tiraspol were built. The railways Balta-Elizavetgrad and Moscow-Kursk were built 3 years later, in 1868. After 4 years, the Transcaucasian railway was built. It was in the most severe conditions of the subtropical climate, where malaria was rampant.

At the same time, the medical service, including sanitary supervision, developed too. In 1846, 20 doctors and 63 paramedics worked on the construction of the railway between St. Petersburg and Moscow. Within 3 years after taking it officially into operation, in 1854, the medical network for the Petersburg-Moscow highway was approved. It included the infirmary with 10 beds at the station of Bologoe and first aid stations at most major railway stations. Then this system of medical care was fixed on other railways. In 1885, the Ministry of Railways organized the so-called "sanitary records management", consisting of a doctor and a paramedic, which developed statistical reports, corresponded with other services of the Ministry of railways and the departments of railways. In 1893, the Ministry of railways defined the structure and procedure of medical support at the

railway with "Rules on medical service on all public and private railways". According to these rules, medical care was provided to railway workers and members of their families, as well as to all persons who became ill or injured during a trip by rail. Medical services provided medical selection of applicants for railway transport in the profession and for positions related to the movement of trains (traction services, traffic, and telegraphs). Sanitary control of railway transport facilities began to be organized.

Since 1893 according to these rules as a part of Management of the road on an equal basis with other services, there was a medical service. The road had several medical sites. At the head of the site, there was a district doctor who served the site with a length of not more than 120 versts. On large railway objects created independent medical area. The main inpatient institutions were a reception (a prototype of a modern polyclinic) and a hospital. The reception rooms were located at stations spaced 100 versts apart. The railway hospital usually had 20-40 beds and had therapeutic, infectious and surgical departments. Larger hospitals had other specialized departments. Visits to the line, including in case of train crashes, were carried out by the district doctor, doctors of departments, paramedic and, if it was necessary, "midwives". At the disposal of doctors were the sanitary wagon and the special wagon for transporting patients. The doctor of a site along with medical work had to be engaged in sanitary and epidemiological work. At large stations in case of accidents, there was a specially equipped sanitary-auxiliary train. The chief conductor of the passenger train had a first-aid kit and a stretcher for carrying patients. In trains for passengers, there was the conductor-the paramedic to whom control of a sanitary condition in trains was imputed. Since 1906, the structure of the sanitary-epidemiological service of the Ministry of railways at the roads were formed: the posts of sanitary doctors as assistants to road sanitary doctors, as well as the posts of disinfectants were introduced.

1906 is considered to be the year of formation of sanitary-epidemiological service on railway transport. By 1913, the railway network increased to 67.8 thousand km, and the number of railway workers and their families to 3 million people, including 800-900 thousand workers and employees. By that time, there were only 1-2 sanitary doctors on the railroad. That is why the main sanitary and anti-epidemic work had to be carried out by local doctors. The epidemiological situation in Russia during those years was extremely tense: cholera and plague were registered. This determined, in general, the further development of the sanitary-epidemiological service in the railway transport. The staff of the medical and sanitary part included a senior doctor in the sanitary service, which was the chief to the sanitary doctor (1-2), who was his deputy. The sanitary doctor was the organizer of sanitary and anti-epidemic measures and the consultant of the district doctor, who is the main performer in the implementation of preventive work.

For the organization of sanitary-hygienic and anti-epidemic actions, the commissions were created: the main road sanitary commission headed by the chief of the road, the district sanitary commissions and the sanitary guardianship headed by the persons appointed by the chairman of the main sanitary commission. The main sanitary Commission developed the general anti-epidemic and sanitary measures, considered the estimates for improvement of a sanitary condition of the road made by the district sanitary commissions, solved operational questions in connection with aggravation of an epidemic situation. The sanitary commissions had the right to invite to the meetings doctors from zemstvo and city. The sanitary guardianship was charged with the duty to observe the quite neat maintenance of station buildings, canteens, houses, schools, workshops, kitchens, baths, laundries, warehouses, latrines, garbage and cesspools, yards and other road devices.

Table 1. Dynamics of indicators of material base of railway health care for the period of 1898-1912 (from the manuscript of S.A. Mikhailov, 1939, the data are given by V.M. Sibilev, Y.M. Korshunov, 1990)

| | State railways, 1898 (20 railways) | State and private railways, 1912 (45 railways) |
|---|---|---|
| The length of roads (versts) | 25132 | 63303 |
| The number of employees | 248013 | 872272 |
| The number of people served | 818569 | 30638117 |
| The average length of the medical area (versts) | 108 | 98 |
| The average population of the medical area | 3503 | 4735 |
| The number of doctors | 288 | 1015 |
| The population per doctor | 2842 | 3019 |
| The number of hospitals | 32 | 143 |
| The number of hospital beds | 899 | 5729 |
| The number of beds per 1 thousand population | 1,1 | 1,9 |
| The number of medical sites | 234 | 647 |
| The number of first-aid stations | 413 | 1139 |
| The number of obstetric sites | 156 | 156 |

After the revolution of 1917, the problems of health care in Russia were raised to the level of state tasks. The Petrograd Military revolutionary Committee organized the medical and sanitary department, which was entrusted with the reorganization of all medical and sanitary affairs in the country. A little later, on the initiative of V.I. Lenin, the

medical and sanitary department organized medical colleges under a number of the largest People's commissariats, including the Commissariat of Railways. The medical board of the People's Commissariat of Railways was tasked with ensuring the management of health care in transport, the organization of medical care for railway workers and their families, to combat epidemics. The medical board of the People's Commissariat of Railways was unable to cope with the challenges facing it in an extremely difficult epidemic situation in the country. Given the difficult epidemic situation and the level of public health in Russia, the new Government of Russia was trying to unite the disparate medical services of all ministries and departments under a single state administration to successfully solve problems. On July 11 in 1918, the Sovnarkom adopted a Resolution on the establishment of the People's Commissariat of health care, which was entrusted with the management of all branches of health care in the country. Six departments were established in the Commissariat, one of them was the Department of Railways with units in charge of rail and water transport. As part of the People's Commissariat of health, departments of Railways were established. The departments of roads rail health care were submitted by the health departments and sanitary districts (further sanitary areas) on the roads. In 1917 there were 17 health regions and 4 sanitary laboratory, where 17 care physicians worked; in 1920 - 62 sanitary district, 41 laboratory and 70 medical doctors; in 1923 the number of health regions reached 170, while the number of public health physicians - 267; in 1927 - sanitary districts - 183, lab - 58, health doctors - 304. At the railways, there were 13 doctors of organizers of trainers in health education.

In those years, rail transport was the main route for the spread of epidemic diseases, so anti-epidemic measures carried out on Railways played an important role in the prevention and spread of infectious diseases. Great role in the organization and development of sanitary and hygienic services in railway transport played congresses of sanitary doctors of railway transport, held in 1923 (first Congress), 1924 and 1925. In the 30-40s, a solid foundation was laid for the development of sanitary and epidemiological service in railway transport. The period of development of sanitary and epidemiological Affairs, as well as the entire health care system, in railway transport from 1917 to 1931 was characterized by the search for the most rational forms of medical care for railway workers and solving problems to ensure sanitary and epidemiological welfare of the entire population of Russia. In 1940, at the railroad network, there were 465 sanitary areas, 238 sanitary-hygienic laboratories in which he worked 572 health officers, 121 epidemiologists, 178 malariologists, 155 physicians, bacteriologist, and other professionals. The Railways had a significant material and technical base for disinfection activities: the number of precinct disinfection units was 497, the number of disinfection points on the handling of the cars is 40, the number of sanitary passers - 128 (capacity - 12 people per hour), the number of sanitary trains - 33 (capacity - 20 people per hour), the number of cars-baths - 65 (capacity - 8 people per hour), the number of disinfection chamber cars - 206 (capacity - 16 sets per hour), the number of mobile disinfection chambers-206 (capacity - 4 sets per hour), the number of disinfection chambers at objects - 2004 (capacity - 8 sets per hour), the number of insulating checkpoints - 22.

In the 30-40s, new types of sanitation facilities were created. The year 1924 in rail transport began to organize anti-malaria stations. By 1953, the railway transport had 289 malaria stations, which in 1954 was merged with the sanitary and epidemiological station road as the divisions of malaria and helminth infections, and in 1956 renamed the parasitological departments. In anti-malarial institutions of railway transport in 1954, there were 324 doctors, 83 entomologists, 22 hydraulic engineers. In 1941, sanitary control points were established to ensure control over the transportation of people on transport and the organization of anti-epidemic measures in wartime. In the future, these structural units in the sanitary and epidemiological service were remained, retaining its original name until today. The sanitary and epidemiological service received further development during the Great Patriotic War when the railways and all its services worked in extremely difficult conditions. The main task of the structural units of the sanitary and epidemiological service was to ensure epidemic security in the troops at the front and throughout the country. All the previously independent institutions: the malaria station, disinfection station, laboratory of labor hygiene, sanitary and bacteriological laboratory became part of the sanitary and epidemiological station road rights departments. Given that rail transport is the main way by which the plague may be made from natural focus for far distance, at the initiative of the Ministry of health of the USSR instituted a petition before the Council of Ministers of the USSR in 1949 in the railway transport was created by the anti-plague organization - anti-plague station, which were stationed on enzootic by tent sections of Railways of Central Asia, the Far East, North Caucasus, and Transcaucasia. Anti-plague station was located in the city of Alma-Ata, Ashkhabad, Baku, Guryev, Kazalinsk, Rostov-on-Don, Saratov.

When a passenger had plague symptoms he had to be immediately examined by a conductor-nurse, without waiting for examination by a doctor, separated from the other passengers and at the first opportunity transported to the sanitary wagon. The car or service compartment in which the patient was sick with the plague, before the production of disinfection was locked so that no one had access to him. Passengers who were in contact with the patient on the car (almost all the passengers of the car) were transferred to another car, which was previously released from passengers who were transferred to other cars of the train. Things of the patient and passengers who were with him in the same car, subjected at the discretion of the medical staff disinfection. Disinfection was carried out either on-site or at stations where disinfectants and equipment were available. In

exceptional cases, when it was not possible to hospitalize the patient with the plague in the hospital, allowed temporary abandonment of such patients in the ambulance. The car must be detached and placed in a dead-end, located away from the premises, with the necessary measures of isolation. Passengers who were in contact with a plague patient and transferred to a separate car after being examined by a doctor were transferred for observation within 5 days to special observatories, which were usually organized by the local administration. In some cases, observatory organized railway workers.

In 1988, the sanitary and epidemiological service of the Ministry of Railways of the USSR had 370 sanitary and preventive bodies and institutions, including: Sanitary and epidemiological department of medical and Sanitary Department of the Ministry of Health, Central sanitary and epidemiological station, 359 sanitary-epidemiological stations, including 32 roads, 179 sanitary-epidemiological stations, offices, 147 linear stations and one of the Moscow metro, the disinfection station, 7 anti-plague stations and the house of health education. In the Central sanitary-epidemiological station and sanitary-epidemiological stations of the railway network, 3132 doctors and 11937 nurses worked. Nowadays, the sanitary-epidemiological service of Russian railway is a complex of the modern equipment and the control system. Each station of the Russian railway has its own medical center where passengers can get specialized medical care. In the case when hospitalization is needed, there is an emergency team nearby. This emergency team provides first aid to the passengers and transport them to the hospital.

In the 1980s on the Sverdlovsk Railway a powerful medical and preventive complex has been formed, consisting of 46 hospitals and outpatient clinics, blood transfusion stations, 19 sanitary-epidemic stations, medical school, 91 health centers, 105 medical and obstetric stations. They employed about 8,000 people, including 1,387 doctors and 3,577 medical workers with secondary vocational education (ACT). The total capacity of hospitals was 4450 beds, outpatient clinics – 8200 visits per shift. Every year, up to 4000000 people applied to polyclinics and outpatient clinics, passed inpatient treatment of up to 90,000 people. Dispensary supervision covered 79.9% of employees at railway transport enterprises- port and transport construction.

## II. CONCLUSION

During the reformation of health care in Russia, medicine has passed the following stages. In 1992-2002, the network of railway medical institutions includes 332 hospitals (39,100 beds) and 96 polyclinics. After corporatization in 2002 in JSC "Russian Railways" (JSC "Russian Railways") was excluded receipt of funds of the Federal budget, railway medical institutions (RMI) were corporatized as part of JSC "Russian Railways". Between 2002 and 2007 the hospital network was optimized from 39,000 beds to 26700 beds. Bed work increased from 322 to 332 days per year. The average hospitalization period decreased from 13.4 to 11.1 days. Bed turnover increased from 24 to 29.9 beds-seats. In the points of pre-trip medical examinations (72% of them) work is carried out using automated systems of pre-trip examinations. Structure of revenues of railway industry 2001 / 2007: 1) corporate funds under contracts 46% / 63%; 2) Federal budget 24% / 0%; 3) compulsory health insurance (MHI) 15% / 20%; 4) funds of local budgets 0% / 1%; 5) paid services, voluntary medical insurance (VHI) of the territorial population 14% / 16%. There are 270 healthcare institutions of JSC "Russian Railways", 256 medical and preventive institutions 14 health resort institutions 4 mobile clinical and diagnostic centers. More than 87,000 thousand health workers work. The attached population is about 5,000,000 people.

Currently, the health care system at Sverdlovsk railway presented 19 Le- medical and preventive institutions, including Road hospital, 5 separate, 3 nodal and one linear hospitals, which deployed 1600 beds. There is a Road dental clinic on 6000 visits per shift. Implemented hospital-replacing technologies – day hospitals, one-day hospitals, family medicine departments, mobile forms of medical care. 992 doctors work in the system and 2676 employees with SPO. Medical care is provided to railway workers, serving up to 295,000 people. On the basis of hospitals of the Sverdlovsk railway, there are 9 departments of railway medical profile of state institutions of higher professional education [5].

## REFERENCES

[1] Основные этапы развития санитарно-эпидемиологической службы на железнодорожном транспорте / ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии по железнодорожному транспорту». URL: http://www.fcrw.runfcrw.runwin.fcrw.ru/i1.html.

[2] Г. Г. Онищенко, „История становления и развития. 150 лет санитарно-эпидемиологической службе на железнодорожном транспорте“, 1864-2014 гг. / Г.Г. Онищенко, Ю.Н. Каськов, П.В. Кретов, Ю.М. Артеменков, С.Д. Кривуля. – М.: 2014. – 471 с.

[3] А. О. Шупикова, „Становление системы санитарно-эпидемиологического надзора на Сибирской железной дороге в начале XX в.“, А.О. Шупикова // Вестн. Ом. ун-та. - 2014. - № 3. - с. 127–131.

[4] Е. А. Тритенко Е.А, „Проблемы санитарной службы на железнодорожном транспорте“, Е.А. Тритенко // Евразийский Союз Ученых (ЕСУ). – 2015. - № 8 (17). – С. 158-161.

[5] Служба медицинского обеспечения на Свердловской железной дороге /материал tretyak.pdf с сайта federalbook.ru

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Использование научных трудов Николы Тесла в процессе обучения

## The using of the scientific works Nikola Tesla in the teaching's process

Сергей Тютюков

*АО «Уралтрансмаш», колледж железнодорожного транспорта УрГУПС, Екатеринбург, Россия*

setut@mail.ru

***Резюме:*** *обсуждаются аспекты применения биографического метода в методике профессионального обучения и его усовершенствования за счёт выявления эколого-педагогического потенциала изучаемого интеллектуального наследия известного деятеля электротехнической науки и техники Николы Тесла. Предложена методика определения уровней использования достижений Н. Тесла в педагогической деятельности. Это уровни: иллюстративный или прямого цитирования; учебной дисциплины «Техническое творчество и патентоведение»; образовательный, то есть дидактический и воспитательный; эколого-педагогико-прогностический или уровень системообразующей учебной дисциплины «Педагогическая экологизированная изобретология». Разрабатываются (с использованием научных работ сербского мыслителя) вопросы экологизации проектирования содержания среднего и высшего профессионального и профессионально-педагогического образования, начиная с принципов отбора содержания и заканчивая конкретизацией критериев экологичности учебных курсов и проработкой учебных элементов. Подобная методика может быть применена при изучении творческого наследия других известных деятелей науки и техники.*
***Ключевые слова:*** *биографический метод, эколого-педагогический потенциал, Никола Тесла, научное наследие, экологизация содержания образования.*

***Abstract:*** *The purpose of the present paper is to provide the adaptation creative works Nikola Tesla's for the teaching in the sphere vocational and vocational pedagogical education. Discusses aspects of the biographical method in the methodology of vocational training. And also the modernization of the biographical methods by identifying ecological and pedagogical potential Nikola Tesla's scientific heritage. Developed a methodology for determining the level of use of Tesla's achievements in the pedagogical activity. This is levels: illustrative; educational discipline "Technical creativity and patent science"; didactic and socially educational; ecological and pedagogical and prognostic. Developed a question of ecologization of the content of secondary and high vocational education.*
***Key words:*** *biographical method, ecological and pedagogical potential, Nikola Tesla, scientific heritage, ecologization the content of vocational education*

## I. ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

Одним из условий развития творческого экологически целесообразного мышления является, на наш взгляд, изучение в профессиональной школе интеллектуального наследия известных деятелей науки и техники, а также их биографий. Биографический метод получил широкое распространение в психологии (при анализе характера, способностей личности) и социологии, где он является разновидностью метода интервью [1]-[5]. По-видимому, в меньшей степени он применяется в профессиональной педагогике, в частности, в исследованиях по методике профессионального обучения [6]-[9]. Мы рассмотрим методические аспекты выявления эколого-педагогического потенциала творческого наследия учёных на примере замечательного деятеля электротехнической науки и техники Николы Тесла [10]-[13]. Он является примером высокой культуры

мышления и его направленности на повышение эффективности использования естественных ресурсов, а значит и сохранения качества природной среды (на локальном, региональном и глобальном уровнях). Выражаясь современным языком, стиль мышления сербского учёного может быть охарактеризован как экологически целесообразный.

Представляет интерес вопрос использования результатов размышлений и исследований Н. Тесла при повышении квалификации рабочих, подготовке в системе среднего и высшего профессионального образования (СПО и ВПО) будущих специалистов в сфере транспорта, а также студентов профессионально-педагогических учебных заведений. Кроме того, просматривается полезность такого рода анализа для повышения квалификации педагогов профобразования.

Нуждается в уточнении термин «эколого-педагогический потенциал». Под потенциалом обычно понимают либо возможности, либо способности, либо ресурсы. Но они, даже вместе взятые, не исчерпывают содержание понятия «потенциал". Согласно определения, данного В.А. Митраховичем, педагогический потенциал представляется как присущее человеку и социуму в целом, а также социально значимым предметам и явлениям свойство иметь определённые возможности, способности, ресурсы, направленные на формирование и развитие личности в процессе её образования. Иначе говоря – образовывать, развивать и осуществлять педагогические функции, заключающиеся в прямом или опосредованном влиянии на процесс образования. Педагогический потенциал – развивающееся и эволюционирующее свойство. Его динамичность обусловливает процесс перехода субъектов педагогического. процесса из менее совершенного состояния в более совершенное [14]. Определения эколого-педагогического потенциала нами в литературе не обнаружено. Соответственно, применительно к предмету нашего исследования, эколого-педагогический потенциал – присущее социально значимым явлениям свойство иметь определённые возможности, способности, ресурсы, направленные на формирование и развитие экологически целесообразного мышления (шире, экологической культуры) обучаемой и воспитываемой личности.

## II. РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

Наиболее очевидное применение результатов работ Н. Тесла – включение их оригинальных фрагментов в содержание дисциплин «Электротехника», «Основы электропривода», «Электрические машины», «Теория управления», «История науки и техники», «Основы инженерной деятельности», «Введение в профессионально-педагогическую специальность», «Метрология, стандартизация, сертификация» или отдельных разделов курса «Электротехника и электроника». Здесь же уместно приводить поучительные подробности биографии мыслителя [10, с. 17-27]. Но это самый простой вариант использования его творческого наследия (мы бы его охарактеризовали как *первый уровень использования* – иллюстративный или прямого цитирования). Этот уровень доступен всем упомянутым выше категориям работников, учащейся молодёжи и педагогов, проходящим подготовку или повышение квалификации. Например, в колледже железнодорожного транспорта УрГУПС, студенты готовили материалы для небольших (продолжительностью до 20 мин) сообщений, посвящённых анализу изобретений Н. Тесла, соответствующих тематике учебного занятия. Затем содержание сообщений обсуждалось. Кстати, большой интерес вызвали и доклады о достижениях отечественных электротехников из России. Выступавшие с сообщениями оценивались поощрительными баллами. Подобного рода историко-техническая информация доводится до рабочих энергетического профиля в процессе повышения квалификации.

*Второй уровень применения* достижений Н. Тесла – применение при формировании содержания учебной дисциплины «Техническое творчество и патентоведение». Здесь широкое поле деятельности, например, при выявлении объектов учебных изобретений, установлении сущности изобретения, его единства, выборе объекта патентной защиты, формулировке существенных признаков, определении условий патентоспособности изобретений [12]. Представляет интерес информация о борьбе Н. Тесла с конкурентами за приоритет своих патентов [10, с. 28-58], мысли об обучении экспертов Патентного бюро [10, с. 422]. После прочтения статьи «Мои изобретения» можно сделать вывод о неявном использовании сербским мыслителем следующих методов и средств развития технического творчества: метода «проб и ошибок», метода контрольных вопросов, синектики (метод решения творческих задач путём поиска аналогий) и др. В частности, при чтении наизусть «Фауста» Гёте в вечернем городском парке Тесла усмотрел фантастическую аналогию между литературным образом в тексте («….о, дайте крылья мне, чтоб улететь с земли и мчаться вслед за ним, в пути не уставая…») и задачей (решённой в тот же миг) о возможности вращения ротора электродвигателя за счёт возбуждения вращающегося магнитного поля [10, с. 48]. Приведённые в дневниках многочисленные расчёты электротехнических и радиотехнических устройств (см., например, [13, с. 120-124]) могут использоваться при проведении практических занятий учащейся молодёжи по технологии и техническому творчеству и послужить основой разработки соответствующих методических указаний. Подобного рода деятельность нами осуществлена в профессионально-педагогическом вузе [15, 16], например, во время дипломного проектирования студентов специализаций «Техническое творчество и спортивно-технические дисциплины (организация и обучение)» и «Технологии и технологи-

ческий менеджмент в сварочном производстве». Этому уровню использования результатов исследований Н. Тесла тоже дадим условное наименование – уровень развития средств технического творчества.

*Третий уровень применения* его достижений, условно названный нами образовательным, то есть дидактическим и воспитательным, – применение при формировании содержания учебных дисциплин «Методика профессионального обучения», «Психология творчества», «Методическое творчество», «Методика воспитания».

Так, например, в лекциях о принципе устройства двигателей переменного тока и трансформаторов, об экспериментах с переменными токами очень высокой частоты и их применении в искусственном беспроводном освещении, об экспериментах с переменными токами высокого напряжения и высокой частоты, о высокочастотных генераторах для электротерапевтических и иных целей, об электричестве и др. [11] Н. Тесла постоянно совершенствовал качество демонстрационных экспериментов. В этом можно убедиться, посетив в Белграде музей его имени (https://nikolateslamuseum.org/). Тем самым он способствовал развитию одного из основополагающих принципов дидактики – принципа наглядности). Напомним, этот принцип обеспечивает применение в учебном процессе разнообразных иллюстраций, демонстраций, лабораторных работ, имитационных моделей [17]. Под влиянием чтения трудов сербского мыслителя сформулируем данный принцип следующим образом: принцип наглядности обеспечивает применение в учебном процессе разнообразных иллюстраций, демонстраций, лабораторных работ, имитационных моделей, в которых обязательно рассматриваются вопросы экологической безопасности или безопасной жизнедеятельности. Представляется, что в упомянутых лекциях Н. Тесла опирался также на принципы политехнизма (подготовка эрудированных, компетентных в смежных отраслях техники специалистов) и систематичности (подготовка с элементами системного подхода на примере его «Всемирной системы беспроводной передачи» [10, С. 67]). Целесообразно с этой точки зрения обратить внимание и на применение им (может быть, стихийное) других принципов дидактики – природосообразности, культуросообразности, целостности, демократизации и др. [17].

В статье «Мои изобретения» [10] значительные массивы информации могут быть усмотрены для анализа характеристик творческой одарённости личности (аспекты психологии творчества) [18]: зоркость в поисках, способ кодирования информации нервной системой, способность к свёртыванию мыслительных операций и переносу, обладание так называемым «боковым мышлением», цельность восприятия, готовность памяти, сближение понятий, гибкость мышления, способность к «сцеплению» и оценочным действиям, лёгкость генерирования идей, способность к доведению до конца, творческий потенциал личности (способности к синтезу явлений, интегративные способности), индивидуальный мотивационный профиль личности. Также на примере деятельности Н. Теслы можно наблюдать операции творческого мышления по предметно-логическому переводу, эвристическому комбинированию и т.п. Так, имеется описание им своих мыслительных экспериментов («…мои мысленные представления оказались равноценными реальности..» [10, с. 93]). Он объясняет видения как результат отражённого от мозга сигнала на сетчатку глаза под влиянием сильного возбуждения… затем неминуемо в тиши ночи яркая картина какого-то эпизода жизни либо какого-то устройства проявлялась перед его глазами и Н. Тесла даже мог проводить некоторые действия с воображённым устройством как наяву. Результаты этих мыслительных экспериментов подтверждались на практике. И он пишет: «Если моё объяснение верно, то вполне возможно спроецировать на экран изображение любого задуманного объекта и сделать его видимым. Такой прогресс произведёт переворот во всех человеческих сферах» [10, с. 21], «Мы есть автоматы, полностью контролируемые сигналами среды, разбросанные повсюду, подобно поплавкам на поверхности воды, но мы ошибочно принимаем равнодействующие внешние импульсы за свободную волю…» [10, с. 83-84 и с. 173]. А вот мнение академиков Российской академии образования М.Н. Берулавы и Г.А. Берулавы (2012 г.) по вопросам сетевого образования: «…в реальных практических ситуациях поведение человека в значительной степени автоматизировано за счёт предпроектного когнитивного этапа, при этом оно реализуется в актуальных стереотипах психической активности, собственно в поведенческих актах, в коммуникации и эмоциональном реагировании. В практических ситуациях когнитивные стереотипы актуализируются автоматически…. Когнитивные стереотипы – устойчивые когнитивные алгоритмы, опирающиеся, прежде всего, на неявные знания, в которых априори присутствует стратегия решения проблемы». Так справедливо ли предположение Теслы об автоматичности человека для современных условий, когда замена объективной реальности виртуальной становится для многих людей, особенно молодых, образом жизни? На наш взгляд, справедливо, но нуждается в психолого-педагогическом осмыслении.

Для воспитательной деятельности педагогов профобучения имеет также значение анализ педагогико-этических аспектов работ сербского мыслителя. Например, устарел ли следующий его тезис-прогноз: « …светская жизнь, современное воспитание и образ жизни женщин, направленный на то, чтобы отвратить их от домашних обязанностей и поставить на один уровень с мужчинами, неизбежно опорочат заложенный в них облагораживающий идеальный образ, уменьшат способности к художественному творчеству, вызовут бесплодие и общее ослабление расы» [10, с. 111]? Разве это не перекликается с воззрениями В.А. Сухомлинского: «Если вы хотите, чтобы воспитанник понимал и чувствовал красоту высоких

морально-политических идей (верность Родине, долг, борьба за светлое будущее), добейтесь того, чтобы он понял и берёг красоту интимных чувств. Без чистоты интимных чувств немыслима чистота чувств гражданских» [19, с. 259]? Или «Каково положение женщины – таково и общество, его культура. Женские начала в обществе обеспечивают его стабильность, охраняют от бездуховности, упадка, нравственной мутации» [17]. Разве сможет быть Музой даже красиво одетая, но сквернословящая девушка (а их, к сожалению, сейчас немало даже в студенческой среде)? Разве не наблюдаем мы «признаков ослабления расы», выражающихся и в наличии демографического кризиса в РФ? Представляется, что во время проведения учебных занятий можно обсуждать эти аспекты поведения с учащимися учреждений СПО и ВПО как в рамках аудиторной, так и внеаудиторной работы (при разработке планов викторин, диспутов и изготовлении раздаточных материалов, в том числе с цитатами Н. Теслы, других замечательных людей и т.п.). В методических указаниях формулируются соответствующие вопросы [15], [16]. Отмеченные аспекты актуальны при повышении квалификации педагогов профобучения.

*Четвёртый уровень применения* достижений Н. Тесла – эколого-педагогико-прогностический или уровень системообразующей учебной дисциплины «Педагогическая экологизированная изобретология». На этом уровне результаты размышлений сербского мыслителя применяются при формировании содержания дисциплин «Философия», «Безопасность жизнедеятельности», «Теория систем», «Системотехника», разработанного нами сертифицированного авторского учебного курса «Методология экологизации технического творчества» и т.п.

В частности, при изучении диалектического метода в философии уместно анализировать принцип единства и борьбы противоположностей на примере развития электротехнических систем постоянного и переменного токов (и борьба между этими системами вряд ли будет закончена в обозримом будущем!). Например, для специалистов железнодорожного транспорта эта проблема актуальна, поскольку на железных дорогах используются устройства, работающие как на переменном, так и на постоянном токе. Кроме того, при реконструкции ремонтных производств рассматриваются и варианты установки дуговых печей постоянного тока, например, конструкции фирмы «Экта», взамен трёхфазных дуговых электропечей малой вместимости. Как известно, именно Никола Тесла способствовал развитию систем трёхфазного переменного тока, чему можно найти подтверждение в его работах [10]-[13]. Отметим, что подобный алгоритм «электротехнического прочтения» вполне реализуем (с учётом рекомендаций философа В.Г Горохова) и при рассмотрении – на примере творческого наследия Теслы – закономерности отрицания отрицания, соотношения между рассудком и разумом, соотношения между теорией и экспериментом (философия науки и техники, философия социальных и гуманитарных наук) и т.п. Для курсов «Безопасность жизнедеятельности» и «Методология экологизации технического творчества» фундаментальное значение имеют его статьи «Проблемы увеличения энергии человечества», «Как космические силы определяют наши судьбы», «Величайшие достижения человека», «Энергия нашего будущего», «Чудеса будущего», а также материалы многих других работ [10]-[13]. Так, в первой из упомянутых статей Н. Тесла пишет: « Мы можем…..допустить, что энергия человечества исчисляется половиной произведения массы человечества на квадрат некой предполагаемой скорости», причём «человек, однако, не ординарная масса, состоящая из вращающихся атомов и молекул и содержащая только тепловую энергию, он представляет собой массу, в которую заложены определённые высшие свойства, исходящие из творческого жизненного начала, которым он наделён. Его масса, как вода в океанской волне, постоянно меняется, новое приходит на смену старому. Кроме того, он растёт, размножается и умирает, и поэтому свою массу меняет не только отдельный индивид, но и человечество в целом. Самое удивительное – это его свойство увеличивать или уменьшать скорость своего движения с помощью присущей ему непостижимой способности усваивать другую по сути энергию и превращать её в энергию движения» [10, с. 107]. И далее обсуждаются наиболее рациональные способы увеличения энергии человечества: увеличению массы способствует внимательное отношение к здоровью, полноценное питание и чистая вода, умеренность, упорядочение привычек, создание подвигающего к развитию семейного союза, добросовестное отношение к детям и общепринятое соблюдение всего множества религиозных заповедей и гигиенических правил и др. (при обсуждении этих способов в статье даются конкретные предложения по их реализации – примечание авторов). Но также чрезвычайно важно добавлять массу с более высокой скоростью. Например, «следует активно препятствовать присоединению любой массы с «более низкой скоростью», ниже обязательного показателя, требуемого законом согласно пословице «В здоровом теле здоровый дух». Ведь простое наращивание мускулатуры, на что нацелены некоторые наши колледжи, я приравниваю к прибавлению массы «малой скорости», и не стал бы рекомендовать подобное, хотя мои собственные взгляды были другими в бытность студентом. Умеренные упражнения, обеспечивающие нужный баланс между духовным и физическим, конечно, важны…. Важнейшей целью, к которой должно стремиться, является воспитание, иными словами, увеличение «скорости» вновь добавленной массы» [10, с. 109].

В этом просматривается и мобилизационная функция педагогики (чрезвычайно полезен опыт сербской педагогической науки [19]- [20]), находяшейся во враждебном окружении влияния СМИ. Обращает на себя внимание несколько технократическая манера высказывания Теслой педагогических рекомендаций. Но в инже-

нерно-педагогической микроцивилизации [24] (то есть, упрощённо, в среде педагогов профобразования или инженеров-педагогов), обитатели которой занимают «пограничное положение» между педагогами и инженерами, вполне вероятно, такой стиль может оказаться уместным. Следует отметить, что наблюдающееся принижение роли воспитания беспокоит педагогов, современных философов [21] - [23] а теперь и общественность: плоды «сетевого» воспитания молодёжи средствами массовой информации (СМИ) – насилие и даже вооружённые нападения в учреждениях образования. Также в целях увеличения энергии человечества Тесла предлагает изобретение военных средств, управляемых дистанционно и т.п. Эти материалы [10]-[13] могут использоваться для экологизации упомянутых выше (при рассмотрении третьего уровня применения достижений сербского мыслителя) принципов дидактики и воспитания.

Проектирование содержания профессиональной подготовки регулируется специфическими принципами. К общеметодологическим принципам формирования содержания подготовки специалистов относятся: гражданская и гуманистическая направленность содержания; социальная востребованность и обусловленность практикой общественных перемен; самотворчество, самореализация, самоактуализация; развивающий характер учебного материала; интегрированность, взаимосвязанность и взаимообусловленность изучаемого материала. Данные [10]-[13] могут использоваться для конкретизации и последующей экологизации упомянутых принципов. Так, принцип направленности содержания заключается в том, что содержание обучения должно быть обусловлено потребностями общества в гармонически развитой личности с экоцентрическим типом экологического сознания. На наш взгляд, процесс экологизации учебных дисциплин не тождественен одному лишь отбору содержания, т. к. предполагает не только отбор готовых элементов знаний, но и разработку, исследование, формирование новых. И здесь неоценимую помощь приносит изучение дневниковых записей [13], исследование процесса, выражаясь современным языком, планирования эксперимента, процедуры сопоставления расчётных и экспериментальных данных и т.п. Понятие «экологизация технической учебной дисциплины» подразумевает определенную конкретизацию: вопросы экономии материальных и энергетических ресурсов; количество стадий технологий; энергоёмкость продукции; вопросы минимизации ущерба внедрения какого-либо технологического процесса (например, уменьшение газовыделения при изменении состава материала изоляции) и т. п. То есть при переносе из естественнонаучных в технические дисциплины увеличивается объем этого понятия. С учетом сказанного, меняется понятие «экологическое равновесие» и др. Правомерна, по нашему мнению, постановка вопроса о критерии экологичности технической дисциплины (например, выводимом из доли экологизированных элементов содержания дисциплины в ее общем объеме). Экологизированная технико-педагогическая творческая деятельность, выступая как определенная целостность, имеет интегративный характер и поэтому может быть одним из оснований для экологизации (как итог реализации одного из способов интеграции — экстраполяции) содержания технических дисциплин. Интегрирующим фактором также является типовая комплексная профессиональная задача подготовки инженеров-педагогов (педагогов профобучения) к экологизированной деятельности. В связи со сказанным и задачами настоящего исследования среди совокупности принципов отбора содержания образования обратили внимание на формулирование и разработку критериев применимости следующих: научности, интеграции видов учебной деятельности, создания окружающей учебной среды, природосообразности [16, с. 70]. С учётом описанного выше метода мысленного (то есть без расходования природных ресурсов а, значит, экологичного) проектирования объектов творчества Н. Теслы в процессе исследования предложено усовершенствовать апробированный ранее при формировании учебного материала и принцип экологического проектирования технико-педагогических объектов с использованием средств педагогизированной и экологизированной изобретологии. Данный принцип, на наш взгляд, способствует повышению степени равновесности процессов в техносфере. Критерием его применимости служит наличие в отбираемом (или вновь проектируемом с использованием средств экологичного технико-педагогического творчества) содержании сведений о путях утилизации устройств, материалов, отходов и т. п. Экологически проработанными полагаются учебные элементы, для которых имеются содержательные, контрольно-оценочные и деятельностные компоненты, способствующие усвоению этих элементов с позиций экологической культуры. Целесообразно, как уже отмечалось, выявлять долю экологизированных элементов содержания учебной технической дисциплины в её общем объеме.

## III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, изучение произведений Николы Теслы несомненно способствует экологизации содержания профессионально-педагогической деятельности, поскольку имеют значимый эколого-педагогический потенциал, который реализуем и востребован в рамках педагогической экологизированной изобретологии. К сожалению, этот потенциал пока в недостаточной степени задействован в СПО, хотя может способствовать достижению искомого современной педагогикой синергетического эффекта [24], [25]. Для ликвидации этого пробела, а также отдавая дань уважения знаменитому сербскому учёному и инженеру, полезно на основе предложенных выше положений провести системные исследования и подготовить к изданию соответствующие учебные пособия и монографии с учётом последующего органолептического и структурно-функционального анализа их дидактических возможностей. Представляется, что разрабо-

танная методика определения уровней использования достижений Н. Тесла в профессионально-педагогической деятельности может быть применена при изучении творческого наследия, в частности, В.В. Петрова, М.О. Доливо-Добровольского, М.В. Ломоносова, Д.И. Менделеева, В.Е. Грум-Гржимайло и многих других известных деятелей науки и техники.

## ЛИТЕРАТУРА

[1] Д. М. Рогозин, „Биографический метод“, обзор литературы //Социологические исследования, № 10, с. 120-129, 2015.

[2] Advances biographical methods: Creative applications /Ed. by O'Neill, B. Roberts, A. Sparks. London: Routledge, 2014.

[3] I. W. Jindra, "Why American sociology needs biografical sociology", Journal for the Theory of Social Behavior, Vol. 44, № 4. pp. 389-412, 2014.

[4] А. В. Шувалов, „Тесла Никола. Патографические исследования“, Characterology.ru (информация от 14.08.2018).

[5] С. Д. Дерябо, В. А. Ясвин, „Экологическая педагогика и психология“, Ростов н/Д: Феникс, с 480, 1996.

[6] Н. Е. Эрганова, „Методика профессионального обучения“, Учебное пособие для студентов вузов. – М.: Изд. Центр «Академия», с 160, 2008.

[7] Л. И. Корнеева, „Концепция деятельностно-ориентированного обучения и его методы в современной немецкой дидактике“, Handlungsorientirertes Konzept und seine Unterrchtumethoden in der modernen deut-schten Didaktik – Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, с 147,2006.

[8] Best Technology Practices in Higher education/Edited by Les Lloyd – New Jersy: Information Today Inc. 2010 - 242 p. //vk.com, от 20.08.2018.

[9] А. П. Беляева, „Интегративно-модульная педагогичес-кая система профессионального образования“, СПб: РАДОМ, с 226, 1997.

[10] Н. Тесла, „Статьи. – Самара“, Издательский дом «Агни», с. 584, 2008.

[11] Н. Тесла, „Лекции. – Самара“, Издательский дом «Агни», с. 312, 2008.

[12] Н. Тесла, „Патенты. – Самара“, Издательский дом «Агни», с. 496, 2009.

[13] Н. Тесла, „Колорадо-Спрингс“, Дневники 1899-1900. Самара: Издательский дом «Агни», с. 460, 2008.

[14] В. А. Митрахович, „Потенциал как педагогическая категория“, Известия Волгоградского госуд. педагогич. ун-та. 2008 (цитируется по сайту cyberleninka.ru, от 12.08.2018).

[15] С. А. Тютюков, В. С. Тютюков, „Экологизация профессионально-педагогической деятельности с использованием средств технического творчества и изобретологии“, Екатеринбург: Российский госуд. профессион.-педагогич. ун-т, с. 320, 2002.

[16] С. А. Тютюков, В. С. Тютюков, „Экологический подход в подготовке студентов профессионально-педагогического вуза“, Екатеринбург: Изд-во Российского госуд. профессион.-педагогич. ун-та, с. 167, 2005.

[17] В. С. Безрукова, „Педагогика“, Учеб. пособие. – Ростов н/Д: Феникс, с. 381, 2013.

[18] А. Н. Лук, „Мышление и творчество“, М.: Политиздат, с. 144, 1976.

[19] Ж. Джорджевич, „Историја васпитања у срба“, Београд: Научна књига, с. 110, 1958.

[20] М. Николова, „Кратка историја педагогије“, Београд: Педагошки музеј, с. 195, 2015.

[21] В. А. Сухомлинский, „О воспитании“, М.: Политиздат, с. 272, 1975.

[22] Н. Трнавац, Ј Ђорђевић, „Педагогија“, Београд, Научна КМД, с. 411, 2013.

[23] Х. М. Вегас, „Ценности и воспитание“, Критика нравственного релятивизма“, СПб: Изд-во Петербургского ун-та, с. 225, 2007.

[24] С. А. Тютюков, „Гольдштейн С.Л. Аспекты развития системы интеграции технологий в педагогике“, монография - Саарбрюкен: Palmarium, с. 93, 2016.

[25] С. А. Тютюков, С. Л. Гольдштейн, „Аспекты развития нано-био-инфо-когни-конвергенции“, Вестник Регионального Уральского отделения АИН им. А.М. Прохорова, №12, Вып. 2, с. 181-185, 2012.

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Vibration Analysis and Investigation of Natural Frequencies in High-Speed Railway Track

Erol Uyar

*Ege University, Faculty of Electronics and Electrical Engineering, Izmir, Turkey*

erol.uyar.deu@gmail.com

***Abstract:*** *Natural frequencies of a high-speed railway track under various self –excited constraints are investigated using mathematical modeling and fundamental vibration analysis methods. Dynamic behavior and especially resonance conditions of specially designed suspension system is investigated depending on various parameters. The double joint connected chasse-boogie design, existing of mass-dampers and springs, is described with a two degrees of freedom mathematical model and calculated natural frequencies of the track with relevant motion modes are then graphically presented.*

***Keywords:*** *Rail corrugation, Wear Friction-induced vibration, Self-excited vibration, Elastic vibration mode, Wheel-rail system, High-speed railway, Resonance, Natural frequency Motion Mode*

## I. INTRODUCTION

The operation safety of trains has become a main concern to the railway administrators and passengers. Rail corrugation and polygonalization of high-speed railway wheels are two emergent problems influencing the operation safety and comfort of trains. Suspension system design is, therefore, an especially important task to achieve travel safety and optimal travel conditions in high-speed trains. (properties) [1],[2].

Different mechanical chassee (car) and boggie constructions like type A-B-C and D shown in Fig.1 are generally applied [3]. Before manufacturing design engineer has to develop a convenient construction according to the demands and the research engineer produce than a (relevant) appropriate mathematical model to calculate desired values and test theoretical evaluated results. The designer will turn consciously try to adjust the self-oscillation (natural) frequencies so put that under normal operating conditions no disturbing resonance phenomena occur [4], [5]. In this study, a mathematical model based on boggie-chasse construction like Type A given in Fig.1 is chosen and the relevant natural frequencies of the system with vibration modes are calculated. The self-excited vibration propensity of the model is analyzed using the complex eigenvalue method [6].

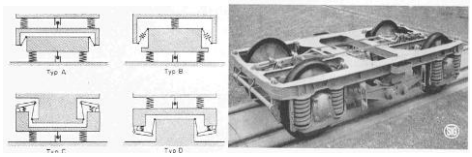


*Figure 1. General view of a boggie and Different underbody (boggie)-chasse designs*

## II. ONE DEGREE FREEDOM MODEL OF A SECOND ORDER SUSPENSION SYSTEM

To describe Track motions a one-dimensional elastic suspension system existing of mass- damper-and spring is taken as a basic model and its free motions according to various damping coefficients are presented in Fig.2.

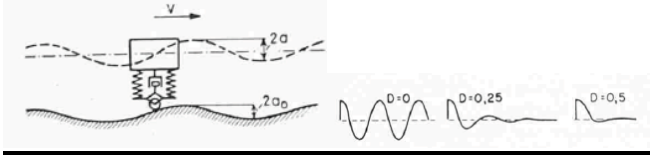



*Figure 2. One dimensional model and free motions with different damping effects*

Neglecting lateral motion, the vertical motion can be described by following differential equation; with M as Mass, C damping coefficient, K as spring stiffness and F describing ground forces. [3]

$$M.x'' + D.x' + K.x = F \quad (1)$$

The natural frequency can be calculated then as:

$$w_n = \sqrt{K/M} \quad (2)$$

Damping constant as:

$$D = \frac{c}{2.M.wn} \quad (3)$$

The resonance frequency can be calculated as:

$$w_r = wn\sqrt{1 - 2.D^2} \quad (4)$$

There are different kind of excitations which cause to vibrations on railway tracks; these can occur depending on Wheel-rail interactions because of or disturbances through unbalanced mass effects and assembly-maintenance failures etc [2], [7]. Especially periodical exitations in form of

frequency-spectrum influence the system parts with different eigenfrequencies and amplitudes producing pulse train-effect.

Free vibration tests of track are made with different damping ratios and assuming a harmonic disturbance with constant amplitude ao frequency response is investigated. Speed $v_k$ which correspond to eigenfrequency of track is taken as critical speed.

The ratio of measured speed v to the critical speed $v_k$. The calculated value of amplitude ratio with speed changes and damping rate is given as:

$$\frac{a}{a_0} = \sqrt{\frac{1+\left(2\,D\,\frac{v}{v_k}\right)^2}{\left[1-\left(\frac{v}{v_k}\right)^2\right]^2+\left(2\,D\,\frac{v}{v_k}\right)^2}} \quad (5)$$

Change of the amplitude ratio of measured value a to input amplitude $a_o$ for various travel speed ratios $v/v_k$ and damping rates is given in Fig.3 In the same Fig.3 change of shaking force with travel speed ratio and for different Damping rates are given in Fig.3. From Fig.3 it can obviously be seen that for $v=v_k$ resonance occurs. To avoid critical travel conditions these graphics are giving highlighted pieces of information [3], [7].

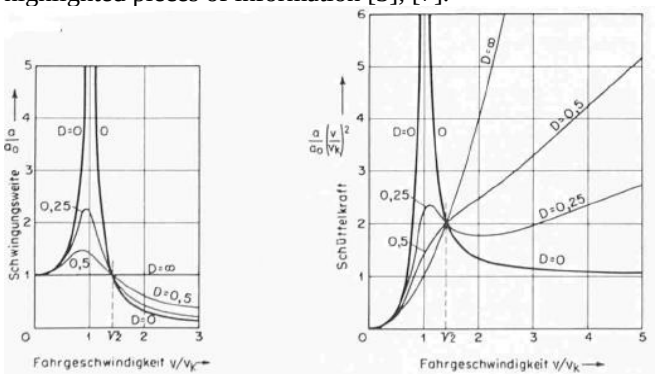



*Figure 3. Change of Amplitude and Shaking- Force with speed depending on various Damping Coefficients*

## III. NETWORK MODELLING

The analysis of mechanical systems requires knowledge of the configuration and disposition of springs and dampers. This combination can be described with a Linear Mechanical Network Operator (LMNO) as given in Fig. 4. [8]. Time and Network model of a second-order system with transfer function are shown in Fig.4.a and b. The output other system can be calculated then as:

$$X(s)=\frac{F(s)}{M.s2+Ds+K} \quad (6)$$

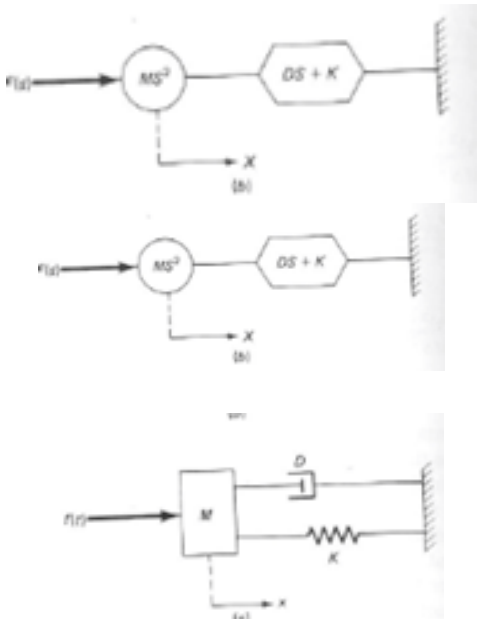
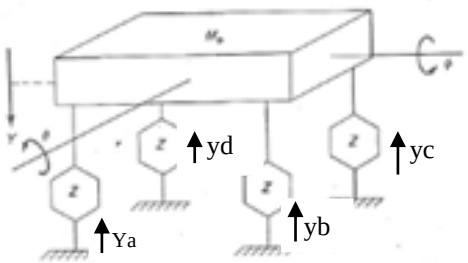



*Figure 4. Representation Network a) and time model b) of a second-order system*

For investigation of more complicated systems with several degrees of freedom, NetWork modeling can be used and applied to solve vibration equations and calculate natural frequencies with different motion modes. In the following an example is given for the calculation and solution of a three degree of freedom system as seen in Fig.5.a.

The network model of the system can be handled according to the vertical deviations in z-direction(up-down motion), angular positional vibrations θ (nodding) and ϕ (swinging)about x and y-axis. The free vibrations will be investigated under the railway disturbances Ya, Yb, Yc and Yd taken as system ınputs. The Mass spring Damper connections in the Network model are described with network Operators Z. Some examples of network model connections are given in Fig. 5.



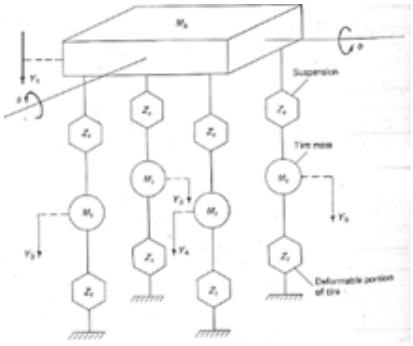


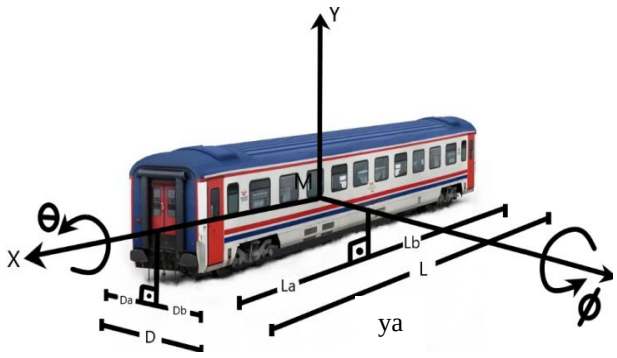
*Figure 5.a. Three and b. seven degree of freedom track suspension network models*

Assuming a three degree of freedom system with x1, x2 and x3 as variables and L, M, N as inputs, system dynamic equations of motion and solutions can be described and obtained in following form:

$$\begin{aligned} A.X1 + D.X2 + G.X3 &= L \\ B.X1 + E.X2 + H.X3 &= M \\ C.X1 + F.X2 + I.X3 &= N \end{aligned} \quad (7)$$

With Q: as characteristic determinant

$$Q = \begin{vmatrix} A & D & G \\ B & E & H \\ C & F & I \end{vmatrix} \quad (8)$$




Solution of equations (1) can be evaluted then as:

$$X1 = \begin{vmatrix} L & D & G \\ M & E & H \\ N & F & I \end{vmatrix} + Q \quad (9)$$

$$X2 = \begin{vmatrix} A & L & G \\ B & M & H \\ C & N & I \end{vmatrix} + Q \quad (10)$$

$$X3 = \begin{vmatrix} A & D & L \\ B & E & M \\ C & F & N \end{vmatrix} + Q \quad (11)$$

## IV. GENEROUS NETWORK-MODEL OF THE TRACK SUSPENSION SYSTEM

According to Chasse-Boggie design Type-A given in Fig.1, a simplified but more accurate mathematical model of one of the four suspensions can be described with a second-order two degree of freedom system as shown in Fig.6.

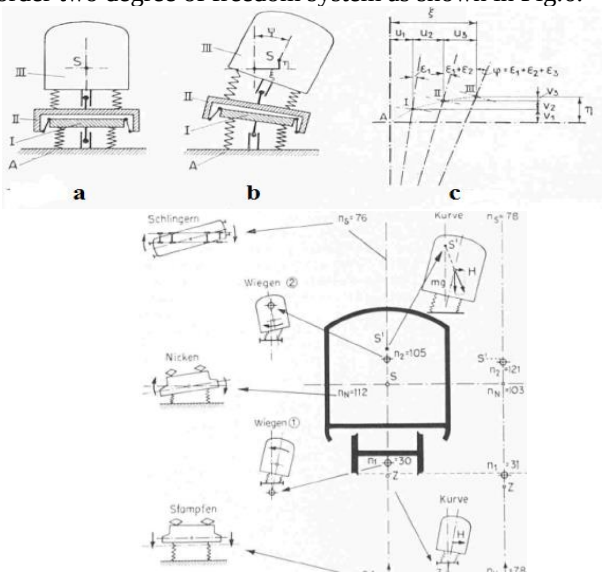



*Figure 6. a) Two degree of freedom model b) and c) General vibration form*

## V. EQUATIONS OF REDUCED MODEL MOTIONS

This model can then be further described as a reduced system at the center of mass and with free body diagram shown in Fig.7. The suspensions of each of the four Wheels consisting of spring and dampers can be expressed with network operators Zi and inputs Yi which present distubances from road conditions. The motions (z,θ,ϕ) of car body with mass M and Inertias Jϕ, Jθ with reduced spring and dampers at real and front sides can be described with the following equations.

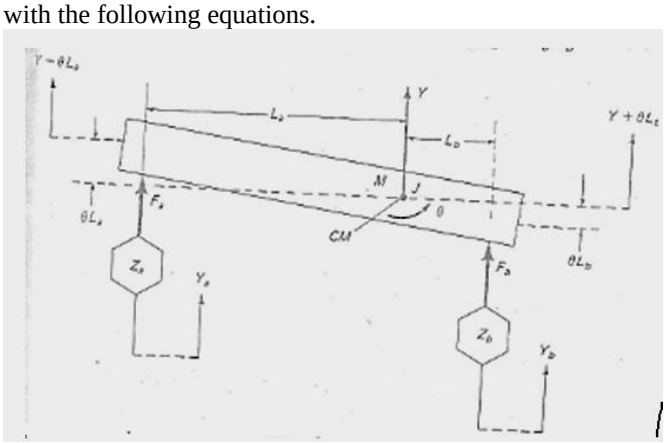


*Figure.7 Reduced model of the System*

Assuming that the suspension system consists of only reduced springs we can write Zi=Ki and Fi=Ki Yi. Including translation and rotation the acting forces Fa and Fb at front and backside can be expressed as follows:

$$Fa = Za[Ya-(Y-\theta.La)] \;;\quad Fb = Zb[Yb-(Y-\theta.Lb)]$$

According to Newton Low with IC(ınıtıal conditions)=0 it can be written:

$$\Sigma F = M.Y''$$
$$Fa + Fb = M.s2.Y(s)$$
$$(M.s2+Za+Zb)Y-(Za.La-Zb.Lb)\,\vartheta = Za.Ya + Zb.Yb$$

Similarly sum of the Torques about center of mass with IC=0:

$$\Sigma T = J.\vartheta''$$
$$Fb.Lb - Fa.La = J.s2.\theta(s)$$
$$(J.s2 + Zb.Lb^2 + Za.La^2)\theta(s) - (Za.La - Zb.Lb).Y = Zb.Lb.Yb - Za.La.Ya$$

Finally sum of the Torques about center of mass with IC=0:

$$\Sigma T = J.\varphi''$$
$$Fc.Lc - Fd.Ld = J.s2.\varphi(s)$$
$$(J.s2+Zc.Lc^2+Za.Ld^2)\theta(s)-(Zd.Ld-Zc.Lc).Y = Zc.Lc.Yc - Zd.Ld.Yd$$

The system equations can be given in the form of the following table and the natural frequencies can be obtained from Eigenmatrix.

| Y | θ | φ | Inputs |
|---|---|---|---|
| $Ms2+Za+Zb$ | $-(Za.La-Zb.Lb)$ | $-(Zd.Ld-Zc.Lc)$ | $Za.La+Zb.Lb$ |
| $-(Za.La\_Zb.Lb)$ | $J.s2+Za.La2+Zb.Lb2$ | $J.s2+Zd.Ld2+Zc.Lc2$ | $Zb.Lb.Yb-Za.La.Ya$ |

## VI. SIMULATIONS AND SOLUTIONS OF THE SYSTEM

The vertical motions of the car body and boggie of the reduced two degrees of freedom system is simulated in MATLAB –Simulink with the given model and parameters shown in Fig.8 [9], [10], [11], [12].

$M_A = M_B = 2000$ Kg
$K_A = 8000$ N/m
$K_B = 5000$ N/m
$C_A = 600$ Ns/m
$C_B = 800$ Ns/m

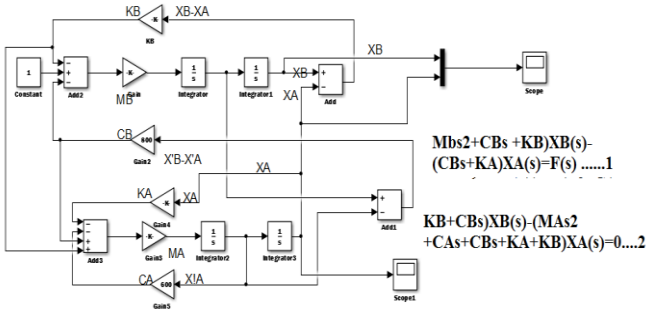



*Figure 8. MATLAB simulation of vertical suspantion motion*

The time responses (vibration modes) and natural frequencies of Bogie and car body as Bode Plots (Frequency Spectrum) are presented Fig.9 The natural frequencies can be calculated from above equations by neglecting the damping effects.

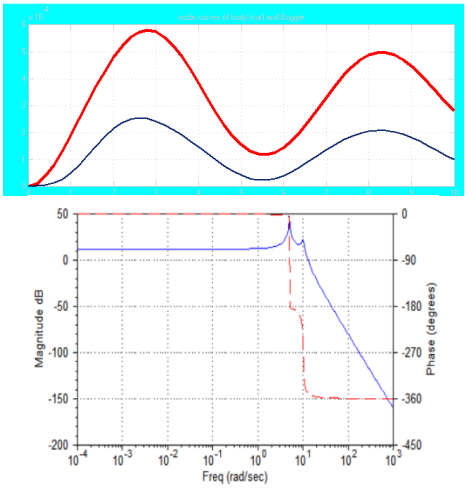



*Figure 9. Time responses (modes) and natural frequencies of vertical motion*

As mentioned in ıntroduction free motions of suspension system according to various speed and damping coefficients can be investigated and described with the above simulations. The calculation of natural frequencies has great importance for the determination of resonance conditions and so for the ride safety with comfort.

## VII. CONCLUSIONS

Reduced one degree of freedom model of each suspension can be described as given in Fig.2 and Fig.10 with equations from (1) to (4). According to equation (1) and by taking numerical reduced parameters as M=2000 Kg, D=6000 Ns/m and K=320000 N/m; the following values can be calculated:

Natural (eigen) frequency : $\omega_n$=4 rad/s,
Damping coefficient: $\varsigma$=0.375
Resonance frequency: $\omega_r$=3.08 rad/s

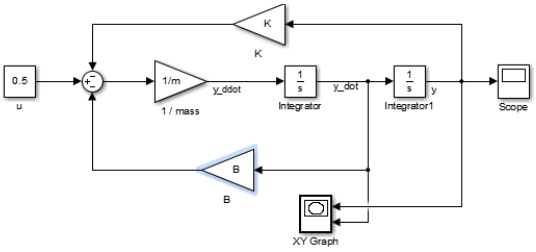



*Figure10. Matlab Model of one degree of freedom system*

For the case of disturbances caused by rail connections (with const. length of 20m)at a speed of 200 Km/h, the resulting interference frequency can be calculated as w=17.44 rad/s which is far away from Resonance. The critical speed for resonance lays about vk=45Km/h.

With the above Damping coefficient ς=0.375 and according to equation (5) amplitude ratio a/ao will be calculated as 0.033 for a speed of v=200Km/h, and the same ratio will be 2.77 for critical speed of Vk=45 Km/h. These Changes are illustrated in Fig.2 for various damping coefficients.
Different kinds of excitations which cause vibrations on railway tracks; can occur depending on Wheel-rail interactions because of or disturbances through unbalanced mass effects and assembly-maintenance failures etc. Especially periodical excitations in form of frequency-spectrum influence the system parts with different eigenfrequencies and amplitudes producing pulse train-effect.

To obtain the best results for safe and comfortable travel conditions the above-mentioned modeling methods with equations and simulations can provide practical and reasonable preliminary design propensities for the constructor.

## REFERENCES

[1] C. Eswell, D.M. Ammyy, “Use of Railway Track Vibration Behaviour for Design and Maintenance”, Delft University of Technology, Delft, the Netherlands, System Development

[2] C. Eswell, D.M. Ammyy, “Use of Railway Track Vibration Behaviour for Design and Maintenance”, Haarlem, the Netherlands.

[3] D.P. Connolly, G. Kouroussis, O. Laghrouche, C.L. Ho, and Forde, “Benchmarking railway vibrations-Track, vehicle, ground and building effects”, Construction and Building Materials, vol. 92, pp. 64–81, 2015.

[4] O. Zweifel, “Berechnung des elastischen Verhaltens und der Eigenschwingungen von Eisenbahnfahrzeugen: ergänzte Fassung“, Schweizerische Bauzeitung Band (Jahr): 74 (1956) Heft 1, Clarendon 1892, pp. 68-73.

[5] K. Hempelmann, “Influence of operational track and vehicle parameters on corrugation growth”, TU Berlin, June 1995.

[6] A.P. Man, S. Jovanović, “Dynatrack, a survey of dynamic railway track properties and their quality”, Dissertation TU Delft, DUP-Science, ISBN 9-406-2355-9, December 2002.

[7] V.L. Markine, A.P. Man, S. Jovanović, C. Esveld, “Modelling and optimisation of an embedded rail design”, Rail Internationale/Schienen der Welt, p.15-23, July 2000.

[8] I. Cochin, “Analysis and Design of Dynamic Systems”, New Jersey Institute of Tecnology, Harper&Row Publishers, New York.

[9] H. Hung and Y. Yang, “A Review of Researches on Ground-Borne Vibrations with emphasis on those induced by trains,” Proc. Natl. Sci. Counc., vol. 25, no. 1, pp. 1–16, Jun. 2000.

[10] J. Avillez, M. Frost, S. Cawser, C. Skinner, A. El-Hamalawi, P. Fleming, and P. Shields, “Procedures for estimating environmental impact from railway induced vibration - a review,” iProceedings of the Internoise 2012/ASME NCAD meeting, 2012.

[11] D. W. Barke and W. K. Chiu, “A Review of the Effects of Out-Of-Round Wheels on Track and Vehicle Components,” Proc. Inst. Mech. Eng. Part F J. Rail Rapid Transit, vol. 219, no. 3, pp. 151–175, Jun. 2005.

[12] K. Popp, H. Kruse, and I. Kaiser, “Vehicle-Track Dynamics in the Mid-Frequency Range,” Veh. Syst. Dyn., no. January 2014, pp. 423–464, 2010.

.

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Merenja vibracija u sistemima za monitoring železničkog saobraćaja

## Measurement of vibration in systems for Monitoring of rail transport

Branislav Gavrilović[1], Ivana Ćirović[2]
*High Railway School of Vocational Studies, Belgrade, Serbia[1],*
*The College of Applied Sciences, Užice, Serbia[2]*
gavrilovicbranislav5@gmail.com[1], ivana.cirovic1@gmail.com[2]

***Apstrakt:*** *U radu su opisana dosadašnja istraživanja u oblasti transformacije kinetičke energije vibracija železničkih pragova pri prolasku vozova u električnu energiju. S obzirom da infrastruktura većine železničkih uprava trenutno ne koriste nikakve sisteme sa senzorima vibracija, u radu su izloženi rezultati merenja koji ukazuju na pouzdanost ovih sistema i neophodnost njihove implementacije na železničkim prugama koje su pojačano izložene promenama parametara geometrije koloseka definisanih standardom EN 13848-1, ali i odronima kamenja, prekidima šina, raznim oštećenja na putnim prelazima ili kretanju pešaka i drumskih vozila u blizini koloseka na državnim granicama.*
***Ključne reči:*** *vibracija, železnički prag, energetska konverzija.*

***Abstract:*** *The process of collecting low-level ambient energy and its conversion into electric energy is commonly termed energy harvesting or energy scavenging. The paper has as its main goal to develop and experimentally validate numerical models of piezoelectric energy harvesting devices of a vibrating beam on an elastic foundation are presented. An application example is a concrete railway sleeper embedded in an elastic medium (the ballast). The sleeper is also elastically connected to the rails. Eigenfrequencies are measured and vibration modes are discussed.*
***Key words:*** *Vibration, railway sleeper, energy harvesting.*

## I. UVOD

Istraživanja u oblasti transformacije kinetičke energije vibracija nekog mehaničkog sistema u električnu energiju (a time i železničkih pragova pri prolasku vozova po istim) ukazuju na potrebu primene piezoelektričnog koncepta umesto elektrostatičkog ili elektromagnetskog koncepta [1]. Ovo je zbog toga što se piezoelektričnikoncept posebno ističe gustinom pretvorene energije, jednostavnošću izvedbe, višestrukim mogućnostima konstrukcijskih rešenja za različite primene i frekvencijske opsege.

U tabelama 1 i 2 upoređene su karakteristike postojećih koncepata merenja kinetičke energije vibracija mehaničkog sistema s naglaskom na gustinu energije koja se pri tome može proizvesti.

Tabela 1. Poređenje snage i zapremine pojedinih metoda [2]

| Metoda | Snaga | Uslovi ($M$, $a$, $\omega$) | Zapremina |
|---|---|---|---|
| Piezoelektrična | 0,375 mW | 9,1 g, 2,25 m/s$^2$, 85 Hz | 1 cm$^3$ |
| Elektrostatička | 3 mW | 50 g, 0,5 m/s$^2$, 50 Hz | 41 cm$^3$ |
| Elektromagnetska | 3,7 $\mu$W | 1,2 mg, 10 m/s$^2$, 800 Hz | 0,75 cm$^3$ |

Tabela 2. Poređenje teorijskih i praktično ostvarivih magnituda snage [3]

| Metoda | Praktični maksimum | Teorijski maksimum |
|---|---|---|
| Piezoelektrična | 17,7 mJ/cm$^3$ | 335 mJ/cm$^3$ |
| Elektrostatička | 4 mJ/cm$^3$ | 44 mJ/cm$^3$ |
| Elektromagnetska | 4 mJ/cm$^3$ | 400 mJ/cm$^3$ |

Piezoelektrični efekt (grč. piezein - pritiskati, tlačiti) je pojava stvaranja električnog napona na površinama nekih čvrstih materijala i polimera) prilikom njihove mehaničke deformacije. Uz prirodne piezoelektrične materijale kao što je kvarc (SiO2), u praksi se najčešće koriste veštački stvoreni piezoelektrični materijali s višestruko boljim piezoelektričnim svojstvima kao što je, najčešće, olovo-cirkonat-titanat (komercijalni naziv PZT).

Kako bi materijal poprimio piezoelektrične osobine, potrebno ga je polarizirati. Polariziranje se sprovodi zagrijavanjem materijala malo ispod Curieve temperature (čime se omogućuje slobodnije pomicanje molekula) i primenom jakog električnog polja koje prouzrokuje usmeravanje kristala unutar samog materijala u željenom smjeru ovisno o polaritetu električnog polja . Ova pojava se zadržava čak i kad se ukloni uticaj električnog polja i materijal ohladi. Pri tome treba voditi računa da su pre prprocesa polarizacije svi dipolni domeni u materijalu proizvoljno orjentisani zbog čega je nemoguće koristiti piezoelektrične osobine materijala.

Postoji mnogo različitih konstruktivnih rešenja pretvarača (senzora) zasnovanih na piezoelektričnom konceptu, i to od mikro (μm – mm) do makro (>cm). Na slici 1 prikazano više različitih konfiguracija piezoelektričnih uređaja za prikupljanje kinetičke energije vibracija :

a) najčešće korišteni piezoelektrični koncept – konzolni inercijalni sistem mase i opruge [3],

b) primer neinercijalnog pretvarača napravljenog od piezoelektrične strukture [4]

c) bi-stabilna konfiguracija koja omogućuje pretvaranje udara s velikim ubrzanjima [5],

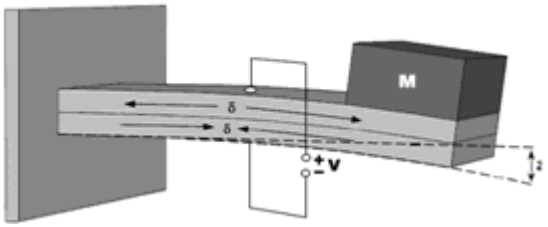
d) inercijalni sistem s centralnim tegom za podešavanje frekvencije pomoću potisnog aksijalnog prednaprezanja grede [6],

e) sustav s više masa i opruga za pretvaranje šireg spektra kinetičke energije vibracija [6],

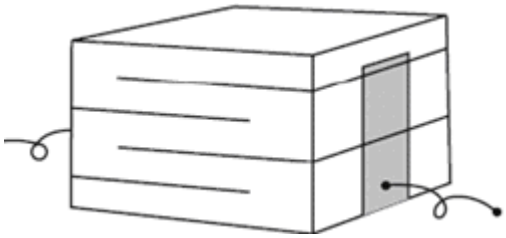
f) konzolni sistem s magnetskom regulaciijom frekvencije oscilovanja za pokrivanje šireg spektra vibracija [7],

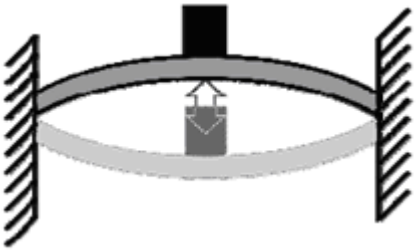
g) udarni sustav s kliznom masom i magnetima kao oprugama za nosive tehnologije [5], i

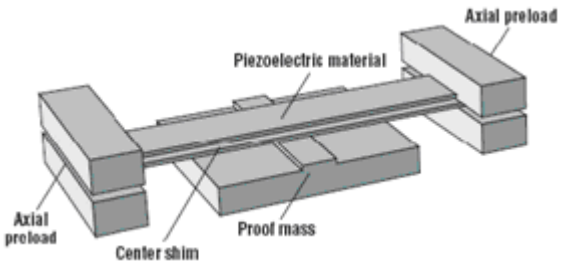
h) dvostruki prednapregnuti sistem za udarnu transformaciju kinetičke energije [8].



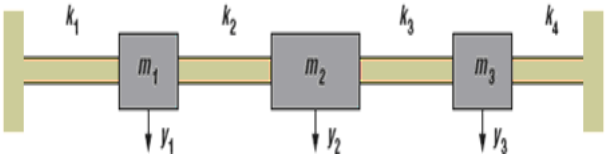
a


b

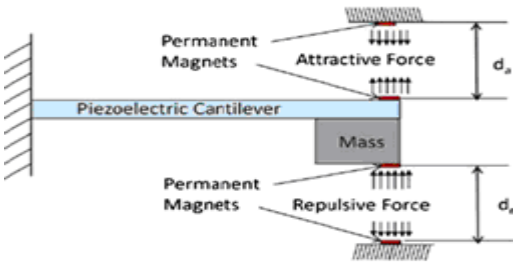

c



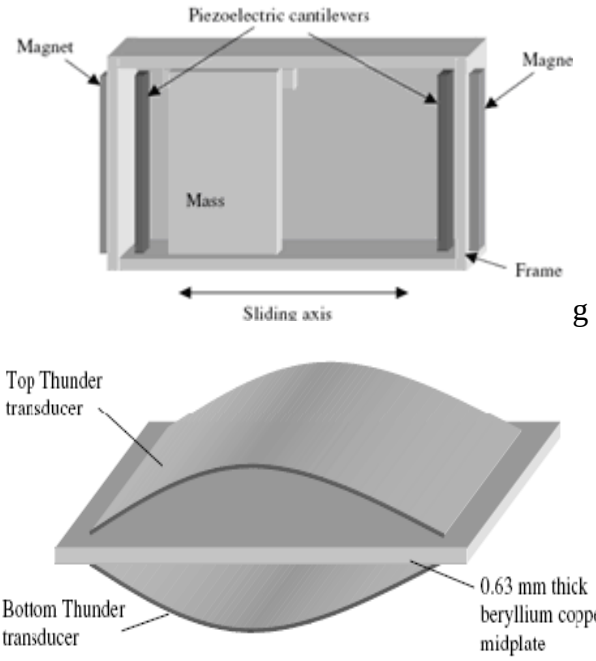
d



e



f




*Slika 1. Različite konfiguracije piezoelektričnih uređaja: a) konzolni sistem b) podatljiva piezoelektrična struktura c) bi-stabilna konfiguracija, d) inercijalni sistem sa centralnim tegom za podešavanje frekvencije pomoću potisnog aksijalnog prednaprezanja grede e) sistem sa više masa, f) konzolni sistem sa magnetskom regulaciijom frekvencije oscilovanja za pokrivanje šireg spektra vibracija g) udarni sistem i h) dvostruki prednapregnuti sistemi*

Što se komercijalnih primena tiče, zadnje desetak godina pojačanog istraživanja koncepta piezoelektrične transformacije iznjedrilo je brojne firme koje su razvile komercijalno dostupna rešenja Na tržištu su se posebice istaknuli proizvođači piezoelektričnih pretvarača kao što su: Advanced Cerametrics Inc., Mide Technology Corp., Piezo Systems Inc., AdaptivEnergy, Ambio Systems i MicroStrain. Svi navedeni proizvođači nude gotove pretvarače s većim ili manjim stepenom mogućnosti modifikacije za određenu primenu (npr. ugađanje uređaja na određenu pobuzbudnu frekvenciju).

Za potrebe analize vibracije železničkih pragova pri prolasku vozova na prugama «Železnice Srbije» već je korišćen i merni sistem TM-3C400 (razvijen od strane Centra za nedestrktivna ispitivanja i geofiziku, CNTG d.o.o. Beograd) (slika 2). Sistem koristi pretvarače kinetičke energije vibracija železničkih pragova u električnu energiju zasnovanih na piezoelektričnom efektu i troaksijalni piezoelektrične senzore frekventnog opsega od 0,1 Hz do 600 Hz. Podaci se skladište u memoriju računara u realnom vremenu. Instrument ima autonomno napajanje velikog kapaciteta, koje omogućava 48 sati neprekidnog rada [9].




*Slika 2. Merni sistem TM-3C400 za uzorkovanje vibracija železničkih pragova*

## II. PRIMENA SENZORA VIBRACIJA ZA ŽELEZNIČKE SVRHE

U poslednje vreme u pojedinim železničkim upravama se sve više razvijaju sistemi koji omogućavaju monitoring sledećih parametara železničke infrastrukture [10]:

- promenama parametara geometrije koloseka definisanih standardom EN 13848-1
- prekid šina,
- odron kamenja,
- kretanje čoveka ili vozila pored pruge,
- oštećenje točkova voznih sredstava,
- razna oštećenja na osiguranim putnim prelazima.

Rezultati monitoringa prenose se od pretvarača preko optičkih kablova do radnog mesta dispečera infrastrukture. Na taj način dispečer ima mogućnost da pregleda sve događaje koje sistem registruje, da odredi vrstu događaja i da sam odredi kako treba postupiti u datom slučaju.

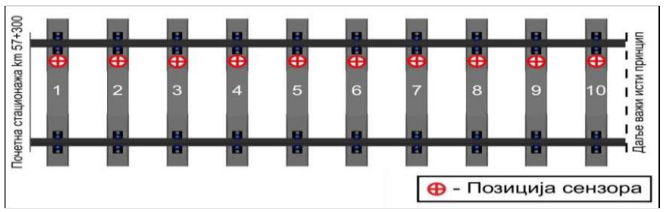
Ovakvi sistemi su već postavljeni na mestima gde postoji učestali uticaj na železnički kolosek od strane železničih vozila ili drugih izvora vibracija. Na pr. sistem «Anakonda»“, već je postavljen na nekim državnim granicama u sastavu kompleksa tehničkih sredstava za obezbeđenje bezbednosti železničkog saobraćaja [10].

## III. EKSPERIMENTALNA ISTRAŽIVANJA

Za potrebe utvrđivanja uslova oslanjanja pragova odnosno osnovnih geometriskih parametara koloseka definisanih standardom EN 13848-1 (širina koloseka, vertikalno odstupanje, odstupanje smera, nadvišenje i vitopernost) tokom avgustu 2014. godine na pruzi Beograd – Bar (od km 56+828,32 do km 57+828,32) izvršena su merenja mehaničkih vibracija (oscilovanja) železničkih pragova sa mernim sistemom TM-3C400 [9].

Terenska istraživanja su podrazumevala uzorkovanje na 80 pragova na koja se sastojala od betonskih pragova domaće proizvodnje koji su ugrađeni na rastojanju 0,65 m (pragovi tipa IM2, LS=2,4 m i ms≈190 kg), K sistema šinskog pričvršćenja i profila šine 49E1). Troaksijalni senzor je postavljan na poziciju neposredno pored šinskog pričvršćenja sa unutrašnje strane koloseka (slika 3). Ovakvo

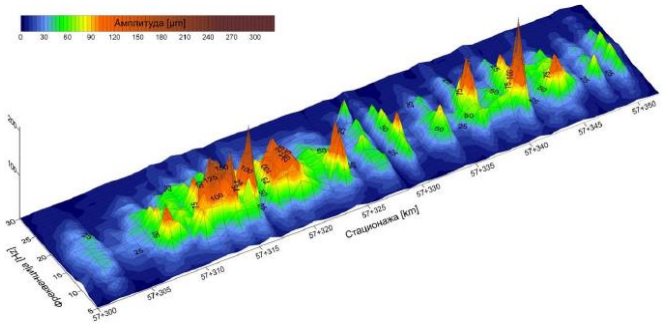
pozicioniranje senzora je izabrano iz praktičnih razloga, jer bi sa spoljašnje strane koloseka bilo neophodno ukloniti tucanik sa krajeva pragova. Na ovoj poziciji neće biti registrovano maksimalno vertikalno pomeranje praga.



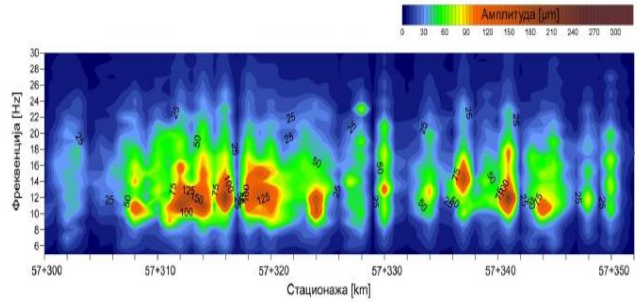

*Slika 3. Pozicije uzorkovanja piezoelektričnih senzora na deonici*

Ukoliko jedan ili nekoliko pragova u nizu nisu dobro oslonjeni, na tom delu koloseka realno je očekivati da će prilikom prolaska vozova doći do pojave većih ugiba, što će u određenoj meri uticati i na parametare geometrije koloseka. Uzimajući u obzir definicije parametara geometrije koloseka, opravdano je očekivati da će se veći vertikalni ugib pre svega reflektovati kao iznenadna promena na dijagramu vertikalnog odstupanja leve i desne šine, ali u određenim slučajevima i na dijagramu vitopernosti. Nagle promene na ovim dijagramima mogu da ukažu i na mesta sa povećanim diferencijalnim sleganjem koloseka, pa je na tim mestima na terenu neophodno izvršiti dodatna ispitivanja.

Na slici 4 je prikazana 3D površ koja predstavlja promenu spektralnih karakteristika duž merne deonice. Na slici 5 prikazan je dijagram prostorne raspodele zavisnosti amplitude od frekvencije [9].




*Slika 4. Promena spektralnih karakteristika duž posmatrane deonice*



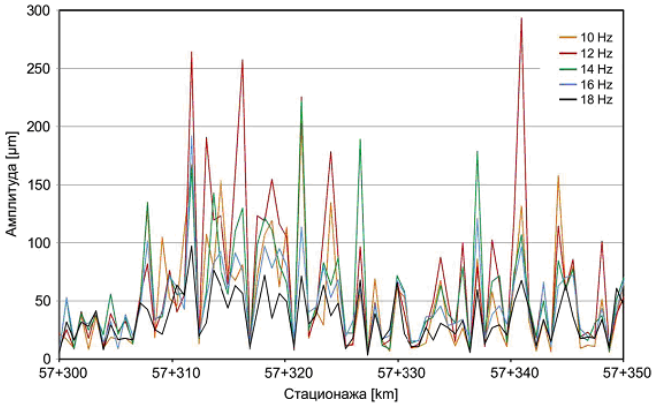

*Slika 5. Dijagram prostorne raspodele zavisnosti amplitude od frekvencije na posmatranoj deonici*

Nakon uzorkovanja i obrade dobijenih podataka, definisana su tri slučaja oslanjanja pragova u skladu sa tri usvojena opsega relativnih amplituda u pravcu z-ose [9]:

- dobri uslovi oslanjanja – relativne amplitude do 50 μm (plava boja na dijagramima),
- srednji uslovi oslanjanja – relativne amplitude od 50 μm do 150 μm (narandžasta boja na dijagramima), i
- loši uslovi oslanjanja – relativne amplitude od 150 μm do 300 μm (crvena boja na dijagramima).

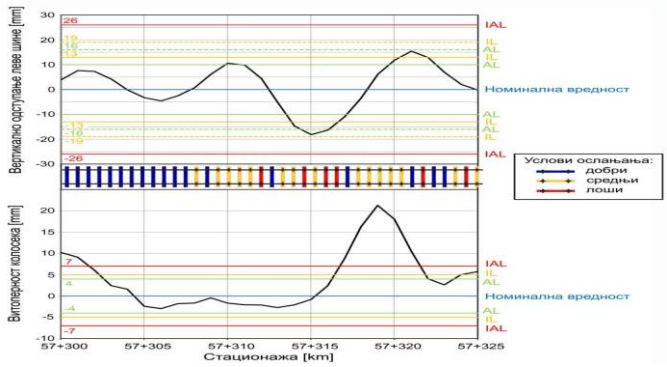
Može se videti da od stacionaže km 57+311 do km 57+322 kolosek nema dobre uslove oslanjanja. Pored toga, u okolini stacionaža km 57+308, 57+324, 57+330, 57+334 i 57+344 postoje izolovane zone na kojima pragovi nemaju dobre uslove oslanjanja.

Kako bi se istakle promene sprektralnih karakteristika duž posmatrane deonice, na slici 6 je prikazano pet dijagrama. Ovi dijagrami predstavljaju amplitude vertikalnog pomeranja za frekvencije: 10, 12, 14, 16 i 18 Hz. Dakle, ovih pet dijagrama predstavlja pet podužnih profila površi sa slike 4 – po jedan profil za svaku od navedenih frekvencija. Može se uočiti da se najveće amplitude pomeranja javljaju pri frekvenciji 12 Hz.




*Slika 6. Amplitude pomeranja duž deonice pri različitim frekvencijama*

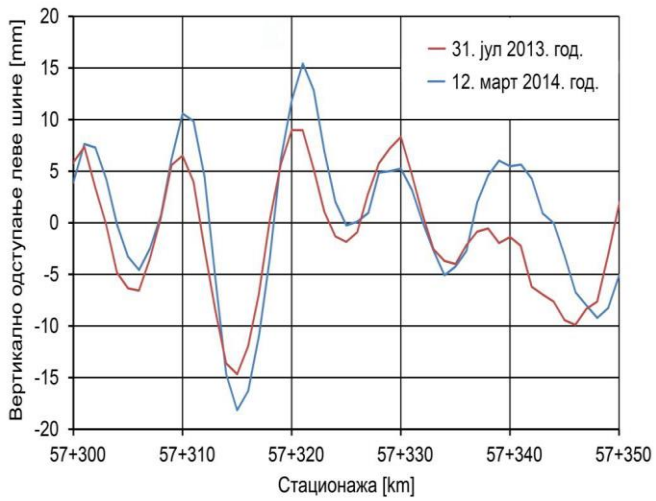
Rezultati merenja su upoređeni sa dijagramima vertikalnog odstupanja i vitopernosti koloseka koja su izvršena paralelno i sa mernom drezinom tipa "Plaser Theurer EM 80 L". Naime, uporedni pregled uslova oslanjanja pragova i odgovarajućih parametara geometrije duž deonice od km 57+300 do km 57+325 (pragovi 1-39) dobijenih sa mernom drezinom prikazan je na slici 7. U skladu sa standardom EN 13848-1, na slici 7 su prikazane vrednosti vertikalnog odstupanja i vitopernosti za opseg brzina 80 < Vmax ⩽ 120 km/h. i granicu hitne intervencije (IAL – Immediate Action Limit), granicu intervencije (IL – Intervention Limit) i granicu upozorenja (AL – Alert Limit).




*Slika 7. Uporedna analiza uslova oslanjanja pragova 1-39 i: (gore) vertikalnog odstupanja leve šine, (dole) vitopernosti koloseka*

Na početku deonice uočava se određen nivo vertikalnog odstupanja, uz istovremeno dobre uslove oslanjanja. Od stacionaže km 57+308 počinje odsek sa velikim brojem pragova sa srednjim i lošim uslovima oslanjanja. Odsek sa ovakvim uslovima oslanjanja se reflektuje u vidu velike vitopernosti koloseka posle stacionaže km 57+315, zajedno sa značajnim vertikalnim odstupanjima. Usled loših uslova oslanjanja, na stacionaži km 57+318 vitopernost je tri puta veća od IAL vrednosti.

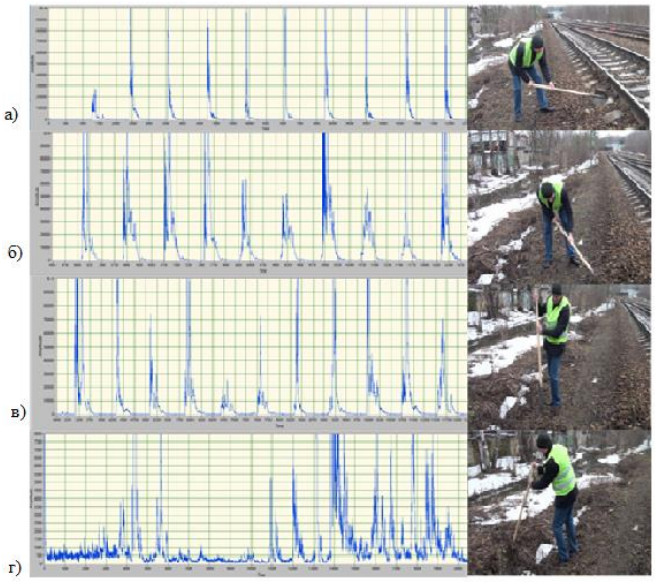
Slika 8 prikazuje odnos između maksimalnih amplituda pomeranja i vertikalnog odstupanja leve šine duž posmatrane deonice. U skladu sa slikom 8, amplitude vertikalnog pomeranja preko 200 μm se poklapaju sa maksimalnim vrednostima vertikalnog odstupanja.




*Slika 8. Uporedni prikaz dijagrama vertikalnog odstupanja leve šine u dve uzastopne inspekcije na posmatranoj deonici*

Sprovedena merenja pokazuje da se posredstvom senzora vibracija mogu izgraditi pouzdani fiksni sistemi za monitoring ne samo parametara geometrije koloseka definisanih standardom EN 13848-1, već i za izgradnju zaštitnih sistema pri odronu kamenja, prekidu šina, raznim oštećenjima na putnim prelazima ili kretanju pešaka i drumskih vozila u blizini koloseka na državnim granicama. Pri tome se senzori mogu ugrađivati i kroz rovove u kojima su položeni optički kablovi. Kontinualnim merenjem vibracija na mestima ugradnje senzora i prenos obrađenih informacija preko optičkih kablova do energetskih dispečera pruža se mogućnost da se gotovo istovremeno iste registuju, obrade i blagovremeno preduzmu odgovarajuće mere intervencije. U cilju ilustracije na slici 9 prikazan je izgled obrađenog električnog signala sistemom »Anakonda» pri monitoringu radova pružnog radnika u blizini kanala sa položenim sezorima vibracija [10].

Razlika veličina amplituda vibracija pokazuje ne samo mesto generisanja vibracija već i njegovu vrstu, a koja se može odrediti na osnovu banke podataka ranije dobijenih portreta različitih događaja. Osim toga, rezultat razlike uzastopnih amplituda vibracije omogućava da se odredi smer i brzina kretanja voza, vozila ili čoveka u zoni železničke pruge i druge karakteristike uticaja na senzore vibracija i optički kabl.




*Slika 9. Monitoring pružnih radova sistemom „Anakonda“*
*a) udarci lopatom po betonskom pragu- udaljenost optičkog kabla 3m*
*b) udarci lopatom po kolosečnom zastoru - udaljenost optičkog kabla 2m*
*b) udarci lopatom pozemlji - udaljenost optičkog kabla 1m*
*g) udarci lopatom po zemlji - iznad optičkog kabla*

## IV. ZAKLJUČAK

Na osnovu sprovedene analize nameće se zaključak da železničke uprave treba što pre da pristupe primeni sistema koji koriste senzore vibracija piezoelektričnog koncepta. Ove senzore treba ugrađivati na onim železničkim železničkim deonicama koje su pojačano izložene promenama

parametara geometrije koloseka definisanih standardom EN 13848-1, ali i odronima kamenja, prekidima šina, raznim oštećenjima na putnim prelazima ili kretanju pešaka i drumskih vozila u blizini koloseka na državnim granicama. Kontinualnim merenjem vibracija i prenos obrađenih informacija preko optičkih kablova do energetskih dispečera pruža se mogućnost da se gotovo istovremeno iste registuju, obrade i blagovremeno preduzmu odgovarajuće mere zaštite.

## LITERATURA

[1] D. Blažević, „Analiza mehaničkih čimbenika pri konstrukciji uređaja za prikupljanje niskorazinske energije vibracija iz okoliša“, doktorski rad, Sveučilište u Rijeci, Tehnički fakultet, Rijeka, 2014.

[2] D. Steingart et al., „Micropower Materials Development for Wireless Sensor Networks“, MRS Bulletin, Vol. 33, No. 4, 408 409, 2008.

[3] S. Roundy, „Energy Scavenging for Wireless Sensor Nodes with a Focus on Vibration to Electricity Conversion“, doktorat, University of California, Berkeley, 2003.

[4] S. Priya, D. Inman, „Energy Harvesting Technologies“, Springer, New York, 2009.

[5] S. Beeby et al., „Energy harvesting vibration sources for microsystems applications, Measurement science and technology“, Vol. 17, 175-195, 2006.

[6] S. Roundy et al., „Improving Power Output for Vibration-Based Energy Scavengers“, IEEE Pervasive Computing, 28-36, 2005.

[7] V. Challa et al., „Resonant frequency tunable vibration energy harvesting device“, The 6th International Workshop on Structural Health Monitoring, Stanford University, 2007.

[8] N. Schenck, J. Paradiso, „Energy scavenging with shoe-mounted piezoelectrics“, Micro, IEEE, Vol.21, No.3, 30-42, 2001.

[9] L. Lazarević, „Određivanje kvaliteta geometrije koloseka primenom fraktalne analize mernih podataka“, doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet, Beograd, 2016.

[10] V. Voronjin, „Sistem monitoringa železničke infrastrukture i parametara kretanja vozova pomoću vibroakustičkog sondiranja zemljane površine - Систем «Анаконда“, predavanja po pozivu Visoka železnička škola, Beograd, 2019.

[11] E. Rezaei, „Vibrations of partly supported concrete railway sleeper“, Degree Project, Linköping University, 2010, p. 80.

[12] E. Rezaei, T. Dahlberg, „Dynamic behavior of an in situ partially supported concrete railway sleeper“, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit, 2011, Vol. 225, No. 5, pp. 501-508.

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# История колледжа железнодорожного транспорта УрГУПС в Екатеринбурге

# The History of the College Railway Transport of the USURT Faculty in the Ekaterinburg

Сергей Тютюков[1], Людмила Пермикина[2] , Надежда Панова[3], Светлана Меньшикова[4]

*Колледж железнодорожного транспорта УрГУПС, Екатеринбург, Россия*[1,2,3,4]

setut@mail.ru[1]

***Резюме:*** *в статье описана история становления и развития колледжа железнодорожного транспорта УрГУПС со дня основания и по настоящее время (к 90- летию).*
***Ключевые слова:*** *железнодорожный транспорт, колледж, история.*

***Abstract:*** *The article deals with the history of the development of the college of railway transport of the USURT faculty to the present day (90 years ago was founded).*
***Key words:*** *railway transport, college, history.*

## I. ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

В конце 1929. года по распоряжению Народного комиссариата путей сообщения (НКПС) в городе Свердловске был открыт Свердловский техникум путей сообщения, в котором учреждались тяговое, строительное и путейское отделения. Техникум появился в сложные годы первой пятилетки, когда вследствие активного развития железных дорог Урала потребовалась подготовка новых квалифицированных кадров [1].

Дальнейшая история техникума связана с развитием Пермской железной дороги, позднее – железных дорог всего Урала. Внедрялись новые технологии, менялась техника, совершенствовался погрузочно-перевозочный процесс, а вместе с дорогой развивался, реорганизовывался, меняя профили подготовки специалистов и техникум (рис.1.).

В 1930 г. при реорганизации учебных заведений на Пермской железной дороге в техникуме было ликвидировано тяговое отделение, но открыто эксплуатационное отделение. Техникум изменил свое название на Свердловский эксплуатационный техникум путей сообщения (СЭТПС). Контингент учащихся к этому времени составлял около 350 человек.




*Рис. 1. Здания, занимаемые колледжем железнодорожного транспорта в 1929. – 2019. годах*

После июньского пленума ЦК ВКП(б) 1931. г., отметившего особое народнохозяйственное значение электрификации железных дорог, остро встал вопрос о форсировании работ по электрификации железных дорог Урала и о подготовке специалистов среднего звена, способных внедрять и эксплуатировать новую технику, в СЭТПСе открываются специальности: «Подвижной состав электрических железных дорог», «Центральные электрические станции, тяговые подстанции», «Связь на железнодорожном транспорте», «Сигнализация, централизация и блокировка (СЦБ) на железнодорожном транспорте».

В августе 1932г. состоялся 1-й выпуск техников-эксплуатационников в количестве 25 человек. А в сентябре занятия в техникуме начались в новом, построенном для него в Красном переулке, здании (рис. 1, нижний левый снимок). Здесь в кратчайшие сроки были оборудованы кабинеты, учебные мастерские. Особо следует отметить в этот период работу заведующего учебными мастерскими И.А. Осьмушина и мастера производственного обучения А.И. Готфрида. Под их руководством силами учащихся в учебных мастерских выполнялись важнейшие заказы, необходимые для оборудования кабинетов и лабораторий. Исключительно большая работа была проведена и по налаживанию учебного процесса. В техникуме стали больше уделять внимания специальной подготовке, практическим и лабораторным занятиям, учебной практике в мастерских и производственной на предприятиях. В техникуме уже обучалось 480 студентов по 5 специальностям.

Свердловский эксплуатационно-электротехнический техникум путей сообщения (название получил в 1933 г.) был первым в СССР средним специальным учебным заведением, выпустившим в 1934 г. специалистов для электрифицированных железных дорог: техников-электровозников и энергетиков. В июне 1935г. состоялся 1-ый выпуск учащихся специальностей «Проволочная связь» и «СЦБ на железнодорожном транспорте». Техникум становится кузницей квалифицированных кадров для Пермской железной дороги и страны.

За период с 1929 г. по 1941 г. техникум подготовил 983 специалиста со средним техническим образованием для железнодорожного транспорта. Но годы мирного развития прервала, начавшаяся Великая Отечественная война. Более 450 человек ушли из техникума на фронт и на предприятия города и области. В здании техникума разместился оборонный завод, общежитие было передано академии военно-воздушных сил им. Жуковского. Само же учебное заведение было переселено в ветхое здание на улице Мельковской, а студенты жили в вагонах на станции Свердловск–Пассажирский. Коллектив техникума, как и вся страна, героически работал в условиях тяжелого военного времени. Собирались средства на танковые колонны, на вооружение артиллерийского полка, формировались посылки бойцам Рабоче-Крестьянской Красной Армии, проводились подписки на военные займы. По причине нехватки учебных аудиторий занятия проводились в две смены. Несмотря на суровые испытания, за годы войны техникум подготовил 150 специалистов со средним техническим образованием, обучил массовым профессиям для железнодорожного транспорта тысячи женщин и подростков.

Закончилась война. Объем работ на Свердловской железной дороге (название получила в 1943 г.) не только не уменьшился, а наоборот – увеличился. Началось восстановление страны и новое строительство, а также шла модернизация паровозного и вагонного парков, продолжался перевод дороги на электровозную тягу. Все эти изменения требовали подготовки новых специалистов и переподготовки прежних квалифицированных кадров. С 1946 года, согласно приказу НКПС «Об упорядочении специальностей в средних специальных учебных заведениях», подготовка учащихся в Свердловском электротехническом техникуме (название получил в 1944 г.) велась по двум специальностям: «Энергоснабжение и энергетическое хозяйство железных дорог» и «Электроподвижной состав железных дорог». На базе техникума создается Консультационный пункт по заочной подготовке техников 1-го класса без отрыва от производства, а в 1948 г. начинает работу трехгодичная школа машинистов электровозов.

В 1956 году на базе техникума начинает свою работу Уральский электромеханический институт инженеров транспорта (УЭМИИТ), ныне это Уральский государственный университет путей сообщения (УрГУПС).

В 1960 году открывается заочное отделение с четырьмя консультационными пунктами в городах Нижний Тагил, Тюмень, Серов, станция Егоршино.

В 1961 г. в техникуме начинают функционировать специальности: «Эксплуатация железных дорог», «Эксплуатация и ремонт вычислительной техники».

В 1962 г. очередной раз название техникума меняется – он становится Свердловским техникумом железнодорожного транспорта.

В 1965 г. в техникуме проводится набор на специальность «Радиосвязь и радиовещание на железнодорожном транспорте».

В 1992 г. открывается специальность «Экономика и бухгалтерский учет».

В 1999 г. - «Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство».

По итогам Всесоюзного отраслевого соревнования коллективов железных дорог, предприятий и организаций железнодорожного транспорта в 1982, 1993 и 1995 гг. коллектив техникума становится победителем и получает вторую и третью денежные премии и переходящее Красное знамя. В связи с переименованием Свердловска в Екатеринбург и в соответствии с ходатайством Свердловской железной дороги, согласованным с администрацией Екатеринбурга, Министерство путей сообщения с августа 1993 г. Свердловский техникум железнодорожного транспорта переименовывает в

ГОУ СПО «Уральский техникум железнодорожного транспорта (УТЖТ)» Министерства путей сообщения.

До 2007. года Уральский техникум железнодорожного транспорта находился в ведении Министерства путей сообщения, затем в результате реорганизации Уральского государственного университета путей сообщения был присоединен к университету. С апреля 2007г. по октябрь 2008г. Уральский техникум железнодорожного транспорта функционировал на правах факультета среднего профессионального образования ГОУ ВПО «Уральский государственный университет путей сообщения».

С 18 октября 2008. г. техникум преобразован в колледж и ведет свою деятельность как обособленное структурное подразделение «Колледж железнодорожного транспорта ГОУ ВПО «Уральский государственный университет путей сообщения» (КЖТ УрГУПС)» с сохранением организационно-правовой формы (на правах факультета). За последние десять лет много преобразований произошло в техникуме в связи с созданием Открытого акционерного общества «Российские железные дороги» (ОАО «РЖД») и в результате реформирования среднего профессионального образования в стране.

В настоящее время КЖТ УрГУПС (рис. 2) осуществляет подготовку специалистов по программам среднего профессионального образования (дневное и заочное отделения) по специальностям: «Автоматика и телемеханика на транспорте (на железнодорожном транспорте)» - открыта в 2010 году, «Экономика и бухгалтерский учет (по отраслям)», «Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство», «Электроснабжение (по отраслям)», «Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог», «Техническая эксплуатация транспортного радиоэлектронного оборудования (по видам транспорта)», «Организация перевозок и управление на транспорте (по видам)». Выпускник получает квалификацию «Техник», по специальности «Экономика и бухгалтерский учет» – «Бухгалтер».

КЖТ УрГУПС также осуществляет подготовку и повышение квалификации специалистов и рабочих по 30 специальностям дополнительного профессионального образования. Несомненно, что растущий спрос на среднее профессиональное образование железнодорожного профиля обусловлен вектором развития транспортной системы России. Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года содержит два этапа реализации: с 2008 г. по 2015 г. – этап модернизации железнодорожного транспорта и с 2016 г. по 2030 г. – этап динамичного расширения железнодорожной сети. Стратегией определены основные мероприятия в области развития человеческих ресурсов:

- обеспечение железнодорожного транспорта (на всех уровнях) профессионально подготовленными рабочими массовых профессий, специалистами и руководителями, ориентированными на длительные трудовые отношения и развитие профессиональной карьеры на железнодорожном транспорте;

- подготовка специалистов широкого профиля и развитие у персонала железнодорожного транспорта высокого уровня компетенции для работы в условиях единой транспортной системы, активного взаимодействия видов транспорта, логистических комплексов и единых технологических цепочек, высоких стандартов качества.



*Рис. 2. Современное здание колледжа железнодорожного транспорта УрГУПС*

И вновь перед образовательным учреждением стоит цель – измениться так, чтобы соответствовать запросам этих изменений и готовить кадры, способные эффективно обслуживать модернизированную инфраструктуру и решать задачи инновационного развития. Выпускник колледжа получает образование, позволяющее ему продолжить профессиональное обучение в профильном вузе (УрГУПС) и стать специалистом с инженерной подготовкой, либо, уже имея разряд и квалификацию «Техник», работать на железной дороге или в связанных с ней организациях. Выпускники колледжа трудоустраиваются не только в организации и филиалы ОАО «РЖД», но и на другие предприятия (ООО «Уральские локомотивы», ОАО «ЛУКойл», Камышловский электротехнический завод (КЭТЗ), ЕМУП «Екатеринбургский метрополитен», Рефтинская ГРЭС и др.). Без сомнения, спрос на качественных специалистов со средним профессиональным образованием, инженеров, руководителей будет только расти – как в развивающейся транспортной отрасли, так и на промышленных предприятиях в связи с их модернизацией.

Немаловажным фактором растущего количества абитуриентов и студентов является и качество предоставляемых колледжем образовательных услуг. За период 1929-2019. годы в колледже создана солидная учебно-материальная база, которая призвана обеспечить подготовку специалистов в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом среднего профессионального образования. В настоящее время одной из главных задач, стоящих перед колледжем, является модернизация учебных лабораторий и полигонов.

Осенью 2011. г. КЖТ УрГУПС прошел сертификацию системы менеджмента качества образовательных услуг, которая была признана соответствующей международному стандарту ISO 9001:2008 в отношении проектирования, разработки, реализации основных образовательных программ среднего профессионального образования (СПО) и дополнительного профессионального образования. В связи с высокой потребностью в высококвалифицированных кадрах и стремлением к качественному образованию вводятся новые стандарты управления образованием. В 2013 и 2019 годах КЖТ УрГУПС успешно проходил плановые аккредитации учебных программ СПО, что даёт право на продолжение образовательной деятельности и выдачу документов об образовании государственного образца. В 2019 году в колледже на высоком уровне проведён заключительный этап Всероссийской олимпиады профессионального мастерства обучающихся по специальностям среднего профессионального образования по укрупненной группе специальностей среднего профессионального образования 23.00.00 «Техника и технология наземного транспорта».

Педагогический коллектив КЖТ постоянно повышает квалификацию и 45% преподавателей имеет 1 категорию, 26 % - высшую, два человека имеют степень доктора наук, три человека – кандидата наук, 1-почетный работник СПО, 1- почетный работник начального профессионального образования, 1 – заслуженный учитель, 7 – почетных железнодорожников.

## II. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сейчас в колледже обучается по очной форме – 1534 студентов, в т.ч. 211 по целевым направлениям, по заочной форме – 567, в т.ч. 96 по целевым направлениям. Самые большой контингент традиционно на специальностях «Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог» и «Организация перевозок и управление на транспорте». В КЖТ имеется 2 учебных корпуса (64 учебных кабинета и 20 лабораторий,), 3 общежития, 4 открытых учебных полигона, 5 учебных мастерских, библиотека, компьютерный центр. Лаборатории оснащены соответствующими техническими средствами, например, тренажером дежурного по станции, тренажерами машиниста ВЛ-11К и 2ЭС-10 «Гранит», тренажерами по охране труда. В КЖТ функционирует современный спортивный комплекс. Работают спортивные секции, коллективы художественной самодеятельности и кружки по интересам. Созданы условия для полноценной учебной и внеучебной деятельности с целью всестороннего развития учащейся молодёжи.

Кроме того, ежегодно в колледже проходят профессиональную подготовку и повышение квалификации рабочие и специалисты ОАО «РЖД» по профессиям: электромонтер воздушных линий; электромонтер контактной сети; электромонтер тяговой подстанции; монтер пути; помощник машиниста электровоза; ремонтник ИССО; бригадир по текущему содержанию бесстыкового пути; приёмщик поездов; составитель поездов; приёмосдатчик груза и багажа; дежурный стрелочного поста; дежурный по станции.

С 1929. по 2019. годы КЖТ выпустил более 30000 будущих специалистов среднего звена, более 1500 студентов получили дипломы с отличием. Обучены массовым профессиям для железнодорожного транспорта многие и многие тысячи рабочих и специалистов.

В разные годы учебным заведением руководили Михалёв П.С., Плотников Г.В., Арчаков Ю.П., Мартынова Н.А., Меньшикова С.Н. и др. В настоящее время колледж возглавляет Панова Н.С. Своё 90 -летие КЖТ УрГУПС встречает с обоснованным оптимизмом.

## ЛИТЕРАТУРА

[1] Л. В. Пермикина, С. Н. Меньшикова, Н. А. Мартынова, С. А. Полежаева, „Соединяя традиции и время“, Колледжу железнодорожному транспорта УрГУПС – 85 лет/ - Екатеринбург, с 30, 2014.

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Fazi logički sistem za određivanje prioriteta vozova

## Fuzzy Logic System for Train Prioritizing

Milan Milosavljević[1], Zoran Bundalo[2]
*High Railway School of Vocational Studies, Belgrade, Serbia[1,2]*
milan.milosavljevic@vzs.edu.rs[1], cheminot2@gmail.com[2]

***Apstrakt:*** *Cilj ovog rada je razvoj fazi logičkog sistema za određivanje prioriteta vozova u železničkim stanicama. Kada se saobraćaj vozova na pruzi odvija po utvrđenom redu vožnje, ne postoje nikakvi poremećaji. Ukoliko dođe do neke nepredviđene situacije, dolazi do narušenja redovitosti saobraćaja, koji vodi nastanku konfliktnih situacija. Konflikt nastaje kada više vozova zahteva korišćenje istog dela pruge u istom trenutku. Posledica je zaustavljanje jednog od vozova onoliko vremena koliko je potrebno da drugi voz oslobodi taj deo pruge. Fazi modeli su urađeni u okviru fuzzy logic toolbox-a u Matlabu, pri čemu su podaci prikupljeni na osnovu znanja eksperata iz oblasti železničkog saobraćaja. Na kraju je dato poređenje rezultata sa 10 realnih situacija.*
***Ključne reči:*** *prioritet vozova, fazi logika, FIS.*

***Abstract:*** *The aim of this paper is to develop a fuzzy logic system for prioritizing trains in stations. There are no disturbances when the railway traffic runs according to the established timetable. If there is an unforeseen situation, the regularity of traffic, which leads to the emergence of conflict situations, will be disturbed. Conflict arises when multiple trains require the usage of the same section of the railway line at the same time. The consequence is to stop one of the trains for as long as it takes for the other train to release that part of the line. Fuzzy models were developed within the fuzzy logic toolbox at Matlab, where data was collected from the knowledge of railway experts. Finally, the results are compared with 10 real-life situations.*
***Key words:*** *train prioritizing, fuzzy logic, FIC.*

### I. UVOD

Železnički saobraćaj je vid saobraćaja koji se obavlja po unapred utvrđenom putu, specijalno konstruisanom, koji se naziva kolosek, po kome se kreću specijalno konstruisana vučna i vučena vozila.

Saobraćaj vozova na železničkim prugama, pri njihovom kretanju na međustaničnim odsecima i u stanicama, treba efikasno organizovati da bude brz, redovit, ekonomičan i bezbedan, tako da se u potpunosti isključi mogućnost nastanka nesreća i nezgoda. Takođe mora biti obezbeđena bezbednost putnika i železničkih radnika.

Redom vožnje naziva se plan saobraćaja voza od njegove polazne do krajnje stanice. Red vožnje kao osnovni plan rada i saobraćaja u složenom železničkom sistemu ima bitnu ulogu u celokupnom organizovanju i korišćenju tehničkih sredstava. Osnovni element koji se koristi za praćenje redovitosti saobraćaja vozova je grafikon reda vožnje u kome je po prugama predstavljeno kretanje vozova na pruzi kao i sva ukrštanja, preticanja i mimoilaženja vozova u svim službenim mestima i na otvorenoj pruzi.

Ipak u slučaju nepredviđenih situacija, kao i zbog lošeg stanja infrastrukturnih postrojenja na pruzi nastaju poremećaji u odvijanju saobraćaja i samom održavanju reda vožnje, koji dalje prouzrokuju poremećaje saobraćaja vozova na celokpunoj mreži. U tim slučajevima dolazi do konfliktnih sitacija, kada dispečeri (otpravnici vozova), donose odluku o neplaniranom zaustavljanju određenih vozova i sa druge strane dodeljivanju prioriteta drugim vozovima.

Prestavljeni modeli u ovom radu koriste se pri određivanju prioriteta voza i koriste fazi logiku u koju su ugrađeni neki od principa kojima se rukovode i dispečeri pri operativnom odlučivanju saobraćaja vozova. Oni na osnovu svog iskustva, znanja i pravila koja vladaju na železnici određuju koji će voz u slučaju poremećaja reda vožnje imati prioritet.

## II. PREGLED LITERATURE

Problematika prioriteta vozova na pruzi, odnosno upravljanje konfliktima na železnici je oblast kojoj je potrebno posvetiti dosta pažnje, i njome se bavio određeni broj autora, na razne načine. Frey je predstavio sistem za podršku u odlučivanju za dispečere vozova primenom fazi logike [1]. U modelu koji je definisao on kombinuje fazi logiku sa Petrijevim mrežama za rešavanje problema.

Čeng je predložio model fazi Petrijevih mreža koji koristi ekspertsko znanje dispečera za definisanje baze podataka pravila za upravljenje sistemom saobraćaja vozova u slučaju poremećaja [2].

Li-Min i Hi-Di su dali logičke pristupe za rešavanje poremećaja u upravljanju saobraćajem vozova zasnovan na fazi donošenju odluka. Algoritam, koji je zasnovan na upravljanju poremećaja, ekspertskom znanju i fazi višeatributivnom donošenju odluka, može realizovati strategiju otpremanja vozova u kontroli saobraćaja [3].

Milinković je dao model fazi Petrijevih mreža za prognozu kašnjenja vozova. Fazi logički sistem je inkorporiran u modelu u dva dela [4]. Prvo, kada ne postoje podaci o kašnjenju vozova, znanja eksperata je iskorišćeno da bi se definisala fazi pravila i podaci, pretvarajući znanja eksperata u model za izračunavanja kašnjenja. Takođe kada postoje podaci o kašnjenju vozova (na osnovu statistika i evidencija), fazi se koristi za izradu ANFIS modela koji će se koristiti za treniranje neuro-fazi ANFIS modela.

Železniči saobraćaj je često poremećen od strane neočekivanih događaja koji prouzrukuju kašnjenja, koja se mogu dosta proširiti. U današnje vreme se dispečeri suočavaju sa kašnjenjima pokušavajući da limitiraju širenje sa oskudnim alatima za podršku odlučivanju. Pelegrini predlaže RECIFE-MILP optimizacioni algoritam koji se može koristiti kao podrška u odlučivanju dispečera [5].

Kašnjenje voza se može definisati kao vreme koje protekne od planiranog do stvarnog prispeća voza. Yuan je predložio analitički stohastički model prostiranja kašnjenja vozova u stanicama koji uključuje moguće zavisnosti zadržavanja vozova u stanicama, stohastičke međuzavisnosti između kretanja vozova na različitim linijama u složenim stanicama, promene brzine u slučaju različitih signalnih znakova staničnih signala, dinamičko prenošenje kašnjenja sa voza na voz i promene redosleda saobraćaja vozova u stanicama [6].

## III. ORGANIZACIJA SAOBRAĆAJA VOZOVA

Saobraćaj vozova na železnici se obavlja po unapred definisanom redu vožnje u prostornom i vremenskom razmaku i na način koji zavisi od vrste pruge, načina organizacije saobraćaja na pruzi i td. Pod prostornim odsekom podrazumeva se deo pruge sa svim njenim postrojenjima između dva službena mesta, ili između službenog mesta i prostornog signala, ili pruga između glavnih prostornih signala, na kojoj može da se nađe samo jedan voz, za vreme trajanja vremenskog intervala zauzeća tog prostornog odseka.

U zavisnosti od obima saobraćaja, odstojanja između službenih mesta i uslova eksploatacije postoje 3 vrste prostornih odseka (razmaka), koji se koriste na prugama Železnica Srbije:

- stanični prostorni odsek,
- odjavni prostorni odsek,
- blokovni prostorni odsek na prugama opremljenim APB uređajima (Automatski Pružni Blok).

Za regulisanje saobraćaja vozova kroz prostorne odseke važi pravilo (tzv. pravilo četiri jedinice): u jednom prostornom odseku, na jednom koloseku, i u isto vreme, sme da bude samo jedan voz.

Daljinsko upravljanje saobraćajem omogućava da se saobraćajem na pruzi upravlja sa jednog centralnog mesta koji se zove “telekomanda”. Putem telekomande moguće je upravljati i kontrolisati kretanje vozova na staničinom pordučju i po svim prostornim odsecima na pruzi, kao i stanje zauzetosti istih. Na železnicama Srbije telekomanda postoji u stanicama Beograd ranžirna, Niš i Požega.

Bez obzira o kakvoj se organizaciji saobraćaja radi, pojava konfliknih situacija je veoma čest slučaj. Konfliktne situacije u većini slučajeva nastaju od nekih nepredviđenih okolnosti u sistemu, i mogu nastati na svakom karakterističnom mestu na pruzi gde se putevi vožnje vozova presecaju. Mogu nastati u stanicama, na rasputnicama ili prilikom regulisanja saobraćaja na jednokolosečnim prugama. U radu je posebna pažnja posvećena konfliktnim situacijama u službenim mestima odnosno u stanici, gde dolazi do velikog broja presecanja puteva vožnje vozova.

Svi vozovi na železnici saobraćaju po redu vožnje. Zbog toga se za svaki voz mora unapred izraditi red vožnje koji se pred stupanje na snagu blagovremeno daje celokupnom osoblju železnice i putujućem svetu.

Red vožnje kao tehnološki proces rada pruge ili deonice ima bitnu ulogu. Svaki proces rada mora da se odvija prema unapred utvrđenom redosledu. Utvrđeni redosled odvijanja operacija vezanih za prevoz putnika i robe predstavlja opšti tehnološki proces rada, a jedan deo ovakvog procesa rada je tehnološki proces rada na pruzi.

Dispečer (otpravnik vozova u stanici) stalno prati hod vozova da bi se na vreme informisao o svim eventualnim poremećajima u saobraćaju vozova, poput zakašnjenja voza ili saobraćaju vozova pre vremena. Ako vozovi kasne ili se pre vremena otpremaju, voz koji je manje važnosti ne sme smetati vozu veće važnosti [7].

Kašnjenja nastaju kao rezultat mnogih slučajnosti koje se mogu javiti, bilo da je to ljudski faktor, vozila, infrastruktura, vremenske prilike i jako je teško uticati na njihovo sprečavanje.

Kašnjenje vozova koji je osnovni uzrok nastanka konfliktnih situacija, može da se podeli na dve osnovne grupe [8]:

1. Primarna kašnjenja – nastaju od poremećaja izazvanih spoljašnjim faktorom koja utiču na kretanja vozova (loši vremenski uslovi, vanredni događaji, tehnički kvar na infrastrukturi),
2. Sekundarna kašnjenja – nastaju kao posledica kašnjenja drugih vozova (zbog korišćenja istih infrastrukturnih resursa, čekanja na presedanje, poremećaja turnusa vozila i osoblja i td.)

Osnovna razlika između ova dva tipa kašnjenja je u tome što se primarna kašnjenja ne mogu izbeći uvek dok sa druge strane sekundarna kašnjenja koja nastaju na osnovu primarnih mogu da se spreče dobrom interakcijom između kretanja vozova na pruzi i same železničke mreže. Na veličinu sekundarnih kašnjenja prema tome u velikoj meri utiču eksperti na železnici koji se bave izradom reda vožnje vozova i dispečeri (otpravnici vozova) koji određuju kako će vozovi saobraćati u nastalim konfliktnim situacijama.

## IV. TEORIJA FAZI SKUPOVA

Teorija fazi skupova predstavlja pogodan matematički aparat za modeliranje različitih procesa u kojima dominira neizvesnost, višeznačnost i neodređenost, što je čini veoma pogodnom za modeliranje određivanja prioriteta vozova [9].

Standardni fazi sistem zaključivanja - FIS (Fuzzy Inference System) se sastoji od četiri gradivna elementa: fazifikacija, baza fazi pravila, fazi zaključivanje i defazifikacija.

Postoje dva osnovna tipa sistema fazi zaključivanja: Mamdani i Takagi-Sugeno tip. Mamdanijev pristup karakteriše to što je krajnji izlaz iz svih pravila fazi skup odabran sa minimalnom jačinom pravila. Ovakav tip fazi zaključivanja kao izlaznu veličinu daje fazi skup. Izlazni fazi skup Mamdanijevog sistema zaključivanja zahteva agregacioni proces u postupku defazifikacije. Sugeno model podržava ovakav tip izlaznih funkcija tj. podataka i, u osnovi, je veoma sličan Mamdani modelu fazi zaključivanja.

Sličnost oba modela zaključivanja se sastoji u istom pristupu fazifikaciji ulaznih veličina i primeni fazi operatora. Glavna razlika se uočava u tipu izlazne funkcije pripadnosti, koja se, u slučaju Sugeno modela, javlja samo kao linearna funkcija ili konstanta [10].

Ovo pravilo se može predstaviti na sledeći način:

$$\text{If } x_1 \text{ is A and } x_2 \text{ is B then } y = f(x) \qquad (1)$$

gde su A i B fazi skupovi u premisi, $y=f(x)$ je rasplinuta funkcija u konsekvenci. Obično je $f(x)$ polinom ili konstanta, ali može biti i bilo koja druga funkcija koja na odgovarajući način opisuje izlaz sistema unutar fazi oblasti definisane premisom pravila. Izlaz svakog pravila $y_i$, otežan je jačinom pravila $w_i$, koja predstavlja stepen zadovoljenja premisnog dela pravila, još poznat i kao stepen ispunjenja.

## V. RAZVOJ FAZI SISTEMA ZA ODREĐIVANJE PRIORITETA VOZA

U modelu predstavljenom u ovom radu, prioritet voza se može posmatrati tako da jedan voz ima prioritet u odnosu na drugi. Iz tog razloga, urađena su dva modela koji se razlikuju u tipu izlazne promenljive. Kada su izlazne promenljive definisane kao konstantne vrednosti koristi se Sugeno a kada su izlazne promenljive fazi brojevi koristi se Mamdani tip odlučivanja.

### A. Definisanje ulaznih i izlaznih promenljivih

Dispečeri koji regulišu saobraćaj vozova nakon nastale određene konfliktne situacije, donose odluku o prioritetu voza pri čemu razmatraju ove slučajeve tako da se ni u kom slučaju ne ugrozi bezbednost saobraćaja kao i efikasnost samog sistema. Uzimajući u obzir iskustva dispečera i radnika na železnici definisane su promenljive koje utiču na donošenje odluke o prioritetu vozova. Sami dispečeri, na osnovu svoje subjektivne ocene i uz pomoć pravila koja se moraju poštovati, određuju prioritet voza. Ulazne promenljive koje se razmatraju prilikom određivanja prioriteta voza jesu:

- kategorija voza,
- kašnjenje voza,
- pređeni put voza,
- uticaj posmatranog voza na dalje odvijanje saobraćaja/poremećaj saobraćaja.

Pored ovih ulaznih promenljivih koje su najznačajnije po pitanju određivanja prioriteta voza, prisutna su još neka pravila koja se u daljem proširivanju modela mogu koristiti.

Ukoliko se posmatra voz za prevoz putnika, veliko kašnjenje tog voza, može uticati na dalja kašnjenja u sistemu. U tom smislu, kašnjenja se mogu preneti i na vozove koji čekaju zbog presedanja putnika ili sličnih situacija kada su polasci zavisni od drugih vozova.

U stvarnim sistemima postoji mogućnost da voz dobije prednost iako ne ispunjava ni jedan od uslova da bude najvećeg prioriteta. Primer za to je apsolutni prioritet voza na deonici pruge gde postoji mogućnost da, ako se voz zaustavi, ne može da se ponovo samostalno pokrene (veliki usponi i sl.).

Na osnovu svake od prethodno opisanih ulaznih promenljivih, dispečer u nastaloj konfliktnoj situaciji odlučuje da li će prioritet imati prvi ili drugi posmatrani voz.

Kako je već prethodno navedeno cilj rada je porediti modele u slučaju kada se koristi Mamdani i Sugeno tip odlučivanja, pa će se u definisanju izlazne promenljive prikazati dva fazi skupa za svaku varijantu ponaosob, dok vrednosti ulaznih promenljivih ostaju iste.

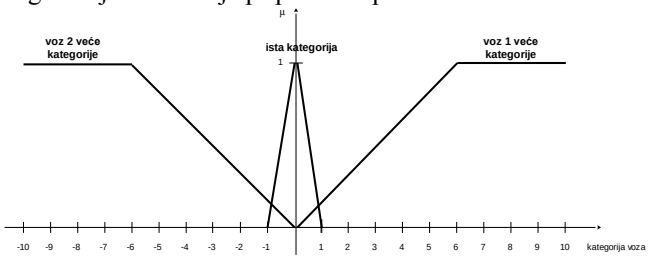
Na osnovu svih podataka subjektivnog rezonovanja dispečera, razvijen je fazi logički sistem za određivanje prioriteta voza. Dva osnovna principa u određivanju funkcija pripradnosti su određivanje funkcija pripadnosti zasnovano na intuiciji i određivanju funkcija pripadnosti zasnovano na činjenicama i znanju [9]. Sve funkcije pripadnosti u ovom modelu su urađene na osnovu kombinacije prethodna dva pristupa.

U Mamdani modelu je korišćen logički AND operator za MIN (pravilo minimuma za AND relacije). Pri kreiranju konsekventnog fazi skupa koristi se MAX-MIN zaključivanje, a defazifikacija se vrši metodom centra gravitacije.

B. Kategorija voza

Na prugama železnice Srbije, vozovi se dele na određene kategorije tj. rangove. Kategorija voza pre svega zavisi od toga da li su ti vozovi za prevoz putnika ili tereta, kao i da li su vozovi iz unutrašnjeg ili međunarodnog saobraćaja.

Postoji veliki broj vozova različite kategorije na Železnicama Srbije. Iz razloga zato što nemaju svi ovi vozovi stalni red vožnje, nego se pojavljuju samo u slučaju potrebe, vozovi su u modelu podeljeni u 10 kategorija, i prikazani su sa tri fazi broja, koji pretstavljaju odnos u kategorijama vozova između dva posmatrana voza. Na taj način vozovi mogu biti istog ranga, jedan voz može imati veću kategoriju u odnosu na drugi voz i obrnuto. Podela domena ulazne promenljive *"kategorija_voza"* i odgovarajuće funkcije pripadnosti prikazane su na Slici 1.

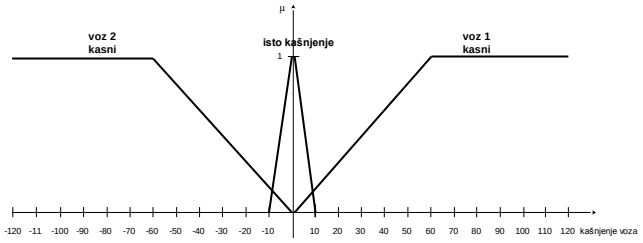



*Slika 1. Podela domena ulazne promenljive Kategorija voza*

C. Kašnjenje voza

Vozovi sa primarnim kašnjenjima i saobraćaj teretnih vozova mogu da izazovu konflikte sa vozovima koji saobraćaju po redu vožnje. Konflikt nastaje kada više vozova zahteva istovremeno korišćenje jednog ili više odseka. Posledica je zaustavljanje (ili usporenje) jednog od vozova za onoliko vremena koliko je drugom vozu potrebno da oslobodi izolovane odseke uz dodatno vreme (npr. za usporenje ili ubrzanje). Ukupno vreme zadržavanja zavisiće od pozicije vozova, načina osiguranja, prioriteta vozova i karakteristika pruga i službenih mesta.

Na osnovu iskustva, procena operatera je da je sve preko 120 minuta predstavlja jako veliko kašnjenje, a kao i u prethodnoj ulaznoj promenljivoj gledaju se kašnjenja oba voza i porede se među sobom tako da se promenljiva "*kasnjenje_vozova"* definiše sa tri fazi broja *Voz 2 kasni*, *Voz 1 kasni* i *Isto kašnjenje* i to je prikazano na slici 2.

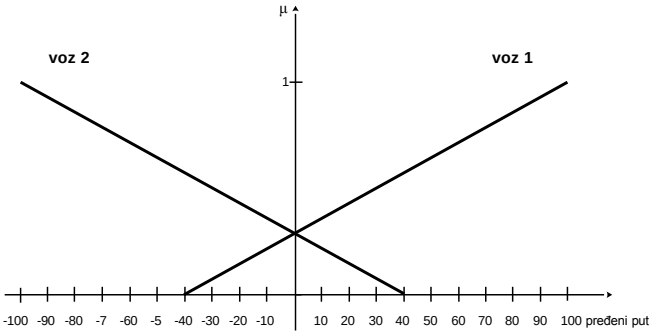



*Slika 2. Podela domena ulazne promenljive Kašnjenje voza*

D. Pređeni put voza

Svaki voz koji se nalazi na mreži, odnosno saobraća na prugama Železnica Srbije, ima tačno definisan sastav voza, maksimalne brzine kojima će se kretati, kao i početnu i krajnju stanicu, odnosno ukupni pređeni put između njih. Ovi podaci su jasno definisani i mogu se videti u materijalu reda vožwe: knjižicama reda vožnje, grafikonu reda vožnje i saobraćajano-transportnom uputstvu (STU) deo A (putnički saobraćaj) i B (teretni saobraćaj).

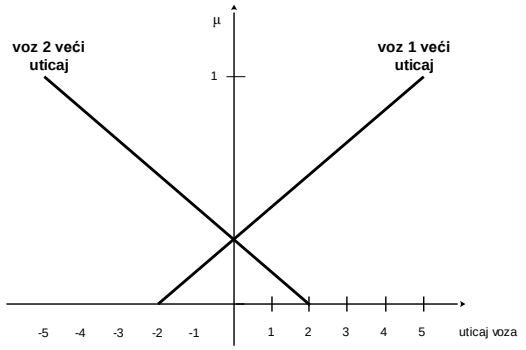
Dispečeri koji prate saobraćaj vozova na pruzi kao i osoblje svake stanice kroz koju voz prolazi znaju tačan podatak o položaju voza u svakom trenutku kao i o rastojanju koji je taj voz prešao, odnosno koliko mu je puta ostalo do njegove krajnje stanice. Pređeni put je u modelu definisan na osnovu procenta pređenog puta posmatranih vozova. Podela domena promenljive "*pređeni_put_voza"* i odgovarajuće funkcije pripadnosti prikazane su na Slici 3.




*Slika 3. Podela domena ulazne promenljive Pređeni put*

E. Uticaj voza na odvijanje saobraćaja

Prilikom donošenja odluke o prioritetu voza u konfliktnoj situaciji, mora se sagledati i uticaj voza na dalje odvijanje saobraćaja vozova, odnosno da li će voz prouzrokovati dalji poremećaj reda vožnje kroz kašnjenja drugih vozova. Ulazna promenljiva se definiše na osnovu intuicije o uticaju vozova na ostale vozove na mreži. Podela domena promenljive "*uticaj_voza_na_saobracaj_vozova"* i funkcije pripadnosti prikazane su na Slici 4.

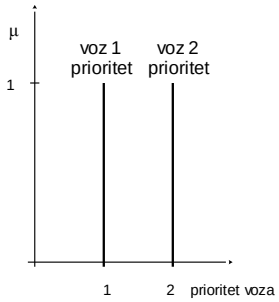



*Slika 4. Podela domena ulazne promenljive Uticaj voza*

F. Izlazna promenljiva

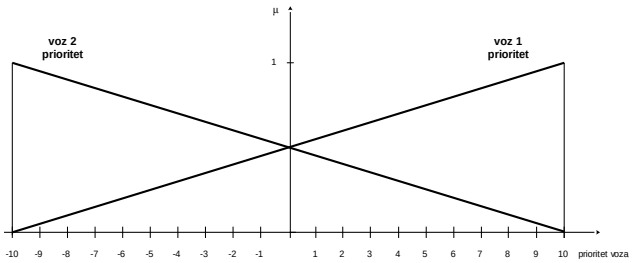
Na osnovu definisanih ulaznih promenljivih u modelu, definiše se vrednost izlazne promenljive. Dispečer će na osnovu svoje subjektivne ocene ulaznih promenljivih dati prioritet određenom vozu u datoj konfliktnoj situaciji. Model će biti testiran za Mamdani i Sugeno tip odlučivanja, pa se vrednost izlazne promenljive moraju definisati posebno za svaki od njih.

Kod Sugeno tipa prioritet voza je vrednost koja se može smatrati da je konstantna. To znači da u vrednost fazi skupa može biti ili 1 ili 2, pri čemu izlazna vrednost jednaka 1 ukoliko prvi voz ima prioritet odnosno 2 ukoliko voz dva ima prioritet. Podela domena promenljive "*prioritet_voza"* za Sugeno tipa odlučivanja i odgovarajuće funkcije pripadnosti prikazane su na Slici 5.




*Slika 5. Podela domena izlazne promenljive Prioritet voza*

U slučaju Mamdani tipa odlučivanja izlazna promenljiva je predstavljena u vidu dva fazi trouglasta fazi broja. Funkcije pripadnosti i podela domena promenljive su prikazane na slici 6.




*Slika 6. Podela domena izlazne promenljive Prioritet voza za Mamdani tip odlučivanja*

G. Određivanje baze fazi pravila

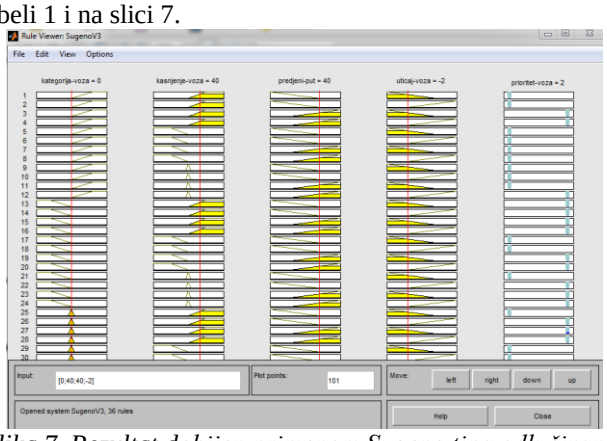
Nakon određivanja svih vrednosti i funkcija pripadnosti svih promenljivih definišu su određena fazi pravila. S obzirom da operteri sve podatke donose na osnovu sopstvenog iskustva i znanja, bez postojanja određenih numerički definisanih podataka, generisanje fazi pravila je izvršeno na osnovu njihovih preporuka i sugestija. Ukupan broj pravila je 36. Logika u određivanju prioriteta vozova definisana je kroz sledeće principe [3], [8]:

- vozovi više kategorije imaju prioritet u odnosu na vozove niže kategorije,
- ako su vozovi iste kategorije, voz sa manjim kašnjenjem ima prednost,
- ako vozovi imaju istu kategoriju i kašnjenje, prioritet ima voz koji je prešao veći deo puta.

Sva pravila su iste važnosti, odnosno imaju istu težinu (weight) koja iznosi 1.

## VI. PREZENTOVANJE DOBIJENIH REZULATA

Napravljeni modeli fazi sistema, poređeni su sa realnim podacima u 10 posmatranih situacija, koje su prikazane u tabeli 1 i na slici 7.




*Slika 7. Rezultat dobijen primenom Sugeno tipa odlučivanja*

Na slici 7 je prikazano rešenje fazi sistema za Sugeno princip donošenja odluke, sa sledećim ulaznim vrenostima: voz 2 je voz 1335 koji saobraća na relaciji Topčider-Solun dok je voz 1 1334 koji saobraća u suprotnom smeru Solun-Topčider, i vozovi su istog ranga, uzimaju vrednost 0 za prvu ulaznu promenljivu. Druga promenljiva pokazuje da voz 1 ima veće kašnjenje u odnosu na voz 2 i to 40 minuta, i

voz 1 ima veći pređeni put odnosno voz 1 je ostvario 40% više pređenog puta u odnosu na voz 2. Ovaj odnos se računa na osnovu ukupnog pređenog puta i mesta gde su se vozovi ukrstili a to je stanica Doljevac, u kojoj je premešteno ukrštanje zbog njihovog kašnjenja. U slučaju kada vozovi saobraćaju po redu vožnje ukrštaju se u ukrsnici Vinarce. Konačno poslednja promenljiva koja se odnosi na uticaj voza na dalje poremećaje u odvijanju saobraćaja uzima vrednost -2 što znači da voz 2 ima veći uticaj na dalji poremećaj reda vožnje u odnosu na voz broj 1. Izlazna vrednost iz modela u ovom slučaju daje vrednost 2, što znači da prioritet u ovom slučaju ima voz 2, odnosno 1335, što se poklapa sa stvarnim izlaznim rezultatom. Na osnovu dobijenih rezulata u modelu može se zaključiti da se stvarne izlazne vrednosti poklapaju sa vrednostima modela u poklapaju u 8 od 10 slučajeva. U dva slučaja se rezultati poklapaju sa vrednostima Sugeno modela dok se a ne poklapaju se sa vrednostima Mamdani modela. Takođe je potrebno naglasiti i to da se i kod Sugeno modela koji kao izlazne vrednosti daje konstantnu vrednost 1 il 2, moguće dobiti i vrednost koja nije celobrojna (1,17) i koja se zaokružuje na najbližu celobrojnu vrednost.

Tabela 1. Rezultati modela

| Broj voza 1 | Broj voza 2 | Stanica ukrštanja | Ulazne promenljive | | | | Izlazna promenljiva - Prioritet voza (FIS) | | Stvarne vrednosti izlazne promenljive |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Kategorija voza | Kašnjenje voza | Pređeni put | Uticaj voza | Mamdani pristup | Sugeno pristup | |
| 1334 | 1335 | Doljevac | 0 | 40 | 40 | -2 | -2,53 | 2 | 2 |
| 1335 | 4904 | V. Han | 3 | -90 | 32 | 0 | 1,4 | 1 | 1 |
| 1334 | 47042 | V. Han | 4 | 35 | -56 | 2 | -2,53 | 1 | 1 |
| 711 | 430 | Valjevo | -2 | -110 | 49 | 0 | 1,4 | 2 | 2 |
| 4404 | 343 | Vrbas | -4 | 12 | 10 | -4 | -1,71 | 2 | 2 |
| 45004 | 491 | Ostrovica | -7 | 90 | -13 | -4 | -1,8 | 2 | 2 |
| 791 | 790 | Lapovo | 0 | -45 | 15 | -1 | 1,32 | 1,17 | 1 |
| 1490 | 1491 | B.Palanka | 0 | -35 | -69 | 3 | 1,28 | 1 | 1 |
| 52999 | 47041 | Predejane | 3 | -85 | 22 | -2 | 2,06 | 1 | 1 |
| 44700 | 4905 | Grdelica | -6 | 15 | -34 | -2 | -1,24 | 2 | 2 |

## VII. ZAKLJUČAK

U ovom radu prikazan je razvoj fazi logičkog sistema za određivanje prioriteta vozova u stanici, pri čemu su svi parametri definisani na osnovu karakteristika pruge, podataka iz redova vožnji kao i ekspertskog znanja i iskustva dispečera i otpravnika vozova.

Dobijeni rezultati pokazuju da modeli daju dobre izlazne rezultate s tim da je Sugeno model dao iste izlazne rezultate kao i stvarne izlazne vrednosti u svim posmatranim slučajevima. Mamdani model je pogodniji za rešavanje problema ovog tipa jer je vrlo lako moguće modifikovati vrednosti izlazne promenljive i to je intuitivniji pristup koji je prilagođen ljudskom razmišljanju. Sa druge strane sugeno model bolje radi sa optimizacijom i adaptivnim tehnikama, daje kontinuitet u izlaznoj površi i veoma je pogodna za matematičku analizu. Posmatrani model je moguće proširiti dodavanjem još nekoliko ulaznih promenljivih poput vremena koliko bi posmatrani voz čekao na voz koji ima prioritet, u stanici ukrštanja. Takođe uticaj infrastrukture je ulazni parametar koji bi mogao da se posmatra, s obzirom na postojanje velikog broja laganih vožnji i ograničenja, koje prouzrukuju da vozovi ne mogu saobraćati zadatim brzinama. Proširivanje modela je moguće ostvariti i kroz detaljniju analizu, kako kašnjenje posmatranog voza utiče na ostale vozove. Naravno, ukoliko bi se detaljnije posmatrao saobraćaj vozova i dati problem, postoji mogućnost za stvaranjem reprezentativnog uzorka koji bi omogućio generisanje fazi pravila primenom Wang Mendelovog metoda. Pored ovoga, dati model se može dalje koristiti u simulacionom modeliranju, za rešavanje konfliktih situacija, kada bi se vršilo simuliranje reda vožnje na delu pruge ili celokupnoj mreži pruga, s obzirom da svaki voz u sebi nosi zadate podatke koji se dinamički menjaju tokom kretanja.

## LITERATURA

[1] A. Fay, "A fuzzy knowledge-based system for railway traffic control", Engineering Applications of Artificial Intelligence, vol. 13, pp. 719-729, 2000.

[2] Y-H. Cheng, L-A. Yang, "A Fuzzy Petri Nets approach for railway traffic control in case of abnormality: Evidence from Taiwan railway system", Expert Systems with Applications, vol. 36, pp. 8040-8048, 2009.

[3] J. Li-Min, Z. Xi-Di, "Distributed intelligent railway traffic control based on fuzzy decisionmaking", Fuzzy Sets and Systems,vol. 62, pp. 255-265, 1983.

[4] S. Milinković, M. Marković, S. Vesković, M. Ivić, N. Pavlović, "A fuzzy Petri net model to estimate train delays", Simulation Modelling Practice and Theory, 2013.

[5] P. Pellegrini, G. Marliere, J. Rodriguez, "A detailed analysis of the actual impact of real-time railway traffic management optimization", Journal of Rail Transport Planning & Management, pp. 1- 19, 2016.

[6] J. Yuan, "Stochastic modelling of train delays and delay propagation in stations", PhD Thesis, Delft University of Technology, 2006.

[7] Saobraćajni pravilnik, Jugoslovenske železnice, Želnid, Beograd, 1994.

[8] S. Milinković, "Metodologija za utvrđivanje optimalnog rešenja rasputnice", doktorska disertacija, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2013.

[9] D. Teodorović, M. Šelmić, "Računarska inteligencija u saobraćaju", Saobraćajni fakultet, Beograd, 2012.

[10] J. Kiurski-Milošević, "Model procene kvaliteta podzemne vode sa povećanim sadržajem arsena primenom fazi logike", doktorska disertacija, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2015.

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# История Свердловской железной дороги (к 145-летию со дня начала строительства)

## The History of the Sverdlovsk's Railway (145 Years since the Beginning of Building)

Сергей Тютюков[1], Светлана Меньшикова[2]

*Колледж железнодорожного транспорта УрГУПС, Екатеринбург, Россия*[1,2]

setut@mail.ru[1]

***Резюме:*** *в статье описана история становления и развития Свердловской железнодорожной дороги (к 145- летию с начала строительства).*
***Ключевые слова:*** *железнодорожный транспорт, строительство, история.*

***Abstract:*** *The article deals with the history of the development of the Sverdlovsk's railway (145 years since the beginning of the building).*
***Key words:*** *Railway transport, building, history.*

## I. ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

К началу 1870. г. железнодорожная сеть России расширялась. Центр страны был уже связан с портами Балтийского и Черного морей, с северными и черноземными губерниями, а общая протяженность действующих линий составила более 10 тыс. верст. Но Урал, где производили 71% чугуна всей России, 78% железа и 89% меди, все еще оставался не подключенным к железнодорожной сети. Это была одна из главных причин кризиса уральской горнозаводской промышленности, чья продукция из-за высоких транспортных расходов не выдерживала конкуренции.

Кризис уральской горнозаводской промышленности оборачивался невосполнимыми потерями и для экономики всей России, вынужденной ввозить из-за рубежа продукцию, которую можно было у себя производить в избытке и по более низким ценам. Именно поэтому в феврале 1870 года Комитет железных дорог России согласился с предложением министра путей сообщения В. А. Бобринского о строительстве Уральской железной дороги и постановил признать ее «совершенно необходимой и включить ее в число дорог самонужнейших» [1], [2].

8 ноября 1873. года императором Александром II были утверждены технические условия по сооружению и эксплуатации Уральской горнозаводской железной дороги. 18 ноября Государем Императором высочайше утвержден Устав общества Уральской горнозаводской железной дороги. 22 февраля 1874. года вышел указ императора, которым было разрешено приступить к строительству Уральской железной дороги (Уральской ЖД). 14 ноября 1874. года министр путей сообщения К. Н. Посьет подписал распоряжение о начале работ.

Во второй половине 1875. года работы развернулись широким фронтом. В 1876. году на первый план вышли земляные работы и укладка колеи. Параллельно строились здания вокзалов и других дорожных служб, жилые дома, помещения для ремонта и обслуживания паровозов и вагонов, водонапорные башни и др. Укладка рельсов в Уральских горах потребовала колоссальных затрат. Длина выемок в скальном грунте достигала 12 верст, глубина 512 сажен. На 21 версте от Чусовской пришлось пробить тоннель. Человек, занятый на земляных работах, должен был за день накопать около 10 кубометров и перевезти ее на тачке на расстояние до 100 м. Справится с такой нагрузкой могли немногие, а платили гроши - 30-50 копеек в день. Жили в землянках, ходили в отрепьях, повально болели, получали увечья, гибли в каменных завалах.

27 февраля 1878. года по всей линии от Перми до Екатеринбурга прошел первый рабочий поезд. 19 августа того же года открылось постоянное регулярное движение от Екатеринбурга до Кушвы. 24-25 августа были сданы в эксплуатацию станция Чусовская и паровозное депо, которое строилось одновременно с

участком Пермь – Чусовская. 13 октября 1878 года постоянное движение открылось по всей трассе. Уральская горнозаводская железная дорога (теперь Свердловская железная дорога) была одной из первых в России железных дорог, построенных русскими инженерами на местности с горным рельефом, в основном из местных материалов.

Первым управляющим дорогой был назначен один из ее строителей - талантливый инженер Николай Степанович Островский. Благодаря его усилиям железная дорога за короткое время стала одной из лучших в России. Дорога начиналась от Перми, проходила через Чусовскую и Нижний Тагил и заканчивалась в Екатеринбурге. Протяженность дороги составляла 669 верст (одна верста составляет 1066,8 метра), было построено свыше 300 мостов, 200 жилых и служебных зданий, 15 паровозных депо, 2 вагонных сарая, 2 поворотных круга, один тоннель [3].

Дорога начала работать на уральскую промышленность сразу же, как только правительственная комиссия признала строительство завершенным. Дорога обслуживала частные и казенные заводы Сибири и Урала. После вступления ее в строй число промышленных предприятий начало увеличиваться. Благодаря железнодорожному пути расширились рынки сбыта промышленного сырья, которое получило распространение на всей территории Урала и Западной Сибири.

## II. ЖД ПОСЛЕ РЕВОЛЮЦИИ

В годы Первой мировой войны, революций и последующей иностранной интервенции в России в 1914 - 1919 годы Уральской железной дороге (ЖД) был нанесён огромный ущерб. Были разрушены 70 станционных зданий, депо, мастерских и других производственных помещений. Более 140 объектов требовали капитального ремонта, предстояло восстановить 226 различных мостов, нуждался в обновлении подвижной состав. 29 августа 1919 года на станции Екатеринбург состоялся первый коммунистический субботник. Протяжённость дороги на 1 июня 1920 года составила 3891 версту. В 1921 – 1922 годах железнодорожники обеспечивали вывоз сибирского зерна для помощи голодающим Поволжья и Южного Урала [4].

В 1930-е годы проводилась электрификация железной дороги (электрифицировано не менее 500 км главного пути и 200 км станционных путей), вводились в эксплуатацию более мощные паровозы, заменялись рельсы, перестраивались мосты, развивались узлы и сортировочные станции. В эти годы кадры для дороги готовили 2 техникума, 4 школы фабрично-заводского ученичества 3 профессиональные школы, 12 профессионально-технических курсов. Кроме того, на дороге работало 9 школ повышенного типа для взрослых, курсы повышения квалификации. Функционировали 12 курсов и 18 школ ликвидации безграмотности. 84 рабочих предоставили возможность учиться в высших учебных заведениях. Практиковалось шефство промышленных предприятий над железнодорожными депо и вагонными участками, развивалось стахановское движение. На 1 мая 1941 года на дороге работало 14077 стахановцев и 6632 ударника.

В годы Великой Отечественной войны в 1941 - 1945 годы тысячи железнодорожников дороги добровольно ушли на фронт. 24 июня 1941 года дорога переведена на военный режим. Новый график предусматривал первоочередное продвижение поездов с войсками и военной техникой и грузов, ограничивая пассажирские перевозки. Объём перевозок резко возрос, что потребовало высочайшей самоотдачи и точности в работе. Более половины работников составляли женщины. Железнодорожники организовывались в фронтовые бригады, воинские подразделения, собирали тёплые вещи для красноармейцев, выдавали сверхплановую продукцию за счёт сверхурочных работ (например, бронепоезда), вносили личные денежные средства для формирования танковых колонн, артиллерийских орудий и т.п. Оказывалась помощь железным дорогам на освобождённых от фашистов территориях СССР (кроме того, уральцы брали шефство над целыми областями).

В послевоенные годы проводилась всесторонняя модернизация. На ЖД осуществлялись техническая реконструкция локомотивного, вагонного и путейского хозяйств, развернулось строительство автоблокировки, развивался диспетчерский контроль поездной и маневровой радиосвязью, совершенствовалась информационная связь для руководства движением, планирования поездным движением, планирования поездной работы и обработки документов. В 1964 году в Свердловске впервые смонтирована электронно-счётная машина первого поколения, с помощью которой составлен план работы сортировочной станции на предстоящие 6 часов. На всей дороге построена локомотивная сигнализация. Уровень механизации грузового хозяйства достиг 97%. Велось плановое строительство объектов железнодорожной инфраструктуры. Совершенствовалась система образования железнодорожников. Функционировало Уральское отделение ЦНИИ МПС. Свердловская ЖД награждена орденом Ленина (1971), орденом Октябрьской Революции (1978).

## III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На протяжении всей своей истории железнодорожная магистраль является точкой опоры и драйвером роста для экономики регионов. Свердловская ЖД (филиал ОАО «Российские ЖД» с 2003 года) обеспечивает

транспортно-экономические связи индустриальных районов Урала и Западной Сибири с центральными, восточными и западными регионами России и зарубежными странами. По основным показателям дорога входит в первую тройку крупнейших магистралей страны, по объемам погрузки занимает 2 место. За девять месяцев 2019 года на СвЖД погружено 105,7 млн тонн, в том числе таких важнейших номенклатур, как удобрения, металлы, нефтехимические и строительные грузы. В 2019 году инвестиции в развитие Свердловской магистрали составят 30,6 млрд рублей. Завершено строительство вторых путей от Тобольска до Сургута. Развитие этого направления позволит обеспечить потребности нефте- и газохимических предприятий севера Уральского Федерального округа в перевозках сырья, полуфабрикатов и готовой продукции с учетом прогнозируемого роста грузопотоков. Стратегические проекты по наращиванию пропускных и провозных способностей железнодорожных линий реализуются в рамках «Долгосрочной программы развития ОАО «РЖД» до 2025 года». В их числе – например, усиление инфраструктуры на направлении Соликамск – Пермь, развитие Пермского железнодорожного узла, строительство Северного широтного хода и др. [5].

Свердловская магистраль является крупнейшим потребителем продукции предприятий транспортного машиностроения и металлургии Уральского региона, что задает вектор развитию территории и положительно влияет на развитие экономики. В 2019 году для нужд ОАО «РЖД» планируется закупить продукцию промышленных предприятий Свердловской области и Пермского края на общую сумму 56,04 млрд рублей. ОАО «РЖД» и его филиал Свердловская железная дорога входят в число крупнейших налогоплательщиков. Так, по итогам девяти месяцев текущего года в бюджеты всех уровней и внебюджетные социальные фонды СвЖД перечислила 15,9 млрд рублей. За три квартала 2019 года с вокзалов и станций СвЖД отправлено 23,7 млн пассажиров. Особой популярностью у пассажиров пользуются скоростные электропоезда «Ласточка». Они связали Екатеринбург прямыми маршрутами с такими городами Свердловской области, как Нижний Тагил, Каменск-Уральский, Кушва, Шаля, Кузино, Талица, Серов. В Пермском крае – курсируют на самых популярных маршрутах Пермь – Кунгур – Кишерть и Пермь – Верещагино. Обновление инфраструктуры пассажирского комплекса ведется с учетом современных требований к комфорту и безопасности: например, на станции Тобольск построен крытый надземный переход (конкорс), соединяющий здание вокзала с пассажирской платформой. Завершается строительство аналогичного перехода на станции Тюмень.

Таким образом, вместе со страной дорога переживала исторические катаклизмы, смену вех и влияние технического прогресса. Но что бы ни происходило, она всегда оставалась в эпицентре событий. В новое время ее роль стала ведущей. Свердловская магистраль обеспечивает транспортно-экономические связи индустриальных районов Урала и Западной Сибири с другими районами России и зарубежными странами. С апреля 2019 года начальник дороги — Иван Николаевич Колесников. Это первый в истории Российских ЖД случай, когда одну из 16 железных дорог России возглавил не инженер по образованию, а экономист и финансист.

## ЛИТЕРАТУРА

[1] Большой путь: Свердловская железная дорога 1878 - 2008. - Красноярск: Платина, с. 272, 2008.

[2] 140 лет Свердловской железной дороге: История строительства Уральской горнозаводской железной дороги/ file:_copy.pdf

[3] Э. М. Мильман, „История первой железнодорожной магистрали Урала (70 – 90-е годы 19 века)”, – Пермь: Пермское книжное изд-во, с. 191, 1975.

[4] Свердловская магистраль/Коллектив авторов под общ. Ред. В.Ф. Соснина. – Свердловск: Средне-Уральское кн. Изд-во, с. 128, 1978.

[5] Сайт /ural.aif.ru

У раду приматио сарадњу доктор наука, професор Уралског Државног Економичког универзитета Вадим Егоров.

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Rešavanje lokacijskog problema logističkih centara

## Solving the Location Issue of Logistic Centres

Tamara Milijašević[1], Nevena Savuljesku[2], Aleksandar Blagojević[3], Sreten Tešanović[4]

*High Railway School of Vocational Studies, Belgrade, Serbia[1,2,3]*
*High College for Applied and Law Sciences, Banja Luka, Bosnia and Herzegovina[4]*

tamara.taca.milijasevic@gmail.com[1], savuljesku98@gmail.com[2], aleksandar.blagojevic23@gmail.com[3], sreten.tesanovic@yahoo.com[4]

***Apstrakt:*** *Savremene tendencije razvoja privrede i društva, strateška i tehnološka kretanja u razvijenim zemljama Evrope i sveta doveli su do novog koncepta optimizacije kretanja materijalnih dobara, odnosno optimizacije transportnog procesa, razvoja novih tehnologija i pružanja transportnih usluga na savremen logistički, racionalan i ekonomičan način. Razvoj velikih privrednih centara u okviru velikih aglomeracija u svetu, uslovljavaju visok stepen razvoja logističkih centara, koji predstavljaju inperativ savremenog transportnog procesa. Formiranje logističkog centra omogućava racionalnu podelu rada na transportnom tržištu, koncentraciju robnog rada, izbor najpovoljnijeg nosioca transporta u makrodistribuciji i koncentraciju aktivnosti uz jedinstveno opsluživanje urbanih celina industrijskih zona, zatim u makrodistribuciji uz jedinstven informacioni sistem u svim karikama logističkog lanca. Mesto i uloga logističkog centra nije samo u tome, da poveže određene subjekte (potražioce, davaoce i povezioce transportnih usluga) u jedinstven transportni lanac, već je multiplikacioni zadatak da on bude neprekidan ali u krajnjoj meri kontinualan. Osim toga logistički centri kao karike u logističkom lancu predstavljaju sponu u povezivanju svih učesnika u transportnom procesu, stvarajući na taj način jedinstven transportni sistem sa mogućnošću uklapanja u jedinstveno transportno tržište. Srbija kao evropska zemlja ne može se uključiti u svetske tokove, niti u saradnju i organizovanje saobraćaja bez izgradnje logističkih centara u većim aglomeracijama. Imajući to u vidu, a idući u susret savremenim rešenjima koja se primenjuju u Evropi osnovna ideja bila je da se razvije metodologija na osnovama višekriterijumskog odlučivanja namenjene rešavanju zadataka o izboru optimalne lokacije logističkog centra. Osnovni cilj rada je da se kroz sistemski pristup, naučno predstavi i predloži pristup u okviru procesa planiranja i definisanja optimalnog logističkog koncepta namenjen za podršku rešavanju lokacijskih problema kao značajnog elementa za funkcionisanje jednog logističkog centra.*
***Ključne reči:*** *Logistički centar, transport, lokacija.*

***Abstract:*** *Modern tendencies of economy and society development, strategic and technological trends in developed EU and world countries have led to a new concept of optimization of movement of material goods, ie optimization of the transport process, development of new technologies and provision of transport services in a modern logistical, rational and economical way. The development of large commercial centers within large agglomerations in the world, demand a high level of development of logistics centers, which are an imperative of the modern transport process. The establishment of logistics center provides rational division of labor in the transport market, concentration of goods operation, selection of the most favorable carrier of transport in the macro distribution and concentration of activities with uniform servicing of urban units of industrial zones, then in macro distribution with a single information system in all links of the logistics chain. The role of the logistics center is not only to connect certain entities (claimants, providers, and transport service providers) into a single transport chain, but it is also a multiplication task to be ultimately continuous. In addition, logistics centers, as links in the logistics chain, are the link in connecting all participants in the transport process, thus creating a unique transport system with the ability to fit into a single transport market. Serbia, as a European country, cannot become involved in world affairs, nor in co-operation and traffic organization without the construction of logistics centers in*

*major agglomerations. With this in mind, and in keeping with contemporary solutions applied in Europe, the basic idea was to develop a methodology based on multicriteria decision-making aimed at solving the tasks of choosing the optimal location of a logistics center. The main goal of the paper is to systematically and scientifically present and propose an approach within the process of planning and defining the optimal logistic concept intended to support the solution of location problems as an important element for the functioning of a logistics center.*
***Key words:*** *Logistics center, transport, location.*

## I. UVOD

Saobraćajna politika Evrope ima za cilj da uskladi razvoj saobraćaja između pojedinih zemalja i regiona, sa realnim uslovima i tendencijom društvenog razvoja. Saobraćajnu politiku evropskih zemalja Evropska unija usmerava kroz smernice kojima se eksplicitno zahteva pored slobodnog pristupa na tržište, razvijanje funkcije obezbeđenja i korišćenja infrastrukture od prevoza. Glavni ciljevi evropske saobraćajne politike su: da se planira korišćenje zemljišta kroz razvoj pravila o planiranju, koja omogućavaju da se sprovodi kontrola lociranja logističkih aktivnosti čija postrojenja za skladištenje i terminale oduzima dosta zemljišta, da se izbegne pogoršanje gradskih uslova građenjem saobraćajnica kroz grad, logističke infrastrukture koja je estetski neodgovarajuća i dr., da se unapredi zapošljavanje lokalnog stanovništva u ekonomiji gde smanjenje zaposlenih ima tendenciju da predstavlja realnost. Često se logističke aktivnosti smatraju mogućnostima za stvaranje novih poslova. Ustvari, restrukturiranje kompanija je dovelo do preraspodele aktivnosti, mada su u ovom procesu stvoreni neki novi procesi. U suštini je došlo do pomeranja transportnih i logističkih poslova: geografsko grupisanje lokacija, prebacivanje poslova iz industrije u oblast usluga i distribucije koji grade svoje logističke timove. Da bi se sve ovo postiglo Srbija treba da razvija saobraćajnu mrežu zasnovanu na standardnim kriterijumima sa posebnim naglaskom na kompatibilnost. U tom kontekstu mora se voditi računa: da se planiranje infrastrukture mora zasnivati na multimodalnom principu, da logistički centri deluju kao tačke sučeljavanja između vidova saobraćaja, da se indentifikuju logistički centri koji će biti deo evropske saobraćajne mreže i da se sačine smernice za unapređenje logističkih centara. Formiranje logističkog centra omogućava racionalnu podelu rada na transportnom tržištu, koncentraciju robnog rada, izbor najpovoljnijeg nosioca transporta u makrodistribuciji i koncentraciju aktivnosti uz jedinstveno opsluživanje urbanih celina industrijskih zona. Mesto i uloga logističkog centra nije samo u tome, da poveže određene subjekte (potražioce, davaoce i povezioce transportnih usluga) u jedinstven transportni lanac, već je multiplikacioni zadatak da on bude neprekidan ali u krajnjoj meri kontinualan. Osim toga logistički centri kao karike u logističkom lancu predstavljaju sponu u povezivanju svih učesnika u transportnom procesu, stvarajući na taj način jedinstven transportni sistem sa mogućnošću uklapanja u jedinstveno transportno tržište. Srbija kao evropska zemlja ne može se uključiti u svetske tokove, niti u saradnju i organizovanje saobraćaja bez izgradnje logističkih centara u većim aglomeracijama. Polazeći od analize logističkih tokova i procesa u regionu, pažnja je usmerena na glavne zadatke koji se rešavaju prilikom izbora optimalne lokacije logističkog centra. Pretpostavka je da postojanje logističkog centra sa optimalnom lokacijom, asortimanom i količinama robe sa fokusom na elemente i transportno-skladišne sisteme daje ključni doprinos unapređenju privrede i poslovanja. Prilikom rešavanja takvih problema proces donošenja odluke zahteva korišćenje velikog broja pravila, razmatranje velikog broja alternativa i kriterijuma uz činjenicu da atributi koji opisuju pojedina stanja mogu biti kvalitativne ili kvantitativne prirode. Naime, u savremenom procesu donošenja odluke trend je i uključivanje velikog broja ekspertskih timova i zainteresovanih strana koji su egzistencijalno zainteresovani i locirani na izučavanom prostoru i koji mogu osetiti direktne ili indirektne uticaje samim procesom rešavanja problema. Pri tome ne treba zaboraviti i činjenicu da svaki objekat integrisan u jedan logistički sistem utiče na efikasnost, efektivnost i troškove funkcionisanja istog. Imajući to u vidu, a idući u susret savremenim rešenjima koja se primenjuju u Evropi osnovna ideja bila je da se razvije metodologija na osnovama višekriterijumskog odlučivanja namenjene rešavanju zadataka o izboru optimalne lokacije logističkog centra (LC). U radu je opisan problem izbora lokacije logističkog centra i prikazana je metodologija rešavanja problema primenom fuzzy topsis metode u izboru lokacije logističkog centra u gradu Kikinda.

## II. DEFINISANJE MIKROLOKACIJE LOGISTIČKOG CENTRA

Izbor lokacije logističkog centra zasniva se na odluci izbora između jedne ili većeg broja mogućih rešenja (alternativa). Problematika vezana oko izbora lokacije može se posmatrati na makro i mikro nivou. Makrolokacijski nivo posmatranja problema odnosi se na širi geografski prostor na primer sa aspekta države, regije ili kontinenta, dok se za razliku od njega mikrolokacijski nivo posmatranja problema odnosi na uži i konkretni geografski prostor i to aglomeracije, grada, industrijskog kompleksa, luke i dr.. Istraživački radovi koji se odnose na broj i raspored logističkog centara na nacionalnom nivou je makrolokacijski problem koji je tokom poslednje dve decenije bio predmetom istraživanja u velikom broju zemalja Evrope. Mikrolokacijski problem se odnosi na zadatak izbora područja logističkog centra u sklopu grada, kompleksa luke, industrijske zoni, i dr.

Severnobanatski region i sama Kikinda kao grad, predstavlja jedan od razvijenih delova naše zemlje. Kikinda

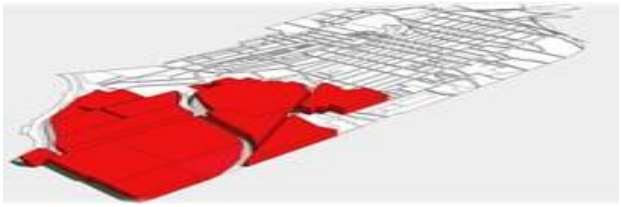
sa 67 hiljada stanovnika i površinom od 782km$^2$ predstavlja sedište severnobanatskog okruga. Karakteristike strukture privrede regiona su takve, da ukoliko rade punim kapacitetima, generišu značajne robne tokove bilo kao njihovo izvorište ili kao cilj. Severnobanatski okrug obuhvata opštine Kikinda, Novi Kneževac, Čoka, Ada, Senta i Kanjiža. Položaj ove oblasti u okviru AP Vojvodine vidi se na slici 1.

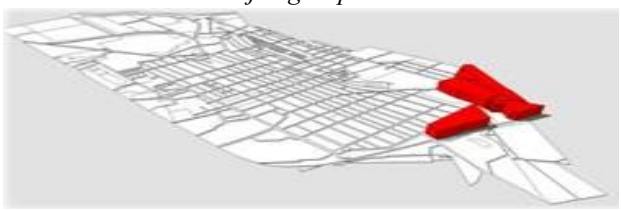


*Slika 1. Položaj Severnobanatskog Okruga*

Slično mnogim gradovima i Kikinda živi sa problemima logistike. Naglašeni razvoj stambene izgradnje na periferiji i koncentracija poslovnih aktivnosti u centralnom području, nisu blagovremeno praćeni ulaganjima u razvoj transportnog sistema, pa je nastala disproporcija između transportne tražnje i mogućnosti da se zahtevi kvalitetno zadovolje. U saobraćajnoj politici grada malo pažnje je posvećeno teretnom transportu i uglavnom se rešavaju problemi putničkog transporta i gužvi koje on stvara. Pored prevaziđenog koncepta strukturiranja, nedovoljnog iskorišćenja tehnologije, nedostatka pretovarnih mesta i loših uslova za pozicioniranje vozila pri istovaru i nepovezanosti drumskog, rečnog i železničkog transporta. Logistika grada je bez potrebnog stepena koncentracije i konsolidacije tokova davaoca logističke usluge. Davaoci i korisnici logističkih usluga ne čekaju precizna planska dokumenta, već u skladu sa mogućnostima i zahtevima sami rešavaju probleme lokacije i izgradnje skladišnjih i drugih logističkih sistema. Ovi sistemi se na vrlo neuređen način disperzivno lociraju bez koncentracije i konsolidacije koje pokreću. Rešenje za navedene probleme bi bila izgradnja logističkog centra. Kako logistički centri imaju značajnu ulogu realizaciji logističkih tokova i u planiranju logističkog i transportnog sistema grada neophodno je utvrditi optimalnu lokaciju za njegovu izgradnju. U okviru analize mogućih lokacija za smeštaj LC, pošlo se od prostornih mogućnosti grada Kikinda kao i specifičnih zahteva formiranja i razvoja LC. Pri generisanju mogućih rešenja - lokacija za LC-ar krenulo se od sledećih stavova: potrebno je sagledati sve dosadašnje planove i projekte razvoja grada, u potpunosti prihvatiti prostorne planove opštine i eventualnu površinu i voditi računa o opštim uslovima pogodnosti određene lokacije i parametrima značajnim za izbor optimalne lokacije LC. Na ovaj način identifikovano je više slobodnih površina za razvoj LC-a, a nakon analize broj potencijalnih lokacija se sveo na tri moguća rešenja (alternative) i to:

1. Alternativa 1 - Jugozapadna radna zona (Slika 2),
2. Alternativa 2 - Severoistočna radna zona (Slika 3) i
3. Alternativa 3 - Jugoistočna radna zona (Slika 4).


*Slika 2. Položaj Jugozapadne radne zone*


*Slika 3. Položaj Severoistočne radne zone*


*Slika 4. Položaj Jugoistočne radne zone*

Ostale moguće lokacije su eliminisane nakon analize u pogledu ispunjenja opštih uslova i parametara neophodnih za smeštaj logističkog centra. Navedene lokacije ispunjavaju sve specifične zahtjeve za smeštaj LC-a kako u pogledu povezivanja sa postojećim transportnim sistemom tako i u pogledu urbanističkih uslova. Kako je već rečeno sve tri lokacije ispunjavaju uslove neophodne za formiranje i razvoj LC-a. Međutim, odnos mogućih rešenja prema transportnim podsistemima i njihova međusobna povezanost znatno se razlikuju, pa će se po tim pokazateljima i izvršiti njihovo vrednovanje. Lokacije koje su prethodno predložene mogu se međusobno uporediti i utvrditi njihov relativni stepen pogobnosti za smeštaj logističkog centra. Ovo poređenje je izvršeno u odnosu na postojeće stanje i makro ekonomske pokazatelje tj. investiciona ulaganja u pripremu terena, izgradnju osnovnih podsistema i neophodne saobraćajne infrastrukture, odnosno povezivanje sadržaja LC-a sa postojećim saobraćajnicama i transportnim podsistemima.

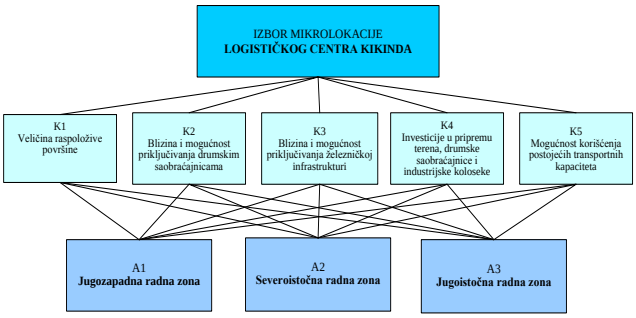
## III. IDENTIFIKACIJA KRITERIJUMI ZA LOCIRANJE LOGISTIČKOG CENTRA

Za izbor mikrolokacije LC-a Kikinda, formiran je niz kriterijuma. Na osnovu prostornog položaja i međusobne povezanosti potencijalnih lokacija dobar deo kriterijuma se pokazao kao relativno beznačajan za ovo poređenje. Vrednovanje navedenih alternativa izvršeno je prema sledećim kriterijumima: (1) Veličina raspoložive površine (K1), (2) Blizina i mogućnost priključivanja drumskim saobraćajnicama (K2), (3) Blizina i mogućnost priključivanja železničkoj infrastrukturi (K3), (4) Investicije u pripremu

terena, drumske saobraćajnice i industrijske koloseke (K4) i (5) Mogućnost korišćenja postojećih transportnih kapaciteta (K5). Suština, značenje i razlozi svake grupe kriterijuma je obrazložena. Veličina raspoložive površine-imajući u vidu perspektivne mogućnosti i potrebe širenja LC-a, kao i nedostatak limitirajućeg faktora ograničenja prostora koji je moguć prilikom projektovanja podsistema LC-a, kao relativna mera pogodnosti lokacije određen je kriterijum veličina slobodne neizgrađene površine lokacije, izražena u hektarima (ha), prema sadašnjoj situaciji. Blizina i mogućnost priključivanja drumskim saobraćajnicama podrazumevaće se ukupno rastojanje težišta lokacije od mesta gde postoji ili je moguće priključenje na magistralnu drumsku saobraćajnicu (km). Blizina i mogućnost priključivanja železničkoj infrastrukturi, mera ovog kriterijuma za pojedine lokacije jeste srednje rastojanje težišta lokacije od mesta mogućeg priključenja na javnu železničku infrastrukturu. Jedinica mere za ovaj kriterijum je km. Investicije u pripremu terena, drumske saobraćajnice i industrijske koloseke podrazumeva investiciona ulaganja u pripremu terena, izgradnju ili rekonstrukciju drumskih saobraćajnica i troškove za povezivanje potencijalne lokacije sa železničkom infrastrukturom. Takođe, obuhvata troškove za privođenje zemljišta nameni-uklanjanje humusa, analiza nosivosti i nivoa podzemnih voda, sa pratećim radovima i troškove u objekte koje treba dislocirati ili srušiti. Mera za ovaj kriterijum je visina investicionih ulaganja. Mogućnost korišćenja postojećih transportnih kapaciteta obuhvata mogućnost tehnološkog i prostornog povezivanja budućeg sadržaja LC-a sa postojećim transportnim kapacitetima (železnička robna stanica, skladišta...). To je pre svega, značajno s aspekta mogućnosti korišćenja postojećih kapaciteta a u cilju bržeg aktiviranja LC-a. Izabrani kriterijumi uključuju zahteve svih interesnih grupa a sa ciljem da naprave razliku u sagledavanju mogućih lokacija LC-a.

## IV. PRIMENA FUZZY TOPSIS TEHNIKE ZA LOCIRANJE LOGISTIČKOG CENTRA

Sigurno je da vrsta problema i količina informacija koje ga opisuju i njihova dostupnost opredeljuju metodu za odlučivanje. Da bi doneli odluku o izboru lokacije LC-a neophodno je vrednovanje predloženih mogućih rešenja. Kako ih vrednovati ključno je pitanje kod opredeljenja metode. Za izbor najbolje metode vrednovanja ili odlučivanja kod lokacije LC-a dosadašnja iskustva i literatura iz ove oblasti ukazuju da problem treba rešavati metodama višekriterijumskog odlučivanja. U ovom radu je ekspermentisano sa jednom od popularnijih tehnika za donošenje odluka danas - Fuzzy TOPSIS. U daljem izlaganju ukratko su navedene karakteristike ove tehnike. TOPSIS (eng. Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) tehnika je zasnovana na konceptu da izabrana alternativa treba da ima najkraće rastojanje od idealnog rešenja i najduže od anti-idealnog rešenja. Ubrajaju ga i u klasu metoda tzv. idealne tačke. „Idealno rešenje minimizira kriterijume cene, a maksimizira kriterijume dobiti; za minimalno idealno rešenje važi obrnuto. Optimalna alternativa je ona koja je u geometrijskom smislu najbliža idealnom rešenju, odnosno najdalja od idealnog negativnog (anti-idealnog) rešenja. Rangiranje alternativa se zasniva na „relativnoj sličnosti sa idealnim rešenjem“ čime se izbegava situacija da alternativa istovremeno ima istu sličnost sa idealnim i sa negativnim idealnim rešenjem. Idealno rešenje se definiše pomoću najboljih rejting vrednosti alternativa za svaki pojedinačni kriterijum; obrnuto, negativno idealno rešenje predstavljaju najgore vrednosti rejtinga alternativa [1]. TOPSIS tehnika je jednostavna i daje neosporiv redosled preferencije rešenja. Objašnjenja ove tehnike su data u mnogim literaturama koja tretiraju teoriju odlučivanja [2], [3] [4] i [5]. U radu se koristi fuzzy TOPSIS tehnika koju je razvio Chen [6]. U ocenjivanju važnosti kriterijuma na izbor lokacije LC-a učestvovali su tri inženjerska eksperta iz ove oblasti. Eksperti su takođe procenili i značaj mogućih alternativa. Ove vrednosti izražene su kao lingvističke i numeričke vrednosti, koje su transformisane u trougaone fuzzy brojeve date u tabelama 1 i 2. Hijerahiska struktura problema izbora lokacije prikazana je na slici 5.




*Slika 5. Hijerarhijska struktura problema izbora lokacije*

Tabela 1. Lingvističke promenljive za težine kriterijuma

| Linguistic promenljive | trouglasta fuzzy skala |
|---|---|
| Very Low (VL) | (0,0,0.1) |
| Low (L) | (0,0.1,0.3) |
| Medium Low (ML) | (0.1,0.3,0.5) |
| Medium (M) | (0.3,0.5,0.7) |
| Medium High (MH) | (0.5,0.7,0.9) |
| High (H) | (0.7,0.9,1.0) |
| Very High (VH) | (0.9,1.0,1.0) |

Tabela 2. Lingvističke promenljive za rangiranje

| Linguistic promenljive | trouglasta fuzzy skala |
|---|---|
| Very Poor (VP) | (0,0,1) |
| Poor (P) | (0,1,3) |
| Medium Poor (MP) | (1,3,5) |
| Fair (F) | (3,5,7) |
| Medium Good (MG) | (5,7,9) |
| Good(G) | (7,9,10) |
| Very Good (VG) | (9,10,10) |

Važnost kriterijuma i vrednosti kriterijuma alternativa izračunavaju se pomoću jednačina:

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{1}{K}\left[\tilde{x}_{ij}^{1}(+)\tilde{x}_{ij}^{2}(+)\ldots\ldots(+)\tilde{x}_{ij}^{k}\right] \quad (1)$$

$$\widetilde{w}_{ij} = \frac{1}{K}\left[\tilde{x}_{ij}^{1}(+)\widetilde{w}_{ij}^{2}(+)\ldots\ldots(+)\widetilde{w}_{ij}^{k}\right] \quad (2)$$

U tabeli 3 i 4. prikazane su evaluacije eksperata za kriterijume korišćenjem lingvističkih promenljivih i evaluacija rezultata eksperata za kriterijume kao trougaoni fuzzy brojevi.

Tabela 3. Evaluacija eksperata za kriterijume korišćenjem lingvističkih promenljivih

| | K1 | K2 | K3 | K4 | K5 |
|---|---|---|---|---|---|
| E1 | VH | H | VH | MH | MH |
| E2 | H | MH | H | MH | MH |
| E3 | VH | H | H | H | MH |

Tabela 4. Evaluacija rezultata eksperata za kriterijume kao trougaoni fuzzy brojevi

| | K1 | K2 | K3 | K4 | K5 |
|---|---|---|---|---|---|
| E1 | (0.9,1,1) | (0.7,0.9,1) | (0.9,1,1) | (0.5,0.7,0.9) | (0.5,0.7,0.9) |
| E2 | (0.7,0.9,1) | (0.5,0.7,0.9) | (0.7,0.9,1) | (0.5,0.7,0.9) | (0.5,0.7,0.9) |
| E3 | (0.9,1,1) | (0.7,0.9,1) | (0.7,0.9,1) | (0.7,0.9,1) | (0.5,0.7,0.9) |

U tabeli 5. su prikazani rezultati procene alternativa eksperata za svaki kriterijum, koristeći lingvističke promenljive koji su pretvoreni u fuzzy trougaone brojeve.

Tabela 5. Prikaz rezultata evaluacije alternativa kao trougaonih fuzzy brojeva

| | | ALTERNATIVE | | |
|---|---|---|---|---|
| Eksp. | Kriterijum | A1 | A2 | A3 |
| E1 | K1 | (9,10,10) | (5, 7, 9) | (5, 7, 9) |
| | K2 | (7, 9,10) | (3, 5, 7) | (5, 7, 9) |
| | K3 | (9,10,10) | (5, 7, 9) | (3,5, 7) |
| | K4 | (7, 9,10) | (3, 5, 7) | (7, 9,10) |
| | K5 | (7, 9,10) | (5, 7, 9) | (1, 3, 5) |
| E2 | K1 | (9,10,10) | (5, 7, 9) | (7, 9,10) |
| | K2 | (7, 9,10) | (5, 7, 9) | (3,5, 7) |
| | K3 | (7, 9,10) | (3, 5, 7) | (7, 9,10) |
| | K4 | (7, 9,10) | (5, 7, 9) | (5, 7, 9) |
| | K5 | (7, 9,10) | (3, 5, 7) | (3,5, 7) |
| E3 | K1 | (7, 9,10) | (7, 9,10) | (9,10,10) |
| | K2 | (9,10,10) | (3, 5, 7) | (5, 7, 9) |
| | K3 | (7, 9,10) | (3, 5, 7) | (3,5, 7) |
| | K4 | (7, 9,10) | (3, 5, 7) | (5, 7, 9) |
| | K5 | (7, 9,10) | (5, 7, 9) | (1, 3, 5) |

Nakon što su eksperti ocenili kriterijume i alternative koristeći lingvističke promenljive, određene su težine kriterijuma koji su dobijeni procenom tri eksperta i na osnovu jednačine (2). Značaj težina kriterijuma dati su u Tabeli 6.

Tabela 6. Značaj težine kriterijuma eksperata

| kriterijumi | težine |
|---|---|
| K1 | (0.83,0.97,1) |
| K2 | (0.63,0.83,0.97) |
| K3 | (0.77,0.93,1) |
| K4 | (0.57,0.77,0.93) |
| K5 | (0.50,0.70,0.90) |

Fuzzy matrica odlučivanja se formira korišćenjem tabele 5 i uz pomoć jednačine (1) i prikazana je u tabeli 7.

Tabela 7. Fuzzy matrica odlučivanja

| | K1 | K2 | K3 | K4 | K5 |
|---|---|---|---|---|---|
| A1 | (8.33,9.67,10) | (7.67,9.33, 10) | (7.67,9.33 ,10) | (7, 9,10) | (7, 9,10) |
| A2 | (5.67,7.67,9.33) | (3.67,5.67, 7.67) | (3.67,5.67 ,7.67 | (3.67,5.67, 7.67 | (4.33,6.33, 8.33) |
| A3 | (7,8.67,9.67) | (4.33,6.33, 8.33) | (4.33,6.33 ,8) | (5.67,7.67, 9.33) | (1.67,3.67, 5.67) |

Normalizovana fuzzy matrica odlučivanja se formira korišćenjem jednačine (3) i prikazana je u tabeli 8.

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*}\right), j \in B, \qquad c_j^* = max_i min_i c_{ij}, j \in B,$$
$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_j^*}{c_j^*}, \frac{b_j^*}{c_j^*}, \frac{c_j^*}{c_j^*}\right), j \in C, \qquad a_j^- = mix_i max_i a_{ij}, , j \in C, \quad (3)$$

Tabela 8. Normalizovana fuzzy matrica odlučivanja

| | K1 | K2 | K3 | K4 | K5 |
|---|---|---|---|---|---|
| A1 | (0.83,0.97,1) | (0.77,0.93 ,1) | (0.77,0.93 ,1) | (0.7,0.9,1) | (0.7,0.9,1) |
| A2 | (0.57,0.77,0.93) | (0.37,0.57 ,0.77) | (0.37,0.57 ,0.77) | (0.37,0.57 ,0.77) | (0.43,0.63 ,0.83) |
| A3 | (0.70,0.87,0.97) | (0.43,0.63 ,0.83) | (0.43,0.63 ,0.83) | (0.57,0.77 ,0.93) | (0.17,0.37 ,0.57) |

Nakon dobijanja normalizovane fuzzy matrice, težinska normalizovana fuzzy matrica odlučivanja formira se množenjem svakog elementa ove matrice i odgovarajuće težine kriterijuma (tabela 9). Primer, izračunavanje ponderisane normalizovane fazi vrednosti alternative A1, prema kriterijumu K4, prikazano je u nastavku.

$$v_{14} = (0.7,0.9,1)\,(\otimes)(0.57,0.77,0.93) = (0.40,0.69,0.93)$$

Tabela 9. Težinska normalizovana fuzzy matrica odlučivanja

| | K1 | K2 | K3 | K4 | K5 |
|---|---|---|---|---|---|
| A1 | (0.69,0.94,1) | (0.48,0.77 ,0.97) | (0.59,0.86 ,1) | (0.40,0.69 ,0.93) | (0.35,0.63 ,0.90) |
| A2 | (0.47,0.75,0.93) | (0.23,0.47 ,0.75) | (0.28,0.53 ,0.77) | (0.21,0.44 ,0.72) | (0.21,0.44 ,0.75) |
| A3 | (0.58,0.84,0.97) | (0.27,0.52 ,0.80) | (0.33,0.58 ,0.83) | (0.32,0.59 ,0.86) | (0.08,0.26 ,0.51) |

Korišćenjem maksimalne i minimalne vrednosti za svaki stepen kriterijuma težinske normalizovane fuzzy matrice odlučivanja, fuzzy idealno rešenje ($A^*$) i idealno negativno rešenje ($A^-$) je:

A*=[(1,1,1),(0,97,0,97,0,97),(1,1,1),(10,93,0,93,0,93),(0,90,0,90,0,90)]

A⁻=[(0,47,0,47,0,47),(0,23,0,23,0,23),(0,28,0,28,0,28),(0,21,0,21,0,21), (0,08,0,08,0,8)]

Nakon toga, izračunavaju se rastojanja između svake alternative od idealnog i idealnog negativnog rešenja za svaki kriterijum. Na primer, za prvi kriterijum, izračunavanje rastojanja između prve alternativne od idealnog i idealnog negativnog rešenja je dato u daljem tekstu.

$$S_1^*(A_1A^*) = \sqrt{\frac{1}{3}(1-0{,}69)^2 + (1-0{,}94)^2(1-1)^2} = 1$$

$$d(A_1A^-) = \sqrt{\frac{1}{3}(0{,}47-0{,}69)^2 + (0{,}47-0{,}94)^2(0{,}47-1)^2} = 0{,}43$$

Za ostale kriterijume, rezultati izračunavanja rastojanja tri alternative od idealnog i idealnog negativnog rešenja dato je u tabeli 10.

Tabela 10. Rastojanja alternativa od idealnog i idealno negativnog rešenja

| | K1 | K2 | K3 | K4 | K5 |
|---|---|---|---|---|---|
| $S_1^*(A_1A^*)$ | 0.17 | 0.33 | 0.25 | 0.32 | 0.35 |
| $S_2^*(A_2A^*)$ | 0.34 | 0.53 | 0.51 | 0.49 | 0.49 |
| $S_3^*(A_3A^*)$ | 0.26 | 0.49 | 0.47 | 0.38 | 0.64 |
| $S_1^-(A_1A^-)$ | 0.43 | 0.55 | 0.56 | 0.51 | 0.59 |
| $S_2^-(A_2A^-)$ | 0.31 | 0.33 | 0.32 | 0.32 | 0.45 |
| $S_3^-(A_3A^-)$ | 0.37 | 0.37 | 0.36 | 0.44 | 0.26 |

Udaljenosti između alternativa i fuzzy idealnih i fuzzy negativnih idealnih rešenja, koeficijenti blizine izračunava se za tri alternative. Rezultati su prikazani u Tabeli 11.

Tabela 11. Relativna blizina alternativa idealnom rešenju i rang alternativa

| | $S_i^*$ | $S_i^-$ | $RC_i$ | Ranking |
|---|---|---|---|---|
| A1 | 1.41 | 2.63 | 0.65 | 1 |
| A2 | 2.36 | 1.73 | 0.42 | 3 |
| A3 | 2.24 | 1.8 | 0.44 | 2 |

Kako se relativna blizina alternativa rangira od najvećih do najmanjih, kao $RC_1 > RC_3 > RC_2$ rang alternativa se određuje kao A1, A3, A2. Pregledajući kriterijume prihvatanja alternativa, utvrđeno je da je alternativa A1 (Jugozapadna radna zona) "najprihvatljivija" za lociranje LC-a u Kikindi.

## V. ZAKLJUČAK

Realizacija robnih tokova u sklopu međunarodnih, nacionalnih, regionalnih i urbanih područja ne može se zamisliti bez neke od vrsta logističkih centara kao takvih. Pa stoga logistički centri sačinjavaju jednu od najvažnijih mreža poveznica unutar logistike i logističkih lanaca. Zahteve za kvalitetnom logističkom uslugom kao što su: kompletnost, brzina, tačnost, pouzdanost, bezbednost, fleksibilnost, ekonomičnost i drugo, uspešno mogu da ispune jedino transportni sistemi zasnovani na logističkim principima, kooperaciji, koordinaciji i tehnologijama kombinovanog i intermodalnog transporta. Parcijalni transportni sistemi i nosioci usluga nikada ne mogu samostalno i uspešno realizovati stroge tržišne zahteve. Pravilan izbor lokacije LC-a je od ključnog značaja jer utiče na visinu troškova delovanja i konkurentnosti na tržištu. Istraživanja u okviru ovog rada su interdisciplinarnog tipa. Značaj istraživanja je utoliko veći, što će se, uz strategiju razvoja Severobanatskog okruga, a samim tim i uz buduća detaljnija istraživanja regionalnog logističkog koncepta sa razvijanjem metodologije omogućiti generalno poboljšanje kvaliteta logističke usluge i usklađenost sa smernicama i definisanom politikom razvoja regionalnih celina u Evropskoj Uniji. Uz usklađeno zakonodavstvo, kao i jasno definisane strategije razvoja na lokalnom i nacionalnom nivou može se na najbolji način nastaviti poboljšanje privrednog razvoja i evropskih integracija. Rad otvara mogućnost daljih pravaca istraživanja u užoj naučnoj oblasti koji mogu da budu identifikovanje novih kriterijuma njihova kvantifikacija i vrednovanja i istraživanje drugih metoda kvantifikacije kriterijuma primenom različitih tehnika koje uspešno tretiraju razne vrste neizvesnosti i nepreciznosti. Na taj način bi se prevazišla određena ograničenja i unapredio proces rešavanja lokacijskih problema logističkih centara.

## LITERATURA

[1] C.H. Chang, J.J. Lin, J.H. Linc, M.C. Chiang, "Domestic openend equity mutual fund performance evaluation using extended TOPSIS method with different distance approaches", Expert Systems with Applications, pp. 4642-4649, Philadelphia: Elsevier, 2010.

[2] TOPSIS methods. Expert systems with applications, 37(12), 7745-7754.

[3] B. Erkayman, "A fuzzy TOPSIS approach for logistics center location selection." Journal of Business Caase Studies (JBCS) Vol. 7, No.3, pp 49-54, 2011.

[4] I. Ertugrud, N. Karakasogly, "Comparison of fuzzy AHP and TOPSIS methods for facility location", International Journal of Advanced Manufacture and Technology, Vo. 39, pp. 783-795, 2008.

[5] C. Bai, D. Dhavale, J. Sarkis, "Integrating Fuzzy C-Means and TOPSIS for performance evaluation: An application and comparative analysis," Expert Syst. Appl., vol. 41, no. 9, pp. 4186-4196, Jul. 2014.

[6] C.-T. Chen, "Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment," Fuzzy Sets Syst., vol. 114, no. 1, pp. 1–9, Aug. 2000.

[7] Ž. Stević, S. Vesković, M. Vasiljević, G. Tepić „The selection of the logistics center location using AHP method", University of Belgrade, Faculty of Transport and Traffic Engineering, LOGIC, Belgrade, pp. 86-91, 2015.

[8] L. Dymova, P. Sevastjanov, A. Tikhonenko, "A direct interval extension of TOPSIS method," Expert Syst. Appl., vol. 40, no. 12, pp. 4841-4847, Sep. 2013.

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Uticaj neplaniranog zaustavljanja vozova na otvorenoj pruzi na produženje voznih vremena

## The Impact of Unplanned Train Stopping at Open Line to Driving Times Extension

Dušan Vujović[1], Zorica Milanović[2]
*High Railway School of Vocational Studies, Belgrade, Serbia[1,2]*
dulevoz@gmail.com[1], jazztoall@gmail.com[2]

***Apstrakt:*** *Najčešći uzroci neplaniranog zaustavljanja vozova na otvorenoj pruzi prisutni su prvenstveno iz bezbednosnih razloga. To mogu da budu kvarovi na signalno-sigurnosnim uređajima, učestala otuđenja delova opreme ovih uređaja kao i nesavesno ponašanje učesnika drumskog saobraćaja usled čega dolazi do oštećenja uređaja za osiguranje putnih prelaza. Primenom analitičkih metoda izračunata su dodatna vremena za zaustavljanje i ubrzavanje vozova za karakteristične parametre pruge i vrste vozova. Ovako dobijena dodatna vremena korišćena su za izračunavanje voznih vremena za uslove otkaza rada signalno-sigurnosnih uređaja u realnom sistemu. Za validaciju modela za izračunavanje produženja voznih vremena korišćen je primer mesta najčešćeg neplaniranog zaustavljanja vozova u beogradskom železničkom čvoru. Uticaj produžavanja voznih vremena, koja nastaju usled neplaniranih zaustavljanja vozova, dovodi do poremećaja reda vožnje, što za posledicu ima brojna druga neželjena dejstva, kao što su poremećaji u saobraćaju, povećana potrošnja energije i dr.*
***Ključne reči:*** *železnica, red vožnje, vozno vreme, signalno - sigurnosni uređaji, poremećaji u saobraćaju.*

***Abstract:*** *The most common causes of unplanned stopping of trains at open line are due to safety reasons. There are faults of signaling and safety devices, frequent alienation of parts of the equipment of these devices, as well as unacceptable behavior of road traffic participants that results as damaging of road crossings devices. For characteristic parameters of rail infrastructure and types of trains, additional time for stopping and accelerating trains was calculated using analytical methods. The extra time obtained in this way was used to calculate driving times in the conditions of failure of the signaling and safety devices in the real system. An example of the most common unplanned train stop places in Belgrade railway node is used for validation of additional time calculation model. The impact of extended driving times, that are created due to unplanned train stops, is resulting in train schedule disturbance, causes numerous other undesirable effects such as traffic disturbance, increased energy consumption, etc.*
***Key words:*** *railway, train schedule, driving time, signal and safety devices, traffic disturbance.*

### I. UVOD

Železnički saobraćaj je deterministički proces i odvija se prema unapred definisanom planu, redu vožnje. Svako odstupanje od plana unosi elemente stohastičnosti kojima se sistem odupire tako što operativnim planiranjem pokušava da ga vrati u determinističke okvire, tj. okvire definisanog plana. Stohastičnost se izražava preko kašnjenja koja su posledica produženog vremena vožnje koje može nastati iz brojnih razloga. Produženje vremena vožnje u realnim uslovima eksploatacije najčešće je posledica faktora koji se mogu razvrstati kao: ljudski faktor, klimatski faktor, tehnički faktor i faktor nagomilavanja poremećaja. Kod tehničkih faktora na produženje voznih vremena utiču:

- uzroci koji dovode do pogoršanja karakteristika i stanja koloseka tako da se uvode lagane vožnje i ograničene brzine i
- uzroci koji dovode do smetnji u radu ili potpunog prestanka rada signalno - sigurnosnih i telekomunikacionih uređaja tako da se javlja produženje vremena vožnje usled nužnosti poštovanja saobraćajnih propisa kojima je definisan

saobraćaj vozova u ovim uslovima (produženje vremena vožnje nastaje usled uvođenja posebne organizacije saobraćaja vozova i/ili obaveznog zaustavljanja vozova na mestima koja nisu predviđena redom vožnje).

## II. POSTUPANJE U SLUČAJU SMETNJI I KVARA SIGNALNO – SIGURNOSNIH UREĐAJA I UREĐAJA PUTNOG PRELAZA

Zavisno od mesnih prilika i primenjene tehnologije rada postoje različiti slučajevi postupanja pri određenom kvaru uređaja. Za potrebe ovog rada izdvojena su sledeća mesta zaustavljanja vozova:
- ispred ulaznog signala,
- ispred zaštitnog signala,
- ispred prostornog signala i
- ispred putnog prelaza.

Neplanirana zaustavljanja na pomenutim mestima nastaju usled kvara signala, pojave zauzeća na prostornim odsecima ispred glavnih signala i kvara putnih prelaza. Signali u ovim slučajevima pokazuju signalni znak (u daljem tekstu s.z.) za zabranjenu vožnju ili su neosvetljeni.

### A. Neplanirano zaustavljanje ispred ulaznog i zaštitnog signala

Smetnje u radu SS uređaja usled kojih dolazi do pojave zauzeća na izolovanom odseku ispred signala dovodi do toga da taj signal pokazuje s.z. zabranjene vožnje. Voz zaustavljen ispred tog signala nastavlja dalju vožnju kada vozno osoblje od strane staničnog osoblja ili dispečera bude obavešteno o nastanku smetnje ili kvara i o daljoj maksimalnoj dopuštenoj brzini kretanja. Ista je situacija i u slučaju kvara na signalu, kada on ne pokazuje adekvatne ili kada ne pokazuje nikakve signalne znake.

Kretanje voza maksimalnom dopuštenom brzinom traje do momenta nailaska na predsignal ulaznog ili zaštitnog signala. Dalje kretanje voza prilagođeno je mesnim prilikama u datoj situaciji. Može da bude nastavljeno maksimalnom dopuštenom brzinom do momenta kada je potrebno uspostaviti proces usporavanja i kočenja voza kako bi se on bezuslovno zaustavio ispred ulaznog ili zaštitnog signala.

Maksimalna dopuštena brzina kretanja iza ulaznog ili zaštitnog signala zavisi od mnogobrojnih parametara i za različite uslove smetnji i kvarova propisana je pravilnicima i uputstvima.

### B. Neplanirano zaustavljanje ispred prostornog signala

Prostorni signali pokazuju s.z. zabranjene vožnje u slučajevima pojave zauzeća prostornog odseka ispred njih, pojave kvara uređaja automatskog putnog prelaza i u slučajevima smetnje ili kvara na samom prostornom signalu. Zauzeće prostornog odseka može da bude uzrokovano defektima na šinskim strujnim kolima, šinskim izolacijama ili namernim otuđenjem pojedinih elemenata infrastrukture.

Prilikom zaustavljanja ispred prostornog signala vozno osoblje mora da se raspita o uzroku zaustavljanja i daljem postupanju. Ukoliko je uspostavljanje veze putem pružnog telefona ili uređaja radio – dispečerske veze (u daljem tekstu RDV) nemoguće, posle tri minuta od trenutka zaustavljanja vožnja može da bude nastavljena do sledećeg glavnog signala opreznom vožnjom i ograničenom brzinom do 30 km/h. Ako se uspostavi veza sa otpravnikom vozova ili dispečerom tada se voznom osoblju ukazuje na nastali problem i određuje mu se dalja brzina kretanja. Kod šinskih strujnih kola koja rade na principu izolovanih odseka pruge brzina voza preko izolovanog odseka koji je pod „lažnim“ zauzećem ne sme biti veća od 30 km/h jer postoji mogućnost prsnuća šine. Na mestima na kojima se slobodnost i zauzetost prostornih odseka kontroliše pomoću brojača osovina, ukoliko se utvrdi da se radi o „lažnom“ zauzeću brzina kretanja voza preko tog dela pruge se ne smanjuje.

### C. Neplanirano zaustavljanje ispred putnog prelaza

Kvar putnog prelaza, koji se automatski aktivira nailaskom voza na uključnu tačku, događa se u slučaju kada se pojavi „lažno“ zauzeće na odseku ispred njega (iz sigurnosnih razloga smatra se da ga je napravio nailazeći voz), u slučaju kvara ili otuđenja nekog od elemenata uređaja putnog prelaza i dr.

Glavni signali koji se nalaze ispred tog putnog prelaza i koji „štite“ taj putni prelaz pri pojavi kvara uređaja putnog prelaza pokazuju s.z. zabranjene vožnje. Dalja vožnja voza od tih signala dozvoljena je kada se vozno osoblje obavesti o nastalom kvaru. Dalje se brzina kretanja voza prilagođava mesnim prilikama kako bi se voz zaustavio ispred putnog prelaza čiji uređaj je u kvaru. Procedure obezbeđenja saobraćaja na putnom prelazu definisane su pravilnicima i uputstvima. Po prelasku preko putnog prelaza voz nastavlja da se kreće redovnom brzinom.

## III. MODEL ZA IZRAČUNAVANJE PRODUŽENJA VOZNIH VREMENA

Produženje voznih vremena planiranih redom vožnje predstavlja sumu dodatnih vremena:
- dodatno vreme za usporavanje i kočenje voza ($t_{dk}$),
- dodatno vreme nastalo usled kretanja smanjenom brzinom ($t_{dv}$),
- vreme neplaniranog bavljenja na određenom mestu na pruzi ($t_{db}$) i
- dodatno vreme za ubrzavanje voza do postizanja maksimalne brzine ($t_{du}$).

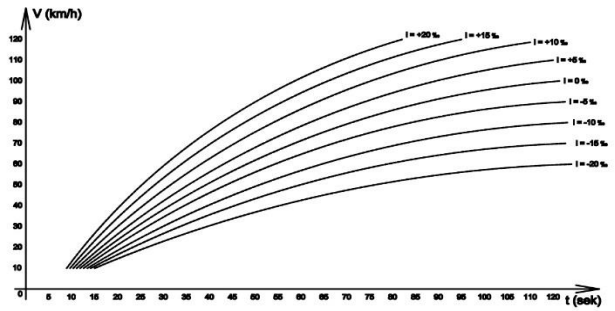
$$t_d = t_{dk} + t_{dv} + t_{db} + t_{du} \quad (1)$$

Sva navedena vremena zavise od tehničko - eksploatacionih karakteristika vučnih i vučenih vozila, tehničko - eksploatacionih karakteristika dela trase pruge na kojoj se vrši zaustavljanje i pokretanje voza i od načina postupanja po pravilima i propisima koji se primenjuju u određenim slučajevima.

A. Dodatno vreme za usporavanje i kočenje vozova

Prilikom usporavanja voza do zaustavljanja ispred signala ili neispravnog putnog prelaza dužina puta kočenja voza je veća od dužine predviđenog zaustavnog puta za određenu brzinu kretanja. To se praktično objašnjava opreznošću voznog osoblja prilikom kočenja do zaustavljanja na za to predviđenom mestu. Kočenje voza se obavlja najčešće uz dva ili više kočenja i otkočivanja. Ukoliko se voz zaustavlja samo iz jednog kočenja tada se najpre voz zakoči početnim stepenom kočenja dok mu se brzina ne smanji do neke brzine kretanja pri kojoj je mašinovođa siguran da daljim pojačavanjem kočne sile voz može da zaustavi na određenoj dužini puta kočenja. Uobičajeno je da se posle prvog smanjenja brzine kretanja voz otkoči, zatim sledi kretanje pod inercijom i ponovno kočenje do zaustavljanja. U praksi ima slučajeva kočenja iz još više stepeni kočenja i otkočivanja. To su razlozi zbog kojih se pored dužine puta kočenja voza produžava i vreme kočenja voza do zaustavljanja. Dužina puta kočenja i vreme kočenja zavise od brzine kretanja pre otpočinjanja kočenja voza. Njihovo produžavanje u odnosu na dužinu zaustavnog puta i vreme kočenja koje odgovara toj dužini su izraženiji pri većim brzinama kretanja. Za izračunavanje tog produženja u modelu je korišćen koeficijent produženja kočenja. Taj koeficijent zavisi od brzine kretanja u trenutku otpočinjanja procesa usporavanja, od nagiba na delu pruge na kojem se vrši zaustavljanje, od serije vučnog i vučenih vozila i drugih faktora.

Na slici 1 prikazana su različita vremena kočenja koja zavise od brzine kretanja, načina kočenja i nagiba na delu pruge na kojem se obavljalo kočenje. Sličan oblik zavisnosti od brzine i nagiba na kojem se koči voz ima i pređeni put u toku kočenja voza. Za različite vozne sastave vrednosti vremena kočenja i dužine puta kočenja se razlikuju [1].




*Slika 1. Dijagram zavisnosti vremena kočenja od brzine i nagiba na pruzi*

Dodatno vreme za zaustavljanje voza ($t_{dk}$) predstavlja razliku između vremena potrebnog za zaustavljanje voza ($t_k$) i vremena potrebnog da voz pređe put dužine jednake dužini puta zaustavljanja voza krećući se maksimalnom dopuštenom bzinom ($t_{ck}$) (obrazac 2).

$$t_{dk} = t_k - t_{ck} \qquad (2)$$

B. Dodatno vreme za ubrzavanje vozova

Od trenutka pokretanja voza do momenta postizanja maksimalne dopuštene brzine kretanja voza protekne vreme koje zavisi od parametara voznog sastava i pruge. Parametri voznog sastava su tehničko - eksploatacione karakteristike vučnog i vučenih vozila, vrsta, sastav i masa voza koji se ubrzava. Parametri pruge su merodavni otpor dela pruge na kojem se vrši ubrzavanje voza i maksimalna brzina do koje se voz ubrzava.

Dodatno vreme za ubrzavanje voza ($t_{du}$) dobija se kao razlika vremena potrebnog za ubrzavanje voza ($t_u$) i vremena potrebnog da voz pređe dužinu puta ubrzavanja voza krećući se maksimalnom dopuštenom brzinom ($t_{cu}$) (obrazac 3).

$$t_{du} = t_u - t_{cu} \qquad (3)$$

Vreme ubrzavanja voza zavisi od maksimalne dopuštne brzine koju je potrebno postići i ubrzanja voza. Ubrzanje voza je promenljiva veličina i zavisi od aktivne vučne sile. Aktivna vučna sila zavisi od vrednosti vučne sile i vrednosti otpora. Kako su vrednosti vučne sile i vrednosti otpora veličine koje zavise od brzine kretanja, tako i se i aktivna vučna sila menja sa promenom brzine kretanja (obrazac 4).

$$t_{u_n} = \frac{\Delta V}{a_n} \quad a_n = \frac{F_{a_n} + F_{a_{n-1}}}{2Q_V} \quad F_{a_n} = F_{V_n} - W_{uk_n}$$

$$W_{uk_n} = W_{OL_n} + W_{OK_n} + W_i + W_k + W_t \qquad (4)$$

$$t_u = \frac{\Delta V \cdot 2Q_V}{F_{a2} + F_{a1}} + \frac{\Delta V \cdot 2Q_V}{F_{a3} + F_{a2}} + \cdots + \frac{\Delta V \cdot 2Q_V}{F_{am} + F_{am-1}}$$

$$t_u = \sum_{n=2}^{m} \frac{\Delta V \cdot 2Q_V}{F_{an} + F_{an-1}} \quad n = 2,3,\ldots,m \quad m = \frac{V_{max}}{5}$$

*Gde su:*
$t_u$ *– vreme ubrzavanja voza,*
$t_{u_n}$ *– vreme ubrzavanja,*
$\Delta V$ *– interval promene brzine,*
$a_n$ *– ubrzanje voza,*
$F_{V_m}$ *– vučna sila,*
$F_{a_n}$ *– aktivna vučna sila,*
$Q_V$ *– masa voza,*
$F_{V_n}$ *– vučna sila,*
$W_{uk_n}$ *– ukupan otpor,*
$W_{OL_n}$ *– osnovni otpor lokomotive,*
$W_{OK_n}$ *– osnovni otpor kola (obrazac 6),*
$W_i$ *– otpor od nagiba,*
$W_k$ *– otpor od krivina,*
$W_t$ *– otpor od tunela,*
$V_{max}$ *– brzina do koje voz ubrzava,*
$n$ *– određeni interval promene brzine i*
$m$ *– ukupan broj intervala promene brzine.*

Dužina pređenog puta tokom ubrzavanja voza jednaka je sumi pređenih puteva koji odgovaraju prosečnoj brzini u svakom intervalu promene brzine (obrazac 5).

$$S_u = \sum_{n=2}^{m} \frac{V_n + V_{n-1}}{2} \cdot t_{u_n} \quad n = 2,3,\dots,m \qquad (5)$$

*Gde su:*
$S_u$ *– pređeni put tokom ubrzavanja voza,*
$V_n$ *– brzina kretanja voza na početku intervala promene brzine n,*
$V_{n-1}$ *– brzina kretanja voza na kraju intervala promene brzine n i*
$t_{u_n}$ *– vreme ubrzavanja koje odgovara intervalu promene brzine n.*

Radi preciznosti proračuna potrebno je uzeti što manje intervale promene brzine i proračunati potrebne podatke za svaku uzetu vrednost granice intervala brzine kretnja. Za proračun dodatnog vremena za ubrzavanje sa tačnošću od preko 95 % mogu da se uzmu intervali promene brzine od 5 km/h (obrazac 4).

Karakteristike vučnog vozila, elektromotornih garnitura i dizelmotornih garnitura koje su od značaja za izračunavanje vremena ubrzavanja voza su vučna sila, otpori kretanja i masa vozila. Te podatke najčešće daje proizvođač vozila. Vrednosti vučne sile i otpora kretanja zavise od brzine kretanja. Mogu da budu proračunati posebno za svako vozilo i svaku brzinu kretanja, uz određenu vrednost koeficijenta adhezije, a najčešće su ti podaci predstavljeni vučnim dijagramom vozila.

Za potrebe ovog rada korišćene su vrednosti predstavljene odgovarajućim vučnim (F-V) dijagramom za nekoliko serija vozila koja se koriste na železnici Srbije i to vučna vozila serije 441, 441 podserije 600 i 700, 444, 461 i 661, elektromotorne garniture serije 412/416 i 413/417 i dizelmotorna garnitura serije 711.

U vučnim dijagramima predstavljeni su podaci o vrednostima vučne sile vučnih vozila, koje odgovaraju određenoj vrednosti koeficijenta adhezije prilikom ubrzavanja i kretanja voza i određenoj vrednosti naprezanja vučnih motora. Naprezanje vučnih motora zavisi od razvijene snage vučnih motora, a samim tim od određenih vrednosti struje i napona vučnih motora. Uobičajeno je da se u vučnim dijagramima unose vrednosti vučne sile koje odgovaraju nižim vrednostima struje vuče od njene maksimalne dopuštene vrednosti. U praktičnim uslovima eksploatacije retko se kretanje voza može obavljati po liniji maksimalnih mogućih vrednosti vučne sile. Najčešće je slučaj da se vučno vozilo maksimalno opterećuje samo u pojedinim trenucima ubrzavanja voza do postizanja maksimalne dopuštene brzine kretanja. Iz tog razloga su za potrebe ovog proračuna iskorišćene vrednosti vučne sile date u vučnim dijagramima.

Karakteristike vučenih vozila bitne za izračunavanje vremena ubrzavanja voza su masa vozila i otpori kretanja vozila u sastavu voza. Masa vozila je podatak koji prati svaka kola pojedinačno. Otpori kretanja pojedinačnih vozila u nekim slučajevima su utvrđivani eksperimentalno, od strane železničke uprave vlasnika vozila. Kako se na mreži pruga u sastavima putničkih i teretnih vozova nalazi veliki broj vozila stranih železničkih uprava i različitih operatera, tako bi trebalo da se prikupljaju podaci o otporima svih kola pojedinačno. Da bi se olakšalo izračunavanje otpora svih vučenih vozila zajedno koriste se poznati empirijski obrasci za izračunavanje osnovnih specifičnih otpora kola [2]. Osnovni specifični otpori kola računaju se za svaki vozni sastav posebno. Vrednost ovih otpora zavisi od koeficijenta k čija vrednost zavisi od voznog sastava, i to: za teretne vozove homogenog sastava k=0,032, za teretne vozove mešovitog sastava k=0,057 i za putničke vozove k=0,025 (obrazac 6).

$$W_{OK} = \omega_{ok} \cdot Q_K$$

$$\omega_{ok} = 2{,}2 - \frac{80}{V+38} + (k + 0{,}007) \cdot \left(\frac{V}{10}\right)^2 \qquad (6)$$

*Gde su:*
$\omega_{ok}$ *- vrednost osnovnih specifičnih otpora kola,*
$Q_K$ *– masa svih kola (vučenih vozila) u sastavu voza,*
$V$ *– brzina kretanja voza.*

Ukupan otpor kretanja voznog sastava zavisi od vrednosi mase svih vučnih i vučenih vozila u sastavu voza. Otpor vučenih vozila dobija se množenjem kumulativne mase i specifičnog otpora svih vučenih vozila. Vrednosti ukupnih otpora vučnih vozila, elektromotornih i dizelmotornih garnitura unapred su poznati [3].

C. Opis modela za izračunavanje dodatnih vremena

Model za izračunavanje vrednosti produženja voznih vremena zasniva se na teoriji vuče vozova i sastoji se iz 3 modula:
- modul ulaznih podataka,
- modul za proračun i
- modul izlaznih podataka.

U okviru modula ulaznih podataka urađene su različite relacione baze podataka u programskom paketu MS Excel. Za svako vučno vozilo, elektromotornu garnituru, dizelmotornu garnituru i za nekoliko različitih voznih sastava izrađena je odgovarajuća baza podataka sa parametrima od značaja za proračun voznih vremena (vučna sila, osnovni otpori kretanja u zavisnosti od brzine i otpori za različite merodavne nagibe na pruzi).

U okviru modula za proračun sva dodatna vremena izračunavaju se na osnovu međusobne zavisnosti sedam ključnih ulaznih parametara i to:
- serija vučnog vozila ili motorne garniture,
- vrsta voznog sastava.
- masa voza izuzev u slučajevima kada se radi o motornoj garnituri,
- brzina kretanja pre otpočinjanja neplaniranog usporavanja,
- otpor na delu pruge na kojem se vrši usporavanje i kočenje voza (koristi se vrednost otpora nagiba pruge i otpori od krivina i tunela),

- brzina kretnja do koje se voz ubrzava posle neplanirnog zaustavljanja i
- otpor na delu pruge na kojem se vrši ubrzavanje kretanja voza posle neplaniranog zaustavljanja (koristi se vrednost otpora nagiba pruge i otpori od krivina i tunela).

Za ove ulazne parametre, posebno je napravljen „user-friendly“ modul za unos podataka (slika 2). U sklopu template za unos podataka napravljen je i tamplate za izlazne rezultate.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Serija vučnog vozila: | Masa voza: | | | Uneti "0" za motornu garnituru, "1" za putnički voz i teretni voz mešovitog sastava ili "2" za teretni voz homogenog sastava |
| | Qv= | t | | |
| Za 441 podserije 600 ili 700 uneti "4416" | | | | |
| Brzina u trenutku otpočinjanja zaustavljanja: | | km/h | | |
| Brzina do koje se ubrzava: | | km/h | | |
| Pad na putu zaustavljanja voza: | | ‰ | | |
| Merodavni otpor na putu ubrzavanja voza: | | ‰ | | |
| Vreme za zaustavljanje voza: | | tz= | | s |
| Dužina puta usporenja i kočenja voza: | | Lk= | | m |
| Dodatno vreme za zaustavljanje: | | tdz= | | s |
| Vreme za ubrzavanje voza: | | tu= | | s |
| Dužina puta ubrzavanja voza: | | Lu= | | m |
| Dodatno vreme za ubrzavanje voza: | | tdu= | | s |
| Čisto vreme vožnje na putu zaustavljanja i ubrzavanja: | | tc= | | s |
| Dodatno vreme za zaustavljanje i ubrzavanje voza: | | td= | | s |

*Slika 2. Template modula za unos potrebnih podataka i dobijanje traženih rezultata*

Podatak o masi voznog sastava je parametar koji može da se unosi proizvoljno za svaki pojedinačni proračun. Za potrebe ovog rada podaci o masi voza preuzeti su iz STU-deo B, odnosno knjižica reda vožnje 2016./2017. za odabrane pruge [4].

S obzirom da se radi o sedam različitih ulaznih parametara, gde svaki uneti parametar ima međusobnu zavisnost sa nekim drugim parametrima, postoji mogućnost za izračunavanje nekoliko desetina hiljada različitih kombinacija. Da bi mogli da se izračunaju podaci za svaki različiti unos, baze unetih parametara pruge i vozila su uvezane u međusobne odgovarajuće zavisnosti. Postoji nekoliko desetina zavisnosti između baza. Prostim unosom podataka u template za unos i aktiviranjem ključa „enter“ obavlja se proračun i dobijaju se izlazni podaci.

Modul izlaznih podataka sastoji se od proračunatih vrednosti od kojih je izdvojeno osam podataka bitnih za kretanje voza prilikom zaustavljanja i pokretanja. Ti podaci su:

- vreme za zaustavljanje voza,
- dužina puta usporenja i kočenja voza,
- dodatno vreme za zaustavljanje voza,
- vreme za ubrzavanje voza,
- dužina puta ubrzavanja voza,
- dodatno vreme za ubrzavanje voza,
- čisto vreme vožnje na putu zaustavljanja i ubrzavanja voza i
- dodatno vreme za zaustavljanje i ubrzavanje voza.

Ovako dobijenih osam vrednosti vremena i pređenih puteva, koja figurišu u zaustavljanju i ubrzavanju voza, mogu da se koriste za analize, ali i za druge specifične proračune. Dužina puta usporenja i kočenja voza, kao i dužina puta ubrzavanja voza (obrazac 5) bitni su podaci da bi u konkretnom slučaju na određenom mestu na pruzi moglo da se utvrdi da li voz može da se kreće maksimalnom dopuštenom brzinom na delu pruge pre usporenja i da li može da dostigne maksimalnu dopuštenu brzinu na delu pruge posle ubrzavanja voza.

## IV. PRIMER IZRAČUNAVANJA PRODUŽENJA VOZNIH VREMENA NA MESTIMA NAJČEŠĆEG NEPLANIRANOG ZAUSTAVLJANJA U BŽČ

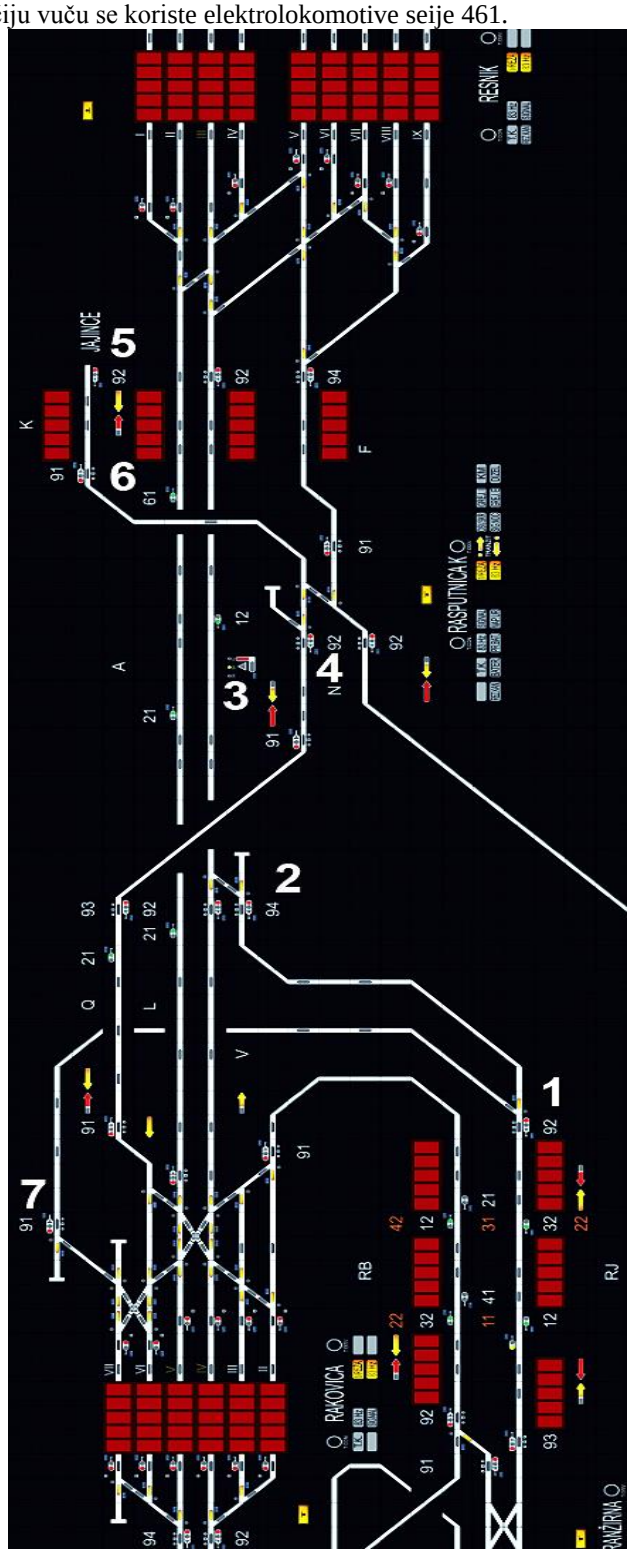
Produženje voznih vremena zavisi od broja neplaniranih zaustavljanja i najizraženije je kod teretnih vozova velike mase i na delovima pruge sa velikim nagibima trase. Beogradski železnički čvor (u daljem tekstu BŽČ) je karakterističan po tome što se u pojedinim stanicama čvora (Ostružnica, Topčider, Rakovica ili Resnik) nekim vozovima dodaje lokomotiva potiskivalica ili zaprežna lokomotiva, dok se u stanici Beograd ranžirna može dodati samo zaprežna lokmotiva. Za potrebe proračuna u ovom radu analizirani su samo oni slučajevi kod kojih se vozu ne dodaje pomoćna lokomotiva.

Za primer proračuna produženja voznih vremena usled neplaniranog zaustavljanja vozova odabrane su 4 najkarakterističnije deonice kretanja vozova preko pruga BŽČ na kojima postoje 2 ili više mesta neplaniranog zaustavljanja i to:

• Rakovica - rasp. „A“ - Resnik
o zaštitni signal Vu92 rasp. „A“ (im = 2 ‰, dozvoljena brzina 50 km/h),
o putni prelaz PBA1 (im = 2 ‰, dozvoljena brzina 50 km/h),
• Beograd ranžirna - rasp. „R“ - rasp. „A“ - Resnik
o zaštitni signal RJu92 rasp. „R“ (im = 6 ‰ dozvoljena brzina 30 km/h),
o zaštitni signal RJu94 rasp. „A“ (im = 4 ‰ dozvoljena brzina 30 km/h),
o putni prelaz PBA1 (im = 2 ‰, dozvoljena brzina 50 km/h),
• Beograd ranžirna - rasp. „R“ - Rakovica - rasp. „K1“ - Jajinci
o zaštitni signal RJu92 rasp. „R“ (im = 6 ‰ dozvoljena brzina 30 km/h),
o ulazni signal st. Rakovica Lu91 (im = 16 ‰ dozvoljena brzina 30 km/h),
o zaštitni signal Ku92 rasp. „K“ (im = 12 ‰ dozvoljena brzina 30 km/h),
o ulazni signal st. Jajince Nu92 (im = 11 ‰ dozvoljena brzina 60 km/h), i
• Resnik - Rakovica
o prostorni signal A61 (im = 1 ‰ dozvoljena brzina pre signala 50 km/h, posle signala 30 km/h),
o putni prelaz PBA1 (im = 1 ‰, dozvoljena brzina pre prlaza 30 km/h, posle prelaza 50 km/h) (slika 3).

Posmatrani su putnički i teretni vozovi. Kod putničkih vozova posmatrani su vozovi sa klasičnim sastavom (mase 240 t, 400 t i 560 t) za čiju vuču se koriste elektrolokomotive

seije 441 i vozovi za koje su angažovane elektromotrne garniture serije 412/416 i 413/417. Kod teretnih vozova posmatrani su vozovi masa 900 t, 1200 t, 1500 t i 1800 t za čiju vuču se koriste elektrolokomotive seije 461.




*Slika 3. Prikaz mesta neplaniranog zaustavljanja vozova*
*Gde su: 1 – Rju92, 2 – Rju94, 3 – PBA1, 4 – Ku92,*
*5 – Nu92, 6 – A61, 7 – Lu91*

Usvojeno vreme zadržavanja voza ispred ulaznog ili zaštitnog signala je 1 min, ispred prostornog signala je 4 min i ispred putnog prelaza je 10 sekundi.

U tabeli 1 dat je prikaz izlaznih rezultata iz modela, tj. proračunatih vrednosti produženja voznih vremena za sva posmatrana mesta zaustavljanja i to pojedinačno i kumulativno za posmatrane deonice.

Tabela 1. Vrednosti produženja voznih vremena (u sekundama)

| Vrednosti produženja voznih vremena za motorne garniture, putničke i teretne vozove | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vrsta voza | PV 240t | PV 400t | PV 560t | 412 | 413 | TV 900t | TV 1200t | TV 1500t | TV 1800t |
| PRIMER 1 | Kretanje vozova na potezu Rakovica - rasp. A - Resnik | | | | | | | | |
| Vu92 | 89 | 97 | 104 | 79 | 75 | 107 | 118 | 130 | 143 |
| PBA1 | 39 | 47 | 54 | 29 | 25 | 57 | 68 | 80 | 93 |
| ZBIRNO | 128 | 144 | 158 | 108 | 100 | 164 | 186 | 210 | 236 |
| PRIMER 2 | Kretanje vozova na potezu Beograd ranžirna - rasp. R - rasp. A - Resnik | | | | | | | | |
| RJu92 | X | X | X | X | X | 77 | 84 | 92 | 103 |
| RJu94 | X | X | X | X | X | 76 | 81 | 87 | 94 |
| PBA1 | - | - | - | - | - | 57 | 68 | 80 | 93 |
| ZBIRNO | - | - | - | - | - | 210 | 233 | 259 | 290 |
| PRIMER 3 | Kretanje vozova na potezu Beograd ranžirna - rasp. R - Rakovica - rasp. K - Jajinci (okretanje u Rakovici) | | | | | | | | |
| RJu92 | X | X | X | X | X | 77 | 84 | 92 | 103 |
| Lu91 | X | X | X | X | X | 112 | 219 | * | * |
| Ku92 | X | X | X | 68 | X | 96 | 125 | 198 | * |
| Nu92 | X | X | X | 84 | X | 93 | 118 | * | * |
| ZBIRNO | - | - | - | 152 | - | 378 | 546 | - | - |
| PRIMER 4 | Kretanje vozova na potezu Resnik - Rakovica | | | | | | | | |
| A61 | 265 | 269 | 274 | 256 | 253 | 275 | 281 | 287 | 293 |
| PBA1 | 26 | 34 | 40 | 22 | 17 | 43 | 53 | 64 | 75 |
| ZBIRNO | 291 | 303 | 314 | 278 | 270 | 318 | 334 | 351 | 368 |

*Napomena:*
*X - vozovi ne saobraćaju na ovoj deonici pruge,*
** vučno vozilo ne može da vuče voz date mase na tom delu pruge*

Na osnovu podataka prikazanih u tabeli uočava se da se na posmatranim deonicama produženje voznih vremena putničkih vozova kreće u intervalu od 100 do 314 sekundi (od oko 1,5 min do oko 5 min), a teretnih vozova od 164 sekunde do 546 sekundi (od oko 2,5 min do oko 9 min).

Obzirom da se na posmatranim prugama saobraćaj vozova odvija u staničnom razmaku ova produženja vremena vožnje utiču na povećanje perioda grafikona saobraćaja vozova na jednokolosečnim prugama i povećanje intervala sleđenja vozova na dvokolosečnim prugama, odnosno na smanjenje propusne moći pruga. Kako je trenutno na ovim prugama obim saobraćaja vozova u nekim periodima dana veliki dolazi do lančanih poremećaja u saobraćaju vozova. Najčešće vozovi čekaju u stanicama na otpremu što dovodi do zagušenja stanica. Sve to dovodi i do poteškoća pri operativnom upravljanju saobraćajem jer neki vozovi moraju da budu preusmereni (pretrasirani) na druge pruge.

## V. ZAKLJUČAK

Poremećaji u saobraćaju vozova koji nastaju usled smetnji i kvarova na opremi i uređajima stvaraju velike probleme u operativnom upravljanju saobraćajem. Postoje mnogobrojni softveri koji služe za podršku odlučivanju u planiranju reda vožnje i operativnom upravljanju. Problem neplaniranog zaustavljanja vozova nije tretiran u okviru ovih softvera, mada postoje brojni primeri posebnih proračuna rađenih za potrebe podrške operativnom upravljanju kod poremećaja u saobraćaju [5], minimiziranja troškova kašnjenja i proračuna dodatnih troškova energije [6]. Neka istraživanja rađena za potrebe inostranih železnica ukazala su da su toškovi energije i dodatni troškovi kašnjenja vozova značajno veći od troškova popravke, zamene i ugradnje nove pojedinačne opreme i uređaja na pruzi.

Prikazani model za proračun produženja voznih vremena usled neplaniranog zaustavljanja jednostavan je za korišćenje, tako da može da bude koristan operativnim i planskim službama železnice. Planira se proširenje modela za potrebe proračuna potrošnje energije pri neplaniranom zaustavljanju i pokretanju vozova. Uz to moguće je model proširiti i za proračun dodatnih troškova vuče.

## LITERATURA

[1] D. Vujović, N. Pavlović, „Put kočenja voza u zavisnosti od načina kočenja pri primenjenom sistemu osiguranja Siemens I60“, časopis Železnice, br. 3, Vol 62, 2017.

[2] A. Radosavljević, V. Lučanin, „Osnovni otpor kretanja železničkih voznih sredstava“, Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 2004.

[3] A. Radosavljević, T. Kožulj, Lj. Bečejac, „Tehničko – eksploatacione karakteristike vučnih vozila na JŽ“, Želnid, 1998.

[4] Saobraćajno transportno uputstvo - deo B (Teretni saobraćaj), uz red vožnje 2016/2017., Železnice Srbije

[5] B. Fan, C. Roberts, P. Weston, „A comparison of algorithms for minimising delay costs in disturbed railway traffic scenarios“, Journal of Rail Transport Planning & Management, Volume 2, Issues 1–2, November–December 2012, Pages 23-33

[6] M. W. Jos, M. D. Dings, N. S. Maartje, „External and infrastructure costs of road and rail transport – analysing European studies“, Delft, CE, 2003.

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Применение современного устройства регулирования движения поездов при изучении комплекса мероприятий по автоматизации управления железнодорожным транспортом

# The Use of a Modern Device for Regulating the Movement of Trains When Studying a Set of Measures for the Automation of Railway Transport

Алексей Сапко[1], Владимир Трубицин[2]

*Военный институт (Железнодорожных войск и военных сообщений) Федеральное государственное бюджетное казённое военное образовательное учреждение высшего образования Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва, Санкт-Петербург, Россия*[1,2]

alex178.rus@yandex.ru [1], ndonina@yandex.ru[2]

***Резюме:*** *Железнодорожный транспорт представляет собой сложную транспортную систему с большими объемами перевозок и интенсивностью движения по ограниченному числу путей сообщения, что требует четкой организации перевозочного процесса. Применение систем регулирования движения с высокой степенью автоматизации значительно увеличивает пропускную способность железных дорог, обеспечивает безопасность движения и оперативное руководство перевозочным процессом. Рассматриваются устройства для автоматического контроля скорости, остановки и обеспечения эффективного и безопасного управления движением железнодорожного транспорта, которые приводят к повышению средней скорости движения поездов по участку диспетчерского управления и повышает пропускную способность участка диспетчерского управления без ухудшения условий по безопасности движения поездов.*
***Ключевые слова:*** *железные дороги; железнодорожный транспорт; автоматизации управления железнодорожным транспортом, безопасное управления движением железнодорожного транспорта.*

***Abstract:*** *Rail transport is a complex transport system with large volumes of traffic and traffic along a limited number of communication routes, which requires a clear organization of the transportation process. The use of traffic control systems with a high degree of automation significantly increases the capacity of railways, ensures traffic safety and the operational management of the transportation process. Devices for automatic speed control, stopping and ensuring efficient and safe control of railway traffic are considered, which lead to an increase in the average speed of trains in the dispatch control section and increase the throughput of the dispatch control section without compromising the safety conditions for train traffic.*
***Key words:*** *railways, railway transport, rail control automation, safe rail traffic control.*

## I. ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

Железнодорожный транспорт представляет собой сложную транспортную систему с большими объемами перевозок и интенсивностью движения по ограниченному числу путей сообщения, что требует четкой организации перевозочного процесса. Осуществлять регулирование движения поездов в ручном режиме крайне сложно, неэффективно и небезопасно Применение систем регулирования движения с высокой степенью автоматизации значительно увеличивает пропускную способность железных дорог, обеспечивает безопасность движения и оперативное руководство перевозочным процессом, оказывает положительное влияние на рост производительности труда работников, связанных с движением поездов.

## II. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Большое значение для регулирования движения поездов на железнодорожном транспорте имеют устройства для автоматического контроля скорости, остановки и обеспечения эффективного и безопасного управления движением железнодорожного транспорта. Они имеют связь с железнодорожным путем, вдоль полотна которого расставлены вехи с постоянными или произвольно выбранными интервалами между собой, на входе каждого дорожного участка вехи расположены так, чтобы они образовывали репер идентификации (опознавания) дорожного участка и инициирования устройства, при этом средства обработки сигналов, выданных средствами обнаружения вех, имеют в своем составе блок хранения программы движения поезда в форме кодов и узел когерентности (связи) с безопасным "окном" спектра разделения сигналов, систему контроля превышения скорости, предназначенную для управления устройствами экстренного торможения поезда, если указанные сигналы разделяются друг от друга на расстояние, превышающее длину вышеуказанного "окна" спектра безопасного расхождения этих сигналов.

Однако для функционирования данных устройств необходимо расположение вех вдоль железнодорожного полотна, что усложняет систему управления движением транспорта, снижает ее надежность и не позволяет обеспечить высокую точность управления движением поезда.

Устройство содержит датчик пути и скорости, выход которого подключен к блоку определения скорости, генератор временных меток, выход которого подключен к блоку определения текущего времени и второму входу блока определения скорости, датчик давления, установленный на тормозной магистрали, пульт управления, подключенный к цепям управления поезда, блок управления режимом тяги и блок управления режимом торможения, вычислительный блок, блок памяти, тактовый генератор, контроллер, два дешифратора, блок управления, три блока сопряжения, блок индикации и блок речевого информатора, причем блок определения скорости, генератор временных меток, блок определения текущего времени, датчик давления и пульт управления подключены соответственно к первому, второму, третьему, четвертому и пятому входам первого блока сопряжения, выход которого соединен с первым входом вычислительного блока, к второму, третьему и четвертому входам которого подключены соответственно блок управления, блок памяти и тактовый генератор, причем тактовый генератор соединен с седьмым входом первого блока сопряжения, блок управления через контроллер подключен к блоку памяти, первый выход вычислительного блока через второй блок сопряжения соединен с блоком индикации, второй выход вычислительного блока через третий блок сопряжения соединен с блоком речевого информатора, третий выход вычислительного блока через первый дешифратор подключен к блоку управления режимом тяги, четвертый выход вычислительного блока через второй дешифратор подключен к блоку управления режимом торможения, выходы блока управления режимом тяги, блока управления режимом торможения подключены к цепям управления поездом, выход блока управления режимом тяги подключен также к шестому входу первого блока сопряжения, обеспечивающее автоматизацию управления движением поезда, включая пуск и разгон, выбор режима ведения поезда на перегонах, подтормаживание при выполнении ограничений скорости, точное торможение под сигналы, требующие снижения скорости (желтый, красно-желтый, красный), а также отображение информации о текущей и рациональной динамике движения. Это техническое решение обеспечивает повышение точности выполнения графика движения поезда, снижение расхода энергии на тягу поезда, снижение психофизиологической нагрузки на машиниста.

Недостатком этого технического решения является пониженная пропускная способность, обусловленная тем, что темп снижения скорости при получении по каналам автоматической локомотивной сигнализации кодового сигнала с большим скоростным ограничением всегда осуществляют из условия отработки заложенной в блоке памяти «тормозной кривой» для достижения новой разрешенной скорости к моменту достижения локомотивом поезда конца текущего блок-участка.

Технический результат устройства заключается в повышении пропускной способности без ухудшения безопасности движения поездов.

При расчете минимально допустимой по условиям обеспечения безопасности движения интенсивности торможения поезда учитывают ряд показателей:

максимальное замедление, тормозной путь, время срабатывания тормозных механизмов, диапазон и алгоритм изменения тормозных усилий, падение эффективности вследствие продолжительной работы (нагрева).

Реализация способа заключается в следующем (рисунок 1).

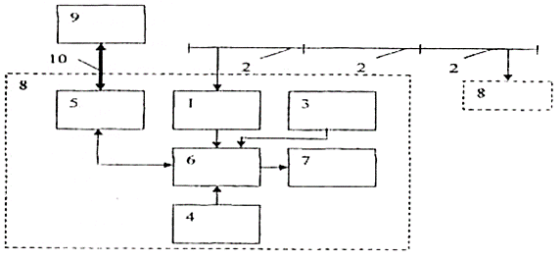



*Рис. 1. Схема регулирования движения поездов*

В блок 6 приоритетного управления на локомотивах 8 поступает информация с центрального пункта 9 диспетчерского управления по радиоканалу 10 на локомотивный приемопередатчик 5, с выхода которого и с выхода локомотивного приемника 1 кодовых сигналов автоматической локомотивной сигнализации из рельсовых цепей блок-участков 2 о временных ограничениях скорости, о текущих ограничениях по максимальной скорости движения поезда, с блока 3 информация о текущей координате местонахождения поезда и с блока 4 о постоянных координатах начала участка ограничения скорости по маршруту следования поезда, которая предварительно вводится с учетом таких категорий, как: грузовые, пригородные пассажирские, пассажирские дальнего следования и/или высокоскоростные пассажирские. На основании этих данных блок 6 приоритетного управления рассчитывает минимально допустимую по условиям обеспечения безопасности движения, интенсивность торможения поезда. При расчете минимально допустимой по условиям обеспечения безопасности движения интенсивности торможения поезда учитывают ряд показателей: максимальное замедление, тормозной путь, время срабатывания тормозных механизмов, диапазон и алгоритм изменения тормозных усилий, падение эффективности вследствие продолжительной работы (нагрева). Эти показатели задаются по информации с соответствующих датчиков или вручную машинистом в зависимости от имеющегося оборудования.

Так как текущие координаты локомотива 8 поезда известны, а координаты начала участка ограничения скорости задаются по информации с центрального пункта 9 диспетчерского управления или постоянны (например, это может быть зона расположения некоторых переездов, мостов, крутых поворотов на перегонах и т.д.), блок 6 приоритетного управления определяет координату (момент) включения блока 7 управления торможением поезда, чтобы при его включении скорость поезда была максимально допустимой при достижении поездом координаты начала участка ограничения как разность расстояния от текущей координаты локомотива до координаты начала участка движения с установленной допустимой скоростью и отношения разности квадратов текущей скорости и скорости на участке движения с установленной допустимой скоростью к удвоенной минимально допустимой по условиям обеспечения безопасности движения интенсивностью торможения поезда.

Таким образом, блок 6 приоритетного управления обеспечивает возможность движения на всем пути следования поезда с максимально допустимой из задаваемых ограничениями на каждом участке пути разрешенной скоростью и минимально допустимой по условиям обеспечения безопасности движения интенсивностью торможения при переходе с участка с большей разрешенной скоростью на участок с меньшей разрешенной скоростью и информирует о ней и о типе использованного ограничения блок 7 управления торможением поезда. В зависимости от вводимых и текущих данных координаты и скорости блок 6 приоритетного управления торможением поезда выбирает режим снижения скорости, если текущая скорость превышает допустимую, т.е. каждый раз обеспечивается включение торможения при фактической скорости «в последний момент», когда еще возможно достижение заданной скорости с начала заданного участка пути. Если поезд движется с заданной скоростью, превышающей разрешенную ограничениями скорость движения на заданном участке пути впереди движения локомотива 8, блок 6 определяет координату начала торможения при этой скорости движения поезда для достижения разрешенной ограничениями скорости движения на заданном участке пути с начала участка ограничения скорости при использовании минимально допустимой, по условиям обеспечения безопасности движения интенсивности торможения поезда. Если до достижения локомотивом рассчитанной координаты начала торможения под действием какой-либо команды скорость локомотива 8 изменится или появится новый участок пути с ограниченной скоростью, блок 6 рассчитывает новую координату начала торможения.

Это повышает среднюю скорость движения поездов по участку диспетчерского управления и, следовательно, повышает пропускную способность участка диспетчерского управления без ухудшения условий по безопасности движения поездов.

## III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обеспечение требуемой пропускной способности и безопасной работы железнодорожного транспорта являются важными задачами при организации железнодорожных перевозок.

Таким образом, предложенное устройство позволит:

повысить среднюю скорость движения поездов по участку диспетчерского управления;

повысит пропускную способность участка диспетчерского управления без ухудшения условий по безопасности движения поездов.

## ЛИТЕРАТУРА

[1] Портал интеллектуальной собственности [Электронный ресурс].- Режим доступа: http://www.fmdpatent.ru/patent/246/2468951.html.

[2] Портал научно-электронной библиотеки [Электронный ресурс].- Режим доступа: http://lokomo.ru/scb/irdp.html.

[3] Портал форума «Светофор» [Электронный ресурс].- Режим доступа: http://www.svettofor.ru/articles-documents/60-2009-10-22-06-23-28.

[4] Е.А. Малыгин, „Технические средства и технологии безопасности транспортного процесса“, Курс лекций. Часть I. 2-е издание/УрГУПС. – Екатеринбург, 2012.

[5] А.В. Горелик, Д.В. Шалягин, Ю.Г. Боровков, В.Е. Митрохин и др., „Системы железнодорожной автоматики, телемеханики и связи“, учебник: в 2 ч. /.; под ред. А.В. Горелика. – М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2012.

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Изучение работы метрологической службы на ОАО «РЖД» в рамках учебной программы в колледже железнодорожного транспорта УрГУПС

# Study of Work of Metrological Service at JSC "RZD" Within the Framework of the Training Program at the College of Railway Transport of UrGUPS

Шарафитдинова Наталья Валентиновна[1], Прокопьев Кирилл Александрович[2]

*Колледж железнодорожного транспорта Уральского государственного университета путей сообщения, Екатеринбург, Россия* [1,2]

selevaho@yandex.ru[1], Super.pro1999@ya.ru[2]

***Резюме:*** *в статье проанализирована работа метрологической службы ОАО «Российские железные дороги», представлены основные задачи и особенности подразделений базовой структуры метрологической службы.*
***Ключевые слова:*** *метрологическая служба, метрологический контроль, метрологический надзор, положение о метрологической службе.*

***Abstract:*** *The article analyzes the work of the metrological service of JSC "Russian Railways", presents the main tasks and features of the basic structure of the units of the metrological service.*
***Key words:*** *metrological service, metrological control, metrological supervision, regulations on metrological service.*

## I. ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

Метрологическая служба ОАО «РЖД» создана для организации работ по обеспечению единства и требуемой точности измерений, осуществлению метрологического контроля и надзора, внедрению и соблюдению метрологических норм и правил с целью обеспечения безопасности движения, улучшения качества и повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции (оказываемых услуг), повышения качества ремонта и обслуживания подвижного состава и других технических средств железнодорожного транспорта, принадлежащих ОАО «РЖД», обеспечения безопасных условий труда и охраны окружающей среды.

Метрологическая служба руководствуется в своей деятельности Конституцией Российской Федерации, федеральными конституционными законами, федеральными законами, иными нормативными правовыми актами Российской Федерации, Уставом ОАО «РЖД», приказами и другими нормативными документами ОАО «РЖД».

К основным правовым документам, регулирующим метрологическую деятельность ОАО «РЖД» относятся Конституция Российской Федерации, Федеральные законы «О техническом регулировании»; «Об обеспечении единства измерений»; «О железнодорожном транспорте в Российской Федерации». Вступили в действие Технические регламенты Таможенного союза «О безопасности железнодорожного подвижного состава», «О безопасности инфраструктуры железнодорожного транспорта»; «О безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта».

В качестве нормативных документов применяются документы ОАО «РЖД»: Положение о метрологической службе ОАО «РЖД», стандарты организации ОАО «РЖД»: «Система калибровки средств измерений в ОАО

«РЖД», стандарты организации (СТО) по метрологическому обеспечению ОАО «РЖД», Соглашение о взаимодействии между Росстандартом и ОАО «РЖД».

## II. РАБОТА МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ

Структура, функции и задачи метрологической службы ОАО «Российские железные дороги» – основного субъекта хозяйственной деятельности на российских железных дорогах определены «Положением о метрологической службе ОАО «РЖД».

Виды деятельности метрологической службы:

- координация деятельности в области обеспечения единства измерений структурных подразделений дороги и территориальных подразделений функциональных филиалов ОАО «РЖД»;
- метрологическое обслуживание средств измерений по видам измерений (организация и осуществление поверки, калибровки средств измерений, их ремонт);
- анализ состояния и применения средств измерений, подготовка предложений по оптимизации их количества;
- участие в аккредитации на право проведения калибровочных работ в системе калибровки средств измерений в ОАО «РЖД»;
- ведение паспорта метрологического обеспечения, форм внутренней статистической отчетности и первичной учетной документации по применяемым средствам измерений и испытательному оборудованию.

Основными задачами метрологической службы являются: обеспечение единства и требуемой точности измерений, повышение уровня и развитие техники измерений выполняемых работ в ОАО «РЖД»; определение основных направлений деятельности и выполнение работ по метрологическому обеспечению исследований, разработки, производства, строительства, испытаний и эксплуатации продукции, выпускаемой и используемой в ОАО «РЖД»; проведение работ по оценке соответствия применяемых методов и средств измерений нормативам точности и достоверности измерений; внедрение современных методов и средств измерений, автоматизированного испытательного и контрольно-измерительного оборудования, информационно-измерительных систем и комплексов, а также эталонов, применяемых для калибровки (поверки) средств измерений; осуществление в установленном порядке метрологического контроля путем калибровки (поверки) средств измерений; осуществление метрологического надзора за состоянием и применением средств измерений, аттестованными методиками выполнения измерений, эталонами, используемыми для калибровки (поверки) средств измерений, соблюдением требований законодательства Российской Федерации и нормативных документов ОАО «РЖД» в области обеспечения единства измерений; планирование деятельности, направленной на развитие и совершенствование метрологической службы; установление рациональной номенклатуры контролируемых параметров и средств измерений, подлежащих государственному метрологическому контролю и надзору; обеспечение внедрения системы управления качеством измерений и испытаний при изготовлении, эксплуатации, ремонте и техническом обслуживании технических средств железнодорожного транспорта на основе применяемых стандартов.

О важности измерительной информации на железнодорожном транспорте свидетельствует то, что 25% рабочего времени работников предприятий вагонного, локомотивного хозяйств, электроснабжение, связи и других хозяйств уходит на контрольно-измерительные операции. Поэтому метрологическое обеспечение как система управления качеством измерении являются одним из главных звеньев обеспечения повышения эффективности работы железнодорожного транспорта.

На сегодняшний день в ОАО «РЖД» действуют 16 центров метрологии, парк обслуживаемых средств измерений составляет: 1 872 375 единиц. К ним относятся средства измерений, применяемые в сервисных локомотивных и ремонтных депо, при ремонте и обслуживании путевого хозяйства, а также на тяговом подвижном составе и других хозяйствах ОАО «РЖД». На сети железных дорог работает более 5 тыс. специалистов-метрологов.

Метрологическая служба представляет собой систему, включающую головную и базовые структуры, подразделения метрологической службы на железных дорогах, в функциональных филиалах, других структурных подразделениях ОАО «РЖД» и Совет главных метрологов ОАО «РЖД».

Подразделениями базовой структуры метрологической службы являются проектно-конструкторское бюро локомотивного хозяйства (ПКБ ЦТ ОАО «РЖД»), проектно-конструкторское бюро вагонного хозяйства (ГУП ПКБ ЦВ ОАО «РЖД»), проектно- конструкторское технологическое бюро по пути и путевым машинам (ПТКБ ЦП ОАО «РЖД»), проектно- конструкторское бюро по электрификации железных дорог (ПКБ ЭЖД ОАО «РЖД»), центральная станция связи (ЦСС ОАО «РЖД»), проектно-конструкторское технологическое бюро железнодорожной автоматики и телемеханики (ПКТБ ЦШ ОАО «РЖД»), проектно-конструкторское технологическое бюро по локомотивам (ГП ПКБл ОАО «РЖД»), проектно-конструкторское технологическое

бюро по вагонам (ПКТБ по вагонам ОАО «РЖД»), проектно-конструкторское бюро пассажирского хозяйства (ПКБ ЦЛ ОАО «РЖД»).

Метрологическая служба железной дороги осуществляет метрологический контроль путем калибровки (проверки) средств измерений, надзор за состоянием и применением средств измерений, испытаний и контроля, аттестованными методиками выполнения измерений, эталонами единиц величин, соблюдением метрологических правил и норм.

Метрологическая служба железной дороги несет ответственность за состояние и дальнейшее развитие метрологического обеспечения на дороге и за соблюдение на ней требований стандартов ГСИ, метрологических правил и норм и других документов Федерального агентства по техническому регулированию по вопросом метрологического обеспечения.

В связи с тем, что на железной дороге часть средств измерений применяется сферах распространения государственного метрологического контроля и надзора, предусмотренных статьей 1 п.3 Закона № 102-ФЗ «Об обеспечений единства измерений», центр стандартизации и метрологии дороги в соответствии с рекомендациями Р32. 110-98 «Руководство по установлению номенклатуры контролируемых параметров и средств измерений на железнодорожном транспорте, подлежащих государственному метрологическому контролю и надзору» (дата актуализации 10.08.2017г.) составляет перечень средств измерений, подлежащих государственной проверке, и представляет его в территориальные органы Росстандарта по месту расположения управления железной дороги.

Метрологические службы организаций, не входящих в состав железных дорог, возглавляет главный инженер организации. Для непосредственного руководства работой вводится должность главного метролога. Он руководит группой метрологического обеспечения производства и лабораторией калибровки (поверки) и ремонта средств измерений.

Положение о метрологической службе ОАО «РЖД» устанавливает права и функции головной и базовой структур метрологической службы, подразделений метрологической службы на железных дорогах и в функциональных филиалах ОАО «РЖД» [1].

Финансирование работ по выполнению задач, стоящих перед метрологической службой, осуществляется за счет эксплуатационных расходов или капитальных вложений в зависимости от характера выполняемых метрологических работ. Подразделения метрологической службы в функциональных филиалах ОАО «РЖД» имеют право:

- вносить руководству функционального филиала ОАО «РЖД» предложения об устранении недостатков в вопросах обеспечения единства измерений, о прекращении работ, проводимых с нарушением метрологических правил и норм, а также о повышении эффективности метрологического обеспечения;
- запрашивать от подразделений функционального филиала ОАО «РЖД» материалы, необходимые для проведения проверок в порядке осуществления метрологического надзора и контроля;
- вносить руководству функционального филиала ОАО «РЖД» предложения о поощрении работников метрологической службы.

Одним из важнейших условий обеспечения стабильной эксплуатационной работы железнодорожного транспорта является организация деятельности метрологического обеспечения в полном соответствии с Федеральным законом № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» и другими нормативными правовыми актами и нормативными документами Российской Федерации.

В целях установления взаимодействия в области метрологического обеспечения, для реализации основных направлений деятельности и определения номенклатуры контролируемых параметров и средств измерений, применяемых в ОАО «РЖД» подписано Соглашение о взаимодействии между Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии и ОАО «Российские железные дороги».

Для обеспечения собственными силами поверки средств измерений применяемых в компании, отнесенных к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, ОАО «РЖД» аккредитовано Росаккредитацией как единое юридическое лицо в соответствии с требованиями Федерального закона № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений». В период со 2 июля 2014г. по 23 января 2015г. впервые в России была проведена масштабная процедура аккредитации ОАО «РЖД», в которой было задействовано 60 экспертов из 9-ти экспертных организаций Росаккредитации, издано 99 приказов Росаккредитации и 33 приказа Росстандарта. Все проверки (33 документарные и 240 выездные) были пройдены метрологическими подразделениями ОАО «РЖД» без приостановления процедуры аккредитации для устранения замечаний, что явилось подтверждением качественной подготовки метрологической службы ОАО «РЖД» к аккредитации [2].

По результатам процедуры аккредитации ОАО «РЖД» внесено в государственный Реестр аккредитованных лиц от 02.12.2014 г. № RA.RU.0001.310555 и Росаккредитацией выдан единый аттестат аккредитации № RA.RU.310555, удостоверяющий, что Открытое акционерное общество «Российские железные дороги» соответствует требованиям ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009 и аккредитовано в области обеспечения единства измерений для выполнения работ и оказания услуг по поверке средств измерений.

## III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В колледже железнодорожного транспорта дисциплина «Метрология, стандартизация и сертификация» изучается на 2 курсе; относится к профессиональному учебному циклу, является общепрофессиональной дисциплиной основной профессиональной образовательной программы. Студенты изучают основные понятия метрологии, различные измерительные приборы, правовые основы метрологической службы, нормативно-правовое регулирование системы стандартизации, методы стандартизации, системы управления качеством. Обучение метрологии осуществляется с использованием комплексного подхода. Основная направленность образовательного процесса – изучение технологии метрологического обеспечения, а также методов метрологического испытания и внедрения.

В результате освоения дисциплины обучающиеся умеют применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов, применять основные правила и документы системы сертификации Российской Федерации. Знают основные понятия и определения метрологии, стандартизации и сертификации, допуски и посадки, документацию систем качества, основные положения национальной системы стандартизации Российской Федерации.

В наше время информация быстро обновляется: между сдачей зачета по дисциплине и началом профессиональной деятельности появляется много новых разработок, с которыми специалист должен ознакомиться самостоятельно. Полученные знания по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация», а также желание обучающихся постоянно развивать, совершенствовать свои знания, стремление стать конкурентоспособным специалистом, в том числе и на международном уровне, позволит обеспечить безопасность движения железнодорожного транспорта.

## ЛИТЕРАТУРА

[1] Е. Б. Герасимова, Б. И. Герасимов, „Метрология, стандартизация и сертификация“, Учебное пособие /. - 2-е изд. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 224 с.: — Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/767649

[2] И. П. Кошевая, А. А. Канке, „Метрология, стандартизация, сертификация“, учебник / И.П. Кошевая, А.А. Канке. — М. : ИД «ФОРУМ» : ИНФРА-М, 2017. — 415 с. — (Профессиональное образование). — Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/560216

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Аспекти кашњења у превозу путника железницом

## Delay Factors in Railway Passenger Transport

Димитрије Милутиновић[1], Зоран Аврамовић[2]

*JSC for Passenger Railway Transport "Srbija Voz" Belgrade, Serbia[1],*
*University of Belgrade, Faculty of Transport and Traffic Engineering, Belgrade, Serbia[2]*

dimitrije.milutinovic@srbrail.rs[1], zoran.avramovic@sf.bg.ac.rs[2]

***Апстракт:*** *Тачност на многим железничким мрежама делимично зависи од обима саобраћаја и искоришћености капацитета, а већим делом од степена оптимизације робусности при пројектовању реда вожње. Кашњења возова при извршењу саобраћаја имају централну улогу у железничким операцијама. Она су од великог значаја, како за кориснике тако и за железничке оператере и представљају директну меру квалитета и поузданости, а тиме и важан сегмент конкурентности целе железнице. Индиректно, кашњења утичу на квантитативне факторе као што су капацитет, односно број возова који могу саобраћати на одређеној деоници. Из тих разлога анализа кашњења и простирање кашњења суштински су део железничких истраживања, пројектовања и конструкције реда вожње, ради подизања квалитета реда вожње и обезбеђења поузданости железничких операција.*
***Кључне речи:*** *железница, превоз путника, кашњење возова, тачност, мрежни ефекти.*

***Abstract:*** *Punctuality on many railway networks partially depends on the volume and use of capacity, but mostly on the degree of optimization of robustness during the design of the timetable. Train delays play a major role in carrying out traffic operations. They are of utmost importance, both for passengers and railway operators and present a direct measure of quality and reliability, and thus an important segment of the entire railways' competitiveness. Indirectly, delays influence quantitative factors such as capacity, in terms of the number of trains that can run on a given track section. Due to this, delay analysis and delay distribution are a core part of railway research, design, and timetable construction processes, with the goal of increasing the timetable quality and securing the reliability of railway operations.*
***Key words:*** *railway, passenger transport, train delay, punctuality, network effects.*

## I. УВОД

У железничком саобраћају исту инфраструктуру користе железнички оператери за превоз путника и оператери за превоз робе. Висок ниво коришћења инфраструктуре и висок ниво међусобне повезаности возова чини да поузданост железничког саобраћаја постаје веома осетљива. Преседања путника, измена састава возова, турнуси возних средстава и турнуси возног и возопратног особља имају своју улогу у интеракцији између возова. Заједничко коришћење исте инфраструктуре од стране различитих железничких сервиса, са различитим брзинама и дестинацијама, најчешће су главни разлог за простирање кашњења кроз железничку мрежу [1].

Планирање још већег броја траса потребно је да би се задовољили нови захтеви оператера у путничком и теретном саобраћају, а то је важан задатак у повећавању укупне ефикасности железнице. Међутим, повећање ефикасности, по дефиницији, смањује простор на графикону возова и робусност реда вожње [2]. Настала кашњења једног воза могу довести до повећања кашњења других возова, и ефекат "knock-on" - домино ефекат, може да се настави све до периода ниског интензитета саобраћаја (ноћу). Railtrack, управљач инфраструктуром на холандским железницама, су

проценили да сваки 1% од додатних, нових траса додаје 2,5% кашњења у железнички систем.

Даљи проблеми настају код мешовитог железничког саобраћаја, јер се возови са различитим параметрима (на пример, брзине и убрзања) не усклађују тако добро. Побољшања се могу постићи раздвајањем саобраћаја возова на колосеке намењене за одређену врсту и категорију возова (што може бити веома скупо), и углавном је ово немогуће применити на оптерећеним деловима железничке мреже.

Истовремено, у многим земљама у Европи посвећује се посебна пажња јавности на тачност. Статистике „Путничке повеље“ су прикупљене за последњих десетак година, и објављене од стране оператора железничких компанија (Train operating company - TOC). TOC има дефинисане параметаре са управљачима инфраструктуре, а сва кашњења преко једне минуте се приписују некој од компанија. Обзиром да је уговорено плаћање између управљача инфраструктуре и железничких оператера, које делимично зависи од учинка (мерено у смислу кашњења), ово питање може значајно да утиче на финансијско пословање компанија.

Редови вожње захтевају разматрање коришћења капацитета железничких пруга. Било какве измене у редовима вожње захтевају тестирање робусности на могућа кашњења као и утицај на друге возове [3]. Казнени режими су значајни и врло је вероватно да ће у будућности бити уведена обавеза тестирања реда вожње пре него што се он имплементира. Овај тест захтева симулацију траса, путева вожње, возова и самог реда вожње. Симулација може да идентификује повезане слабости, које могу бити присутне у предложеном реду вожње.

## II. ТАЧНОСТ И ПОУЗДАНОСТ

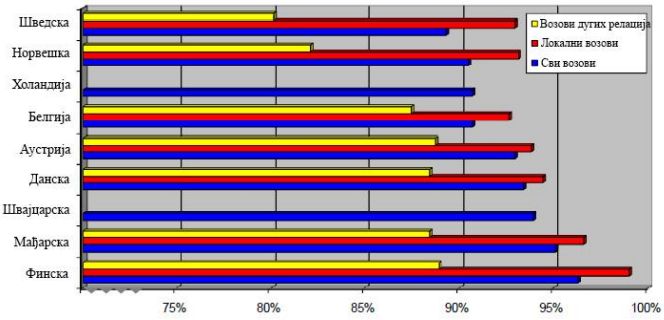
Да би се квантификовала поузданост у железничком саобраћају потребно је дефинисати параметре поузданости и њихове граничне вредности. Неки од тих параметара су у употреби у свакодневној железничкој пракси, да би се обавестили корисници и обезбедио квалитет јавног превоза.

Неки од могућих параметара јесу тачност и просечно кашњење возова у доласку. Тачност је вероватно најраспрострањенија мера поузданости у пракси. Ова мера се добија прорачуном процента возова који долазе у оквиру дефинисаног броја минута од предвиђеног времена доласка према реду вожње. Није дозвољено да се возови за превоз путника отпремају пре времена, дакле возови могу бити отпремљени на време или могу каснити.

Већина земаља је дефинисала граничне вредности за долазак возова на време и оне се разликују од земље до земље. У SAD, гранична вредност варира од 5-30 минута (у зависности од дужине железничке линије). У Холандији су дефинисани и обухваћени анализама одласци из 34 станице и само возови на такозваном „језгру мреже“. У Данској је дефинисано да возови саобраћају на време уколико стигну у року од:

- S-возови - 2½ min,
- регионални возови - 5 min,
- Intercity и Intercity Express возови - 5 min,
- теретни возови - 10 min.

Због различитих начина мерења тачности, спроводи се само неколико међународних поређења кашњења возова на железницама (слика 1.) [4].




*Слика 1. Приказ процента возова у доласку са кашњењем мањим од 5 минута*

Иако су кашњења и тачност важне мере поузданости железничких операција, кашњења се могу тешко предвидети, због чињенице да је кашњење често случајан догађај, док се у случају планираних активности (на пример, грађевинских радова на инфраструктури) може десити да због закаснелог воза касне и други возови. Дакле, присутни су различити типови кашњења. Потребно је испитати како потрошња капацитета утиче на простирање кашњења. Сложеност прорачуна кашњења повећава се са величином мреже и сложености одвијања железничког саобраћаја.

Поред тачности доласка, такође се може анализирати тачност одласка. Да би се израчунала тачност, морају бити изабрана мерна места - обично низ великих станица. Прорачуни о тачности могу обухватити ограничени скуп возова (на пример, само возови дугих релација саобраћаја или само Intercity возови).

Мера побољшане тачности би била пондерисана тачност, где је сваки воз пондерисан према свом броју путника [4]. Међутим, у овом случају мора да буде на располагању и процена броја путника по возу. За формалне тачности подаци који се објављују и користе у уговорима са ресорним министарствима најчешће не обухватају све возове и све станице.

Овоме треба додати и могућност разматрања следећих параметара:

- *Тачност трансфера*. Изостајање прикључног воза често доводи до дугих времена путовања путника. Са фреквенцијом од два воза на сат и кратког времена преседања, мало кашњење воза може да проузрокује кашњење од 30 минута за путника. За ове ситуације поједина кашњења возова дају премало информација. Ако је међувреме довољно велико за путнике са воза на прикључни воз онда је трансфер реализован. Тачност преседања је проценат трансфера који су остварени. Такође, ова мера може да буде пондерисана, да представи значај различитих веза. Теже је рачунати број путника у преседању за одређену везу него само број путника у одређеном возу.
- *Отказани возови*. Отказани возови обично доводе до великих кашњења путника, посебно када су ниске фреквенције возова. Отказани возови не стижу и зато никада не долазе на време, нити касне: они нису укључени у приказ тачности. Осим тога, тешко је израчунати настала кашњења путника. Зато могућа веза није нужно иста за све путнике отказаног воза.
- *Просечно кашњење воза*. Просечно кашњење воза може бити најосновнија слика која се може применити. Недостатак је да неколико веома великих кашњења има велики утицај на просечно кашњење.
- *Просечно кашњење путника*. Просечно кашњење путника представља просечна искуства путника. Да би се стекла ова слика, подаци о кашњењима и отказаним возовима, као и о броју путника и трансфера, морају бити на располагању.

Сви наведени параметри имају своје предности и недостатке. Такође, потребно је обухватити варијације у операцијама „дан - за - даном“. Разлози поремећаја редовитости саобраћаја се најчешће региструју од стране управљача инфраструктуром. Али, ова регистрација најчешће није задовољавајућа, јер се само мали део поремећаја евидентира и није увек лако да се провери који поремећај изазива одређено кашњење.

Пример тачности и поузданости може се представити сагледавањем рада на DSB S-tog a/s (S-tog) - главног организатора железничког саобраћаја на железничкој мрежи у Копенхагену [5]. Квалитет услуга које пружа DSB S-tog се мери кроз вредност два индикатора: тачност и поузданост. Тачност се фокусира на број возова који долази „на време“ што значи „не касније од 2,5 минута после планираног времена доласка“, а поузданост се мери проценатом возова који су покренути према реду вожње. Према уговору између DSB S-tog и Министарства саобраћаја Холандије просечна тачност мора бити најмање 95% а просечна поузданост 97,5%.

## III. ФАКТОР КВАЛИТЕТА

Да би се обезбедио висок квалитет рада у смислу тачности, на пример, Аустријске железнице (ÖBB) препоручују коришћење процента времена заузетости инфраструктуре као фактора квалитета и користе симулацију железничких операција ради утврђивања потребног фактора квалитета, да би се постигао задовољавајући ниво тачности [6].

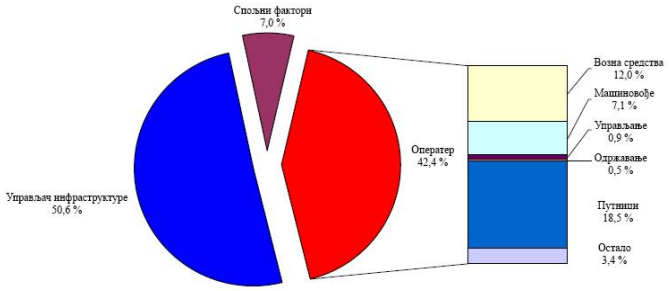
Фактор квалитета може да се процењује кроз проценат потрошње капацитета. На пример, он може да износи 20% капацитета. Приликом дефинисања фактора квалитета могуће је израчунати неискоришћени капацитет. Неискоришћени капацитет може да се користи за тачност и/или мрежне ефекате.

Парадокс да потрошња капацитета може бити 100 % када се користи овакав фактор квалитета, указује да није могуће управљати саобраћајем на задовољавајућем нивоу и да се утиче на стабилност/тачност. Возови који заузимају инфраструктуру за најдужу релацију добијају највећи додатак квалитета. Брзи возови углавном саобраћају на дужим релацијама него спорији возови, што доводи до већих ризика узастопних кашњења. Може се, дакле, дискутовати да ли је расподела додатака квалитета коректна. Спорији возови, на пример, локални возови, имају већи ризик од кашњења због чешћег заустављања. Да би се осигурала расподела додатака квалитета, фактор квалитета може бити додељен сваком возу као појединачни проценат или као фиксна (временска) вредност за сваку категорију воза.

## IV. КАШЊЕЊА ВОЗОВА

У железничком саобраћају се кашњења могу поделити на почетна (примарна или иницијална) и узастопна (секундарна) кашњења. Иницијална кашњења су кашњења настала кашњењем једног воза а узастопна кашњења су кашњења узрокована саобраћајем закаснелих возова. Почетна кашњења углавном се јављају услед дужег времена за размену путника, техничких поремећаја на инфраструктури или возном парку. Укупан износ кашњења у железничком систему једнак је збиру почетног кашњења и узастопних кашњења. Износ узастопних кашњења може се проценити на основу иницијалног кашњења и минималних времена слеђења.

Различити типови кашњења могу се поделити према одговорности и узроцима кашњења (слика 2.). Тако је могуће утврдити који случајеви кашњења су најчешћи и сходно томе покушати да се кашњења смање или елиминишу [4].




*Слика 2. Проценат закаснелих возова према одговорности на приградској железничкој мрежи Копенхагена за просечан месец у 2006. години*

Разлози почетних кашњења, који се односе на инфраструктуру или возни парк, сматрају се техничким грешкама. Трајање техничких грешака има важну улогу с обзиром на последице. Све врсте техничких грешака ограничавају расположиви капацитет (у поређењу са основним капацитетом у условима без поремећаја).

## V. КАШЊЕЊЕ ПУТНИКА

Параметар основе тачности (возови на време), који је важан за мерење поузданости железничких операција, јесте кашњење возова. Нивои поузданости и прецизност предвиђених услуга су неопходни управљачима инфраструктуре и железничким оператерима у планирању, управљању и маркетингу, а корисницима при избору начина путовања. За државне органе ове мере су потребне да би се проверило да ли је воз оператера, заједно са управљачем инфраструктуре, обезбедио обећан или уговорен квалитет услуга за клијенте.

Иако су тачност и поузданост важни параметри, они дају само ограничене информације о саобраћају возова. Према јавним извештајима о тачности, велики број мањих кашњења се не евидентира а значајно утиче на укупни квалитет рада. То је зато што возови нису регистровани да имају закашњења пре него што прећу одређени праг кашњења, иако путници могу пропустити прикључни воз управо због оваквих мањих кашњења.

Наизглед, релативно лако је применити тачност као меру оперативног квалитета. Међутим, постоје значајне разлике када се тачност користи као процена квалитета. Тачност може бити у вези са возовима или путницима. Ако воз саобраћа на време, то не значи да сви путници унутар воза не касне. Путник је закаснио унутар тачног воза ако је пропустио претходну везу због закаснелог воза. Такође, могуће је да путник не касни или је чак испред планираног времена, када користи претходно закаснели воз уместо првобитно планираног.

Истраживања о томе како путници доживљавају своју вредност времена указују да су кашњења и варијабилност путовања лошији од очекиваног. Иако кашњења имају велики значај за вредновање јавног превоза, процена и прогноза тачности и поузданости железничких система су утврђени за возове, а не за путнике. Осим тога, када су кашњења путника израчуната, основни модели не обухватају реакцију путника на кашњења и како их доживљавају. Путничка кашњења се разликују од кашњења возова због следећих разлога:

- Број путника по возу варира. У периодима са много путника по возу, постоји висок ризик од кашњења. Дакле, више је вероватно да ће возови у време вршног оптерећења са више путника каснити више од возова са мањим бројем путника изван вршног оптерећења. Пошто је потрошња капацитета често виша у време вршног оптерећења постоји већи ризик од узастопних кашњења.
- Путнички трансфери између железничких линија. Ако се планирана веза пропусти, кашњење путника може бити много веће него само кашњење долазећег воза.
- По истој деоници пруге могу саобраћати возови различитог ранга. Путници на кратким растојањима не касне или имају минимална кашњења ако могу да користе друге возове који воде до истог одредишта.

Сврха квантификовања путничког кашњења је достава детаљних извештаја о путничким кашњењима као и обезбеђење боље основе за планирање у железничким компанијама, укључујући и пројектовање реда вожње и планирање коришћења возног парка.

Поједина истраживања су спроведена моделовањем кашњења у реду вожње на бази модела избора трасе. Већина истраживања претпоставља да је ред вожње детерминистички, тј. без кашњења. Модели избора траса су такође често детерминистички, те отуда и име - детерминистички модели избора трасе. Међутим, током последње деценије развијени су и стохастички модели реда вожње. Додатна карактеристика ових модела јесте употреба случајних коефицијената.

### A. Планирано време чекања

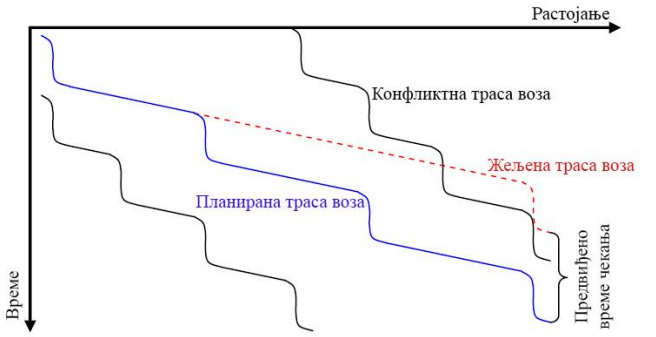
Када се планира ред вожње често се тежи већем броју траса возова дуж једне линије, сматрајући то добрим пословним потезом. Међутим, у процесу израде реда вожње често није могуће испунити планиране циљеве због ограничења капацитета. Уместо тога, често је потребно да се смањи број возова и/или хомогенизују операције смањивањем брзине неких возова (план кашњења). Недостатак капацитета може да доведе до ситуације у којој тржиште тражи циљеве који не могу бити испуњени.

Када железничке операције резултују великом потрошњом капацитета, брзина брзих возова (на пример, Intercity возова) мора да се прилагоди споријим

возовима, да би се обезбедио већи број траса на инфраструктури. Ово ће повећати време вожње за возове који могу саобраћати вишим брзинама. За једноколосечне пруге потрошња капацитета је већа због додатног времена заустављања на станицама укрштања возова.

Планирано „време чекања“, услед избегавања конфликта са споријим возовима, може се додати времену бављења на станицама и времену вожње, тако што се време путовања продужи или тако што у појединим станицама возови имају дуже време бављења. Ако је предвиђено „време чекања“ велико, могуће је да се оно искористи за додатна заустављања најбржих возова (слика 3.). На овај начин, планирани ред вожње има више заустављања него у траженом реду вожње.

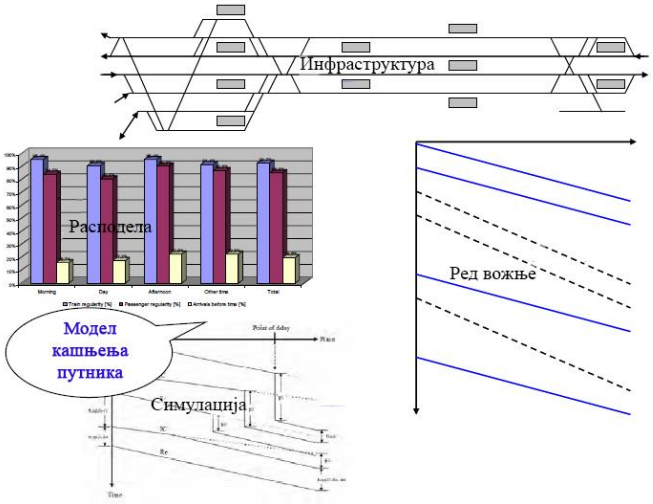
Ако су токови путника на успутним заустављањима воза мали, путници који не користе ове станице ће имати продужено време путовања због додатних заустављања. Поред тога, као резултат дужег времена путовања, оператерима је потребно више возова, а тиме и више особља, да се добије иста фреквенција возова. Коначно,




*Слика 3. Планирано време чекања због додатних заустављања*

спорије време путовања може довести до ниже фреквенције возова.

Побољшање реда вожње, без узимања у обзир ризика од кашњења, може да доведе до „прекомерно” оптимизованог реда вожње за путнике. То је зато што чак и мала кашњења резултирају изгубљеним трансферима за путнике или чак и дегенеришу ред вожње. Да би се узела у обзир заједничка кашњења, препоручује се симулација са типичном расподелом кашњења. Додатно предвиђено време чекања за путнике тада може да се израчуна на основу симулираних вожњи, што омогућава оптимизовање реда вожње за возове и путнике и тиме чини ред вожње робусним за кашњења.




*Слика 4. Симулација железничког саобраћаја са кашњењима путника*

Симулација саобраћаја у комбинацији са израчунавањем предвиђеног времена чекања за возове и за путнике може да се користи за процену последица различитих сценарија. Ред вожње може бити симулиран тако да предвиђено време чекања за возове и путнике буде најповољније уз избор најбољег решења. Овај приступ може да се користи када се планирају редови вожње за непредвиђене операције. Планирано време чекања за возове може се израчунати различитим симулационим моделима (SCAN, TPC и слични).

Израчунавање предвиђених времена чекања за варијанте реда вожње омогућава тестирање различитих сценарија реда вожње и избор најбоље варијанте за коначан ред вожње. Ово може побољшати ред вожње и за железничке оператере и за кориснике услуга. Процена предвиђеног времена чекања може да се користи за избор диспечерских стратегија које резултују најкраћим кашњењима за возове и за путнике.

## VI. МРЕЖНИ ЕФЕКТИ

Железничке операције зависе од мрежних ефеката - промена у једном делу железничке мреже може утицати на друге делове мреже. Овај утицај може бити далеко од места где је направљена промена, отуда термин - мрежни ефекти. Мрежни ефекти јављају се јер су железничке линије често дуге и због тога железнички систем има висок степен међузависности. Дакле, мрежни ефекти се могу дефинисати као међузависности железничких линија и интеракције возова. Додатно време бављења на станицама преседања, ради трансфера путника, се може сматрати мрежним ефектом. Посебни додаци времена у реду вожње и екстра време вожње возова, такође су мрежни ефекти. Осим тога, турнус особља и распоред возних јединица може резултирати додатним мрежним ефектима. Зато је неопходно

обухватити целу железничку мрежу и ред вожње, када се испитују мрежни ефекти.

Иако је ризик од мрежних ефеката познат, многе анализе-пројекти само истражују ефекте измењених редова вожње и/или инфраструктуре на локалном нивоу или за мањи део железничке мреже. Ово може бити последица недостатка ресурса (времена и/или новца) или потребе да се процени пројекат само локално, изолован од остатка мреже. Посебно је важно да се испитају мрежни ефекти у случају високе потрошње капацитета саме железничке мреже, јер се у том случају може очекивати већина мрежних ефеката.

Мрежни ефекти зависе од инфраструктуре, возних средстава и реда вожње и могу довести до дужег времена путовања за возове, особље и путнике. На путнике могу додатно утицати мрежни ефекти ако се тражени трансфери, из других возова, не могу одржати због превише међузависности. Штавише, мрежни ефекти могу резултирати смањењем капацитета, док неке возове или услуге могу учинити немогућим.

Издвајају се четири врсте мрежних ефеката:

- мрежни ефекти у процесу планирања реда вожње,
- мрежни ефекти за возове,
- мрежни ефекти за путнике и
- мрежни ефекти у случају непредвиђених радова на железничкој инфраструктури.

Мрежни ефекти на железничкој мрежи расту са сложеношћу железничких операција.

## VII. ЗАКЉУЧАК

Потребно је истаћи важност за железничке компаније да постигну високе тачности у извршењу реда вожње. Ово не само да би испуниле своје уговоре, већ и да привуку кориснике у будућности. Неколико опција је отворено за побољшање тачности:

- *Спољни фактори.* Велики део непоузданости железничке услуге је проузрокован од стране спољних фактора, као што су несреће, самоубиства или лоши временски услови. На ове факторе се тешко може утицати.
- *Инфраструктура.* Да би се смањила међузависност између различитих возова, може бити корисна изградња нове инфраструктуре што захтева значајне инвестиције. Поред тога, инфраструктура мора да буде поуздана, а у том циљу потребно је интензивирати процес превентивног одржавања железничке инфраструктуре.
- *Возна средства.* Квалитетан возни парк свакако може побољшати поузданост железничког система. Али, нови возни парк је скупа инвестиција па повећано превентивно одржавање може довести до више поузданости возних средстава.
- *Ред вожње*. Израда реда вожње са мање зависности између различитих железничких услуга може повећати тачност. Међутим, не сме се искључити утицај осталих важних параметара, јер је немогућа конструкција реда вожње са мање зависности.

Комбинација симулације и експериментални дизајн могу омогућити да се донесу општи закључци на основу ограниченог броја симулираних варијанти и мулти-факторске анализе, што је од великог значаја за разумевање железнице као оперативног система. Изведени модели могу се користити у различитим типовима процеса планирања и показују да су брзина и фреквенција возова фактори који имају велики утицај на кашњење. Процена квалитета реда вожње мора да одражава потребе различитих интересних група, као што су корисници (путници, шпедитери), инфраструктурни менаџери, железничке компаније превоза и јавни органи (влада, локална самоуправа). Ред вожње представља транспортну понуду, која би требало да најбоље одговори на захтеве тржишта. Постоје бројни критеријуми за процену квалитета железничких услуга а тачност је један од најважнијих.

## ЛИТЕРАТУРА

[1] С. Д. Милутиновић, „Синтеза информатичких захтева у пројектовању реда вожње на железници“, Магистарски рад, Саобраћајни факултет, Београд, 2015.

[2] С. Д. Милутиновић, „О робусности реда вожње на железници”, VIII Международная конференция “Системы безопасности на транспорте”, Академия электротехнических наук РФ, 24-25. април 2015. Београд.

[3] С. Д. Милутиновић, Ж. З. Аврамовић, „Надежность расписания в железнодорожном транспорте”, Известия Академии электро-технических наук РФ, № 1-2, ст. 90-92, 2015.

[4] A. Landex, „Methods to estimate railway capacity and passenger delays”, PhD thesis, Technical University of Denmark, Department of Transport, Kgs. Lyngby, Denmark, 2008.

[5] J. Clausen, „Applied Railway Optimization in Production Planning at DSB S-tog - Tasks, Tools and Challenges”, 7th Workshop on Algorithmic Approaches for Transportation Modeling, Optimization, and Systems (ATMOS), ETH Zurich, 2007.

[6] G. C. Caimi, „Algorithmic decision support for train scheduling in a large and highly utilised railway network”, ETH Zurich, 2009.

[7] Ю. В. Дьяков, М. Х. Расулов, „Технология перевозок и график движения”, Железнодорожный транспорт, br. 4, st. 7-12, 1991.

[8] F. Corman, A. D'Ariano, I. A. Hansen, „Disruption handling in large railway networks", Computers in Railways XII, st.629-640, WIT Press, Southampton, 2010.

[9] X. Delorme, X. Gandibleux, J. Rodriguez, „Stability evalution of a railway timetable at station level", Europeon Jurnal of Operational Research, Vol. 195, Issue 3, pp. 780-790, 2009.

[10] G. Caimi, D. Burkolter, T. Herrmann, F. Chudak, M. Laumanns, „Design of a new railway scheduling model for Services", Networks and Spatial Economics, Volume 9, Issue 1, Springer US, Mart 2009.

[11] F. Barber, M. Abril, M. A. Salido, L. P. Ingolotti, P. Tormos, A. Lova, „Survey of automated Systems for Railway Management", DEPARTAMENTO DE SISTEMAS INFORMÁTICOS Y COMPUTACIÓN, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA, Valencia, 2007.

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Analiza nekih srednjoevropskih železničkih infrastruktura

## Analysis of Some Central of European Railway of Infrastructures

Ante Bošnjak[1], Miljenko Bošnjak[2]
*HŽ Infrastructure Ltd, Zagreb, Croatia[1]*
ante.bosnjak2@gmail.com[1], bmiljenko@gmail.com[2]

***Apstrakt:*** *Koristeći benchmarking kao menadžerski instrument u radu su prikupljeni i analizirani podaci o austrijskoj, češkoj, slovenskoj i hrvatskoj železničkoj infrastrukturi. Temeljem prikupljenih podataka izračunati su i analizirani relevantni pokazatelji uspešnosti. Usporedbom dobivenih vrednosti zaključeno je da HŽ Infrastruktura d.o.o. po većini pokazatelja zaostaje iza ostala tri preduzeća. Da bi železničko preduzeće poboljšalo poslovanje pre svega potrebno je orijentisati se prema korisnicima kako bi se povećao ostvareni saobraćaj. Potrebno je povećanje kapaciteta pruga na najiskorištenijim delovima, tj. izgradnja drugog koloseka. U smislu upravljanja preduzećem, moguće je primeniti slovenski i austrijski model upravljanja železničkom infrastrukturom udruženjem u holding s nacionalnim železničkim prevoznicima. Time bi se olakšalo učinkovito donošenje poslovnih odluka za ostvarivanje što boljih rezultata celokupnog železničkog sektora Hrvatskih železnica.*
***Ključne reči:*** *analiza, železnička infrastruktura.*

***Abstrakt:*** *Using benchmarking as a managerial tool, data on four Central European Rail Infrastructure Managers were collected and analyzed. Based on the data collected, the following performance indicators were calculated and analyzed. Comparing the values obtained, it was concluded that HŽ Infrastruktura d.o.o. by most indicators it is lagging behind the other three companies. In order for the company to improve its business, it is first and foremost necessary to be customer-oriented in order to increase the traffic generated. It is necessary to increase the capacity of the track on the most used parts, ie the construction of the second track. In terms of enterprise management, it is possible to apply the model of Slovenian and Austrian railway infrastructure manager by association with a holding company with national railway undertakings. This would facilitate effective business decision-making to achieve the best results for the entire rail sector.*
**Keywords:** *analysis, railway infrastructure.*

## I. UVOD

Razvoj savremenog društva menja način poslovanja. Preduzeća koja nisu spremna za primenu novih poslovnih praksi suočavaju se sa stagnacijom i zastojima. Implementacije novih postupaka u poslovanju susreću se s problemima stagnacije i nazadovanja. Najefikasniji način identifikacije efikasnih projekata je učenje od drugih. Kada znaš i sebe i druge, nisi nikada u opasnosti; kada znaš sebe ali ne i druge, imaš polovicu šansi pobediti, a kada ne znaš ni sebe ni druge u opasnosti si u svakoj bitci. [1] Benchmarking je potraga za najboljim rešenjem koja će dovesti do vrhunske izvedbe. [2]

Benchmarkinški proces u središtu je interesa velikog broja autora koji se bave istraživanjem benchmarkinga kao savremenog instrumenta poslovanja organizacije, ali i velikog broja organizacija koje taj proces primenjuju u svakodnevnoj poslovnoj praksi. Mišljenja se razlikuju u pogledu određivanja broja faza kojima se ostvaruje benchmarkinški proces. Kako bi se pojednostavio pregled benchmarkinškog procesa, u nastavku je predstavljen njegov modificirani prikaz u četiri osnovne faze:

- definiranje problema i prikupljanje potrebnih podataka,
- analiza prikupljenih podataka,

- odluka o najboljem rešenju i
- primena rešenja.

U radu se nastojalo usporediti položaj preduzeća HŽ Infrastruktura d.o.o. prema drugim srednjoevropskim železničkim preduzećima te identificirati pozitivna rešenja koja je moguće implementirati u poslovanje.

U drugom poglavlju izneseni su svrha, cilj i metodologija provedene benchmarking analize. U trećem poglavlju predstavljena je svrha, cilj, opisana je primenjena metodologija u radu te su predstavljeni opšti podaci o preduzećima koja su potencijalni benchmarking.

U četvrtom poglavlju prikazana je analiza prikupljenih podataka na način da su izračunati neki od naturalnih pokazatelja uspešnosti poslovanja, te je napravljena usporedba pokazatelja.

U zaključku su iznesena završna razmatranja o mogućnosti primene pojedinih rešenja za poboljšanje pokazatelja uspešnosti poslovanja.

## II. II. SVRHA, CILJ I METODOLOGIJA BENCHMARKING ANALIZE

Svrha provedene benchmarking analize je usporediti položaj preduzeća HŽ Infrastruktura d.o.o. u odnosu na druga srednjoevropska preduzeća čija je osnova delatnost upravljanje železničkom infrastrukturom.

U analizi je primenjen konkurentni, eksterni benchmarking s ciljem identifikacije negativnih pokazatelja poslovanja HŽ Infrastruktura d.o.o. u odnosu na analizirana preduzeća, te s ciljem određivanja pozitivnih praksi koje je moguće implementirati u poslovanje.

Glavni kriteriji za izbor analiziranih konkuretnih preduzeća je:

- pretpostavka da su među najboljima na tržištu,
- geografska blizina,
- sličnost vlasničke strukture,
- dostupnost podataka.

Korišteni podaci prikupljeni su iz godišnjih izveštaja o poslovanju, te su obrađeni na način da budu usporedivi.

### A. HŽ Infrastruktura d.o.o.

HŽ Infrastruktura d.o.o. je preduzeće u 100%-tnom vlasništvu Republike Hrvatske. Glavna delatnost preduzeća je upravljanje železničkom infrastrukturom. Obuhvat, sadržaj i rokovi zahteva u upravljanju infrastrukturom regulisani su Ugovorom o upravljanju železničkom infrastrukturom, utemeljenom na Zakonu o železnici (NN 94/13, 148/13 i 73/17) i Nacionalnom programu železničke infrastrukture, za koji Republika Hrvatska osigurava potrebna finansijska sredstva za celo ugovorno razdoblje.

Direktivom Evropskog parlamenta i Veća *2012/34/EU od 21. novembra 2012. o osnivanju jedinstvenog evropskog železničkog područja*, dozvoljeno je da nacionalni upravitelji železničkom infrastrukturom posluju kao deo holdinga, zajedno s nacionalnim železničkim prevoznicima. Od analiziranih preduzeća u radu HŽ Infrastruktura d.o.o. i Správa železniční dopravní cesty posluju kao samostalna preduzeća, dok SŽ-Infrastruktura d.o.o. i ÖBB-Infrastruktur AG posluju u sklopu nacionalnih železničkih holdinga.

HŽ Infrastruktura d.o.o. obavlja poslove organizovanja i regulisanja železničkog saobraćaja, omogućavanja pristupa i korištenja železničke infrastrukture svim željezničkim prevoznicima koji ispunjavaju uslove propisane Zakonom o železnici, organizuje javni prevoz i prevoz za vlastite potrebe, održava i osavremenjiva železničku infrastrukturu, te vrši poslove investiranja u gradnju železničke infrastrukture. Preduzeće između ostalog upravlja i skrbi o svim železničkim stanicama u Hrvatskoj.

Neki od strateških ciljeva HŽ Infrastrukture d.o.o. su:

- povećanje pružnih kapaciteta na najiskorištenijim delovima i izgradnja drugog koloseka
- povećanje brzine vožnje
- povećanje nivoa bezbednosti, te smanjenje broja nepredviđenih smetnji u saobraćaju
- ulaganje u deonice paneuropskih koridora na kojima se prevozi najveći broj putnika i tereta kako bi se prevoz s evropskih koridora preselio na hrvatske krakove panevropskih koridora, pri čemu je važno uskladiti investicije sa susednim zemljama koje se nalaze na istom koridoru
- racionalizacija poslovanja kroz smanjenje broja radnika i smanjenje troškova održavanja
- stvaranje preduslova za razvoj i povećanje lučkih kapaciteta
- dodatnim aktivnostima proširiti raspon delovanja prema otvorenom tržištu, te time povećati poslovne prihode. [3]

Ukupna dužina pruga kojima upravlja HŽ Infrastruktura d.o.o. je 2.605 km, a u 2016. godini ostvareno je ukupno 20,80 miliona voz kilometara. Prugama je saobraćalo ukupno sedam železničkih prevoznika. Između ostalih u 2016. godini po prvi puta je prometovao slovenski nacionalni prevoznik SŽ-Tovorni promet d.o.o.

### B. SŽ-Infrastruktura d.o.o.

SŽ-Infrastruktura d.o.o. je preduzeće u državnom vlasništvu koje upravlja slovenskom železničkom infrastrukturom. Preduzeće posluje kao podružnica Slovenske železnice grupe. Na čelu grupe su Slovenske železnice d.o.o. koje nadziru rad podružnica. Cilj takve organizacije je učinkovito donošenje poslovnih odluka za

ostvarivanje što boljih rezultata celokupnog železničkog sektora.

Vizija Slovenskih železnica je postati vodeći železnički prevoznik u regiji i davalac sveobuhvatnih logističkih usluga u središnjoj i jugoistočnoj Evropi, nastojati pružiti sveobuhvatne i korisnicima pristupačne usluge u putničkom prevozu i biti okosnica integriranog javnog prevoza u Sloveniji i široj regiji, učinkovito upravljati javnom železničkom infrastrukturom, održavati železničku infrastrukturu na način da je sigurna i moderna, te upravljati železničkim uslugama na njoj.

Misija Slovenskih železnica je osigurati prevoz i ostale logističke usluge u teretnom i putničkom prevozu po tržišnim uslovima, ispunjavati obaveze pružanja javnih usluga (održavanje infrastrukture, upravljanje saobraćajem na infrastrukturi), omogućiti učinkovitu opskrbu dobrima i uslugama, te doprinositi povećanju mobilnost na siguran, pouzdan i ekološki prihvatljiv način.

Strateške politike i ciljevi SŽ-Infrastrukture d.o.o. u skladu su s vizijom i misijom cele Grupe:

- osiguranje dostupnosti javne železničke infrastrukture,
- osiguranje uslova za interoperabilnost, povećanu propusnost i povećan kapacitet linija,
- tačno i učinkovito pružanje visokokvalitetne integrisane usluge održavanja kroz uvođenje naprednih tehnologija i procesa,
- modernizovanje mašina i tehnologije za upravljanje saobraćajem na železničkoj infrastrukturi. [4]

Ukupna dužina pruga kojima upravlja SŽ-Infrastruktura d.o.o. je 1.210 km. U 2016. godini ostvareno je ukupno 22,77 miliona voz kilometara.

C. ÖBB-Infrastruktur AG

ÖBB-Infrastruktur AG posluje kao deo ÖBB Grupe, holdinga u državnom vlasništvu. Osnovna delatnost preduzeća je upravljanje austrijskom železničkom infrastrukturom. Preduzeće je zaduženo za osiguranje ekonomičnog korištenja železničke infrastrukture za sve prevoznike bez diskriminacije.

Drugi važan segment poslovanja ÖBB-Infrastruktur AG je upravljanje s oko 25.000 građevina u vlasništvu ÖBB Grupe.

Strateški ciljevi ÖBB-Infrastruktur AG usklađeni su s ciljevima ÖBB Grupe, te je pre svega naglasak na orijentisanost prema korisnicima usluga. Strateški ciljevi ÖBB-Infrastruktur AG su:

- prevoziti 500 mil. putnika i 150 mil. tona robe,
- biti među 10 najboljih poslodavaca u Austriji,
- samofinancirati kapitalne troškove i kapitalna ulaganja u budućnosti,
- povećati energetsku učinkovitost i sigurnost. [5]

Kako bi se postigli navedeni ciljevi, u 2016. godini Austrijska vlada je odobrila petogodišnji plan za period 2017.-2022. godina, tokom kojega će se godišnje investirati 2,5 milijarde evra u železničku infrastrukturu. Ta ulaganja će između ostalog omogućit uvođenje tzv. *taktnog* voznog reda u putničkom prevozu te proširenje kapaciteta u teretnom prevozu.

Ukupna dužina pruga kojima upravlja ÖBB-Infrastruktur AG je 4.846 km, a u 2016. godini ostvareno je ukupno 146,10 miliona voz kilometara.

D. Správa železniční dopravní cesty, státní organizace

Správa železniční dopravní cesty, státní organizace je preduzeće u državnom vlasništvu koje upravlja češkom železničkom infrastrukturom.

Strateški ciljevi Správa železniční dopravní cesty su:

- modernizacija železničke mreže,
- spajanje češke železničke mreže na evropsku železničku mrežu velikih brzina,
- osiguranje pouzdanog, bezbednog, nesmetanog, ekološki prihvatljivog železničkog prevoza,
- aktivna kontrola i održavanje železničke infrastrukture kako bi se osigurala njezina operabilnost. [6]

Jedan od glavnih ciljeva je izgradnja pruga velikih brzina Prag – Dresden i Prag – Brno s najvećim dozvoljenim brzinama vozova od 250 km/h.

Od 2016. godine češki upravitelj železničkom infrastrukturom upravlja nekretninama kojima je do tada upravljao češki nacinalni železnički prevoznik České dráhy. Danas Správa železniční dopravní cesty upravlja svim železničkim stanicama osim glavnih stanica u Brnu i Pragu. U planu je revitalizacija nekretnina kroz izdavanje slobodnih prostora u obnovljenim železničkim stanicama.

Zanimljiv je podatak da Správa železniční dopravní cesty nabavlja električnu energiju i prirodni plin u ime Češkog ministarstva saobraćaja za cijelokupan državni saobraćajni sektor čime Češka postiže niže nabavne cene energenata.

Ukupna dužina pruga kojima upravlja Správa železniční dopravní cesty je 9.463 km, a u 2016. godini ostvareno je ukupno 163,37 miliona voz kilometara. Prugama je saobraćalo ukupno 96 železničkih prevoznika. Pojedini prevoznici saobraćali su sezonski i ad hoc, a prosečan broj prevoznika u pojedinom mesecu bio je 65.

## III. ANALIZA PODATAKA

### A. Železnička mreža

Tabela 1. Podaci o železničkoj mreži 2016.

| Vrsta podataka | HŽ Infrastr. d.o.o. | Indeks | SŽ-Infrastr. d.o.o. | Indeks | ÖBB-Infrastrtura AG | Indeks | Správa železniční dopravní cesty, státní organizace | Indeks |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Gustoća železničke mreže [km/1000 km$^2$] | 46,07 | 100 | 59,69 | 130 | 57,78 | 125 | 119,99 | 260 |
| Dvokolosečne pruge [%] | 10 | 100 | 28 | 285 | - | - | 21 | 213 |
| Elektrificirane pruge [%] | 37 | 100 | 42 | 112 | 73 | 195 | 34 | 91 |

Izvor: [3], [4], 5], [6]




*Slika 1. Grafički prikaz gustoće železničke mreže [km/1000 km$^2$], indeksirano na HŽ Infrastrukturu d.o.o.*

Na slici 1. vidljivo je da HŽ Infrastruktura d.o.o. ima najmanje izgrađenu železničku mrežu u odnosu na površinu kopnenog dela države.




*Slika 2. Grafički prikaz učešća dvokolosečnih pruga [%], indeksirano*

Na slici 2. vidljivo je da HŽ Infrastruktura d.o.o. ima najmanje učešće dvokolosečnih pruga. Taj pokazatelj negativno deluje na kapacitete pruge i bezbednost saobraćaja. Za ÖBB-Infrastruktur AG podaci nisu dostupni.




*Slika 3. Grafički prikaz učešća elektrificiranih pruga [%], indeksirano*

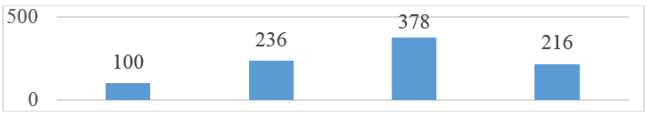
Na slici 3. vidljivo je da je po izgrađenosti pruga za korištenje ekološki prihvatljivih izvora energije HŽ Infrastruktura d.o.o. na trećem. mestu.

### B. Ostvareni kilometri

Tabela 2. Podaci o ostvarenim kilometrima 2016. godine

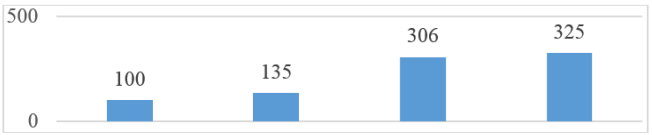
| Vrsta podataka | HŽ Infrastruktura d.o.o. | Indeks | SŽ-Infrastruktura d.o.o. | Indeks | ÖBB-Infrastruktur AG | Indeks | Správa železniční dopravní cesty, státní organizace | Indeks |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ostvareni 10$^6$ [voz km] | 20,80 | | 22,77 | | 146,10 | | 163,37 | |
| Ostvareni 10$^6$ putničkih [voz km] | 15,47 | | 10,29 | | 98,30 | | 126,70 | |
| Ostvareni 10$^6$ teretnih [voz km] | 5,33 | | 12,48 | | 40,50 | | 36,67 | |
| Ostvareni 10$^6$ servisnih [voz km] | - | | - | | 7,30 | | - | |
| Stopa iskorištenosti železničke mreže [1000 voz km/km pruge] | 7,99 | 100 | 18,82 | 236 | 30,15 | 378 | 17,26 | 216 |
| Ostvareni putnički [voz km/stanovnik] | 3,69 | 100 | 4,98 | 135 | 11,31 | 306 | 12,01 | 325 |

Izvor:[3], [4], [5], [6]




*Slika 4. Grafički prikaz stopa iskorištenosti železničke mreže [1000 voz km/km pruge], indeksirano*

Na slici 4. vidljivo je da HŽ Infrastruktura d.o.o. ima daleko najmanju stopu iskorištenosti železničke mreže, a i najmanje ostvarenih teretnih voz kilometara.




*Slika 5. Grafički prikaz ostvarenih putničkih voz km po stanovniku, indeksirano*

Na slici 5. vidljivo je da je HŽ Infrastruktura d.o.o. po apsolutnom iznosu treća po ostvarenim putničkim voz kilometrima, ali ako se podatak podeli s brojem stanovnika, ponovo je zadnja.

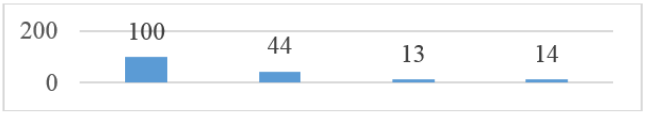
### C. Bezbednost železničkog saobraćaja

Tabela 3. Podaci o nesrećama 2016.

| Vrsta podataka | HŽ Infrastruktura d.o.o. | Indeks | SŽ-Infrastruktura d.o.o. | Indeks | ÖBB-Infrastruktur AG | Indeks | Správa železniční dopravní cesty, státní organizace | Indeks |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Broj nesreća | 81 | | 39 | | 74 | | 87 | |
| Broj nesreća na 10$^6$ [voz km] | 3,89 | 100 | 1,71 | 44 | 0,51 | 13 | 0,53 | 14 |

Izvor: [3], [4], [5], [6]

Iz tabele 3. vidljivo je da je na HŽ Infrastrukturi najlošija bezbednost železničkog saobraćaja.




*Slika 6. Grafički prikaz broja nesreća na $10^6$ voz km, indeksirano*

Na slici 6. vidljivo je da je preduzeće HŽ Infrastruktura po bezbednosnim pokazateljima zadnje.

D. Radnici

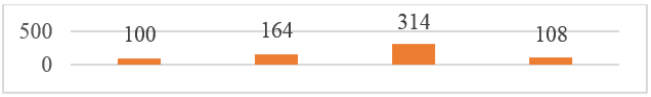
Tabela 4. Podaci o radnicima 2016.

| | HŽ Infrastr. d.o.o. | Indeks | SŽ-Infrastr. d.o.o. | Indeks | ÖBB-Infrastr. AG | Indeks | Správa žel. dopravní cesty, státní organizace | Indeks |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Broj radnika | 4.918 | | 2.206 | | 18.048 | | 17.489 | |
| Prosečna starost | 48 | | - | | 46 | | 48 | |
| Voz km/radnik | 4.230 | 100 | 10.322 | 244 | 8.095 | 191 | 9.341 | 221 |
| Troškovi radnika [$10^3$ eur]* | 96.291 | | 70.827 | | 1.110.900 | | 369.372 | |
| Mesečni trošak/ radnik [eur] | 1.632 | 100 | 2.676 | 164 | 5.129 | 314 | 1.760 | 108 |

*Plate s porezima, doprinosima i naknadama, te poticajne otpremnine
Izvor: [3], [4], [5], [6]

U tabele 4. predstavljen je broj radnika, prosečna starost, vozni km/radniku, troškovi radnika i mesečni trošak/radniku.

Na slici 7. vidljivo je da je HŽ Infrastruktura d.o.o. po broju radnika druga, ali po naturalnoj produktivnosti je na četvrtom mestu.




*Slika 7. Grafički prikaz prosečnoga mesečnog troška po radniku, indeksirano*

Iz grafičkog prikaza na slici 7. vidljivo je da HŽ Infrastruktura d.o.o. ima najmanji trošak radne snage.

Od ukupno osam analiziranih pokazatelja uspešnosti, HŽ Infrastruktura d.o.o. samo po dva nije poslednja (učešće elektrificiranih pruga i trošak radne snage), dok je po ostalih šest pokazatelja na poslednjem 4. mestu.

## IV. ZAKLJUČAK

Konkurentni eksterni benchmarking koristi se za usporedbu s najboljim konkurentima. Informacije dobivene procesom benchmarkinga presudne su za formiranje realne slike o vlastitom položaju na tržištu te za postizanje konkurentske prednosti. Problem kod te vrste benchmarkinga može biti što su informacije o konkurentima teško dostupne. Podaci za analizu provedenu u radu prikupljeni su iz godišnjih izveštaja o poslovanju te su obrađeni na način da budu usporedivi.

Na uspešnost poslovanja upravitelja železničkom infrastrukturom velik utjecaj ima potražnja za saobraćajnom uslugom. Iz analiziranih pokazatelja vidljivo je da HŽ Infrastruktura d.o.o. ima najmanju stopu iskorištenosti železničke mreže. Preduzeće može pozitivno delovati na potražnju time što će osigurati veću dostupnost usluge i povećati učešće dvokolosečnih pruga, pa bi se na taj način povećala brzina i bezbednost saobraćaja.

Iz primera slovenskog i austrijskog upravitelja železničkom infrastrukturom vidljivo je da je moguće udruženje u holding s nacionalnim železničkim prevoznicima čime bi se olakšalo učinkovito donošenje poslovnih odluka za ostvarivanje što boljih rezultata celokupnog železničkog sektora.

## LITERATURA

[1] S. Tzu, „Umijeće ratovanja”, 2.500 godina prije Krista, Zagreb, 2016.

[2] R. C. Camp, “Benchmarking: The search for the industry best practice leads to superior performance”, Quality Press, USA, Milwaukee, 1989.

[3] Godišnje poslovno izvješće za 2016. godinu, HŽ Infrastruktura d.o.o., Zagreb, 2017.

[4] Annual report 2016, Slovenske železnice d.o.o., Ljubljana, Slovenija, 2017.

[5] Annual report 2016, ÖBB-Infrastruktur AG, Vienna, Austria, 2017.

[6] Annual report 2016, Správa železniční dopravní cesty, Prague, Češka, 2017.

[7] M. Tekavčič, M. Marc, “Benchmarking case studies for class discussion”, Ekonomski fakultet Rijeka, Rijeka, 2018.

[8] M. Tekavčič, M. Marc, “Benchmarking supplementary materials”, Ekonomski fakultet Rijeka, Rijeka, 2018.

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Kreiranje korisnički orijentisane železničke usluge primenom Kano modela

## Designing of Customer-Oriented Railway Service Using the Kano Model

Dragana Macura[1], Milica Šelmić[2]
*University of Belgrade, Faculty of Transport and Traffic Engineering, Belgrade, Serbia[1,2]*
d.macura@sf.bg.ac.rs[1], m.selmic@sf.bg.ac.rs[2]

***Apstrakt:*** *Železničke kompanije se u današnjim uslovima poslovanja susreću sa mnogobrojnim izazovima na dinamičnom i neizvesnom transportnom tržištu. Ukoliko železnička kompanija želi da bude konkurentna na tržištu, onda treba da bude korisnički-orijentisana. Železnička kompanija treba da pruži adekvatnu uslugu kako bi putnici bili zadovoljni i lojalni kompaniji. U ovom radu predstavljen je pristup za kreiranje korisnički-orijentisane železničke usluge. Autori predlažu primenu Kano modela za klasifikaciju relevantnih atributa železničke usluge prevoza putnika, u cilju isticanja onih koji najviše utiču na putničko zadovoljstvo. Izlaz Kano modela je pre svega namenjen železničkim prevoznicima koji žele da budu lideri na transportnom tržištu.*
***Ključne reči:*** *Železnička usluga, zadovoljstvo putnika, Kano model.*

***Abstract:*** *Nowadays railway companies face many challenges in the dynamic and unstable transportation market. If the railway company wants to be competitive in the market, its business should be customer-oriented. The railway company must provide adequate service, so the passengers become more satisfied and stay loyal to the company. In this paper, the approach to designing customer-oriented railway service is presented. The authors propose the Kano model for classifying the relevant attributes of railway passenger service in order to highlight the most important ones that have an influence on customer satisfaction. The output of the Kano model is mainly useful for railway operators who want to be leaders in the transport market.*
***Key words:*** *Railway service, passenger satisfaction, Kano model*

## I. INTRODUCTION

European railways are in the process of restructuring, and their biggest challenge is the implementation and adoption of new business philosophy. Railways have kept a monopoly in the transport market for decades, and now they should be transformed into business-oriented companies. One profitable company can be successful in the market only with satisfied and loyal customers. Customer satisfaction can be explained as a measurement that determines how pleased customers are with a railway's services. Customer satisfaction information, including surveys and ratings, can help a railway company to determine how to best improve or changes its existing services.

In this paper, the Kano model, which helps us understand customers' perspectives on railway service features, is presented. Kano model is a managers' tool for classifying the relevant service attributes into few categories and providing certain information for railway managers related to the customers' satisfaction. Kano model is usually applied by assessing two measures for each service feature: the satisfaction and sentiment. The responses to these two measures will fall into one of the five categories: Attractive, One-dimensional, Reverse, Must-Be, Indifferent and Questionable.

The model presented in this paper considers the overall railway passenger satisfaction, which means consideration both the satisfaction with train service and with the station. So, the results obtained from this comprehensive Kano model can be useful for railway operators (the most attributes are related to the train), but also for railway infrastructure managers, who are responsible for station facilities (a smaller number of considered attributes are related to the station service).

Actuality of this approach is confirmed by following references recently published in which the Kano model for customer satisfaction was applied in various transport sectors: air transport [1], [2]; road transport [3]; logistics [4], [5]; postal service [6], [7]; and railway transport [8], [9].

This paper is organized as follows. After the introduction, in Section 2, the relevant attributes of the customer-oriented railway service are given. Kano's model for classifying the attributes of railway service is presented in Section 3. The last section presents conclusions and future research directions.

## II. ATTRIBUTES OF THE CUSTOMER-ORIENTED RAILWAY SERVICE

Relevant attributes related to the railway passenger service in Serbia are analyzed and presented in Table 1. This set of attributes can be different for other transport markets or for certain target group of customers. In this sense, choosing the most important attributes is an activity that must be tailored to the characteristics of the examined market.

In order to produce a real picture of the overall satisfaction with the journey, the satisfaction with the train facilities as well as with the station facilities should be considered. In this paper, we proposed 25 relevant attributes (Table 1) of railway passenger service, whereby 20 attributes are related to the train and 5 to the station.

Table 1. Attributes of the railway passenger service

| **Attributes** | | |
|---|---|---|
| ***Train*** | $a_1$ | Punctuality. |
| | $a_2$ | Frequency of the trains. |
| | $a_3$ | Length of time the journey was scheduled to take (speed). |
| | $a_4$ | Ticket price. |
| | $a_5$ | Travel safety. |
| | $a_6$ | Online ticket reservation. |
| | $a_7$ | Railway ticket cancelation rules. (refund rules) |
| | $a_8$ | Informing the passenger via SMS if the train delays. |
| | $a_9$ | Mobile application with timetable with real-time train information. |
| | $a_{10}$ | Provision of information during the journey. |
| | $a_{11}$ | Provision of information about train times. |
| | $a_{12}$ | Availability of wi-fi on board. |
| | $a_{13}$ | Loyalty program. |
| | $a_{14}$ | Kindness of the staff on board. |
| | $a_{15}$ | Passenger personal security on board. |
| | $a_{16}$ | Crowding on board. |
| | $a_{17}$ | Availability of seating on board. |
| | $a_{18}$ | Connections with other forms of public transport. |
| | $a_{19}$ | Cleanliness of the train. |
| | $a_{20}$ | Cleanliness of toilet facilities on board. |
| ***Station*** | $a_{21}$ | Kindness the staff at the station. |
| | $a_{22}$ | Passenger personal security whilst using the station. |
| | $a_{23}$ | Cleanliness of toilet facilities at the station. |
| | $a_{24}$ | Facilities for the disabled passengers and parents with kids at the station. |
| | $a_{25}$ | Facilities for car parking. |

According to the Kano model attributes of railway passenger service can be classified as follows:

- **A** (*attractive*) – attractive attribute, it influences railway passengers satisfaction, but dissatisfaction will not be sensed if missing;
- **O** (*one-dimensional*) – railway passengers' satisfaction is proportional to the degree of its function achievement;
- **R** (*reverse*) – railway passengers are satisfied when it is not functional, but dissatisfied when it is functional;
- **M** (*must-be*) – railway passengers take its full functionality for granted;
- **I** (*indifferent*) – railway passengers do not matter whether it is functional or not;
- **Q** (*questionable*) – questionable answer which shouldn't be included in the calculation.

The railway passenger, i.e. respondent, chooses the certain answer (like, must-be, neutral, live with or dislike) for the situation "with the service attribute" and "without the service attribute" (Table 2). After this step, the attribute is determined as attractive, one-dimensional, reverse, must-be. indifferent or questionable. However, railway passengers, i.e. all respondents, will not have the same answers, so the quantitative aggregation process is needed to compute the diverse answers and finally determine the status of the railway service attribute.

Table 2. Quality attributes categories of the Kano model

| | | **With the service attribute** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **Like** | **Must-be** | **Neutral** | **Live with** | **Dislike** |
| **Without the service attribute** | **Like** | *Q* | *R* | *R* | *R* | *R* |
| | **Must-be** | *A* | *I* | *I* | *I* | *R* |
| | **Neutral** | *A* | *I* | *I* | *I* | *R* |
| | **Live with** | *A* | *I* | *I* | *I* | *R* |
| | **Dislike** | *O* | *M* | *M* | *M* | *Q* |

The data are collected through a questionnaire, of which a part is shown, for illustration purposes, in Figure 1. After that, data processing is done according to Equations (1-3). Railway users evaluate each attribute its positive and negative aspect (Table 3), and also they mark the importance of attributes by the importance scale (Table 4). As a positive response is more important than a negative one, the asymmetry scale is designed to minimize the impact of negative evaluations.

| | |
|---|---|
| If the staff on board is kind, how do you feel? *Positive aspect of attribute (functional)* | 1. I like it very much.<br>2. It must be this way.<br>3. I am neutral.<br>4. I can live with it.<br>5. I don't like it. |
| If the staff on board is not kind, how do you feel? *Negative aspect of attribute (dysfunctional)* | 1. I like it very much.<br>2. It must be this way.<br>3. I am neutral.<br>4. I can live with it.<br>5. I don't like it. |

*Figure 1. Questionnaire form*

Table 3. Satisfaction scale of positive or negative aspects of attribute

| | I like it very much | It must be this way | I am neutral | I can live with it | I don't like it |
|---|---|---|---|---|---|
| **With the attribute** | 1 | 0,5 | 0 | -0,25 | -0,5 |
| **Without the attribute** | -0,5 | -0,25 | 0 | 0,5 | 1 |

Table 4. Importance scale

| Unimportant | Somewhat important | Important | Very important | Extremely important |
|---|---|---|---|---|
| 0,1 | 0,3 | 0,5 | 0,7 | 0,9 |

The service can be expressed by the following equation:

$$A \equiv \{a_i \mid i=1,2,...J\} \quad (1)$$

Where:
$A$ – is the service attribute set,
$a_i$ – is the $i$-th attribute,
$J$ – total number of respondents.

According to the redesign Kano model, each attribute $a_i$ ($i$=1,2,3…,$J$) can be evaluated as the vector $e_{ij}$:

$$e_{ij}=(x_{ij}, y_{ij}, w_{ij})$$

Where:
$x_{ij}$ – is the $j$-th customer's evaluation towards the negative aspect of the $i$-th service attribute,
$y_{ij}$ - is the $j$-th customer's evaluation towards the positive aspect of the $i$-th service attribute,
$w_{ij}$ - is the $j$-th customer's importance evaluation towards the $i$-th service attribute.
For each considered service attribute $a_i$, the customers' average satisfaction levels towards the negative and positive aspect are defined as $\overline{Y_i}$ and $\overline{X_i}$, respectively:

$$\overline{Y_i} = \frac{1}{J}\sum_{j=1}^{J} w_{ij} \cdot y_{ij} \quad (2)$$

$$\overline{X_i} = \frac{1}{J}\sum_{j=1}^{J} w_{ij} \cdot x_{ij} \quad (3)$$

The value ($\overline{Y_i}$,$\overline{X_i}$) can be presented in the 2-dimensional coordinates chart, where the horizontal dimension is the customers' dissatisfaction degree towards the service attribute $a_i$, and the vertical dimension is the satisfaction degree. Most ($\overline{Y_i}$,$\overline{X_i}$) are in the range of 0-1.

It is assumed that the value of importance indicators is 0,5 for the service attribute $a_i$, so the attribute classification is done as follows:

- If $\overline{Y_i} < 0,5$ and $\overline{X_i} \geq 0,5$, then attribute $a_i$ belongs to the *must-be* attributes (**M**);
- If $\overline{Y_i} \geq 0,5$ and $\overline{X_i} \geq 0,5$, then attribute $a_i$ belongs to the *one-dimensional* attributes (**O**);
- If $\overline{Y_i} \geq 0,5$ and $\overline{X_i} \leq 0,5$, then attribute $a_i$ belongs to the *attractive* attributes (**A**);
- If $\overline{Y_i} < 0,5$ and $\overline{X_i} < 0,5$, then attribute $a_i$ belongs to the *indifferent* attributes (**I**).

Attributes of the railway service $a_i$ can be described as vectors:

$$k_i = (k_i, \alpha_i) \quad (4)$$

$$|k_i| = \sqrt{\overline{X^2} + \overline{Y^2}} \quad (5)$$

$$\alpha_{i=}\ tan^{-1}\left(\frac{\overline{Y_i}}{\overline{X_i}}\right) \quad (6)$$

The distance vector $k_i$ is the so-called "Kano importance index" ($0 \leq |k_i| \leq \sqrt{2}$), and $\alpha$ is "Kano satisfaction index" ($0 \leq \alpha_i \leq \frac{\pi}{2}$).

Using the Kano importance index and Kano satisfaction index, the attributes of railway passenger service can be classified. According to the values of these two indexes, certain activities can be proposed with the aim to improve railway passenger satisfaction.

After a survey conducting, each railway service attribute will be assigned to a certain quadrant (I, II, III or IV). An example of attributes classification into quadrants is shown in (Figure 2).

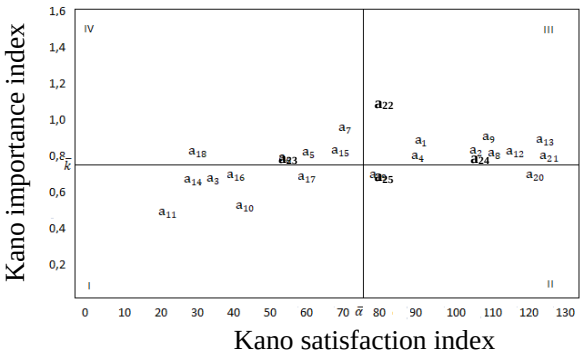



*Figure 2. Attributes classification*

The final step within the presented Kano model is the interpretation of the obtained results, i.e. classified attributes.

The first quadrant contains attributes that do not require further improvements or more company resources to be invested. This quadrant is known as the "Care-free" area. Customers' perception of satisfaction index and importance index towards service attributes in this region is not high.

The second quadrant is called "Surplus" area. Customers' perception of satisfaction index is high and perception of importance degree isn't high towards service attributes in this region. If the railway company needs to cut service costs, these are the attributes that can be eliminated without incurring a significant negative impact on customer satisfaction.

The service attributes located in the third quadrant are those that customers considered to be important, and for which the performances are satisfactory to the customers. Retention of existing customers requires that performance of these attributes have a continuous, positive values. This quadrant is called "Excellent" area.

The fourth quadrant, called "to be improved" area, includes the service quality attributes considered as important to customers but for which the performances have not met with expectations. The railway company must focus on these attributes and make improvements immediately.

## III. CONCLUSION

This paper presents the application of the Kano model for designing the customer-oriented railway service. With a carefully designed questionnaire, all relevant attributes of the railway service should be marked and grouped in one of the following groups: attractive, one-dimensional, reverse, must-be, indifferent or questionable. The output of the Kano model is valuable information for railway managers, particularly for customer relationship management.

The further research will be dedicated to the development of the comprehensive approach for attributes evaluation, which should connect the Kano model outputs and the cost/benefit analysis of each attribute.

***Acknowledgment***

This paper has been supported by the Serbian Ministry of Education, Science and Technological Development through grants No. TR36002 and TR36022.

## REFERENCES

[1] R. Kurniawan, S.P. Sebhatu, S. Davoudi, "Passengers' perspective toward airport service quality (ASQ) (Case study at Soekarno-Hatta international airport)", Journal of the Civil Engineering Forum, Vol. 3, 2017.
[2] M. K. K. Gambo, "Service quality and customer satisfaction among domestic air passengers in Nigeria", International Journal of Business and Management Studies, Vol. 8, No. 2, pp. 32-49, 2016.
[3] D. Leonczuk, "Application of Kano model to the service quality measurement in road transport: a research concept", Journal of System and Management Sciences, Vol. 6, No. 1, pp. 39-53, 2016.
[4] M. Kilibarda, "Innovation in logistics services using the Kano model", Advanced Quality, Vol. 44, No. 4, Belgrade, Serbia, 2016.
[5] M. Qingliang, Z. Nongji, T. Jian, C. Yijia, Z. Fen, "Analysis of logistics service attributes based on quantitative Kano model: A case study of express delivering industries in China", Journal of Service Science and Management 4, 42-51, 2011.
[6] H. Sihombing, P. Balakrishan, K. Rassiah, "The improvement priorities required for customer satisfaction using Kano model towards IPA method in service business", International Business Management, Vol. 9, Issue 4, pp. 358-366, 2015.
[7] D. Macura, M. Šelmić, "Kano model za povećanje zadovoljstva korisnika poštanskom uslugom", POSTEL 2019, Beograd, 3-4.12.2019.
[8] H.S. Lin, L.Y. Hsieh, C. C. Huang, "Applying Kano's model to analyze the tourism region of the public transportation service quality - Liujia railway station to Neiwan Scenic Area case study", Advances in Information Sciences and Service Sciences, 4(19), 116, 2012.
[9] L. Huei-Jiun, W. Hsin-Hung, "A case study of applying Kano's model and ANOVA technique in evaluating service quality", Information Technology Journal, 10: 89-97, 2011.

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Моделирование железнодорожных сетей с использованием OpenTrack

## Railway Network Simulation Using Opentrack

Андреас Шёбель[1], Даниель Хюрлиманн[2], Ольга Шёбель-Пермякова[3]

*OpenTrack Railway Technology GmbH*[1,2,3]

andreas.schoebel@opentrack.at[1], huerlimann@opentrack.ch[2], olga.schoebel-permiakova@opentrack.at[3]

***Резюме:*** *В настоящей статье описываются возможности и области применения программы OpenTrack, разработанной для интерактивного моделирования железнодорожных сетей. Проект исследования «Объектно-ориентированное моделирование в железнодорожном деле» швейцарского федерального института планирования транспорта и транспортных систем в Цюрихе поставил цель разработать ориентированное на пользователя на разных компьютерных платформах готовое к применению руководство, с помощью которого становится возможным получить ответы на самые разные вопросы железнодорожного предприятия благодаря моделированию. Отсюда возник продукт OpenTrack – Моделирование железнодорожных сетей, которое на сегодняшний день используется железнодорожной администрацией, в железнодорожной промышленности, в инженерных фирмах, а также в высших учебных заведениях.*
***Ключевые слова:*** *Моделирование, планирование, обучение, программное обеспечение*

***Abstract:*** *This document describes the opportunities and the areas of application of the OpenTrack software, which was developed to interactively simulate all sorts of railway networks. OpenTrack began as a research project at the Swiss Federal Institute of Technology. The aim of the project, Object-Oriented Modeling in Railways, was to develop a user- friendly tool to answer questions about railway operations by simulation. At present, the tool is being successfully used by railway management and administration, within the railway industry, in engineering bureaus, and in higher educational institutions.*
***Key words:*** *Simulation, planning, education, software.*

## I. ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

Проект исследования «Объектно-ориентированное моделирование в железнодорожном деле» швейцарского федерального института планирования транспорта и транспортных систем в Цюрихе поставил цель разработать ориентированное на пользователя на разных компьютерных платформах готовое к применению руководство, с помощью которого становится возможным получить ответы на самые разные вопросы железнодорожного предприятия благодаря моделированию. Отсюда возник продукт OpenTrack – Моделирование железнодорожных сетей, которое на сегодняшний день используется железнодорожной администрацией, в железнодорожной промышленности, в инженерных фирмах, а также в высших учебных заведениях.

Компоненты инструментов моделирования изображены на рисунке 1.

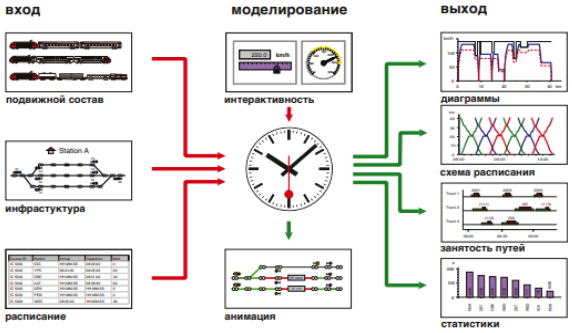



*Рис. 1. Компоненты инструментов моделирования*

Предопределенные поезда движутся по граничным условиям данных расписания по определенным рельсовым путям. Моделирование рассчитывает с точностью до секунды движение всех поездов и воспроизводит точное поведение устройства железнодорожной автоматики и телемеханики. Данные, собранные в процессе моделирования, могут быть

позднее изображены в соответствующих результатах (графические расписания движения поездов, диаграммы занятости, статистики задержек и т.д.)

## II. ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ

### A. Подвижной состав

По каждому локомотиву описаны технические: моторизация, вес, длина и т.д. База данных в виде так называемого депо управляет зарегистрированными единицами тягового подвижного состава. Для эффективно движущегося поезда во время моделирования прикомандировываются один или несколько локомотивов из депо и оснащаются соответствующими вагонами. Такие предопределенные составные части поезда (напр. Локомотив Re 460, 13 стандартных вагонов IV и вагон с кабиной управления) могут быть использованы в любое время и для самых различных рейсов, так как они так же могут быть затребованы из базы данных.

### B. Данные железнодорожной сети

Железнодорожная сеть описывается в форме математического графика (количество узлов и краев). Схема может быть графически зафиксирована и управляться посредством редактора схемы путей. Таким образом, к разным элементам графика могут быть добавлены свойства. Так, например, у объектов может быть указана длина, угол наклона, максимальная скорость для разных категорий поездов и многое другое. Кроме этого могут быть изменены и другие объекты железнодорожной инфраструктуры, такие как сигналы, станции, маршруты. Рисунок 2 показывает часть железнодорожной сети одной станции.

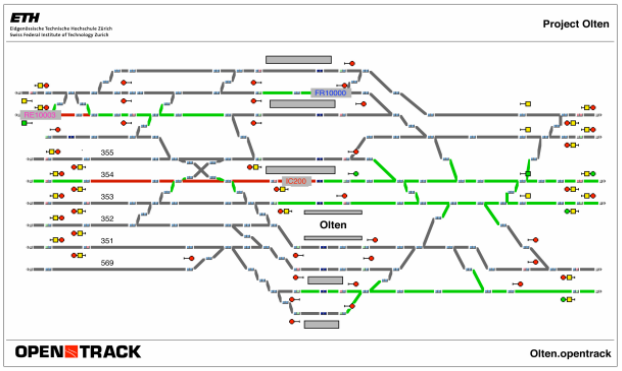



*Рис. 2. Схема путей одной станции*

### C. База данных расписания движения поездов

База данных расписания движения поездов управляет основными параметрами следования составов. Таким образом, можно придерживаться запланированного времени отправления поездов на разных станциях, определять минимальное время простоя и устанавливать возможности объединения составов.

### D. Моделирование

Во время моделирования движущиеся поезда стараются выполнить заданное расписание в соответствии с графиком. Продвижение вперед поездов высчитывается решением дифференциального уравнения движения, т.е из максимальной силы тяги, сопротивлений движения и параметров железнодорожной инфраструктуры устанавливается максимально возможное ускорение на данный отрезок времени. Благодаря интеграции функции ускорения можно получить скорость поезда, а благодаря последующей интеграции – пройденный путь. Аппараты централизованного управления сигналами, которые предохраняют железнодорожную сеть, в том числе и поезда, влияют также на уход поездов, например, в связи с занятыми путями или ограниченной дорожной информацией сигналами.

Во время моделирования сохраняются все данные (напр., ускорение, скорость, дистанция и т.д.) каждого поезда по всему его дорожному пути, чтобы потом все собранные данные передать дальнейшей обработке. Моделирование может проводиться в режиме анимации, так чтобы пользователь мог видеть на железнодорожной сети идущие поезда, занятые и зарезервированные отрезки маршрута и состояние всех сигналов. На Рисунке 3 отображено трафическое расписание движения поездов.

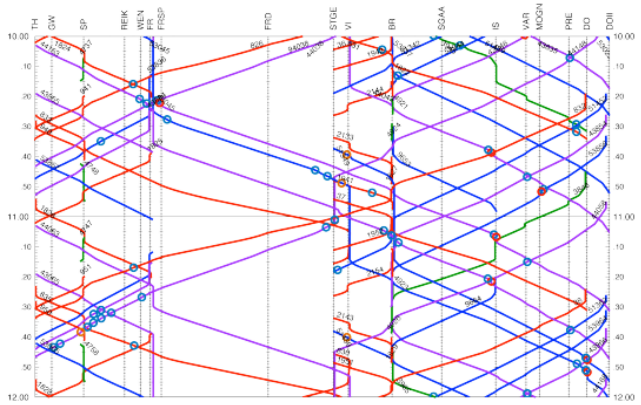


*Рис. 3. Графическое расписание движения поездов*

### E. Анализ

OpenTrack предлагает разные виды анализа, полученные в результате моделирования: анализ по поезду, по станции или по маршруту. По анализу по поезду предлагается расчет ускорения по проследованному расстоянию, скорость по этой дистанции (рис. 4) и всякие препятствия (закрытые сигналы, опаздывающие поезда с согласованными расписаниями). По маршруту показываются графические расписания поездов (рис. 3) и занятость путей, а по станции фиксируются графики исполненного движения, транзитное время и занятость путей на станции (рис.5).

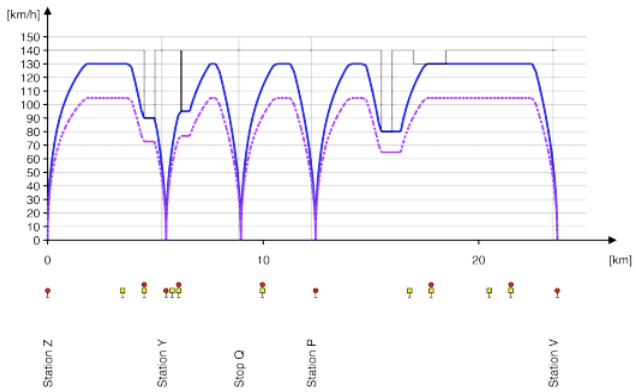



*Рис. 4. Диаграмма скорости / маршрута*

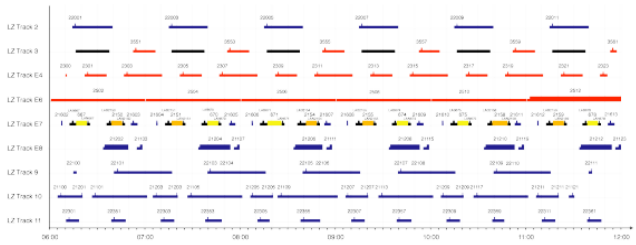


*Рис. 5. Занятость путей на станциях*

Все анализы могут быть изображены как в графической, так и текстовой форме. Рисунок 6 показывает гистограмму статистики задержки, на рисунке 7 изображено в виде текста ASCII сравнение фактических и ожидаемых данных. Этот текст может быть прочитан в Excel.

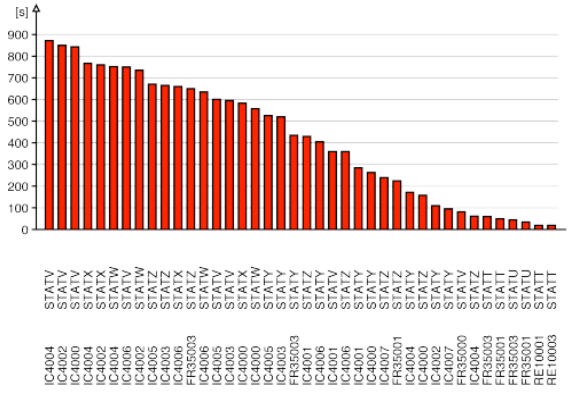



*Рис. 6. Статистика задержки*

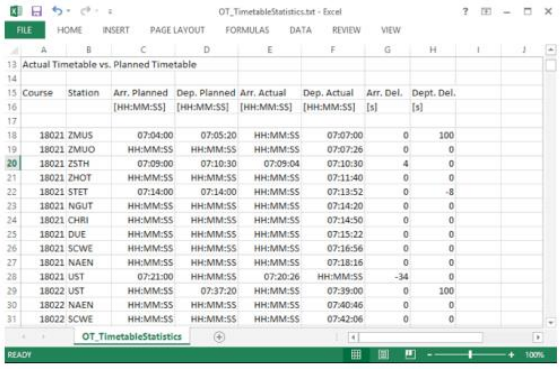



*Рис. 7. Анализы в Excel*

## F. Приложение OpenTrack

OpenTrack доступно для операционных систем Windows (XP 7,8,10) и Mac OS X. Приложение доступно в двух разных вариантах. При полной версии OpenTrack может ходить разное количество поездов в рамках одного моделирования. При версии OpenTrack Light, которая предусмотрена для вычисления рейсов поездов, существует лимит на максимум два поезда в рамках одного моделирования.

Рисунок 8 дает пример текущего приложения OpenTrack во время моделирования. Идущие поезда выглядят как настоящие.

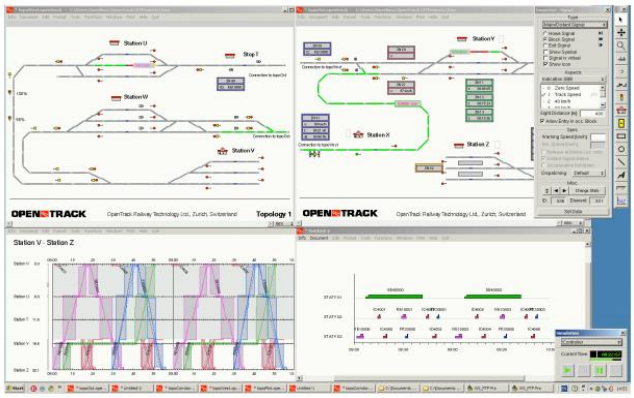



*Рис. 8. Скриншот OpenTrack для Windows XP*

## III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Программа OpenTrack дарит пользователям возможность интерактивной симуляции использования железнодорожных сетей. Целью данного проекта была разработка работоспособной и удобной в эксплуатации программы симуляции, которая работала бы на разных операционных системах, и спомощью которой можно было бы решать комплексные задачи из области железнодорожного дела. Типичными задачами, которые можно решать с помощью программы OpenTrack являются:

- Вычисление времени нахождения в пути,
- Построение расписаний,
- Исследование стабильности и выполнимости расписаний (при помощи разовых или многократных симуляций, симуляции Монте-Карло),
- Расчёт минимальных временных интервалов следования поездов и расстояний между ними (Headway Calculator),
- Планирование расписаний во время проведения ремонтных работ и на участках с ограниченной скоростью движения,
- Анализ свойств и режима работы имеющихся, а также планируемых к закупке тяговых подвижных единиц, в том числе тех, у которых могут иметься поломки или нарушения работы двигателей,

- Расчёт тягового энергопотребления .

Особым преимуществом является встроенная возможность работы с данными в формате railML (см.railml.org) благодаря имеющимся у них данным (инфраструктура, расписания и т.п.), которые можно легко импортировать в программу и экспортировать из программы.

OpenTrack используется во многих железнодорожных компаниях по всему миру, для моделирования метрополитена, трамвайного сообщения, фирмами, занятыми производством для железнодорожной индустрии, владельцами рудников, фабриками с развитой внутренней инфраструктурой, консалтинговыми, инженерными бюро и бюро по планированию.

OpenTrack используется во многих именитых университетах по всему миру (Швейцария, Великобритания, Германия, Чехия, Италия, Португалия, Словения, Испания, Китай, Корея, Сербия, Хорватия, Панама, Норвегия, Венгрия, Швеция, США, Канада, Тайланд, Дания, Северная Македония и пр.) для обучения инженеров и специалистов по железнодорожному делу.

## ЛИТЕРАТУРА

Для получения более подробной информации просим обращаться в OpenTrack Железнодорожные технологии GmbH.

[1] http://www.opentrack.at/

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Экологическая и промышленная безопасность на железнодорожном транспорте

## Environmental and Industrial Safety in Railway Transport

Шарафитдинова Наталья Валентиновна[1], Певцов Вячеслав Алексеевич[2]

*College of railway transport Federal state budgetary educational institution of higher education "Ural state University of railway engineering", Ekaterinburg, Russian Federation[1,2]*

selevaho@yandex.ru[1]

***Резюме:*** *в статье исследована экологическая безопасность на железнодорожном транспорте, дана общая характеристика промышленной безопасности, указаны основные направления деятельности Свердловской железной дороги в сфере обеспечения экологической безопасности.*
***Ключевые слова:*** *безопасность, железнодорожный транспорт, тепловозы, электровозы, вагоны.*

***Abstract:*** *The article investigates environmental safety in railway transport, gives a General description of industrial safety, identifies the main activities of the Sverdlovsk railway in the field of environmental safety.*
***Key words****: Safety, railway transport, diesel locomotives, electric locomotives, wagons.*

## I. ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

В отдельных районах возникает проблема с загрязнением на путях и прилегающих к ним почв угольной и рудной пылью, а также некоторыми другими веществами (солью, нефтепродуктами) в связи с утечкой грузов через неплотности кузовов вагонов и сдувания пылевидных фракций ветром при движении.

Для сокращения этих потерь и снижения уровня загрязнения биосферы, помимо ужесточения требований к соответствующим службам по исправному содержанию вагонов, необходимы технические меры, и в частности, расширение парка полувагонов со сплошным дном, применения различных вяжущих веществ для образования корки на поверхности насыпного (навалочного) груза, использование укрывающих груз пленок, создания новых специальных видов подвижного состава, приспособленных для сохранной перевозки отдельных грузов [1].

## II. РАБОТА ОАО «РЖД» В СФЕРЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

На долю железнодорожного транспорта приходится 75% грузооборота и 40% пассажирооборота транспорта общего пользования в РФ. Такие объемы работ связаны с большим потреблением природных ресурсов и, соответственно, выбросами загрязняющих веществ в биосферу. Влияние железнодорожного транспорта на экологическую обстановку весьма ощутимо. Оно проявляется, прежде всего, в загрязнении всех сред при строительстве и эксплуатации железных дорог. Выделяют следующие источники загрязнения: подвижные и стационарные.

Основное загрязнение происходит в районах, где в качестве локомотивов используют тепловозы с дизельными силовыми установками. При работе магистральных тепловозов в атмосферу выделяются отработавшие газы, по составу аналогичные выхлопам автомобильных дизелей. Из отработавших газов выделяется 97-98% токсичных веществ от общей их эмиссии. Помимо выбросов продуктов сгорания топлива, ежегодно при перевозке и перегрузке грузов из вагонов в окружающую среду поступает около 3,3 млн. т руды, 0,15 млн. т солей и 0,36 млн. т минеральных удобрений. Остающиеся 2-3% составляют картерные газы и испарения топлива. Что касается маневровых тепловозов, выделение токсичных веществ у этих машин несколько выше, чем у поездных (магистральных) [2].

Железнодорожные станции с локомотивными и вагонными депо являются источником образования и аккумуляции твердых отходов, что приводит к захламлению больших территорий в придорожной полосе отвода или за ее пределами. В перечне загрязнителей преобладают нефть и нефтепродукты, остатки топлива, смазочные материалы.

Специфическими для железнодорожного транспорта являются предприятия по подготовке и пропитке шпал, щебеночные заводы, промывочно-пропарочные станции. Шпалопропиточные заводы России (ШПЗ) производят подготовку и пропитку деревянных шпал, идущих на ремонт и строительство железнодорожных путей. Основными источниками выделения загрязняющих веществ являются пропиточный цилиндр в период откачки антисептика, трубопроводы и вакуум-насос, а также остывающие шпалы в процессе их транспортировки в вагонетках на склад. Процесс обработки шпал сопровождается выделением в воздушную среду нафталина, антрацена, аценафтена, бензола, толуола, ксилола, фенола, то есть веществ, относящихся к 2-му классу опасности.

Помимо атмосферы, на шпалопропиточных заводах происходит загрязнение почвы и водоемов. Основными загрязнителями являются сланцевые и каменноугольные масла, в состав которых входят фонолы; их накопление в почве опасно для живых организмов. Сточные воды ШПЗ насыщены антисептиком, растворенными смолами, фонолами. Один шпалопропиточный завод сбрасывает в год от 40 до 150 тыс. м. куб. производственных и хозяйственно-бытовых вод.

Сброс сточных вод локомотивным депо составляет 20 - 400 тыс. м. куб. в год, пассажирским вагонным депо - 30 - 180 тыс. м. куб., грузовым вагонным депо - 20 - 150 тыс. м. куб [3].

В составе вагонных депо, либо как самостоятельные предприятия действуют около 40 промывочно-пропарочных станций (ППС), где производится очистка цистерн от остаточных нефтепродуктов. Сточные воды ППС (объемом от 60 до 500 м. куб.) загрязнены нефтепродуктами, растворенными органическими кислотами, фенолами, тетраэтилсвинцом.

Значительное загрязнение сточных вод наряду с подвижным составом получается в пунктах подготовки и обмывки грузовых и пассажирских вагонов. Ведется обмывка внутренней и наружной поверхностей крытых грузовых вагонов и наружной обшивки пассажирских вагонов. В состав загрязнений входят остатки перевозимых грузов, минеральные и органические примеси, растворенные соли и др. В них также присутствуют бактериальные загрязнения. Пункты в основном не имеют оборотного водоснабжения, что резко увеличивает потребление водных ресурсов и загрязнение природной среды.

Наибольший вред природе приносят котельные: при сжигании твёрдого топлива выделяются оксиды серы, углерода, азота, летучая зола, сажа, при сгорании мазутов – оксиды серы, диоксид азота, твердые продукты неполного сгорания ванадия.

Основным направлением деятельности Свердловской железной дороги (СвЖД) в сфере обеспечения экологической безопасности является последовательное снижение негативного воздействия на окружающую среду в рамках реализации утвержденной экологической стратегии ОАО "РЖД" до 2030. года (включительно).

С января по декабрь 2016. года достигнуто снижение выбросов вредных веществ в атмосферу от стационарных источников на 11,7%; сброс загрязненных сточных вод в водные объекты сократился на 47,7 %. Около 80% отходов было обезврежено на собственных площадках (в дальнейшем они используются в технологических процессах в качестве источников вторичных материалов и энергоресурсов) или передано для переработки сторонним организациям.

За 2017-18. год центром охраны окружающей среды Свердловской железной дороги произведено более 13,3 тыс. анализов (проб) воздуха, почв и стоков, более десяти тыс. других измерений. Экономия эксплуатационных расходов СвЖД (в результате выполнения всех работ силами Центра, без заключения сторонних договоров) составила 29,9 млн рублей.

В рамках инвестиционной программы "Обеспечение экологической безопасности" в 2016. году на СвЖД поступил вагон-лаборатория, а также было приобретено новое лабораторное оборудование. Выполнено проектирование очистных сооружений на ст. Юность Комсомольская.

В 2019. году на полигоне СвЖД продолжена реализация мероприятий по защите природы, созданию и внедрению инновационных, экологически безопасных, ресурсосберегающих технологий.

Расширена практика селективного сбора отходов и вовлечения их во вторичный оборот, увеличена доля использования биоразлагаемых пакетов и упаковок вместо полиэтиленовых, заменены ртутьсодержащие лампы на другие типы энергоэффективных осветительных приборов.

## III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Повышенное внимание Свердловская магистраль уделяет особо охраняемым природным территориям, граничащим с железной дорогой (лесопарк им. лесоводов России и Центральный парк культуры и

отдыха им. В.В. Маяковского в Екатеринбурге, а также зоологический заказник "Богдановичский" и природный парк "Оленьи ручьи"). Работники компании тщательно следят за санитарным и экологическим состоянием полосы отвода, обеспечивают пожарную безопасность, занимаются восстановлением лесов. Подписаны соглашения о взаимодействии со всеми четырьмя особо охраняемыми территориями, что позволит усилить совместную работу по сохранению и развитию уникальных заповедников.

Одно из важных направлений работы – формирование экологической культуры и просвещение. Воспитанники ведомственных детских садов и школ-интернатов, Свердловской и Тюменской детских железных дорог продолжат участвовать в природоохранных социально-образовательных проектах "Эколята-дошколята", "Эколята" и "Молодые защитники природы".

В колледже железнодорожного транспорта появились дополнительные наглядные материалы, прошли тематические уроки, конкурсы, спортивные мероприятия. Кроме того, в 2017. и 2018. годах студенты колледжа приняли участие в некоторых масштабных экологических акциях и субботниках ОАО «РЖД».

ЛИТЕРАТУРА

[1] Е.Б. Герасимова, Б. И. Герасимов, „Метрология, стандартизация и сертификация“, учеб, пособие / Е.Б.Герасимова Б.И.Герасимов, 2-е изд. – М.:ФОРУМ: ИНФРА – М, 2017. – 224с.

[2] Ю. П. Сидоров, Т. В. Гаранина, „Практическая экология на железнодорожном транспорте“, Учебное пособие / Сидоров Ю.П., Гаранина Т.В. - М.:УМЦ ЖДТ, 2013. - 228 с.: 60x84 1/16. - (Высшее профессиональное образование) ISBN 978-5-89035-596-6 - Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/498449

[3] Л. И. Брославский, „Экология и охрана окружающей среды“, законы и реалии в США и России: Монография / Л.И. Брославский. - М.: НИЦ Инфра-М, 2013. - 317 с.: 60x90 1/16. - (Научная мысль; Экология). (переплет) ISBN 978-5-16-006099-6 - Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/364095

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Железнички инфраструктурни пројекти и модели њиховог инвестирања

## Railway Infrastructure Projects and their Investment Models

Филип Шћекић
*Directorates for Railways, Belgrade, Serbia*
filip.scekic@raildir.gov.rs

***Апстракт:*** *Овај рад представља план железничких пројеката и начин на који они могу бити финансирани у циљу њихове реализације, а које ће допринети повећању обима превоза и квалитета услуге, као и конкурентности са осталим видовима саобраћаја.*
***Кључне речи:*** *Железничка инфраструктура, стратешки план, мастер план, пројекти, инвестиције.*

***Abstract:*** *This paper presents a plan for railway projects and how they can be financed for the purpose of their realization, and thus increasing transport volume and quality of service, as well as competitiveness with other types of traffic.*
***Key words:*** *Railway infrastructure, strategic plan, master plan, projects, investments.*

### I. УВОД

Улога саобраћаја у оквиру светских процеса и развоју светске привреде незаменљива. Саобраћајним средствима и везама савлађују се просторне препреке између двеју и више земаља. Ове везе условљене су тежњама људи да одржавају међусобне, економске, трговачке, културне, политичке и пријатељске везе.

У складу са спроведеним реструктуирањем железничког сектора, почев од 10.08.2015. године, некадашње српске железнице наставиле су да постоје као четири акционарска друштва: Друштво „Железнице Србије“ а.д. које треба, привремено, да решава проблеме вишка имовине, вишка запослених и историјских дугова, Друштво за управљање железничком инфраструктуром „Инфраструктура железнице Србије“ а.д., Друштво за железнички превоз робе „Србија карго“ а.д., и Друштво за железнички превоз путника „Србија воз“ а.д.
Поред наведеног, Законом о железници донетим 2005. године, образована је Дирекција за железнице, као посебна организација, чијим оснивањем и овим законом у целини, успоставио се правни оквир за отварање тржишта услуга железничког превоза и приступ и коришћење јавне железничке инфраструктуре свим превозницима, који испуњавају законом прописане услове, под једнаким условима.

У једном железничком систему кључну улогу има железничка инфраструктура.

Железничка инфраструктура је јавно добро и чине је многобројни елементи.

### II. КАРАКТЕРИСТИКЕ ЖЕЛЕЗНИЧКЕ ИНФРАСТРУКТУРЕ

Железничка мрежа у Србији заснива се на ширини колосека од 1435mm, а сви остали системи колосечних ширина су напуштени почевши од седамдесетих година, док је последња пруга уског колосека укинута 1982. године, на релацији Младеновац –Аранђеловац – Лајковац.

Пруге се категоришу на следећи начин:
1) Магистралне пруге, од значаја за међународни и национални значај
2) Регионалне пруге, од значаја за регионални и локални саобраћај
3) Локалне пруге, од значаја за локални саобраћај и
4) Манипулативне пруге, од значаја за за привредне субјекте
5) Пруге туристичко-музејске железнице.

Грађевинска дужина железничких пруга у Републици Србији је 3.739 km, од чега је (слика 1):

1) 3.444 km једноколосечних и
2) 295 km двоколосечних пруга.




*Слика 1. Структуа железничке мреже* [1]

Дужина електрифицираних пруга износи 2.263 km. Само 45% железничких пруга има осовинско оптерећење од 22,5t, док је на 30% пруга то оптерећење испод 16t.

На мрежи пруга (слика 2) којима управља „Инфраструктура железнице Србије" а. д. Постоји:

- 972 моста укупне дужине 43 km,
- 3.803 пропуста,
- 333 тунела укупне дужине 153 km,
- 2.134 путна прелаза,
- уграђено је 5.315 скретница.




*Слика 2. Мрежа јавних железничких пруга Републике Србије* [1]

Када се говори о начину изласка железница из кризе, на свим континентима се одмах мисли на процесе реструктуирања, отварања тржишта и приватизацију. Разлике постоје када се посматра дубина захвата наведених процеса и динамика спровођења. Међутим мотив је јединствен – постизање веће конкурентности железнице и заустављања пада њеног учешћа на транспортном тржишту.

Европска унија (ЕУ) је још Римским споразумом 1957. године дефинисала транспортну политику у којој је главна одредница отворено и слободно транспортно тржиште на читавом простору ЕУ, у свим видовима транспорта и на свим сегментима тржишта. Кроз реформе европских железница које су почеле тек од 90-тих година прошлог века, врши се постепено отварање железничког тржишта које је од свог настанка увек било монополско. [1]

## III. СТРАТЕШКИ ПЛАН

### A. Мисија / Визија

*Мисија:* јесте управљање јавном железничком инфраструктуром у Републици Србији, организовање и регулисање железничког саобраћаја, обезбеђење приступа и коришћења јавне железничке инфраструктуре свим заинтересованим железничким превозницима као и правним и физичким лицима који обављају превоз за сопствене потребе, а који испуњавају прописане услове, такође изградња и реконструкција јавне железничке инфраструктуре. Успостављање стандарда пословања, хармонизација са важећим стандардима и прописима у међународном железничком саобраћају. Успостављање стандарда понашања запослених као и обезбеђивање рационализованог, компетентног и мотивисаног особља.

*Визија:* Савремена, безбедна и тржишно оријентисана железница, што значи: трајно, непрекидно и квалитетно одржавање и заштита јавне железничке инфраструктуре, слободно и несметано коришћење објеката железничке инфраструктуре и других средстава рада за железнички саобраћај, организовање и регулисање безбедног и несметаног одвијања железничког саобраћаја уз старање о заштити животне средине у складу са законом и другим прописима.

На основу дефинисане визије и мисије, као и започетог корпоративног реструктуирања железнице, одређени су основни циљеви „Инфраструктура железнице Србије" а.д. за период 2017. – 2027. године.

Циљеви:

- Повећање профитабилности железнице,
- Оптимизација трошкова,
- Повећање интерне ефикасности кроз кључне показатеље учинка,
- Успостављање оптималне структуре пословања,
- Спровођење активности у циљу успостављања принципа тржишног пословања, односно комерцијално управљање пословним активностима, кроз одговарајућу политику цена, и формирање уговорног односа са државом

(локалном самоуправом), како би се обезбедило адекватно финансирање непрофитабилних услуга и адекватно финансирање инфраструктуре,
- Подизање квалитета инфраструктуре кроз реализацију плана инвестиција. [2]

B. SWOT анализа

S-strenght, W-weaknesses, O-opportunities, T-threats

Пример наше железнице преузет је из „Дугорочни и средњорочни план пословне стратегије развоја за период 2017-2027."

S – Снаге
- Висок инвестициони потенцијал за улагања у капиталне пројекте изградње, реконструкције и модернизације инфраструктурних капацитета.
- Битно поузданија и конкурентнија мрежа након имплементације инвестиционих пројеката из МФИ.
- Стратешки положај Коридора 10 и Коридора 11.
- Чланство у референтним међународним железничким организацијама.
- Историјски дугови, проистекли из статусне промене, су у оквиру реалних финансијских извора.
- Стручност и искуство кадрова специјализовани занимања.
- CASH FLOW (ефикасна наплата потраживања).

W – Слабости
- Недостатак средстава за одржавање инфраструктурних капацитета по техничким стандардима и последице вишегодишњег недовољног одржавања.
- Смањена пропусна моћ услед лошег стања инфраструктурних капацитета и непоседнуте станице и укрснице.
- Недовољна или неблаговремено обезбеђена средства за експлоатацију, пројектно-техничку документацију и друге зависне трошкове инвестиција.
- Недостатак континуираног унапређења знања и вештина кроз стратегију и планове развоја кадрова и управљање учинком људских ресурса константим школовањем, преквалификацијом и наставком реструктурирања радне снаге.
- Вишак запослених и неадекватна кадровска структура.
- Ниске зараде проузрокују слабу мотивисаност запослених.
- Старосна структура запослених (просечна старост запослених у 2016. години је 48,7 година).

O - Шансе
- Либерализација тржишта – улазак нових оператера.
- Завршетак инвестиционих програма из кредита Руске Федерације.
- Изградња и модернизација пруге од Београда до Суботице (Кинески кредит).
- Реконструкција грађевинске и електротехичке инфраструктуре Ниш – Димитровград (ЕИБ).
- Реконструкција регионалних пруга.
- Реконструкција Барске пруге.
- Изградња нових индустријских колосека.
- Изградња терминала за интермодални транспорт

T – Претње
- Смањење расположивости инфраструктуре због реализације инвестиционих пројеката на Коридору 10 и Коридору 11.
- Преусмеравање саобраћаја са Коридора 10 на конкурентски Коридор 4 [3].

C. Мастер план за железнице

Просторни план је индетификовао основне коридоре развоја железничке инфраструктуре којима су повезани региони унутар Србије и Република Србија са земљама из окружења, односно са Европском унијом.

Поред просторног плана за Републику Србију скренута је пажња на Мастер план и пројекте из њега. Пројекти из мастер плана су од суштинске важности због свог географског положаја и транспортног тока (Коридор 10 и 11).

Мастер план сачињавају деонице погодне за реконструкцију и изградњу, финансиране из различитих домаћих извора, иностраних кредита и фондација. Разматрани су трошкови инвестиције и одржавања, укључујући и трошкове одржавања без реализације пројеката.

Основни принципи дефинисани у Мастер плану за железнице су:
1. Модернизација Коридора 10 и железничких пруга Београд-Врбница (Бар) и Београд-Вршац до усклађених међународних стандарда, односно за пружање одговарајућег нивоа услуга за путнички и теретни саобраћај.
2. Унапређење ефикасности главних чворова (Београд, Ниш, Нови Сад), како би се повећао њихов капацитет, како за саобраћај на средњим/дужим растојањима, тако и за локални саобраћај.
3. Јачање интермодалног транспорта кроз изградњу железничких робних терминала са

интермодалним терминалима на кључним локацијама.

4. Унапређење безбедности, сигурности и поузданости железничког система.

Пројекти из Мастер плана

A. A10 Бели Поток – Винча - Панчево
B. Стара Пазова – граница са Мађарском
C. Стара Пазова – граница са Хрватском
D. Раковица – Велика Плана
E. Ресник - Трупале
F. Ниш – граница са Бугарском
G. Ниш – граница са Македонијом
H. Ресник – граница са Црном Гором
I. Панчево – граница са Румунијом
J. Лапово – Краљево – Рудница [2], [3].

Када је реч о ревитализацији инфраструктуре и реализацији нових инвестиционих пројеката, као једно од најчешће постављених питања појављује се идентификовање одговарајућег начина финансирања (Табела 1).

У том погледу, у Србији се јављају следећи модели тј. извори финансирања:

- Национални буџет (који се односи на републички, покрајински и локалне буџете),
- IPA фонд,
- WBIF,
- EIB,
- EBRD,
- кредит Владе Руске Федерације,
- EXIM банка ,
- Кувајтски кредит за арапски економски развој.

С обзиром на то да државни буџет као извор финансирања инвестиционих пројеката није довољан, као најпопуларнији модел у пракси све више се користе средства билатералних донатора. Најзначајнији билатерални донатор у Републици Србији је ЕУ са реализацијом годишњих донација до просечно 200 милиона евра. У протеклом периоду значајни пројекти су финансирани из кредитних линија, док модел ЈПП тек треба да заживи у пракси [5].

*Табела 1. Приказ завршених, актуелних и планираних пројеката (вредности могу одступати од датих)*

| **Завршени пројекти** | **Извор финансирања** | **Вредност инвестиције** |
|---|---|---|
| Изградња другог колосека на деоници Панчевачки мост – Панчево Главна | Руски извозни кредит | 90,9 mil. $ |
| Реконструкција три северне деонице Коридора 10 (65,7 km) | Руски извозни кредит | 48,71 mil. $ |
| Реконструкција три јужне деонице Коридора 10 (45,5 km) | Руски извозни кредит | 38,1 (26,4) mil. $ |
| Железничка станица Београд Центар – Фаза 1 | Кувајтски фонд за арапски економски развој | 10 милиона Кувајтских динара (око 25,7 милиона евра) |
| **Пројекти у фази реализације** | **Извор финансирања** | **Вредност инвестиције** |
| Изградња железничк-друмског моста преко реке Дунав у Новом Саду (Жежељев мост) | EU IPA фонд и Република Србија | 51,7 mil. € |
| Реконструкција и модернизација деонице пруге Гиље – Ћуприја - Параћин | EIB | 38,66 mil. € |
| Реконструкција главном оправком пруге Ресник - Ваљево | Руски извозни кредит | 79,92 mil. € |
| **Актуелни пројекти** | **Извор финансирања** | **Вредност инвестиције** |
| Модернизација пруге Београд – Суботица (Будимпешта) – I деоница: Београд Центар – Стара Пазова | Exim банка Кина | 319,9 mil. € |
| Модернизација пруге Београд- Суботица (Будимпешта) – II деоница: Стара Пазова – Нови Сад | Руски извозни кредит | 338 mil. $ |
| Модернизација пруге Београд- Суботица (Будимпешта) – III деоница: Нови Сад - Суботица | Exim банка Кина | |
| Рехабилитација главном оправком деоницае распутница G – Раковица – Ресник | EBRD | 23,7 mil. € |
| Реклонструкција деонице Јајинци – Мала Крсна | EBRD | 30 mil. € |
| Обнова станице Мала Красна | EBRD | 10 mil. € |
| **Планирани пројекти – обезбеђен извор финансирања** | **Извор финансирања** | **Вредност инвестиције** |
| Реконструкција и електрификација пруге Ниш - Димитровград | EU фонд (WBIF), EIB и Република Србија | 84,37 mil. € |
| Електрификација и уградња сигналних и телекомуникационих | EU фондови і EIB | 45 mil. € |

| уређаја | | |
|---|---|---|
| **Планирани пројекти – није обезбеђен извор финансирања** | **Извор финансирања** | **Вредност инвестиције** |
| Железничка станица Београд Центар – Фаза 2 | | 47 mil. € |
| Теретна обилазна пруга Бели Поток – Винча – Панчево Главна | | 106,3 mil. € |
| Реконструкција пруге Ресник – Врбница, деоница Ваљево - Врбница | | 200 mil. € |
| Изградња једноколосечне обилазне пруге око града Ниша | | 100 mil. € |
| Електрификација пруге Панчево Главна - Вршац | | 46 mil. € |
| Реконструкција и модернизација постојећег и изградња другог колосека на деоници Сталаћ - Ђунис | | 150 mil. € |
| Рехабилитација регионалних пруга | | 30 mil. € |

## IV. ЗАКЉУЧАК

У једном железничком систему кључну улогу има железничка инфраструктура. Она представља јавно добро у општој употреби у својини Републике Србије, које под једнаким околностима, могу користити железнички превозници.

Настоји се унапређењу у областима безбедности саобраћаја, реда вожње, нивоа и квалитета услуга, приступачности, заштите животне средине, енергетске ефикасности и тд. Недовољно и неправовремено одржавање довело је до истрошености железничке инфраструктуре, тако да будући пројекти настоје да отклоне недостатке и унапреде железницу.

Развој железничке инфраструктуре у ЕУ захтева велике финансијске инвестиције из националних средстава, које могу бити подржане приватним инвестицијама. Међутим, све док приватна улагања захтевају велике и поуздане приходе од железничких операција, железничке инвестиције имаће мале шансе за привлачење приватних инвеститора. Стога, државни буџет је начин финансирања железничке инфраструктуре, који преовладава, а који због својих ограничења у буџету и политичког утицаја није и најфлексибилнији за изградњу и развој.

У ЕУ то функционише кроз разна партнерства и инструменте модела финансирања, док се Србија, осим разних фондова ЕУ, претежно ослања на кредите. Зато постоји потреба да се директно јавно финансирање, стога и јавно задуживање, што више смањи, кроз налажење нових начина за промовисање приватног сектора. За очекивати је, да отварање железничког тржишта као и увођење накнада за коришћење железничке инфраструктуре, повећају учешће самофинансирања железничке инфраструктуре у покривању сопствених трошкова пословања, и то посебно у делу одржавања.

С обзиром на познате предности железничког у односу на друмски саобраћај, у погледу безбедности и утицаја на животну средину и самим тим могућности пружања квалитетније услуге у превозу путника и робе, ревитализација железнице је од великог значаја за становништво и за привредне субјекте. Јавна-приватна партнерства јесу модел који би био погодан и који може заживети, јер пружа постојање јавног интереса и могућност удруживања приватног интереса као и поделу ризика.

## ЛИТЕРАТУРА

[1] „Национални програм железничке инфраструктуре“ http://www.mgsi.gov.rs/sites/default/files/Nacionalni%20program%20zel%20infrastrukture%20SRBIJE%202017-2021%2020.9.2016.doc.

[2] “Стратешки план 2017-2027 са одлуком и решењем“ http://infrazs.rs/wordpress_3/?mdocs-file=8455.

[3] „The Book of Projects - Ministry of construction, transport and infrastructure“- Септембар, 2018.

[4] Б. Бошковић, М. Бугариновић, “Форме и инструменти регулације тржишта железничке инфраструктуре”.

[5] ЖЕЛЕЗНИЦЕ – научно-стручни часопис железница Србије, Београд, pp. 131-196, Новембар 2017.

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Приоритетни железнички пројекти у условима ограничених финансијских могућности

## Priority Railway Projects Under Conditions of Limited Financial Possibility

Филип Шћекић[1], Лазар Мосуровић[2]
*Directorates for Railways, Belgrade, Serbia[1,2]*
filip.scekic@raildir.gov.rs[1], lazar.mosurovic@raildir.gov.rs[2]

***Апстракт:*** *Овај рад представља приступ за утврђивање приоритетних железничких пројеката у циљу њиховог реализовања, а тиме и повећања обима превоза и квалитета услуге. Коришћена је АНР (аналитички хијерархијски процеси) метода. АНР метода је примењена на девет различитих деоница из Мастер плана које карактерише шест критеријума. На основу вредности значаја критеријума добили смо коначно рангиране деонице по приоритетности.*
***Кључне речи:*** *Приоритетни пројекти, АНР метода, модел за развој.*

***Abstract:*** *This paper presents one approach for determining priority rail projects with the aim to increase realizing them, and thus increasing transport volume and quality of service. The AHP (analytical hierarchical processes) method was used. The AHP method was applied to nine different railway sections of the Master Plan characterized by six criteria. Based on the value of the criterion significance, we have finally ranked railway sections by priority.*
***Key words:*** *Priority projects, AHP method, model for development.*

### I. УВОД

Управљање пројектима јесте планирање, контрола и руковођење активностима које чине одређени пројекат. У данашње време изложени смо честим и брзим променама у окружењу компаније, стога је управљање променама актуелна област менаџмента. Потребно је пратити, дефинисати и анализирати све релевантне промене из окружења и у складу са њима пословати. Управљање променама подразумева брзо реаговање на промене у организацији, стратегији, политици, и тд.

Велики број фактора утиче на реализацију пројекта, а неки од њих су: финансијски, материјални, временски, кадровски, и др; из чега следи велики ризик у остваривању планираних пројеката у већ дефинисаним временским и трошковним границама.

Мрежа железничких пруга „Инфраструктура железнице Србије" а. д. је стара више од једног века, а преко 55% свих пруга изграђено је у 19. веку. Просечна старост колосека је око 43 године, електротехничких постројења између 30 и 40 година, а значајно се повећава и дужина пруга на којима је смањена највећа допуштена брзина возова.

Изградња, реконструкција и модернизација инфраструктурних капацитета које су у функцији реализације основних принципа одрживог развоја транспорта у наредном периоду би требало да допринесу реализацији циљева, који се односе на унапређење:

- безбедности саобраћаја и поузданости елемената инфраструктуре и реда вожње;
- нивоа и квалитета услуга железничке инфраструктуре;
- примене европских стандарда интероперабилности железнице;
- приступачности железничке инфраструктуре;
- заштите животне средине, прилагођавањем развоја и одржавањем елемената инфраструктуре у складу са еколошким захтевима;
- енергетске ефикасности;
- доприноса железнице регионалном развоју [1].

Инфраструктурне инвестиције подразумевају: саобраћај, енергију, водовод, телекомуникације, социјалну инфраструктуру (болнице, школе, суд, и др.). Што даље подразумева улагања која обезбеђују дуг век експлоатације, неликвидност, високе инвестиције и потешкоће у процени пројекта (вредност, таксе, тарифе).

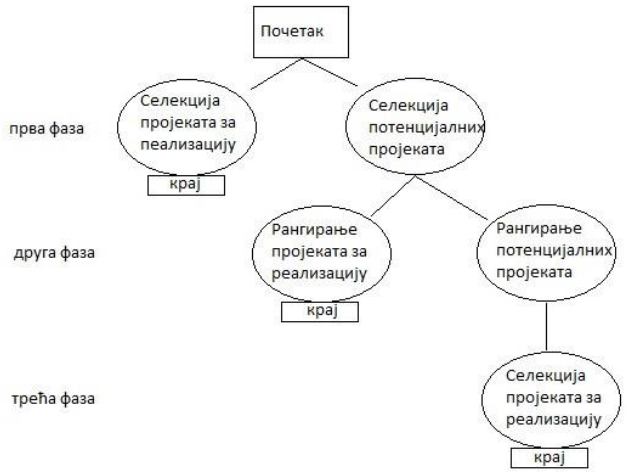
Ови пројекти су најчешће финансирани од стране јавних предузећа, због:

1) Услуге мреже (пружање интегративних активности које повезују економске активности),
2) Јавна добра (из којих је тешко и непожељно искључити оне који не плаћају услуге),
3) Природни монополи (обим економије их чини ефикасним само ако постоји један провајдер).

Оцена пројекта може да се врши ПРЕ (ex-ante evaluation) или ПОСЛЕ (ex-post evaluation) реализације пројекта. Ex-ante оцена пројеката се врши у циљу селекције или рангирања прокјеката, а на основу извесних критеријума:

- Избор потенцијалних пројеката за инвестирање (прва фаза),
- Селекција пројеката може да се врши после рангирања (трећа фаза).

Фазе су делови пројекта којима се може управљати као посебном целином. Представљају скупове некаквих активности а подскупове пројеката. На слици 1 приказане су селекција и рангирање у три фазе.




*Слика 1. Селекција и рангирање пројеката у три фазе*[3]

Основна разлика између селекције и рангирања је та што селекција подразумева одбацивање одређеног броја потенцијалних пројеката, тј. предлога пројаката. Рангирање подразумева реализацију свих посматраних пројеката, само је потребно дефинисати њихов приоритет.

## II. УПРАВЉАЊЕ ПОРТФОЛИЈОМ ПРОЈЕКТА

Портофолио пројеката представља скуп свих пројеката који се реализују у једном предузећу, при чему је због ограничених ресурса (ефикасног и ефективног коришћења расположивих ресурса) потребно њихово адекватно планирање и управљање.

Доносиоци одлука критеријумски врше оцену пројеката, а затим на основу расположивих средстава врше селекцију пројеката за реализацију.

Буџет, који је издвојен за инвестирање пројеката који се потенцијално могу реализовати у посматраном временском периоду, представља један од главних проблема за јавна предузећа. Техничка ограничења додатно компликују проблем доношења одлука за најранији и најкаснији дан почетка пројекта, као и редослед реализације између зависних пројеката. Такође, може постојати додатни политички притисак за неки пројекат, или подршка.

Јавни сектор, за разлику од приватног сектора, сем критеријума максимизирања нето финансијских бенефита или повраћај интересним групама, мора водити рачуна о социјалној једнакости, као и економским и политичким критеријумима [4].

Циљ сваког програма и пројекта у оквиру портфолија јесте да се остваре стратешки циљеви портфолија, који треба да допринесу остварењу циљева комплетне организације или једног њеног дела. Управљање портфолијом представља управљање скупом програма и пројеката у оквиру њега. Ово обухвата процену доприноса сваког пројекта остварењу стратешких портфолио циљева и праћење усмерености пројеката на циљеве, како би се одржала равнотежа портфолија и других инвестиција и обезбедило ефикасно трошење организационих ресурса. Може се рећи да се портфолиом остварују стратешки, а пројектом тактички циљеви оранизације. Портфолиом по правилу управљају највиши руководиоци у организацији.

## III. МАСТЕР ПЛАН ЗА ЖЕЛЕЗНИЦЕ И ПРОЈЕКТИ ИЗ МАСТЕР ПЛАНА

Основна карактеристика модела развијеног у Мастер плану је мултимодални аспект посматрања развоја транспортне мреже Србије. Добити повезане са пројектима у друмском и железничком саобраћају генеришу се из карактеристика мултимодалне мреже које су повезане са сваким појединачним пројектом. Постоји пет главних карактеристика које имају кључну улогу у оцени добити:

- Дужина разматране деонице пута или пруге,
- Саобраћај на свакој деоници мреже изражен бројем возова,

- Брзина саобраћаја путничких и теретних возова,
- Карактеристике терена (раван, брдски или планински) за путну мрежу,
- Стање (храпавост) коловозног застора.

У Мастер плану разматрани су трошкови инвестиције и одржавања, укључујући и трошкове одржавања без реализације пројеката. Трошкови одржавања и обнове подразумевају све трошкове који настају да би се железнички систем одржао у жељеном оперативном стању, или вратио у то стање, поправком или заменом постојећих средстава. Трошкови одржавања и обнове зависе од мобилности и коришћења средстава мреже, али и од ефикасности УИ. Процењено је да је годишње одржавање 1km пруге за једноколосечну пругу потребно 30000 евра, а за двоколосечну 43% више. Трошкови инвестиције зависе од: врсте пројекта (обнова, унапређење, изградња другог колосека), дужине деонице, карактеристика постојеће железничке пруге, и тд.

С обзиром на то да је период важења Генералног мастер плана саобраћаја у Србији до 2027. године, а да се у претходном периоду мало од планираних активности реализовало, наметнула се потреба да се део стратегије који се односи на железнички саобраћај ажурира, што је и учињено кроз пројекат Техничке подршке железничкој инфраструктури, односно Мастер план за железнице. Мастер планом за железнице извршена је ревизија железничке компоненте Генералног мастер плана саобраћаја Републике Србије, укључујући и детаљно дефинисање листе пројеката и акционог плана за период 2012-2016. година, као и за период 2017-2021. године.

Основни принципи дефинисани у Мастер плану за железнице су:

- Модернизација Коридора 10 и железничких пруга Београд-Врбница (Бар) и Београд-Вршац до усклађених међународних стандарда, односно за пружање одговарајућег нивоа услуга за путнички и теретни саобраћај.
- Унапређење ефикасности главних чворова (Београд, Ниш, Нови Сад), како би се повећао њихов капацитет, како за саобраћај на средњим/дужим растојањима, тако и за локални саобраћај.
- Јачање интермодалног транспорта кроз изградњу железничких робних терминала са интермодалним терминалима на кључним локацијама.
- Унапређење безбедности, сигурности и поузданости железничког система.

Пројекти из Мастер плана

A. A10 Бели Поток – Винча - Панчево
B. Стара Пазова – граница са Мађарском
C. Стара Пазова – граница са Хрватском
D. Раковица – Велика Плана
E. Ресник - Трупале
F. Ниш – граница са Бугарском
G. Ниш – граница са Македонијом
H. Ресник – граница са Црном Гором
I. Панчево – граница са Румунијом
J. Лапово – Краљево – Рудница [1], [2].

## IV. АНР – АНАЛИТИЧКИ ХИЈЕРАРХИЈСКИ ПРОЦЕСИ

### A. Појам

Аналитички хијерархијски процес или краће АНР је метода која представља једну од најпознатијих метода за вишекритеријумско одлучивање. Примењује се у анализи одлучивања и доношењу одлука у решавању комплексних проблема чије елементе чине циљеви, критеријуми, подкритеријуми и алтернативе.

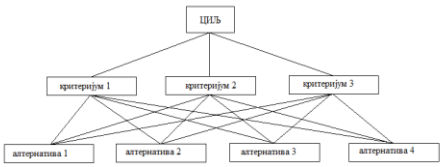
АНР метода развијена је 70-их година прошлог века, а утемељена 1980. године, од стране Thomas L. Saaty-ja професора на Wharton School of Business.

### B. Методологија

АНР је систематска процедура за хијерархијско представљање елемената неког проблема. Организујући базичну рационалност, тако што разлаже проблем на мање и још мање саставне делове, АХП води доносиоце одлуке кроз низ процена односа елемената проблема (које се документују и могу се преиспитати), да би се изразила релативна снага или интензитет утицаја тих елемената у хијерархији. С обзиром да се процене односа свих елемената врше међусобно, познате су под називом поређења парова. Ове процене се након тога преводе у бројеве. АХП укључује процедуре и принципе, који се користе за синтетизовање многих процена, да би се извели приоритети најпре међу критеријумима, а након тога и за алтернативна решења. Решавање проблема је процес постављања приоритета у корацима. Један корак одлучује о најважнијим елементима проблема, други о томе како најбоље поправити, заменити, тестирати и евалуирати елементе, неки други о томе како имплементирати решење и мерити перформансу. Читав процес је подложан ревизији и преиспитивању, све док онај ко тај процес врши, не буде задовољан сазнањем да је открио све важне одлике, потребне да се представи и реши проблем. Овај процес би могао да се спроведе у

редоследу хијерархија; т.ј. коришћењем аутпута једне хијерархије, као фокуса интересовања следеће хијерархије. АХП систематизује овај процес решавања проблема [6], [8].

АНР омогућава интерактивну анализу осетљивости поступка вредновања на коначне рангове елемената хијерархије (слика 2), Поред тога, током вредновања елемената хијерархије, све до краја процедуре и синтезе резултата, проверава се конзистентност резоновања доносиоца одлука и утврђује исправност добијених рангова алтернатива и критеријума, као и њихових тежинских вредности.




*Слика 2. Пример хијерархије у АНР-у*

Међусобним поређењем у односу на циљ врши се рангирање критеријума, а затим се на исти начин вреднују алтернативе и рангирају међусобним поређењем у односу на сваки од критеријума на вишем нивоу хијерархије. Описана поређења елемената у паровима врше се помоћу Сатијеве скале релативног значаја (Табела 1).

Табела 1. Сатијева скала релативног значаја [6]

| Дефиниција | Значај |
|---|---|
| Исти значај | 1 |
| Слаба доминантност | 3 |
| Јака доминантност | 5 |
| Врло јака доминантност | 7 |
| Апсолутна доминантност | 9 |
| (Међувредности ) | (2,4,6,8) |

## C. АНР модел за дефинисање ефеката разматраних железничких пројеката

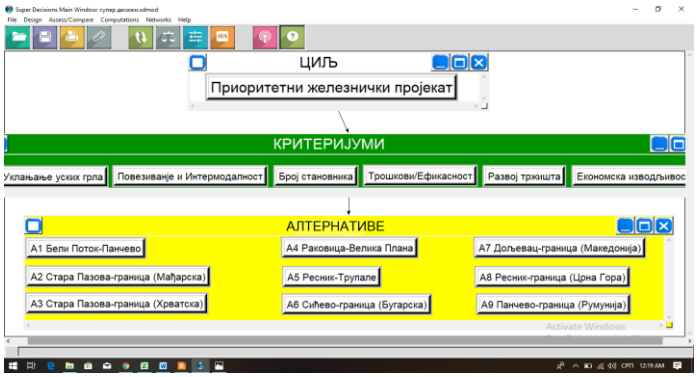
У наредном примеру рангирају се одабрани железички инфраструктурни пројекти. Одабране су одређене деонице које су већински део коридора 10 као и деонице коридора 11 и сматрају се скупом пројеката који чине приоритет земље Србије.

На основу међусобних вредности деоница и критеријума рађена је АНР анализа, и добијени су резултати у **superdecision**-у.

Поставили смо проблем тако да треба извршити избор најбоље алтернативе у односу на критеријуме (приказано на слици 3), односно на циљ, где ћемо од 10 пројеката изабрати онај пројекат за који се покаже да је најбољи.

Изабрано је 6 релевантних критеријума на основу којих се рангирају претходно споменути пројекти. Критеријуми су дефинисани да буду блиски просечном кориснику, а вредновања су вршена у складу са правилима АНР методологије.

Критеријуми:
К1 – Да ли ће пројекат уклонити специфична уска грла у смислу капацитета или других специфичних критичних питања?
К2 – Повезивање и Интермодалност
К3 – Колики је број становника погођен пројеком
К4 – Трошак / Ефикасност (исплативости)
К5 – Да ли ће пројекат побољшати развој тржишта?
К6 – Економска изводљивост

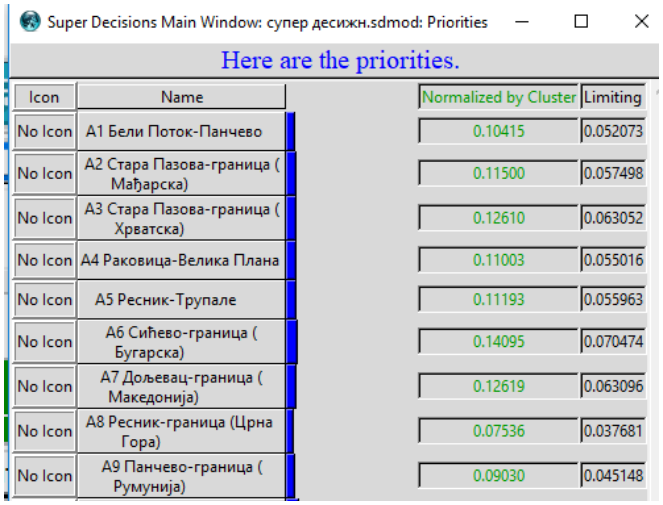



*Слика 3. Хијерархија проблема одлучивања* [7]

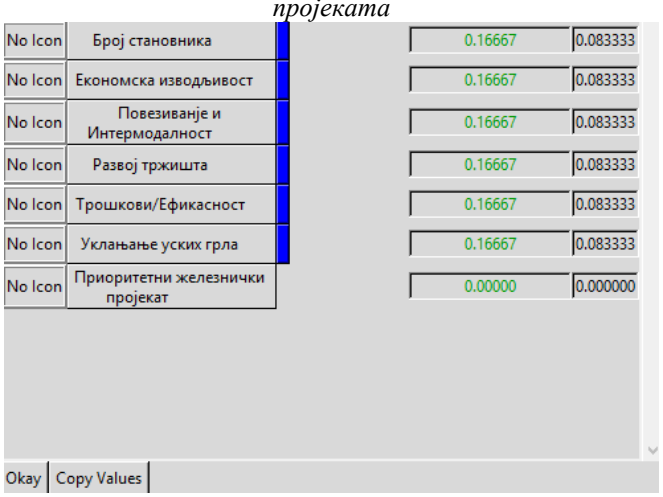
Решење проблема и дискусија

На основу резултата који су приказани на слици 4, слици 5 и табели 2, коришћењем superdecision-а, свака деоница је добила своју тежину (неки број од 0 до 1) и на основу тих резултата ћемо их рангирати. Што је већа вредност неког пројекта то је боља његова позиција.

Посматрајући дефинисани циљ, прво смо вредновали критеријуме у односу на њега. Вредност значаја свих критеријума унели смо на начин да нам је сваки критеријум подједнако битан (слика 5). Такође, вредност значаја за сваку алтернативу, односно деоницу, унели смо на начин где једна алтернатива има своје вредности за сваки критеријум и тако за свих 9 алтернатива. Разликујемо ***benefit*** и ***cost*** типове критеријума. Критеријуми који су нам *benefit* типа желимо да максимизирамо док критеријуме које су нам *cost* типа желимо да минимизирамо.




*Слика 4. Приказ резултата приоритета железничких пројеката*




*Слика 5. Приказ приоритета критеријума у односу на циљ*

Развијени модел заснован је на информацијама добијеним из superdecision-a. Резултат овог рада је процена и рангирање железничких пројеката по описаној методологији. Девет пројеката примећених у овом раду представљено је на слици 4 и 5 и у Табели 3.

Из приложеног видимо да је свака деоница добила своју тежину односно вредност, неки број од 0 – 1, на основну којих смо их рангирали. Што је већа вредност то је боља позиција пројекта.

Највећу вредност има пројекат А6, приоритетна деоница на релацији Сићево – Бугарска граница док деоница Ресник – граница Црна Гора има најмању вредност што значи да је А8 најмање рангиран пројекат. Што се тиче критријума узели смо да нам је сваки подједнако битан.

Табела 2. Резултати релативне сличности и рангирање железничких пројеката

| Алтернативе | Пројекти | $R_i$ | Значај |
|---|---|---|---|
| $A_1$ | Бели Поток – Панчево | 0.10415 | 3 |
| $A_2$ | Стара Пазова – Мађарска граница | 0.11500 | 6 |
| $A_3$ | Стара Пазова – Хрватска граница | 0.12610 | 7 |
| $A_4$ | Раковица – Велика Плана | 0.11003 | 4 |
| $A_5$ | Ресник – Трупале | 0.11193 | 5 |
| $A_6$ | Сићево – Бугарска граница | 0.14095 | 9 |
| $A_7$ | Дољевац – Македонија граница | 0.12619 | 8 |
| $A_8$ | Ресник – Црна Гора граница | 0.07536 | 1 |
| $A_9$ | Панчево – Румунија граница | 0.09030 | 2 |

## V. МОДЕЛ ЗА РАЗВОЈ ВИШЕГОДИШЊЕГ ПЛАНА ИНВЕСТИРАЊА У ЖЕЛЕЗНИЧКЕ ИНФРАСТРУКТУРНЕ ПРОЈЕКТЕ

На основу резултата AHP методе развили смо модел који на вишегодишњем нивоу планира инвестирање у различите инфраструктурне пројекте.

Циљ модела је да се инвестирање планира на основу буџета са којим располажемо. Још на основу AHP резултата добилимо смо тежине 9 различитих пројеката, а познате су нам и вредности инвестиција тих пројеката. У excel табелу унели смо наше AHP вредности, трошкове пројеката и добили смо ефективност свих пројеката (слика 6).

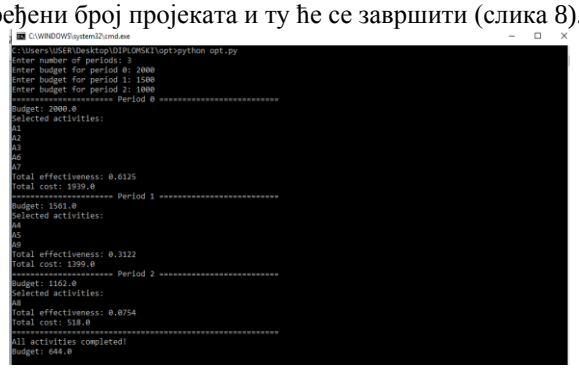
| | A | B | C | D |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Activity | Total (AHP) | Cost/Project | Effectiveness |
| 2 | A1 | 0.1042 | 351 | 10.415 |
| 3 | A2 | 0.115 | 640 | 11.5 |
| 4 | A3 | 0.1261 | 251 | 12.61 |
| 5 | A4 | 0.11 | 617 | 11.003 |
| 6 | A5 | 0.1119 | 577 | 11.193 |
| 7 | A6 | 0.141 | 271 | 14.095 |
| 8 | A7 | 0.1262 | 426 | 12.619 |
| 9 | A8 | 0.0754 | 518 | 7.536 |
| 10 | A9 | 0.0903 | 205 | 9.03 |
| 11 | | | | |

*Слика 6. Табеларни приказ улазних података*

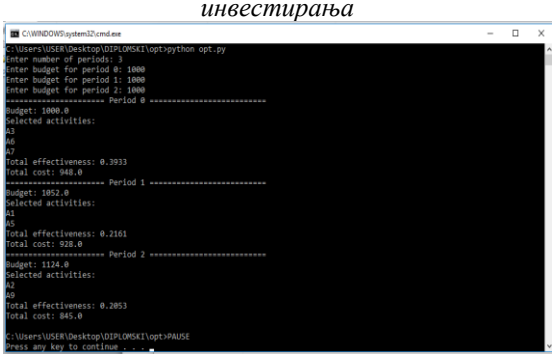
Циљ модела је створити софтевер који, ако бисмо имали ограничен буџет за остваривање пројеката за

више година, нам даје решења на основу ранга важности пројеката, уз сугестију које је пројекте најбоље да одрадимо са датим буџетом у изабраном периоду.

Софтвер ради на начин где из excel-а учитава податке (слика 6). Након што учита податке, програм од корисника тражи да унесе буџете. Постоји могућност бирања периода вршења, што значи да се може радити за један, два, три или више периода. Може се унети више периода са мањим буџетом или један период са великим буџетом, могућности су разчичите, у зависности колики је буџет којим се располаже. Углавном, након сваког извршеног периода добијају се резултати урађених активности уз пружање максималне ефективности и утрошеног буџета. Уколико није искоришћен сав буџет у датом периоду, он се преноси на следећи период.
Када програм заврши са радом, приказани су сви периоди са сопственим трошковима као и њихове ефективности. На крају софтвер исписује преостали буџет са поруком да су све активности одрађене (слика 7), у супротном софтвер ће за задати период одрадити одређени број пројеката и ту ће се завршити (слика 8).




*Слика 7. Приказ модела за развој вишегодишњег плана инвестирања*




*Слика 8. Приказ модела за развој вишегодишњег плана инвестирања са недовољним буџетом*

## VI. ЗАКЉУЧАК

У овом раду је приказана АНР метода као погодна метода за процену приоритетних железничких пројеката из Мастер плана. У оквиру овог истраживања урађена је АНР анализа која у раду са superdecision-ом даје решења приоритетних железничких деоница и рангира их по важности. Употребом АНР-а процес доношења одлука подигнут је на виши ниво, на ком се појединцу и групи омогућава доношење комплексних одлука много брже, ефективније и ефикасније.

Такође, у овом раду илустрована је могућност примене софтвера као вишегодишњег плана инвестирања у железничке инфраструктурне пројекте, који управо користи АНР вредности. Приказано је како софтвер ради. Уношењем одређеног буџета и периода, добили смо програмски приказ приоритетних пројеката са њиховом реализацијом по периодима.

## ЛИТЕРАТУРА

[1] Национални програм железничке инфраструктуре http://www.mgsi.gov.rs/sites/default/files/Nacionalni%20program%20zel%20infrastrukture%20SRBIJE%202017-2021%2020.9.2016.doc

[2] Стратешки план 2017-2027 са одлуком и решењем http://infrazs.rs/wordpress_3/?mdocs-file=8455

[3] Д. Мацура, Н. Бојовић, „Вишекритеријумски приступ за евалуацију пројеката у саобраћају“, Саобраћајни факултет Београд, 2013

[4] Д. Милчић, П. Јовановић, „Управљање пројектима и инвестицијама“, Машински факултет у Нишу, 2017.

[5] „MCA for SR action plan“

[6] T. Saaty, “The Analytic Hierarchy Process”, 1980.

[7] https://superdecisions.com.

[8] http://www.dii.unisi.it/~mocenni/Note_AHP.pdf

[9] Ф. Шћекић, „Вишегодишњи план инвестирања у железничке инфраструктурне пројекте“, Саобраћајни факултет, Београд, 2019.

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Interoperabilnost i bezbjednost - glavni pokretači otvaranja tržišta

## Interoperability and Security as Major Drivers of Market Opening

Nermin Čabrić[1], Aleksandar Blagojević[2]

*Regulatory Board of Railways of Bosnia and Herzegovina, Doboj, BiH[1],*
*High Railway School of Vocational Studies, Belgrade, Serbia[2]*

cabric.nermin@gmail.com[1], aleksandar.blagojevic23@gmail.com[2]

***Apstrakt:*** *Cilj Evropske unije je otvaranje železničkog tržišta za stvaranje konkurencije u pružanju železničkih usluga i konkurencije u industriji koja snabdijeva železnicu. Evropska unija je postavila osnovne principe koji treba da vode železnički transport prema većoj efikasnosti kroz postepeno otvaranje tržišta, odnosno nezavisnost železničkih operatera i upravitelja železničke infrastrukture. Uklanjanjem istorijskih prepreka stvaraju se pretpostavke za otvoren međunarodni saobraćaj vozova a železnica se usmjerava u pravcu konkurentnosti. Otvaranje železničkog tržišta za konkurentnost transportnih usluga spriječava železnički sektor da koristi kao argument bezbjednost i interoperabilnost železničkog sistema kao prepreku pristupa železničkom tržištu ili izgovora da se opiru zahtjevanim promjenama. Osnovni cilj rada je da se objasni uloga i odgovornost pojedinih novih aktera na železnici (Železnički sistem i podsistemi, TSI-Tehničke specifikacije interoperabilnosti, Bijela knjiga, Železnički paket, Tijelo za procjenu podsistema i procjenu rizika, Nacionalno tijelo za železničku bezbjednost...).*
***Ključne reči****: TSI-Tehničke specifikacije interoperabilnosti, CSM-zajedničke bezbjedonosne metode, CST-zajednički bezbjedonosni ciljevi, CSI-zajednički bezbjedonosni indikatori, SMS-sistem upravljanja bezbjednosti.*

***Abstract:*** *The objective of the European Union is to open the rail market to create competition in the provision of rail services and competition in the railway supply industry. The European Union has laid down the basic principles that should guide rail transport towards greater efficiency through the gradual opening of the market, that is, the independence of railway undertakings and railway infrastructure managers. By removing historical obstacles, the conditions for open international train traffic are created and the railway is directed towards competitiveness. The opening of the rail market to the competitiveness of transport services prevents the rail sector from using as an argument the safety and interoperability of the rail system as an obstacle to access to the rail market or an excuse to resist the changes required. The main objective of the paper is to explain the role and responsibility of individual new actors on the railway (Railway system and subsystems, TSI-Technical Specifications for Interoperability, White Paper, Railway package, Subsystem, and Risk Assessment Body, National Safety Authority ...).*
***Keywords:*** *TSI-Technical specifications for interoperability, CSM-common safety methods, CST-common safety targets, CSI-common safety indicators, SMS-safety management system.*

### I. UVOD

Transport je jedan je od najvažnijih oslonaca na kome počiva moderna ekonomija. Sam po sebi važan je dio privrede u Evropskoj uniji. Zapošljava oko deset miliona ljudi i predstavlja oko pet posto od ukupnog bruto društvenog proizvoda. Transport je sektor koji najviše zavisi od fosilnih goriva u kome je došlo do najbržeg povećanja potrošnje energije (13% u periodu od 1998. do 2008. godine) i koji predstavlja 32% ukupne finalne potrošnje energije.

Bijela knjiga iz 2011. godine o transportu nazvana „Plan za jedinstveni evropski transportni prostor - Stvaranje kompetitivnog i ekonomičnijeg u potrošnji transportnog sistema“ definisala je strategiju za poboljšanje efikasnosti transportnog sektora uvođenjem naprednih sistema

upravljanja transportom u svim vidovima transporta, investicije u transportnu infrastrukturu i stvaranje jedinstvenog transportnog prostora u cilju podsticanja razvoja intermodalnog transporta. Efikasnost železničkog saobraćaja od bitnog je interesa za Evropsku uniju. Železnice moraju da poboljšaju svoje usluge da bi postigle isti nivo kao drugi vidovi transporta. Stvaranje jednog zajedničkog železničkog prostora zahtjeva uspostavljanje zajedničkih kontrolisanih tehničkih pravila i zajedničkih rješenja u oblastima bezbjednosti i interoperabilnosti železničkog sistema. Agencija za železnice Evropske unije ovlašćena je da izdaje jedinstvene bezbejdnosne certifikate i dozvole za vozila (tipove) koja važe u više evropskih zemalja i da obezbjedi interoperabilni evropski sistem upravljanja železničkim saobraćajem.

## II. REVITALIZACIJA ŽELJEZNICE

Železnički transport mora biti tehnički usklađen a harmonizacija je posebno potrebna za železničku mrežu koja se gradi već skoro 150 godina na osnovi nacionalnih tehničkih pravila i regulativa. Pojedine prepreke kao što su carinske formalnosti, tehnički pregledi železničkih kola, tehnička harmonizacija sistema kontrolnih komandi i vuče, itd. objašnjavale su da već dugo postoji potreba i neophodnost uklanjanja istih u cilju razvoja jedinstvenog železničkog sistema u Evropi.

### A. Faze revitalizacije železnica

Evropska komisija je 1996. godine predstavila svoju strategiju kroz Bijelu knjigu „Strategija revitalizacije železnica zajednice“ da bi nastavila istu strategiju kroz Bijelu knjigu iz 2001. godine „ Transportna evropska politika do 2010: vrijeme izbora“. Evropska komisija je najavila u Bijeloj knjizi od marta 2011 nove inicijative u korist železničkog transporta i predložila je „četvrti železnički paket“ koji ima za cilj otvaranje unutrašnjeg transporta putnika. U cilju adaptacije železnica zahtjevima tržišta i jačanja njene efikasnosti 1991. godine započet je proces njene revitalizacije a faze revitalizacije železnica su:

- Rane reforme.
  1) 1991. godine, Direktiva 91/440/EEZ kojom se:
     - garantuje nezavisnost upravljanja železničkim preduzećima,
     - razdvaja železnička infrastrukture od servisa transporta,
     - sanira finansijska struktura železničkih preduzeća,
     - garantuje pravo pristupa železničkoj mreži.
  2)1995. godine, Direktive o licencama i dodjeli kapaciteta.
     - Direktiva 95/18/EZ, diktira kriterijume dodjele licence,
     - Direktiva 95/19/EZ, definiše uslove dodjele infrastrukturnih kapaciteta.

### B. Prvi železnički paket

Da bi železnica postala kompetentna sa ostalim vidovima transporta nisu bile dovoljne smjernice Direktive 91/440/EEZ nego je potrebno definisati strategiju revitalizacije železnica zajednice koja je definisana prvom Bijelom knjigom Evropske komisije (koja ima obavezan karakter za sve zemlje članice) od 30.07.1996. godine nazvana „Strategija revitalizacije železnica zajednice“ kroz jasno definisanje: finansiranja, uvođenja tržišnog poslovanja za železnice, obaveznog servisa, integracija nacionalnih sistema. Prvim železničkim paketom tkz. „Infrastruktura“ Evropska komisija propisala je mjere kojima je postavila osnove revitalizacije železnica zajednice.

### C. Drugi železnički paket

Drugi železnički paket precizirao je otvaranje šireg robno transportnog tržišta predviđenog za kraj 2007. godine. Direktive, odluke, regulative i preporuke iz Drugog železničkog paketa su:

- Direktive 2004/49/EZ (trenutno izmjenjena Direktivom 2008/110/EZ) o bezbjednosti na železnicama zajednice,
- Direktiva 2004/50/EZ koja mjenja Direktivu 2001/16/EZ o interoperabilnosti konvencionalnog železničkog sistema i Direktivu 96/48/EZ o interoperabilnosti brzih pruga (izmjenjena Direktivom 2008/57/EZ - o interoperabilnosti),
- Direktiva 2004/51/EZ koja otvara nacionalni i internacionalni transport tereta na cijelokupnoj evropskoj mreži od 1. januara 2007. godine,
- Regulativa (EZ) $n^0$ 881/2004 (trenutno izmjenjena Regulativom (EZ) $n^0$ 1335/2008) o osnivanju Evropske železničke agencije,
- Preporuka za pristup OTIF-u (1. jula 2011. Evropska unija pristupila je konvenciji COTIF).

### D. Treći železnički paket

Treći paket najavio je djelovanje u sljedećim oblastima:

- Sertifikovanja mašinovođa, (Direktiva 2007/59/EZ),
- Direktiva 2007/58/EZ koja se odnosi na dodjelu infrastrukturnih kapaciteta i određivanje tarifa za korišćenje železničke infrastrukture,
- Regulativa koja se odnosi na prava i obaveze putnika, (Regulativa (EZ) $n^0$ 1371/2007),
- Regulativa o obavljanju javnog prevoza putnika železnicom (Regulativa (EZ) $n^0$ 1370/2007),
- Regulativa (EZ) $n^0$ 169/2009 o pravilima konkurencije u transportnom sektoru za železnički, drumski i riječni transport. Regulativa koja se odnosi na kvalitet železničkog servisa.

### E. Četvrti železnički paket

Četvrti železnički paket bio je najavljen od strane Evropske komisije februara 2013. godine i ima za cilj:

- otvaranje unutrašnjeg transporta putnika,
- uspostavljanje jedinstvene autorizacije tipa vozila i jedinstvenih sertifikata za bezbjednost železničkih preduzeća,
- definisanje integralnog pristupa upravljanja koridorima,
- poboljšanje uslova pristupa infrastrukturi i kvaliteta usluga,

- proširenje zadataka Agencije za željeznice Evropske unije-ERA u oblasti sertifikovanja.

Evropsko zakonodavstvo četvrtog paketa čine:

- Direktiva (EU) 2016/797 o interoperabilnosti železničkog sistema EU;
- Direktiva (EU) 2016/798 o bezbjednosti železničkog sistema EU;
- Direktiva (EU) 2016/2370 koja mijenja Direktivu 2012/34/EZ po pitanjima otvaranja tržišta transporta putnika;
- Regulativa (EU) 2016/796 , Parlamenta i Vijeća o Agenciji Evropske unije za željeznice i koja stavlja van snage Regulativu (EZ) no 881/2004.

Četvrti železnički paket Evropske komisije nesumljivo predstavlja jedno od glavnih dostignuća posljednjih deset godina u oblasti železničkog zakonodavstva. Tzv. „Tržišni stub“ je revidirao Direktivu 2012/34/EZ o uspostavljanju jedinstvenog evropskog železničkog prostora i Regulativu (EZ) 1370/2007.

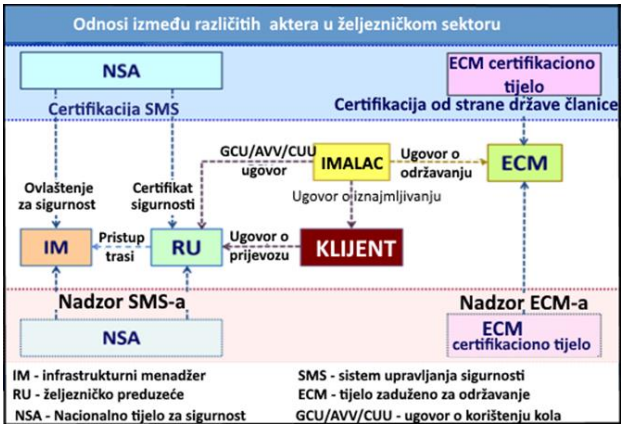
## III. GLAVNI ČINIOCI OTVARANJA ŽELJEZNIČKOG TRŽIŠTA

Glavni činioci a ujedno i kamen temeljac EZ zakonodavstva za otvaranje tržišta železničkih usluga su:

- tehnička harmonizacija (interoperabilnost), sprovodi se kroz tehničke specifikacije interoperabilnosti (TSIs-Technical specification of interoperability), notifikovana tijela (NOBOs-Notified Body), imenovana tijela (DEBOs-Designated Body),
- razdvajanje nekadašnjih vertikalno integrisanih železničkih kompanija na železnička preduzeća (RUs-Railway Undertakings), upravitelja infrastrukture (IMs-Infrastructure Managers),
- promjena od samoregulacije do regulatornog okvira od strane javne uprave putem regulatornog tijela (RB-Regulatory Body) i nacionalnog tijela za železničku bezbjednost (NSA-National Safety Body),
- uvođenje okvirnih pravila za ulazak na tržište železničkih preduzeća putem licenci i potvrda za bezbjednost,
- zadržati postojeći i kada je izvodljivo povećati nivo bezbjednosti razvojem zajedničkog pristupa bezbjednosti kroz zajedničke bezbjedonosne metode (CSMs-common safety methods) i sistem upravljanja bezbjednosti (SMS-Safety Management System),
- transparentnost podataka o bezbjednosti putem zajedničkih bezbjedonosnih indikatora (CSIs-common safety indicators) i zajedničkih bezbjedonosnih ciljeva (CSTs-Common safety targets).

Istorijski, svaka država je uglavnom koristila različita tehnička rješenja, operativna pravila, standarde, sigurnosne kulture i pristupe u smislu prihvatanja bezbjednosti i upravljanja sigurnošću. Železnička kompanija se samoregulisala, tj. bila je odgovorna za regulisanje, upravljanje i nadzor "sigurnog rada" železničkog saobraćaja.

Procesom otvaranja železničkog tržišta pojavili su se i drugi akteri odnosno zainteresovane strane (Slika 1). Da bi se železničkim preduzećima i privrednim subjektima omogućilo iskorišćenje svih prednosti koje proizilaze iz uspostavljanja prostora bez unutrašnjih granica, posebno je potrebno povećati međusobnu povezanost i interoperabilnost nacionalnih železničkih mreža, kao i pristup tim mrežama kroz provođenje svih mjera koje se mogu pokazati potrebnima u području tehničkih standarda.




*Slika 1. Različiti akteri železničkog sektora*

## IV. INTEROPERABILNOST

„Interoperabilnost” - znači sposobnost železničkog sistema da omogući sigurno i neprekidno kretanje vozova koji postižu tražene nivoe performansi, a koja se temelji na regulativi te tehničkim i operativnim uslovima koji za to moraju biti ispunjeni [1]. Komercijalni saobraćaj vozova zahtijeva usklađenost svojstava infrastrukture i vozila, kao i međusobno povezivanje informacijskih i komunikacijskih sistema raznih upravitelja infrastrukture i železničkih preduzeća. Od usklađenosti i međusobnog povezivanja zavisi nivo bezbjednosti kao i interoperabilnost železničkog sistema u cjelini. Velike su razlike između pojedinih nacionalnih propisa i između internih propisa pojedinih železničkih preduzeća i tehničkih specifikacija koje oni primjenjuju. Stvorene su bliske veze između nacionalne železničke industrije i nacionalne železnice na štetu otvorenog konkurentnog evropskog tržišta. U cilju poboljšanja konkurentnosti neophodno je utvrditi osnovne zahtjeve koje treba da ispunjava železnički sistem.

Direktiva interoperabilnosti 2016/797 definiše TSI kao „tehničku specifikaciju za interoperabilnost - (TSI) usvojenu u skladu s ovom direktivom, koja obuhvata svaki podsistem ili dio podsistema u cilju ispunjavanja osnovnih zahtjeva i osiguranja interoperabilnosti železničkog sistema“. Za svaki podsistem izrađuje se jedan TSI. Prema potrebi, jedan podsistem može biti obrađen u više TSI-a, i jedan TSI može obuhvatiti nekoliko podsistema. TSI-om se utvrđuju svi zahtjevi s kojima svaki interoperabilni sastavni dio mora biti usklađen, te postupak za njihovu ocjenu usklađenosti. Pored toga svaki interoperabilni sastavni dio mora proći postupak za

ocjenu usklađenosti i pogodnosti za upotrebu određen TSI-om te imati pripadajuću potvrdu.

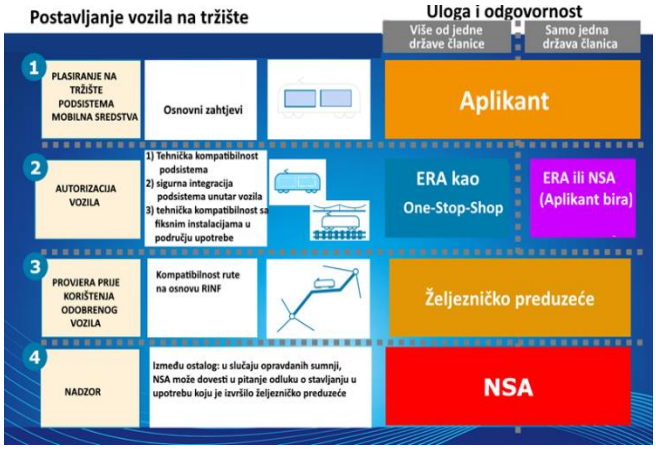
Provjera usklađenosti je postupak kojim notifikovano tijelo-NOBOs provjerava i potvrđuje da je podsistem:

- usklađen s odredbama određene direktive,
- usklađen s drugim propisima koji proizilaze iz ugovora da se može pustiti u rad.

Primjena TSI-a za željeznički sistem ne ometa tehnološke inovacije a interoperabilnost željezničkog sistema, posebno kod transporta tereta, treba iskoristiti u cilju postizanja veće interoperabilnosti između različitih načina transporta. U postupku javne nabavke u željezničkom sektoru u skladu sa Direktivom 2004/17/EZ [2] neophodno je uključiti tehničke specifikacije u opštu dokumentaciju ili u odredbe i uslove svakog ugovora. Evropsko (željezničko) zakonodavstvo koje se odnosi na otvaranje tržišta a posebno četvrti željeznički paket postavlja osnove uzajamnog povjerenja i priznavanja.

## V. BEZBJEDNOST

Nakon puštanja u rad podsistema, treba osigurati da se ovaj podsistem koristi i održava u skladu sa osnovnim zahtjevima koji se odnose na to. Odgovornost za ispunjavanje tih zahtjeva snose upravitelj infrastrukture ili željezničko preduzeće za njihov podsistem, ne dovodeći u pitanje odgovornost ostalih učesnika. Nacionalno tijelo za bezbjednost može pratiti usaglašenost sa ovim zahtjevima prilikom izdavanja potvrda i ovlašćenja za bezbjednost željezničkog preduzeća i upravitelja infrastrukture. Svrha Direktive o bezbjednosti (2016/798) je da se osigura razvoj i poboljšanje bezbjednosti u željezničkom saobraćaju zajednice, kao i poboljšanje uslova pristupa novih učesnika na tržište željezničkih usluga [2]. Tehnički stub kroz reviziju direktiva o interoperabilnosti i bezbjednosti pojednostavljuje proces autorizacije vozila i sertifikovanje bezbjednosti dajući Agenciji Evropske unije za željeznicu centralnu ulogu i čini te procese efikasnijim, jeftinijim, bržim i manje podložnim nacionalnim interesima (Slika 2).




*Slika 2. Novi harmonizovani okvir za autorizaciju vozila*

Osnovni principi Direktive bezbjednosti su da se bezbjednost željezničkog sistema održava na postojećem nivou i da se stalno poboljšava u cilju poštovanja i primjenjivanja definisanih pravila bezbjednosti. Željeznička preduzeća i infrastrukturni menadžeri moraju preduzeti sve mjere i radnje u cilju kontrole rizika i uspostaviti sistem upravljanja bezbjednosti.

### A. SMS - Safety Management System

Željezničko preduzeće i upravitelj infrastrukture mora uspostaviti svoj sistem upravljanja bezbjednošću (Safety Management System – SMS). Kako procjeniti usklađenost SMS-a sa zahtjevima za dobijanje odobrenja za bezbjednost propisano je Regulativom (EZ) nº 1158/2010 za željezničko preduzeće i Regulativom (EZ) nº 1169/2010 za upravitelja infrastrukture. Četvrtim željezničkim paketom Regulative nº 1158/2010 i 1169/2010 stavljaju se van snage počevši od 16. juna 2020. godine Regulativom nº 762/2018.

Regulativa (EZ) nº 1158/2010 propisuje zajedničke bezbjedonosne metode za procjenu usklađenosti sa zahtjevima koje treba ispuniti željezničko preduzeće za dobijanje potvrde za bezbjednost. Te zajedničke bezbjedonosne metode podrazumjevaju:

- procedure i kriterijume procjene zahtjeva dostavljenog od strane željezničkog preduzeća za dobijanje potvrde za bezbjednost propisano članom 10 (2) Direktive 2004/49/EZ, onako kako je dato u aneksima I, II, i III Regulative (EZ) nº 1158/2010,
- principi za kontrolu poštovanja zahtjeva Direktive 2004/49/EZ nakon što nacionalno tijelo za bezbjednost odobri izdavanje potvrde, kako je dato u aneksu IV Regulative (EZ) nº 1158/2010.

Regulativa (EZ) nº 1169/2010 propisuje zajedničke bezbjedonosne metode za procjenu usklađenosti sa zahtjevima koje treba ispuniti upravitelj infrastrukture za dobijanje ovlašćenja za bezbjednost. Te zajedničke bezbjedonosne metode podrazumjevaju:

- procedure i kriterijume procjene zahtjeva dostavljenog od strane menadžera infrastrukture za dobijanje ovlašćenja za bezbjednost propisano članom 11 (1) Direktive 2004/49/EZ, onako kako je definisano u aneksima I, II Regulative (EZ) nº 1169/2010,
- principi za kontrolu poštovanja zahtjeva Direktive 2004/49/EZ nakon što nacionalno tijelo za bezbjednost odobri ovlašćenje onako kako je dato u aneksu III Regulative (EZ) nº 1169/2010.

Svi koji učestvuju u eksploataciji željezničkog sistema, upravitelji željezničke infrastrukture i željeznička preduzeća, moraju da snose svaki za svoj dio odgovornost za bezbjednost sistema. Da bi se osigurao visok nivo bezbjednosti na željeznicama trebaju da budu jednaki uslovi bezbjednosti za sva željeznička preduzeća.

Potvrda za bezbjednost treba da pokaže da je željezničko preduzeće uspostavilo svoj sistem upravljanja bezbjednosti i da je spreman da se uskladi sa važećim normama i pravilima bezbjednosti. Svaki upravitelj infrastrukture ima ključnu odgovornost za izgradnju, održavanje i eksploataciju svoje infrastrukturne mreže. Kao i potvrda bezbjednosti za željeznička preduzeća tako i upravitelji infrastrukture podliježe autorizaciji bezbjednosti za svoj sistem upravljanja bezbjednosti.

B. Ovlašćenje i potvrda o bezbjednosti

Da bi se dozvolilo da upravlja i koristi željezničku infrastrukturu, upravitelj željezničke infrastrukture mora dobiti ovlašćenje za bezbjednost. Ovlašćenje za bezbjednost sadrži:

- ovlašćenje u kojem se potvrđuje prihvatanje sistema za upravljanje bezbjednosti upravitelja infrastrukture,
- ovlašćenje u kojem se potvrđuje prihvatanje odredbi upravitelja infrastrukture da ispuni određene zahtjeve potrebne za bezbjedno projektovanje, održavanje i funkcionisanje željezničke infrastrukture uključujući, tamo gdje to odgovara, sistem za održavanje i funkcionisanje kontrole soabraćaja i signalnog sistema.

Da bi se dao pristup željezničkoj infrastrukturi, željezničko preduzeće mora da ima potvrdu/sertifikat o bezbjednosti. Potvrda o bezbjednosti može pokrivati cijelu željezničku mrežu države članice ili samo njen određeni dio. Svrha potvrde o bezbjednosti je da pruži dokaz da je željezničko preduzeće utvrdilo svoj sistem za upravljanje bezbjednosti i da može ispuniti zahtjeve date u TSIs ili UTP-u i drugim relevantnim zakonima zajednice kao i u nacionalnim propisima o bezbjednosti da bi se kontrolisali rizici i bezbjedno funkcionisalo na mreži. Sertifikat o bezbjednosti sadrži:

- **DIO A** - kojim se potvrđuje prihvatanje sistema za upravljanje bezbjednosti željezničkog preduzeća,
- **DIO B** - kojim se potvrđuje prihvatanje odredbi usvojenim od strane željezničkog preduzeća radi ispunjenja posebnih zahtjeva potrebnih za bezbjedno funkcionisanje na relevantnoj mreži. Zahtjevi mogu uključiti primjenu TSIs ili UTP-a i nacionalnih propisa za bezbjednost, prihvatanje sertifikata za osoblje i odobrenje za upotrebu voznih sredstava koje koristi željezničko preduzeće.

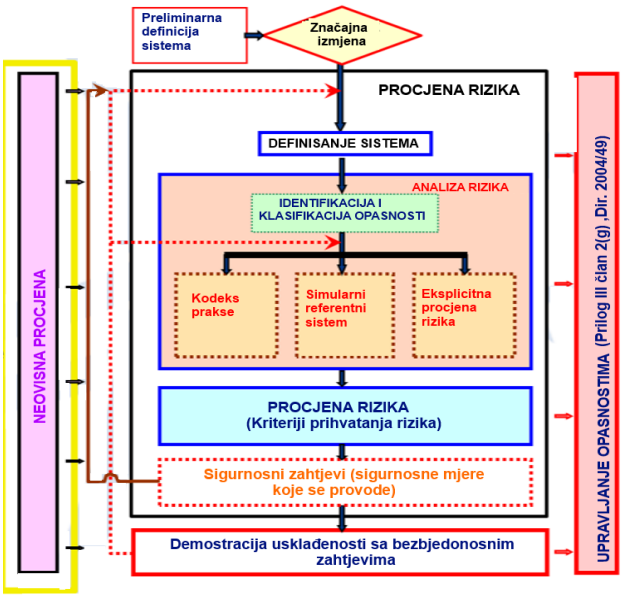
Četvrtim željezničkim paketom Agenciji za željeznice Evropske unije - ERA data je uloga izdavanja Dijela A potvrde o bezbjednosti, do sada su to radila nacionalna tijela za bezbjednost. Nacionalno tijelo za bezbjednost u državi članici u kojoj željezničko preduzeće planira da vrši dodatne željezničke transportne usluge će izdati dodatnu nacionalnu potvrdu (Dio B).

C. Procjena rizika

Uloga i odgovornost tijela za procjenu u okviru zajedničkih bezbjedonosnih metoda (Common Safety Methods-CSMs) procjene i ocjene rizika definisana je Regulativom (EZ) nº 402/2013. U osnovi zajedničke bezbjedonosne metode-CSMs procjene i ocjene rizika je proces koji se sprovodi u tri koraka [3]:

1. Identifikacija opasnosti;
   - bezbjedonosni zahtjevi,
   - bezbjedonosne mjere.
2. Analiza i procjena rizika postavljena na principima prihvatanja rizika;
3. Pokazivanje usklađenosti sistema sa identifikovanim bezbjedonosnim zahtjevima.

Član 9(1) Direktive 2016/798 zahtijeva da upravitelji infrastrukture i željeznička preduzeća uspostave svoje sisteme za upravljanje bezbjednosti-SMS (Safety Management System). Sistem upravljanja bezbjednosti uključuje procedure i metode za izvršenje procjene rizika i sprovođenja mjera kontrole rizika uvijek kada promjena operativnih uslova ili nabavka novih sredstava nameće nove rizike za infrastrukturu ili operativnu djelatnost. Kod uvođenja novog podsistema ili nekih značajnih izmjena nezavisno tijelo na osnovu zajedničkih bezbjedonosnih metoda-CSMs kroz analizu, procjenu i ocjenu rizika identifikuje, klasifikuje opasnost i vrši dokazivanje usklađenosti sa bezbjedonosnim zahtjevima (Slika 3).




*Slika 3. Proces upravljanja rizikom* [3]

Svako željezničko preduzeće i upravitelj infrastrukture u svom godišnjem izvještaju o bezbjednosti ukratko izvještava nacionalno tijelo za bezbjednost-NSA o svom iskustvu sa primjenom zajedničkih bezbjedonosnih metoda-CSMs o procjeni i ocjeni rizika.

D. ECM sertifikaciono tijelo

Za svako vozilo prije puštanja u rad ili upotrebu na mreži mora biti dodijeljeno tijelo zaduženo za održavanje (Entities

in Charge of Maintenance - ECM) koji se treba upisati u nacionalni registar vozila. Kada se radi o teretnim vagonima svako tijelo zaduženo za održavanje mora biti sertifikovano od strane ECM sertifikacionog tijela. Ukupni cilj sertifikacije je da pruži povjerenje svim stranama da ECM putem sistema upravljanja održavanjem ispunjava specificirane zahtjeve i da garantuje željezničkim preduzećima da održavanje vozila obavljaju stručna lica zadužena za održavanje. Vrijednost sertifikacije je u stepenu javnog povjerenja i vjerovanja da je ona obavljena preko nepristrasnog i kompetentnog ocjenjivanja.

Tijelo zaduženo za održavanje može biti željezničko preduzeće ili imalac. Ne dovodeći u pitanje odgovornost željezničkih preduzeća i upravitelja infrastrukture za sigurno saobraćanje voza, tijelo prati pomoću sistema održavanja, da vozila za koja on garantuje održavanje budu u stanju za sigurnu vožnju. U tu svrhu tijelo zaduženo za održavanje omogućuje da se vozila održavaju u skladu s:

- planom o održavanju svakog vozila;
- zahtjevima na snazi uključujući pravila održavanja i odredbi jedinstvenih tehničkih pravila.

Tijelo zaduženo za održavanje vrši funkcije upravljanja sistemom održavanja i odgovorno je za ishod aktivnosti održavanja kojima upravlja.

## VI. ZAKLJUČAK

Cilj Evropske unije je otvaranje željezničkog tržišta za stvaranje konkurencije u pružanju željezničkih usluga i konkurencije u industriji koja snabdjeva željeznicu. Uklanjanjem istorijskih prepreka stvaraju se pretpostavke za otvoren međunarodni saobraćaj vozova a željeznica se usmjerava u pravcu konkurentnosti.

Neophodno je onemogućiti željeznički sektor da „bezbjednost i interoperabilnost“ koristi kao argument i prepreku otvaranja tržišta ili kao izgovor da bi se izbjegle promjene. Strategija EU je najmanje zadržati postojeći nivo bezbjednosti na EU željeznicama a povećati nivo bezbjednosti uvijek kada je to izvodljivo. Osim osnovne operativne kontrole vagona nije ni realno izvodljivo ni efikasno vršiti kompletnu procjenu tehničkog stanja svakog vagona pri svakom njegovom prelasku granice. Neophodno je postojanje internacionalnih harmonizovanih pravila za konstrukciju i održavanje vagona.

Za bezbjednu eksploataciju željeznička preduzeća trebaju da poštuju ograničenja i propisane uslove eksploatacije. Vagoni trebaju da budu projektovani i urađeni u skladu sa jedinstvenim tehničkim pravilima (TSI, UTP). Njihova usklađenost treba da bude procjenjena i potvrđena od strane tijela za procjenu nezavisnog od proizvođača, imaoca, željezničkog preduzeća i upravitelja infrastrukture. Nakon potvrđivanja tehničke usklađenosti i tehničkog prijema vagona u kome su učestvovala nezavisna tijela NOBOs, DEBOs, CSM procjene rizika vozilo može u eksploataciju nakon što mu se odredi entitet zadužen za održavanje-ECM.

Železnička preduzeća moraju da uspostave svoj sistem upravljanja bezbjednosti i na osnovu toga a nakon provjere dobijaju potvrdu o bezbjednosti Dio A i Dio B. Potvrda o bezbjednosti, zajedno sa licencom, omogućava da željezničko preduzeće može ići na otvoreno evropsko željezničko tržište odnosno da može od upravitelja infrastrukture koji posjeduje ovlašćenje za bezbjednost iznajmiti trasu voza koja je objavljena u izjavi o mreži.

## LITERATURA

[1] Direktiva (EU) 2016/797 o interoperabilnosti željezničkog sistema EU, Službeni list EU broj L 138, 26. maj 2016, strana 44–101.

[2] Direktiva (EU) 2016/798 o bezbjednosti željezničkog sistema EU, Službeni list EU broj L 138, 26. maj 2016, strana 102–149.

[3] Regulativa (EU) 402/2013 o zajedničkoj bezbjednosnoj metodi za vrednovanje i procjenu rizika, Službeni list EU broj L 121/8, 30. april 2013, str 194-211.

[4] N. Čabrić, R. Đuričić, „Upravljanje rizicima u željezničkom sistemu“, TIT - Transportna Infrastruktura i Transport, broj 7, godina 6, Sarajevo, decembar 2016, ISSN 2232-9676, strana 36.

[5] N. Čabrić, R. Đuričić, „Metode analize i procjene rizika“, Treći BiH kongres o željeznicama Sarajevo, 15.-16. oktobar 2015. godine, ISSN 2233-0100, 9 772233 010002 Zbornik radova strana 315-327,

[6] N. Čabrić, R. Đuričić, „Sigurnost i bezbjednost željezničkog sistema“, Četvrti BiH kongres o željeznicama Sarajevo, 26.-27. oktobar 2017. godine, ISSN 2233-0100, 9 772233 010003 Zbornik radova strana 248-260.

[7] R. Đuričić, N. Čabrić, A. Blagojević, „EU integracije željezničkog sektora WB6“, Četvrti BiH kongres o željeznicama Sarajevo, 26.-27. oktobar 2017. godine, ISSN 2233-0100, 9 772233 010003 Zbornik radova strana 18-33.

[8] Direktiva (EU) 2016/2370 koja mijenja Direktivu 2012/34/EZ po pitanjima otvaranja tržišta transporta putnika, Službeni list EU broj L 352, 23. decembar 2016, str. 1-17.

[9] http://www.era.europa.eu

[10] http://eur-lex.europa.eu

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Uloga i značaj železničkih tarifa u povećanju kavaliteta prevozne usluge

## The Role and Importance of Railway Tariffs in Increasing Transport Service Quality

Zoran Pavlović[1], Zoran Bundalo[2] , Rajko Divljan[3]

*University of Belgrade, Faculty of Organizational Sciences, Belgrade, Serbia[1],*
*High Railway School of Vocational Studies, Belgrade, Serbia[2]*
*JSC for Passenger Railway Transport "Srbija Voz" Belgrade, Serbia[3]*

zoran.g.pavlovic@gmail.com[1], cheminot2@gmail.com[2], rajko.divljan@srbrail.rs[3]

***Apstrakt:*** *Savremeno poslovanje železničkih transportnih organizacija podrazumeva inovativne pristupe kreiranju železničkih tarifa radi ekonomske opravdanosti koja manifestuje poboljšanje kvaliteta usluge, zadovoljstvo korisnika usluge kao i zaposlenih. Železničke tarife u transportnoj organizaciji u osnovi predstavljaju sredstvo za rad zaposlenih, tj. cenu usluge koja je unapred utvđena na osnovu smernica Republike Srbije, Pravilnikom, Uputstvom i sporazumom sa inostranim železničkim upravama. Na osnovu cena iz železničkih tarifa korisnik zadovoljava svoje potrebe za prevozom plaćanjem koje istovremeno predstavlja i ugovor o prevozu. Kod formiranja i iskazivanja prevoznih stavova u novčanim jedinicama, železnička organizacija mora da ima autonomiju odlučivanja u odnosu na državne smernice radi ekonomske isplativosti koja se ogleda kroz uloženi rad, eksploataciju i amortizaciju prevoznih sredstava. U radu je predstavljen inovativni model železničkih tarifa u cilju poboljšanja kvaliteta usluge.*
***Ključne reči:*** *železničke tarife, kvalitet usluge, zadovoljstvo korisnika usluge.*

***Abstract:*** *Modern business railway transportation organization includes innovative approaches to the creation of railway tariffs for economic justification, which manifests improve service quality, customer satisfaction, and employee services. Railway tariffs in the transport organization is essentially a means for employees, ie. cost of service, which is fortified in advance based on the guidelines of the Republic of Serbia, regulations, instructions, and agreements with foreign railway administrations. Based on the price of railway tariffs users meet their transportation needs payment that is both a contract of carriage. When the formation and transport of expressing opinions in monetary units, railroad organization has to have autonomy of decision-making in relation to the state guidelines for economic feasibility, which is reflected in our work, exploitation, and depreciation of means of transport. This paper presents an innovative model railway tariffs in order to improve the quality of service.*
***Key words:*** *railway tariffs, service quality, customer satisfaction services.*

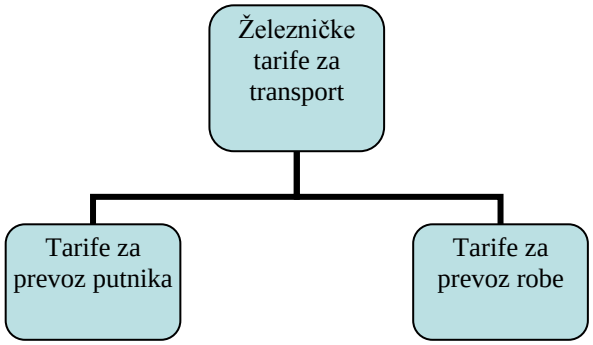
## I. UVOD

Teorija železničkih tarifa zasniva se na shvatanju formiranja cene ostvarenog transporta koji obuhvata prevoz putnika i robe. Pravila za određivanje železničkih tarifa na osnovu kojih se formira cena pružene usluge u principu obuhvataju troškove prevoza transportne organizacije u realizaciji procesa i konkurentnost na transportnom tržištu koja je u direktnoj vezi sa kvalitetom usluge.

Da bi se zaštitila prednost železničkog transportnog sistema u okviru interesa države i korisnika usluge kao i međusobno zadovoljenja između prava i obaveza pristupa se primeni inovativnih modela kroz primenu železničkih tarifa u skladu sa potrebama i ograničenjima [1]. Definisanje novih razvojnih pravaca omogućava primena naprednih internet tehnologija [2]. Železničke tarife predstavljaju polaznu osnovu za definisanja razvojnih pravaca u culju povećanja kvaliteta usluge. Definisanje razvojnih pravaca je u skladu sa misijom i vizijom železničke transportne organizacije [3].

## II. STRUKTURA ŽELEZNIČKIH TARIFA

Za realizaciju procesa transporta u železničkom saobraćaju razlikuju se dve vrste usluge i to: prevoz putnika i prevoz robe. Zbog specifičnosti vrste prevoza koja se može posmatrati kroz tehnologiju, ljudskih resursa (zaposlenih) za realizaciju usluge, postoji velika razlika u organizaciji koja obuhvata dve vrste železničkih tarifa (slika 1).




*Slika 1. Podela železničkih tarifa*

Železničke tarife za prevoz putnika i robe se definišu i formiraju na osnovu tarifskih načela [4]. Prvu grupu tarifskih načela čine smernice koje obezbeđuju interes države:

- Vrednosti robe koja se prevozi,
- Upotrebna vrednost robe koja se prevozi,
- Uzimanja u obzir smernica politike države,
- Suzbijanja neracionalnog prevoza, jedinstvenosti tarifa i lake promenjivosti,kordinacije saobraćaja.

Drugu grupu tarifskih načela čine smernice koje obezbeđuju interes transportne organizacije [4]:

- Rentabilnosti železnice kao privredne transportne organizacije,
- Vrednost prevozne usluge,
- Racionalnost korišćenja prevoznih kapaciteta,
- Delimičnog pokrivanja troškova,
- Načelo tržišne konkurencije,
- Integracija tarifnih sistema više transportnih uprava

### A. Železničke tarife za prevoz putnika

Osnovna podela železničkih tarifa odnosi se na primenu u unutrašnjem ili međunarodnom saobraćaju. Za konstrukciju i formiranje cena u unutrašnjem putničkom prevozu primenjuju se sledeće odredbe:

- Zakona o ugovorima o prevozu u železničkom saobraćaju (ZUPŽ) koji obuhvata zakonom predviđene obaveze koje železnica mora da ispuni u prevozu),
- Daljinara za prevoz putnika koji obuhvata tarifsko odstojanje između stanica i stajališta,
- Imenika železničkih stanica koji obuhvata sve stanice koje su predviđene za organizaciju prevoza putnika,
- Pravilnika o unutrašnjem redu u železničkom saobraćaju na osnovu koga su detaljno precizirane obaveze železnice i korisnika usluge za sklapanje ugovora o prevozu kroz kupovinu vozne karte i
- Putničke tarife (PT).

Na osnovu navedenog tarifa za prevoz putnika se sastoji iz sledećih delova:

- Uslovi prevoza sa posebnim dodatkom koji obuhvata tarifski i transportno-manipulativni propis za prevoz korisnika „Šarganskom osmicom“ i u vozu „Romantika“,
- Povlastice koje se upotrebljavaju u prevozu korisnika usluge i mogu biti zakonske i komercijalne,
- Cene na blagajni u prodajnim objektima prevozioca koje mogu izdavati prevozne karte,
- Cene u vozu koje obuhvataju ispostavljanje karata u vozu,
- Imenik stanica i
- Daljinar.

U odnosu na tarife u unutrašnjem saobraćaju, tarife u međunarodnom saobraćaju predstavljaju svaku železničku upravu pojedinačno sa osnovnim ciljem da budu što jednostavnije i unificirane. Preporuke se odnose na sledeće:

- Uvođenje samo dva kolska razreda u prevozu putnika,
- Precizirati i definisati odredbe koje se odnose na prekid putovanja putnika sa međunarodnim kartama,
- Rok važenja međunarodnih karata,
- Posebni uslovi prevoza.

Opšta međunarodna tarifa obuhvata:

- Opšte i posebne uslove prevoza putnika,
- Tablice relacije i odstojanja,
- Tablice prevoznih cena.

### B. Železničke tarife za prevoz robe

Za razliku od tarifa u putničkom prevozu, tarife u robnom prevozu pored cene za prevoz robe određuju i cene za dopunske usluge koje transportna organizacija obavlja. Konstrukcija tarife za prevoz robe obuhvata [5]:

- Klasifikacione tarife gde je roba razvrstana u razrede od kojih zavisi cena prevoza,
- Tarife po predmetima, gde su predviđene cene posebno za svaki predmet,
- Tarife konstruisane za stvarni prevozni put i
- Tarife konstruisane za najkraći prevozni put.

Jedan od načina je podela tarifa na normalne i povlašćene. Primena normalnih tarifa odnosi se na redovan prevoz koji obuhvata predviđene uslove prevoza i cene. Na

osnovu ovih tarifa donose se druge tarife. Povlašćene tarife se donose iz dva razloga; prvi je komercijalni interes železničke transportne organizacije u cilju pridobijanja prevoza, poboljšanja korišćenja kola, dok drugi obuhvata interese društvene zajednice gde se često zahtevaju povlastice u pojedinim privrednim granama. Tarifa za prevoz robe se sastoji iz sledećih delova:

- Uslova transporta i računanje prevoznine,
- Klasifikacija robe,
- Imenik železničkih stanica,
- Daljinar za transport robe,
- Putokaz,
- Cenovnik železničkih usluga,
- Naknada za dostavu kola na posebne i industrijske koloseke,
- Tranzitna tarifa.

## III. ULOGA I ZNAČAJ ELEKTRONSKIH ŽELEZNIČKIH TARIFA

Za modeliranje inovativnog modela primene železničkih tarifa potrebno je analizirati semantičke dimenzije konteksta koje su spregnute sa situacionim faktorima poslovne komunikacije. Kritična poslovna aktivnost je pregled i primena železničkih tarifa (Tabela 1) [6].

Tabela 1. Semantičke dimenzije i faktori komunikacione dinamike korisnika i provajdera železničkih tarifa

| Semantičke dimenzije / faktori komunikacije | Korisnik železničkih tarifa | Provajder železničkih tarifa |
|---|---|---|
| Ko? (Uloge) | Korisnik za primenu železničkih tarifa | Železničke transportne organizacije |
| Šta? (odnosi) | Lićne potrebe korisnika za prevozom | Izvršenje pouzdane transportne usluge |
| Gde? (prostor) | Objekat prevozioca | Operativno područje provajdera usluge |
| Kada? (vreme) | U toku radnog vremena prevozioca | Zona usluge 7/24 |
| Kako? (Tehnologija) | Uvidom u razgovoru sa zaposlenim | Realizacija i primena železničkih tarifa |
| Zašto? (kvalitet) | Zadovoljstvo zbog kvaliteta usluge | Povećanje kvaliteta usluge |

Danas u primeni je raznih modela kao i upotreba tehnika za upravljanje podacima koji se primenjuju u raznim sistemima kako bi se zainteresovanim korisnicima omogućilo lakše donošenje odluke. Ovakvim pristupom poboljšava se efikasnost i efektivnost prikupljenih podataka kako bi se pretvorili u korisne informacije [7].

Za modeliranje inovativnog modela železničkih tarifa potrebno je analizirati semantičke dimenzije i faktore komunikacione dinamike korisnika i provajdera železničkih tarifa. Analiza podrazumeva holistički pristup kroz pregled parametra komunikacione dinamike u kojem se vidi nedostatak kao i šansa za primenu inovativnih modela kroz internet tehnologije za elektronsko poslovanje na primeru železničkih tarifa (tabela 1). Pregled parametara komunikacione dinamike obuhvata: *prostor* gde se odvija komunikacija između zainteresovanih strana, *vreme* koje je na raspolaganju učesnicima, *odnosi* koji se odvijaju u procesima, *interakcije* koje su između učesnika u procesu i *okolina* za realizaciju nastave [8].

Upotrebljivost tehnologija dovodi do pojave novih paradigmi koje se mogu primeniti u železničkom transportu. Već duži vremenski period u inostranom železničkom transportu primenjuju se tehnologije za realizaciju procesa primene železničkih tarifa elektronskim putem. U transportnim železničkim organizacijama primena raznih aplikacija ne zahteva velika novčana ulaganja jer već poseduju različite hardverske i softverske resurse [9].

Dosadašnja istraživačka praksa pokazuje mogućnost primene različitih tehnologija i servisa u procesu elektronskog poslovanja [10]. Primena novih tehnologija predstavlja nove izazove za železnički transport kao i zadatak u cilju poboljšanja kvaliteta usluge.

## IV. ZAKLJUČAK

Osnovni cilj rada je da na primeru železničkih tarifa prikaže realne mogućnosti za povećanje znanja i motivacije korisnika, olakšavanje komunikacije, realizacije primene za razliku od tradicionalnih načina poslovanja. U skladu sa ograničenjima železnički transport mora da primeni inovativne modele koji su zasnovani na internet platformi.

U radu su prikazane osnovne smernice za primenu železničkih tarifa gde je uočena šansa da kroz digitalizaciju postupka primene korisnik usluge u putničkom ili robnom prevozu ima mogućnost izbora najpovoljnije ponude bez odlaska u objekte prevozioca. Rad obuhvata razvoj modela železničkih tarifa zasnovanog na platformi naprednih Internet tehnologija u transportnoj organizaciji za železnički prevoz u putničkom i robnom transportu.

U železničkim transportnim organizacijama IKT infrastruktura ima zadatak da podrži realizaciju elektronskih procesa uz saradnju integrisanih internet servisa. Infrastruktura inovativnog modela železničkih tarifa može se predstaviti kao skup hardverskih i softverskih komponenti koji pomoću internet servisa pružaju uslugu krajnim korisnicima bilo da su u pitanju potencijalni putnici u transportnoj organizaciji za prevoz putnika ili korisnici koji planiraju prevoz robe u transportnoj organizaciji za železnički prevoz robe.

Rad predstavlja inovatini pristup unapređenju poslovanja kao i kvaliteta prevozne usluge u železničkom transportu putnika i robe na primeru železničkih tarifa.

## LITERATURA

[1] L. Wei, C. Ying, Z. Ning, S. Yi, „Ticket pricing of urban tail transit baset on Shapley value method“, International Conference on Information and Financial Engineering, pp 127-130, 2010.

[2] Z. Pavlović, „Implementation of new model for registration customer-based technologies internet intelligent device“, XVII International Scientific-expert Conference on Railway RAILCON'16, 2016, Niš, Serbia, pp 229-232.

[3] Z. Pavlović, J. Vuksanović, Ž. Gavrić, „Definisanje multimedijalne strategije za povećanje broja korisnika usluga“, FBIM transakction, 2016, 4(2), pp. 111-119.

[4] S. Glibetić, „Železničke tarife“, Želnid, Beograd, 2001.

[5] M. Selaković, Z. Pavlović, „Organizacija prevoza robe“, Želnid, Beograd, 2012.

[6] M. Banjanin, „Komunikacija sa klijentima“, DisPublic Beograd, 2008, (stranica 242),

[7] W. Villegas-Ch, S. Luján-Mora, „Analysis of data mining techniques applied to LMS for personalized education“. 2017 IEEE World Engineering Education Conference (EDUNINE). Santos, Brazil: IEEE, 2017.

[8] M. Banjanin, „Kompleksnost podataka i različiti prostori u ontološkim modelima“, Filozofski fakultet Pale, Spomenica akademika Veselina Perića, str. 447-464, Akademija nauka i umjetnosti Republike Srpske, Odjeljenje prirodno – matematičkih i tehničkih nauka, Banjaluka, 2011.

[9] R. Austin, M. S., "Situated Computing and Virtual Learning Environments: e-Learning and the Benefits to the Students Learning", Seventh International Conference on Complex, Intelligent, and Software Intensive Systems (CISIS),, (pp. 523-528), 2013.

[10] M. Despotović-Zrakić, K. S, "Scaffolding Environment for e-Learning through Cloud Computing", Educational Technology & Society, vol. 16, no. 3, 301-314, 2013.

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Železnički saobraćaj i životna sredina

## Enviroment and Railway Traffic

Jovo Steljić[1], Lazar Mosurović[2]
*Directorates for Railways, Belgrade, Serbia[1,2]*
jovo.steljic@raildir.gov.rs[1], lazar.mosurovic@raildir.gov.rs[2]

***Apstrakt:*** *Savremeni procesi integracije saobraćajnih tokova kao i društvene i ekonomske promene, uz brzi naučni i tehnološki razvoj, zahtevaju potpuno novu poslovnu filozofiju i strategiju razvoja železnice i novi način razmišljanja o železnici i njenoj ulozi u ekonomskom razvoju i napretku čitavog društva. Ovo takođe uključuje i svest o pitanjima zaštite životne sredine. Koncept održivog razvoja životne sredine, predstavlja jedan od najuticajnijih načina razmišljaja u smislu suočavanja sa novim izazovima. Nove potrebe različitih korisnika prouzrokovale su razvoj novih metoda sticanja konkurentske prednosti. U izmenjenom poslovnom ambijentu, železnica mora da redefiniše i modifikuje svoje ranije poslovanje, usredsređujući se na potrebe za edukacijom svojih zaposlenih, uključujući održivi razvoj i očuvanje životne sredine.*
***Ključne reči:*** *železnički saobraćaj, životna sredina energetska efikasnost.*

***Abstract:*** *Modern processes of integration of traffic flows as well as social and economic changes, along with rapid scientific and technological development, require a completely new business philosophy and strategy for railway development and a new way of thinking about railway and its role in the economic development and progress of the whole society. This also includes awareness of environmental issues. The concept of sustainable environmental development is one of the most influential ways of thinking in the face of facing new challenges. New needs of different users have led to the development of new methods of gaining competitive advantage. In a changing business environment, the railroad has to redefine and modify its earlier business behavior, focusing on the educational needs of its employees, including education for sustainable development and environmental conservation.*
***Key words:*** *railway traffic, environment, energy efficiency.*

## I. UVOD

Saobraćaj i transport su bitni preduslovi funkcionisanja ljudske zajednice. Svojim funkcionisanjem stvaraju uslove, utiču i izazivaju niz pozitivnih efekata na privredu i društvo u celini. Osim toga, oni utiču na životnu sredinu i stvaraju niz neželjenih i štetnih efekata, koji se nazivaju eksternim uticajima saobraćaja i transporta. Do nedavno, eksternim negativnim efektima u ovoj oblasti života i rada nije se posvećivala adekvatna pažnja [1]. Eksterni efekti manifestuju se u vidu: emisija GHG (engl. Green House Gases – GHG), klimatskih promena, saobraćajnih nezgoda, saobraćajnih zagušenja, zagađenja vazduha, vode i tla, vibracija, povećane upotrebe energije, potrošnje ograničavajućih resursa za proizvodnju saobraćajnih sredstava i infrastrukture, značajne upotrebe zemljišta, vizuelne intruzije, gubitka kulturološkog nasleđa i smanjenja kvaliteta života ljudi, posebno u urbanim sredinama [2], [3], [1]. Intezitet ovih efekata razlikuje se po saobraćajnim granama i vidovima saobraćaja i svaki od njih ima niz sekundarnih, često dalekosežnih posrednih efekata [1].

Kvantifikovanje globalnih negativnih uticaja i njihovo kategorisanje, pokazali su da je saobraćaj bitan, a kod nekih kategorija dominantan zagadjivač. Zbog svoje rasprostranjenosti i heterogenosti, saobraćaj utiče na životnu sredinu i lokalno i globalno, a efekti toga delovanja zavise uglavnom od [1]:

- proizvodnje saobraćajnih sredstava, karaktera i stanja saobraćajne infrastrukture i njihovog održavanja;
- funkcionisanja saobraćaja po granama, odnosno inteziteta korišćenja infrastrukture i voznih sredstava;
- grane i vida saobraćaja;
- primenjenih tehnoloških rešanja u ovoj oblasti.

Cilj ovog rada je upoznavanje sa eksternim uticajima železničkog saobraćaja i naporima da se oni prevaziđu. Kako je železnički saobraćaj i transport energetski efikasniji od ostalih vidova transporta, to ga čini pogodnim za transport putnika i robe. Iz tog razloga, trebalo bi da poveća svoj udeo na tržištu, uz pomoć mera datih u ovom radu, kao i da pokuša da smanji negativne uticaje na životnu sredinu.

## II. EFIKASNOST ŽELEZNICE

Efikasnost železnice je značajna tema kako rukovodiocima koji posluju na konkuretnim tržištima, tako i vladama zemalja. Efikasnost se može odnositi na energiju, rokove, finansije, pouzdanost i raspoloživost itd. Od sredine 90-ih godina dvadesetog veka železnički saobraćaj širom sveta postaje komercijalan, putem različitih modela privatizacije, javno-privatnog partnerstva i privatnih finansijskih inicijativa [4].

Poslednjih godina, u pokušaju da prevaziđu neefikasnost finansijskog menadžmenta u javnom sektoru, vlade država se okreću privatnom komercijalnom sektoru radi finansiranja. U pojedinim državama određeni pomak je napravljen u pretvaranju javnih železničkih kompanija u privatne, uz podsticaje, garancije i/ili subvencije novim vlasnicima. Ključni poslovni zadatak je održati tekuće prihode na nivou većem od operativnih troškova, kako bi preduzeće bilo profitabilno [4].

Deregulacija transporta, dovodi do povećanja konkurencije, iz kojeg bi trebalo da proisteknu efikasniji transportni sistemi. Efikasnost se postiže kroz iskorišćenje voznog parka, kvalitet i pouzdanost usluge, fleksibilnost i vreme realizacije. Cilj deregulacije železnice je veće učešće u lancima snabdevanja, veće učešće intermodalnog transporta, povećanje konkurentnosti i marketinške prednosti. Međunarodno železničko tržište unutar EU (engl. European Union – EU) je deregulisano još od 2007. godine, ali još uvek postoje značajne razlike između zemalja. Otvaranje tržišta treba da doprinese integraciji železničkih mreža na nacionalnom, regionalnom i globalnom nivou kao i standardizaciji i promociji intermodalnog transporta [5].

Kako je pokazano u USA (engl. United States of America – USA), železnički transport je u proseku za 63% energetski efikasniji od drumskog transporta. Najveći deo železničke infrastrukture danas je elektrifikovan, što u velikoj meri može da doprinese manjoj emisiji štetnih gasova, u zavisnosti od izvora potrebnog za proizvodnju te energije [6]. Lokomotive koje preuzimaju električnu energiju, po pravilu gube jedan deo iskorišćene energije za sopstveno pokretanje i transmisioni mehanizam. Upravo taj prazan hod predstavlja značajnu stavku u ukupnim troškovima energije. Istraživanja su pokazala da uštede električne energije utiču na povećanje dobiti u preduzećima, pa se efikasan transport smatra ključnom komponentom ekonomskog razvoja, kako globalno tako i lokalno posmatrano [4].

## III. ŽIVOTNA SREDINA I ENERGIJA

Železnica ima važnu ulogu u minimizaciji uticaja transporta na životnu sredinu, preko upravljanja emisijama povezanih sa energijom i osiguranjem kontinuiteta snabdevanja. Takođe, pozitivan uticaj dolazi i od korišćenja dostupnih resursa na veoma efikasan način. Potreban je celokupan pristup sistemu za upravljanje energijom, uključujući i energiju vuče, koja preovlađuje, ali i energiju koja je potrebna za sve ostale funkcije železnice. Mora se uzeti u obzir celokupni pregled imovine, uključujući i upravljanje delovima, kao i reciklaža materijala [7].

Električna energija kao pogonsko gorivo je najčistija, ne skladišti se i može se dobijati iz regenerativnih prirodnih izvora. U odnosu na druge izvore energije, najmanje ugrožava životnu sredinu. Železnički ima ogromne prednosti u odnosu na ostale vidove saobraćaja, kao što su:

- Niska emisija CO2: zauzimaju 1,5% od ukupnih emisija transporta u EU i umanjene su za 43% od 1990. do 2016. godine, dok su ukupne emisije od transporta u istom vremenskom periodu povećane za 25%;
- Niska potrošnja energije: ona predstavlja 1,8% od emisija prevoza u EU i umanjena je za 20% od 1990. do 2016. godine, dok je transportna u istom vremenskom periodu povećana za 29%;
- Korišćenje zemljišta je efikasno: železnica može da se kreće sa 10 puta više jedinica prevoza po kilometru, dok za koloseke koristi 40 puta manje zemljišta od puteva;
- U urbanim područjima, lakše je razvijati železničke stanice od aerodroma [7].

Ovo železnici daje prednost nad svim ostalim vidovima, posebno nad drumskim transportom. Međutim, i pored njih velika mana je to što železnički transport nije uspešan u povećanju svog udela na tržištu, prvenstveno u Evropi [7]. I pored svih napora državnih organa, postoje određeni problemi železničkog transporta koji se javljaju prilikom pokušaja njegovog uključivanja u međunarodne tokove: smanjena fleksibilnost, smanjena pristupačnost, povećano vreme tranzita, smanjen kvalitet usluge, neadekvatan marketing, rukovodioci logistike često ne ocenjuju različite modalne mogućnosti [8]. Na području Evrope, teretni železnički transport obuhvata oko 16%, dok putnički obuhvata oko 6% od ukupnih tokova tereta i putnika. Kako bi se ovi procenti povećali, potrebno je [7]:

- Povećanje atraktivnosti za putnike i robu;
- Održanje i dalji razvoj ekološki pogodnih vozila i infrastrukture;
- Povećanje konkurentnosti;
- Smanjenje operativnih troškova;
- Razvoj železničkog sektora kroz obrazovanje, obuke i poboljšanje procesa i alata za dizajn, proizvodnju i rad;

- Efikasno korišćenje novih tehnologija kroz digitalizaciju, korišćenje novih materijala, skladištenje energije i slično.

Kvalitet železničkog saobraćaja i transporta, može se posmatrati kao nivo ispunjenja očekivanja korisnika, veću zaštitu životne sredine i bezbednost u prevozu. Ukoliko se uzmu u obzir energetska efikasnost i kvalitet, železnica ispunjava kriterijume najpodobnijeg transportera. Ekološki rizik uzrokovan železničkim saobraćajem manifestuje se najčešće u tri oblika i to: uticaj na okolinu, bezbednost pri prevozu otrovnih, zapaljivih i eksplozivnih materija, uticaj na zaposlene i putnike [1]. Poslednjih godina, primeri promovisanja ovog vida transporta, mogu se naći i u velikim kompanijama koje su prepoznale značaj ekoloških problema. Primer za to su veliki trgovinski lanci i proizvođači, "Procter & Gamle" i "TESCO", koji donose odluke o proširenju upotrebe železničke mreže, kako navode iz ekoloških razloga [8].

A. Potrebna tehnologija i inovacije

Vozni park iskorišćava značajni deo energije koju koristi železnica i treba da poboljša svoju efikasnost u pretvaranju efikasnih energetskih resursa u vuču i putne usluge [4]. Faktori koji utiču na iskorišćenje vozila su: propisi, tržišni uslovi, oprema, infrastruktura, unutrašnje poslovanje kompanije i međufunkcionalna veza između transporta i drugih aktivnosti kao što su proizvodnja, nabavka, upravljanje zalihama, skladištenje i prodaja [8].

Tri ključna područja za inovacije su sledeća [5], [7]:

- Laki vozovi – dizajn vozila je veoma važan kod iskorišćenja goriva i energije, pa se predviđa korišćenje mehatroničkih sistema, lakših materijala i inovativnih prilaza smanjenju težine;
- Hibridna vuča - potrebna je inovativna tehnologija koja se primenjuje u poboljšanju motora sa dizel gorivom, zajedno sa razvojem i ugrađivanjem hibridnih rešenja energije, koja maksimizuje operativnu efikasnost. Resursi energije, posebno njihova otpornost i dostupnost za pogon vučom predstavljaju fokus za inovacije i smanjenje doprinosa voznog parka zagađenju vazduha;
- EE (engl. Energy Efficient - EE), pomoćna sredstva - potrebne su tehnologije i inovacije za smanjenje potrošnje energije sistema u vozu (grejanje, osvetljenje itd.)

Pored navedenih područja treba još: poboljšati pretovar, koristiti sisteme za rukovanje i pakovanje koji su prostorno efikasniji, usvojiti cikluse porudžbina koji su transportno efikasniji, konsolidovati teret u vozilima veće nosivosti (što doprinosi većem učešću železničkog u odnosu na drumski transport), promovisati intermodalnost, razvijati kolaboraciju i zajedničko korišćenje kapaciteta između kompanija [5], [9].

B. Uticaj železnice na životnu sredinu

Kao što je rečeno, železnica kao pogonsko gorivo koristi električnu energiju i pri tome obavlja veliki radni učinak (prevozi putnike i robu) [7]. Sve ranije pomenute ekološke prednosti železnice potiču, pre svega, od njenih tehničko-tehnoloških karakteristika. Brojne ekološke prednosti železnice mogu se umanjiti usled lošeg organizovanja transporta i neefikasnog upravljanja železničkim saobraćajem. Na taj način, može doći do bitnijeg narušavanja kvaliteta životne sredine. Funkcionisanjem železničkog saobraćaja kao neizbežni efekti javljaju se buka i vibracije sa negativnim posledicama po ljude i objekte, posebno u urbanim sredinama. Još jedan od problema, koji ne može da se reši u bliskoj budućnosti, odnosi se na zauzimanje obradivog zemljišta pri projektovanju i izgradnji železničke infrastrukture [6]. Danas se u železničkom saobraćaju preduzima niz savremenih mera za smanjenje štetnih uticaja na životnu sredinu u domenu [7]:

- Voznih sredstava - razvoj kočionih sistema, primena raznovrsnih materijala za prigušivanje buke i sl.;
- Infrastrukture - uvođenje, a potom i maksimiziranje koristi od upravljanog snabdevanja električnom energijom koristeći tehnologije pametne mreže zajedno sa rezidencijom i različitošću resursa snabdevanja (npr. glavna mreža, lokalno obnovljiva, itd.);
- Upravljanja - obezbeđenje unapređene sposobnosti vožnje u pratnji inteligentnih i prilagodljivih sistema upravljanja saobraćajem. Jedan od glavnih ekoloških ciljeva saobraćajne politike mora da bude umanjenje eksternih uticaja saobraćaja iako se oni ne mogu u potpunosti eliminisati.

To se postiže uvođenjem i primenom različitih mera zabrane i ograničenja kretanja onih sredstava koja zagađuju ili na drugi način ugrožavaju životnu sredinu [5]. Takođe, može se podstaći i proizvodnjom i promocijom ekološko prihvatljivih vozova. Jedan od njih je, prvi voz na vodonični pogon pušten u rad u Nemačkoj, koji je prikazan na slici 1. Vodonični vozovi jesu daleko skuplji od njihovih prethodnika, što je i glavni razlog zašto neće sve države Evrope moći tako brzo da ih koriste, ali su ipak mnogo jednostavniji za održavanje i emituju mnogo manje buke. Funkcionišu tako što ćelije vodonika i kiseonika pretvaraju u električnu energiju pri čemu se višak energije čuva u litijum-jonskim baterijama. Voda i vodena para jedine su materije koje ovi revolucionarni vozovi izbacuju tokom rada [10].



*Slika 1. Izgled voza na vodonični pogon*

U sklopu projekta za rekonstrukciju postojećih brzih železničkih pruga u Moskvi i Moskovskoj oblasti, predstavljen je novi električni voz, tzv. „voz budućnosti-Ivolga“, koji je prikazan na slici 2. Vozovi „Ivolga” imaju mogućnost da prikupljaju i prenose informacije o broju putnika uz pomoć senzora, dok putnici imaju mogućnost korišćenja wi-fi, kao i informativnih tabli. Velika prednost je što su vrata na vagonima proširena za 15cm, što omogućava putnicima brži ulazak i izlazak čime se smanjuje vreme putovanja [11].




*Slika 2. „Voz budućnosti – Ivolga”*

## IV. ZAKLJUČAK

Među brojnim faktorima preko čijih vrednosti se može sagledati učinak železnice i njen doprinos funkcionisanju i razvoju privrede i društva (ostvareni rad, ekonomski faktor, vrednost organizacionih potencijala koje koristi železnica), u sagledavanju razvojnih perspektiva železnice u svetu danas u prvi plan izbijaju energetski, bezbedonosni i ekološki faktor. Sve veća zagušenja i povećanje broja saobraćajnih nezgoda, doveli su do preispitivanja mesta i uloge železnice u saobraćajnom sistemu. Poslednjih decenija železničke uprave razvijenih zemalja pokušavaju da transformišu železnicu u tržišni subjekt koji će ponuditi kvalitetnije, ekološki prihvatljivije i konkurentnije usluge u odnosu na druge vidove saobraćaja, a sa ciljem da zaustave dalje istiskivanje železnice sa transportnog tržišta [6].

U visokorazvijenim zemljama, železnička mreža više se ne širi, već je osnovni naglasak na kompleksnoj modernizaciji železnice, pre svega na onim pravcima na kojima se realizuju masovni tokovi robe i putnika. Modernizacija podrazumeva osposobljavanje pruga, vučnih i prevoznih kapaciteta za velike brzine prevoza, osposobljavanje pruga za velike osovinske pritiske, elektrifikaciju i uvođenje savremenih signalno-sigurnosnih uređaja i informatičkih sredstava.

Negativni uticaji železničke infrastrukture, na prvom mestu pruga i poslovno-pogonskih zgrada, na neposredno okruženje mogu se smanjiti preventivnim delovanjem. To podrazumeva da se dovoljno rano, pre fizičke gradnje železničke infrastrukture, predvide i identifikuju sve moguće promene na neposrednom okruženju s ciljem njihove objektivne procene i vrednovanja. Ovo je moguće realizovati u planerskim i projektantskim istraživanjima položaja trase železničke pruge, tako što će se zahtev za zaštitu životne sredine i prostornih struktura uključiti u sve ove procese [6].

Ekološki kriterijumi se ravnopravno tretiraju kao i ekonomski, tehnički i eksploatacioni, u procesu odlučivanja i donošenja odluke o izboru najpovoljnijeg varijantnog rešenja trase železničke pruge. Primenom novih tehnologija i propisivanjem standarda u proizvodnji transportnih sredstava u pogledu tolerantne emisije štetnih posledica obezbeđuje se visok nivo bezbednosti, uštede energije, manje zagađenje i štetnih uticaja na čovekovu okolinu [6].

U ovom radu prikazan je uticaj železnice na životnu sredinu, opisane su mnoge prednosti železničkog saobraćaja u odnosu na ostale vidove, date mere i predlozi uz pomoć koji bi železnički saobraćaj postao efikasniji i konkurentniji na tržištu.

## LITERATURA

[1] M. Šaranović, „Železnica i ekologija - prednosti i značaj”, Nacionalna konferencija o kvalitetu, Kragujevac, 2005.

[2] I. Jokanović, H. Kamel, „Methods for estimation of external cost of transport“, Zbornik radova Građevinskog fakulteta 26, Subotica, Republika Srbija, Građevinski fakultet Subotica, str. 149-158, 2014.

[3] P. Y. Loo, B. D. Bnister, „Decoupling transport from economic growth: Extending the debate to include environmental and social externalities“, Journal of Transport Geography, vol. 57, str: 134-144, oktobar, 2016.

[4] Lj. Kontić, D. Vukasović, Đ. Vidicki, „Upravljanje energetskom efikasnošću u železničkom transportu”, br.1, str. 226-237, 2012.

[5] K. Radojević, S. Radić, „Environment and Logistics: Impacts and Trends“, Zbornik radova konferencije Logic, 25.-27. Maj, Beograd, Republika Srbija, str. 253-259, 2017.

[6] M. I. Kostadinović, „Obrazovanje kadrova u oblasti saobraćaja u funkciji održivog razvoja", Fakultet za menadžment Zaječar, 2015.

[7] ERRAC, Savetodavni odbor za istraživanje evropske železnice, „Istraživanje i inovacije-unapređivanje evropske železnice", 2016.

[8] A. McKinnon, „Green Logistics: the Carbon Agenda", vol. 6 (3), br. 1, str. 1-9, 2010.

[9] D. Jovanović, „Železnica i ekologija", Naučno tehnički pregled, vol. LI, br. 2,2001.

[10] https://www.gradnja.rs/prvi-voz-na-hidrogenski-pogon.

[11] https://rs.sputniknews.com/rusija/201906061120036256

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Современные модульные технологии для восстановления железных дорог

## Modern Modular Technologies for Railway Rehabilitation

Владимир Бабошин [1], Роман Пантелеев[2,], Павел Фомин[3]

*Военный институт (Железнодорожных войск и военных сообщений), Федеральное государственное бюджетное казённое военное образовательное учреждение высшего образования Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва, Санкт-Петербург, Россия*[1,2,3]

boboberst@mail.ru[1], pantel98@mail.ru[2], fomin.pavel.nikolaevitsch.2000@gmail.com[3]

***Резюме:*** *В статье рассматривается техническое решение, относящееся к восстановительным системам оперативного (краткосрочного) восстановления прерванного движения при совершении террористических актов, воздействии противника, землетрясениях, взрывах, пожарах, затоплениях и других катаклизмах (чрезвычайных ситуациях – ЧС). Существенным отличием является использования в едином комплексе технических средств для восстановления устройств СЦБ.*
***Ключевые слова:*** *Восстановление, железнодорожная станция, сигнализация, централизация, блокировка, модуль, аддитивные технологии*

***Abstract:*** *The article discusses a technical solution related to the recovery systems of the operational (short-term) recovery of interrupted traffic in the commission of terrorist acts, the impact of the enemy, earthquakes, explosions, fires, flooding and other disasters (emergency situations - emergency). A significant difference is the use in a single set of technical means for the restoration of signaling devices.*
***Key words:*** *restoration, railway station, alarm, centralization, blocking, module, additive technologies.*

### I. ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

В настоящее время для быстрого развертывания оперативного управления устройствами электрической централизации (ЭЦ) станции в случаях повреждений постов и устройств ЭЦ при возникновении ЧС, применяются мобильные комплексы ЭЦ в транспортабельных модулях [1]. К ним относятся: инвентарный пост управления МК ЭЦ-ИН [2], мобильный пост ЭЦ-МПК-М [3], мобильный комплекс микропроцессорной системы управления стрелками и светофорами участка железной дороги МК МПЦ [4], унифицированный восстановительный комплекс УВК-ШЧ-ТМ [5], [6].

На наш взгляд, общим недостатком вышеперечисленных комплексов является:

- использование кабельных сетей, а при разрушении станций они, скорее всего, будут разрушены, а монтаж временных линии займет время и ресурсы;
- малый охват управления напольных устройств;
- ограниченность в использовании напольных устройств.

Предлагаем для решения этих противоречий использовать модульный восстановительный пункт сигнализации, централизации и блокировки (МВП-СЦБ).

### II. МОДУЛЬНЫЙ ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЙ ПУНКТ СИГНАЛИЗАЦИИ, ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ И БЛОКИРОВКИ

МВП-СЦБ относится к системам оперативного (краткосрочного) восстановления прерванного движения при совершении террористических актов, воздействии противника, землетрясениях, взрывах, пожарах, затоплениях, других катаклизмах (чрезвычайных ситуациях – ЧС).

Сущность МВП-СЦБ заключается в повышении оперативности ремонтно-восстановительных работ по восстановлению регулирования движения поездов на станции, в том числе, напольных устройств СЦБ и управление ими по радиоканалу в периоды, когда из-за внешнего воздействия они разрушены или приведены в неработоспособное состояние. МВП-СЦБ по сущности не заменяет указанные выше системы восстановления регулирования движения поездов [2], [3], [4], [5], [6], а дополняет их.

Под МВП-СЦБ будем понимать комплекс технических устройств, включающий:

пост МВП-СЦБ (рис.1) с зоной хранения и комплектом мобильного аддитивного производства, оборудованием подключения к посту ЭЦ и электропитающей установке, аппаратурой управления и передачи (АУиП), модулей связи (МС), автоматизированного рабочего места (АРМ), блока памяти (БП) и системой технического диагностирования и мониторинга;

резервный источник энергии автономный ДГА с блоком бесперебойного питания;

исполнительный модуль (ИМ);

станционный напольный восстановительный комплект.

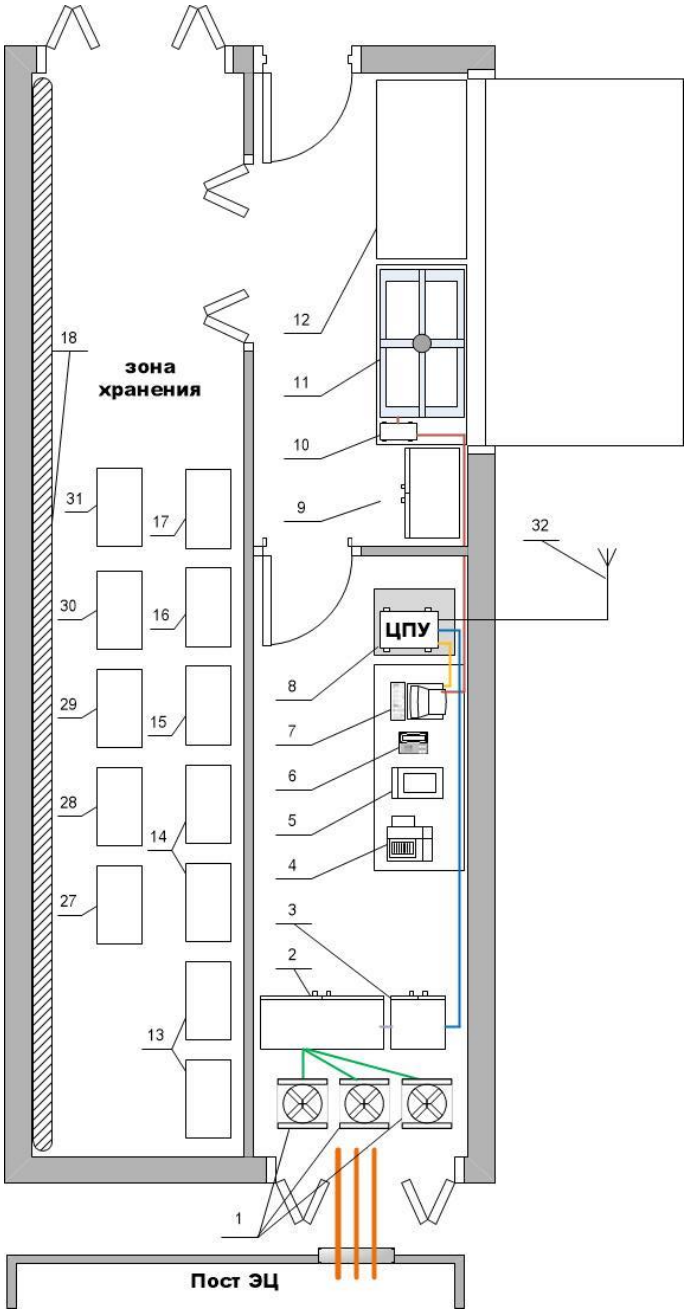



*Рис. 1. Схема мобильного восстановительного пункта*

*где: 1 – комплект кабеля (связи, электроснабжения, СЦБ); 2 – шкаф вводно-распределительный; 3 – шкаф сопряжения; 4 – офисный принтер; 5 – 3D-сканер; 6 – телефон; 7 – АРМ; 8 – аппаратура управления и передачи; 9 – шкаф с имуществом для аддитивного производства; 10 – блок управления 3D-принтера; 11 – 3D-принтер; 12 – верстак; 13 – исполнительные модули; 14 – дизель-генераторные установки для исполнительных модулей; 15 – дизель-генераторные установки для МВП-СЦБ; 16 – зона хранения напольного оборудования; 17 – зона хранения материалов для аддитивного производства; 18 – стеллаж мачтовых опор; 19 – плата подключения исполнительного модуля;*

*20 – контроллер исполнительного модуля; 21 – модуль связи исполнительного модуля; 22 – модуль связи МВП-СЦБ; 23 – процессорный блок; 24 – плата подключения МВП-СЦБ; 25 – блоки системы технической диагностики; 26 – блок памяти; 27 – стрелочные электроприводы; 28 – счетчики осей; 29 – мачтовые светофоры; 30 – карликовые светофоры; 31 – релейные шкафы; 32 – антенна.*

Технический результат достигается подключением МВП-СЦБ комплектом кабеля к действующему посту ЭЦ или к вышеперечисленным восстановительным комплексам мобильных постов ЭЦ. Схема расположения МВП-СЦБ на железнодорожной станции представлена на рис.2.

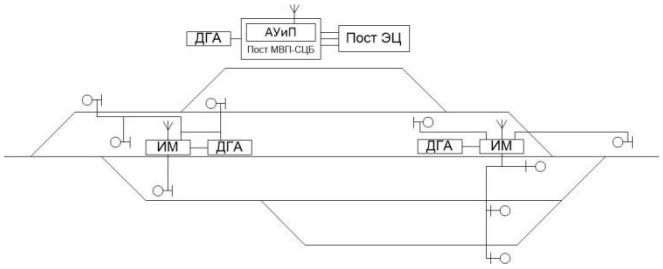



*Рис. 2. Схема расположения МВП-СЦБ на железнодорожной станции*

МВП-СЦБ размещен в кузов-контейнере переменного объёма (рис. 1). Что обеспечивает возможность транспортировки его на всех видах транспорта, быстрое развертывание на местности, комфортные условия работы персонала.

Основное питание поста МВП-СЦБ осуществляется от электропитающей установки поста ЭЦ, резервное от ДГА и источника бесперебойного питания, напольные устройства питаются от ДГА.

При воздействии ЧС ЭЦ станции может подвергнуться опасному воздействию и стать неработоспособными. При больших масштабах разрушений, а особенно разрушений кабельной сети, может быть принято решение о развёртывании МВП-СЦБ. Так как кабельная сеть не функционирует, то команды, передаваемые ДСП, идут через временно проложенный кабель от поста ЭЦ в вводно-распределительный шкаф поста МВП-СЦБ и далее через АУиП по закрытому радиоканалу на напольные устройства, используя выносную антенну. Если подается цифровой сигнал, то он без преобразований передается в АУиП, если сигнал аналоговый, идет аналого-цифровое преобразование сигналов в шкафу сопряжения. После чего данные передаются на АУиП, которое:

производит настройку параметров передачи сообщений по встроенным алгоритмам в зависимости от качества сигнала;

координирует взаимодействие элементов восстановительного пункта;

обеспечивает прием/передачу данных от поста МВП-СЦБ к/от исполнительным (ых) модулям (ей).

На АРМ имеется служебный ПЭВМ со встроенной автоматизированной информационной системой поддержки принятия решений при восстановлении устройств СЦБ после воздействия ЧС [7]. С помощью АРМ оператор имеет возможность осуществлять контроль работы всего МВП-СЦБ, делать настройки, устанавливать подключения новых устройств или выполнить необходимые расчёты. В автоматизированную информационную систему поддержки принятия решений при восстановлении устройств СЦБ входят программы для ПЭВМ, базы данных [8], [9], [10], [11].

АУиП (рис. 3) представляет собой стойку, на которой установлены процессорный блок, блок памяти, блок системы технической диагностики и модуль связи. Работа процессорного модуля (осуществляется с использованием трех процессоров по принципу обеспечения безопасности «2 из 3», при которой функционирование компьютера осуществляется при исправности минимум 2 двух процессоров. Иначе, АУиП перестает осуществлять свою работу и переходит в безопасное состояние.

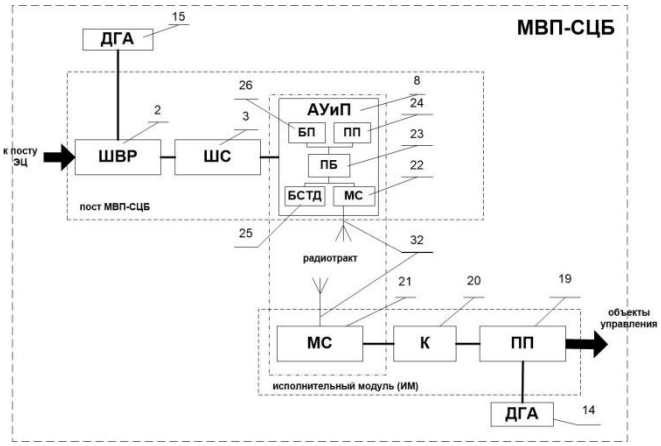



*Рис. 3. Структурная схема МВП-СЦБ и радиотракта передачи постом МВП-СЦБ и исполнительным модулем*

*где: ШВР – шкаф вводно-распределительный; ШС – шкаф сопряжения; ПБ – процессорный блок; ПП – плата подключения МВП-СЦБ и ИМ; БСТД – блоки системы технической диагностики; К – контроллер ИМ.*

БП отвечает за хранение информации о передаваемых сообщениях, применяемых параметрах передачи и алгоритмах работы МС. Состоит из двух компонентов – оперативного (ОЗУ) и постоянного (ПЗУ) запоминающих устройств. ПЗУ будучи

энергонезависимой частью отвечает за хранение алгоритмов обработки данных, настроек элементов контура приема/передачи, переданных сообщений, логов работы МВП-СЦБ. Период хранения информации настраивается отдельно в зависимости от условий работы. ОЗУ хранит данные, необходимые для текущей работы модуля.

Применение системы технической диагностики и мониторинга в централизации позволяет реализовать дополнительные функции. А именно:

автоматическое протоколирование работы системы и устройств, команд оператора;

предоставление нормативно-справочной информации и технических характеристик станции;

измерение напряжения фидеров питания на станции;

измерение тока перевода стрелки, параметров рельсовых цепей;

хранение, просмотр, статистическая обработка отказов в системе;

анализ параметров работы системы на предмет выявления предотказных состояний.

Отображение информации производится на АРМ оператора по запросу, также возможно выделение отдельных информационных зон рабочего стола АРМ оператора под конкретные данные, например, отображение тока перевода стрелки.

В основе реализации расширенного функционала лежит применение специализированного программного обеспечения, служащего для протоколирования работы устройств, сопряжения с информационными системами и обработки прочей поступающей информации.

Обмен информацией между элементами базируется на стандартных протоколах, применяемых в вычислительных системах и локальных сетях.

Хранение данных организовано следующим образом: состояние поездной обстановки, текстовый протокол результатов мониторинга и действий дежурного архивируется в ходе работы системы. Эти данные недоступны для корректировки и хранятся в течение одного месяца, в случае необходимости информация может быть перенесена на внешний носитель.

Отличительной особенностью описываемого решения является возможность его реализации как в составе аппаратуры ЭЦ, так и отдельным физическим модулем. Это позволяет при необходимости расширить функционал модуля с помощью замены на новые версии, как при программной, так и при аппаратной модернизации.

МС МВП-СЦБ отвечает за формирование канала связи с обратной стороны. Настройка МС МВП-СЦБ для функционирования в требуемом качестве может производиться заранее или непосредственно на объекте работы с помощью ПЭВМ. Для недопущения воздействия сторонних лиц на работу МВП-СЦБ производится шифрование передаваемых данных.

ИМ предназначены для получения команд от АУиП через радиотракт и передачи управляющих воздействий на объекты управления, а также для передачи диагностической информации от объектов управления на пост МВП-СЦБ (рис. 3). ИМ устанавливаются возле напольных устройств (оборудования). С помощью кабеля осуществляется подключение к напольным устройствам. Место выбирается с таким расчётом, чтобы охватить как можно больше оборудования и минимально использовать кабель. Питание ИМ производится от электропитания напольных устройств или дополнительной ДГА, установленной непосредственно у модуля. Общее число ИМ, необходимых для организации связи в пределах станции, зависит от структуры построения и количества объектов управления.

В состав ИМ входит:

модуль связи исполнительного модуля (МС ИМ);

контроллер;

плата подключения;

дизель генераторный агрегат (при необходимости).

Работа МС ИМ циклична. В каждом цикле он производит:

передачу диагностической информации в АУиП;

проверку связи между центральным постом и объектами управления;

тестирование внутренних ресурсов радиопередатчиков (взаимный обмен данными между ними).

При передаче приказов управляющие посылки формируются АУиП и передаются на МС МВП-СЦБ, который производит обработку передаваемого сигнала для передачи на ИМ. МС ИМ, приняв сигнал, производит его обработку для устранения помех и передает посылку в контроллер ИМ, где происходит ее расшифровка (обработка).

При передаче диагностической информации от ИМ к АУиП посылка формируется контроллером ИМ и передается в МС для обработки и последующего отправления на АУиП МВП-СЦБ.

Для размещения готовых станционных напольных восстановительных комплектов на посту МВП-СЦБ организована зона хранения. В которой расположено:

стрелочные электроприводы;

счетчики осей;

мачтовые светофоры;

карликовые светофоры;

релейные шкафы.

При восстановлении станции, для быстрой организации регулирования движением поездов, есть целесообразность использования уже имеющийся станционный напольный восстановительный комплект [12], [13], [14] и уцелевшие напольные устройства (оборудование), а также то оборудование, которое нуждается в мелком ремонте, так как демонтаж старого и установка нового займет больше времени и ресурсов. Поэтому МВП-СЦБ оснащен комплектом мобильного аддитивного производства в состав, которого входит автоматизированное рабочие место, 3D-сканер, 3D-принтер, место для финальной обработки изделий (верстак и стеллажи с инструментом) [15], [16].

Порядок работы следующий:

осуществляется осмотр поврежденного устройства, определяется объем работы и необходимые элементы;

в базе данных 3D-моделей производится поиск необходимых устройств и их частей, а при их отсутствии в базе, производится 3D-сканирование объекта, создается 3D-модель и отравляется на печать;

обработка изделия (шлифование, удаление вспомогательных элементов и т.п.);

Результатом применения МВП-СЦБ является возможность поэтапного наращивания пропускной и перерабатывающей способности станции. Вначале открытие сквозного движения поездов на станции с возможностью дальнейшего восстановления напольных устройств регулирования движения поездов и управление ими на станции.

## III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, мобильный восстановительный пункт сигнализации, централизации и блокировки обеспечивает оперативное (краткосрочное) восстановление движение поездов на разрушенной станции на период восстановления напольных устройств СЦБ и кабельной сети. Это достигается

отсутствием большого объема земляных работ;

отказ от использования кабельных сетей и использованием системы радиосвязи;

использованием аддитивных технологий для быстрого восстановления напольных устройств;

Все перечисленные мероприятия повышают оперативность организации регулирования движением поездов на станции.

## ЛИТЕРАТУРА

[1] А. Б. Никитин, М. Г. Яшин, Р. А. Пантелеев, „Транспортабельные модули электрической централизации как средство восстановления систем управления движения поездов“, Автоматика на транспорте. – 2015. – №2 – С. 127-142

[2] Э. З. Загидуллин, А. Г. Карпухин, „Мобильный комплекс МК ЭЦ-ИН“, Автоматика, связь, информатика, 2009 – № 1, с. 32-35.

[3] Техническое описание. Мобильная электрическая централизация стрелок и сигналов на базе микро-ЭВМ и программируемых контроллеров ЭЦ-МПК-М. // Том I. Пояснительная записка. - СПб: ПГУ ПС, 2002. – 23 с.

[4] Ю. С. Смагин, О. Ю. Шатковский, и др., „Мобильный комплекс микропроцессорной системы управления стрелками и светофорами участка железной дороги“, Официальный бюллетень «Изобретения. Полезные модели» – М.: ФИПС, 2017 №17, 11.06.2017-20.06.2017.

[5] Р. А. Пантелеев, „Модульные системы восстановления интервального регулирования движения поездов“, Научно-технический сборник, выпуск № 28, часть 1. – СПб. Петродворец: ВИ (ЖДВ и ВОСО), 2014. – С. 51-64.

[6] Р. А. Пантелеев, „Мобильный пост электрической централизации“, Сборник научных статей научно-практических конференций «Перспективы и направления развития специальной техники ЖДВ» и «Системы технического обслуживания Железнодорожных войск в современных условиях » – Петергоф: ВИ (ЖДВ и ВОСО), 2014.– С. 139-154.

[7] Р. А. Пантелеев, “Перспективная автоматизированная информационная система управления процессом восстановления железных дорог в мирное и военное время“, Межвузовская научно-теоретическая конференция «Инновационная железная дорога. Новейшие и перспективные системы обеспечения движения поездов». Сборник статей // под общей редакцией Шарлая А.С. - Петергоф: ВИ (ЖДВ и ВОСО), 2017. С. 91-99.

[8] Р. А. Пантелеев, М. Г. Яшин, А. С. Шарлай, С. Н. Фомин, С. В. Цуриков, „Методика расчёта потребного количества сил и средств вариантов восстановления станционных устройств железнодорожной автоматики и телемеханики“, Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2017611345 от 01 февраля 2017 года. – М: ФИПС, 2017.

[9] Р. А. Пантелеев, С. В. Цуриков, К. Н. Савинов, В. В. Трубицын, Д. А. Данильченко, „База данных технологических процессов эксплуатации и восстановления устройств железнодорожной автоматики и телемеханики“, Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2019620594 от 15 апреля 2019 г. – М: ФИПС, 2019.

[10] Р. А. Пантелеев, М. Г. Яшин, А. М. Перепеченов, С. Н. Фомин, П. Н. Фомин, „Модель выбора рациональных конструктивно-технологических решений при восстановлении станционных

устройств железнодорожной автоматики и телемеханики при воздействии чрезвычайной ситуации“, Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2019616262 от 21 мая 2019 г. – М: ФИПС, 2019.

[11] Р. А. Пантелеев, М. Г. Яшин, А. М. Перепеченов, С. Н. Фомин, П. Н. Фомин, „База данных системы поддержки принятия решения при восстановлении станционных устройств железнодорожной автоматики и телемеханики северо-западного железнодорожного направления“, Свидетельство о государственной регистрации базы данных №2019620651 от 19 апреля 2019 г. – М: ФИПС, 2019.

[12] М. Г. Яшин, Р. А. Пантелеев, „Расчёт напольных устройств железнодорожной автоматики и телемеханики для восстановления регулирования движения поездов на станции“, Автоматика на транспорте. – 2016. – Том 2 - №2 – С. 198-207.

[13] М. Г. Яшин, Р. А. Пантелеев, А. С. Шарлай, „Методика принятия оптимального решения при расчёте и выборе станционного напольного восстановительного комплекта“, Научно-технический журнал Транспорт Урала, 2016. – № 3 (50). С. 48-53. ISSN 1815–9400. – DOI: 10.20291/1815-940-2016-3-48-53.

[14] Р. А. Пантелеев, „Методика расчёта состава станционного напольного восстановительного комплекта железнодорожной автоматики и телемеханики“, Сборник научных статей по материалам межведомственной научно-практической конференции (17.12.15 г.) часть 4 (тезисы секционных выступлений) – СПб.: ВА МТО, 2016 – С. 795-804.

[15] Р. А. Пантелеев, С. Н. Фомин, П. Н. Фомин, „Мобильное аддитивное производство для восстановления устройств железнодорожной автоматики и телемеханики“, «Проблемные вопросы и направления совершенствования автоматики, телемеханики и связи железных дорог на современном этапе». Сборник статей // Под общей редакцией Шарлая А.С., Яшина М.Г. – г. Петергоф: ВИ (ЖДВ и ВОСО), 2019. – С. 77-83.

[16] Р. А. Пантелеев, П. Н. Фомин, „Методы аддитивного производства при восстановлении железных дорог“, Информационные технологии: актуальные проблемы подготовки специалистов с учетом реализации требований ФГОС. материалы VI Всероссийской научно-методической конференции. – Омск: ОАБИИ, 2019. С. 229-233. ISBN 978-5-6041594-3-9.

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Экология на железнодорожном транспорте Свердловской железной дороги

## Ecology on Railway Transport of Sverdlovsk Railway

Кирилл Мельников[1], Елена Паньшина[2]

*Колледж железнодорожного транспорта федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный университет путей сообщения» г. Екатеринбург, Россия*[1,2]

kiryusha_melnikov_77@mail.ru[1], panshina.elena@bk.ru[2]

***Резюме:*** Исследовано воздействие железнодорожного транспорта на окружающую среду, рассмотрены мероприятия по по защите окружающей среды.
***Ключевые слова:*** железнодорожный транспорт, экология, окружающая среда.

***Abstract:*** The impact of railway transport on the environment is studied, measures for environmental protection are considered.
***Key words:*** railway transport, ecology, environment.

## I. ВВЕДЕНИЕ

**Error! Bookmark not defined.** Проблемы экологии остро стоят в современном мире. С каждым днем мы все больше ощущаем понимание необходимости проведения срочных мероприятий по сохранению того богатства, которое изначально было дано нам природой. Воздух, вода, земля сегодня уже не справляются с гигантскими нагрузками, ежеминутно реализуемыми нашими современниками. Железнодорожный транспорт, к сожалению, вносит определенный негативный вклад в экологию, являясь источником неблагоприятных химических, физических и биологических факторов. Несмотря на то, что отрицательное влияние железнодорожного транспорта на окружающую среду значительно меньше, чем других видов транспорта, оно весьма ощутимо и требует профилактической работы [1].

В данной статье мырассмотрим:роль экологического мониторинга на железной дороге; экологическую стратегию Свердловской магистрали (главные цели и итоги уже проделанной работы) и мероприятия по охране окружающей среды на Свердловской железной дороге.

## II. РОЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ

В ОАО «РЖД» существует система экологического мониторинга воздействия предприятий компании на окружающую среду, основными задачами, которой являются:

- контроль за выбросами и сбросами ;
- получение аналитической информации о составе и свойствах загрязнения;
- сбор и передача полученной информации в базу данных для принятия управленческих решений.

Роль экологического мониторинга на железной дороге невозможно переоценить. Она заключается в постоянной проверке техники, используемой на железной дороге (магистральные и маневровые тепловозы, а также путевая техника и др.) в соответствие с техническими установленными нормативами выбросов вредных, загрязняющих веществ в атмосферу. Для этого на железной дороге созданы 108 пунктов экологического контроля (ПЭК).

В 2013. году научно-производственным центром по охране окружающей среды – филиалом ОАО «РЖД» были проведены исследования по установлению уровня содержания тяжелых металлов таких как: свинец, медь, хром, железо, кадмий, цинк, и нефтепродуктов почвах полосы отвода железных дорог и их дальнейшее

сравнение с показателями предельно допустимой концентрации (ПДК). В течение этого исследования было выбрано 999 площадок на которых выполнено 7524 анализа, главной целью которых было установить или наоборот опровергнуть закономерность распространения металлов и нефтепродуктов в почвах.

В конечном итоге не были установлены негативные факторы, оказывающие вред окружающей среде. Было выявлено, что концентрация загрязняющих веществ в пробах не связана с процессами эксплуатации подвижного состава: износом систем «рельс – колесо», «тормозная колодка – колесо», «контактный провод – пантограф», использованием горюче-смазочных материалов при обслуживании пути в подвижном составе. Также было установлено, что воздействие железнодорожного транспорта на полосу отвода незначительное, уровень загрязнения – допустимый. Это одно изисследований, проведенных ОАО «РЖД» с целью защиты и наименьшего пути загрязнения окружающей среды [2].

Специалисты Центра охраны окружающей среды Свердловской железной дороги осуществляют постоянный мониторинг экологической обстановки вблизи объектов железнодорожного транспорта. В 2018 году произведено более 16 тыс. проб воздуха, почв и стоков, более 700 других измерений. При этом в результате выполнения всех работ силами Центра экономия составила около 18 млн руб. На данный момент введено в эксплуатацию:

- 56 экологических лабораторий;
- 12 вагонов лабораторий ;
- 53 лаборатории на автомобильном ходу;
- 108 пунктов экологического контроля.

В декабре 2018. года на Свердловской железной дороге появился новый экологический вагон-лаборатория. Он оснащен современным оборудованием для санитарного и экологического контроля воздуха рабочей зоны и атмосферного воздуха, контроля параметров сточных вод и анализа состояния почв.

## III. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СТРАТЕГИЯ СВЕРДЛОВСКОЙ МАГИСТРАЛИ

За последние годы на СвЖД была выполнена обширная программа, предусматривающая мероприятия по снижению негативного воздействия от производственной деятельности. Отдельной темой в рамках года экологии, стала работа с особо охраняемыми территориями, сохранение и развитие природных парков и заповедников. Линии Свердловской железной дороги граничат с четырьмя особо охраняемыми природными территориями – это лесопарк имени лесоводов России и Центральный парк культуры и отдыха в Екатеринбурге, зоологический заповедник «Богдановический» и природный парк «Оленьи ручьи». Железнодорожникиотносятся к такому соседству со всей ответственностью: следят за санитарным и экологическим состоянием полосы отвода, защищают от пожаров, участвуют в восстановлении лесов [3].

Основным направлением деятельности Свердловской железной дороги в сфере обеспечения экологической безопасности является последовательное снижение негативного воздействия на окружающую среду в рамках реализации утвержденной экологической стратегии ОАО "РЖД" до 2030 года (включительно).

## IV. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Согласно статистическим данным, в 2017 году, объявленным годом экологии, Свердловская железная дорога провела более 40 мероприятий, направленных на защиту окружающей среды, внедрено достаточное количество инновационных, ресурсосберегающих технологий. Всего на экологические программы было потрачено более 33 млн руб. Врамках инвестиционной программы «Обеспечение экологической безопасности» на Свердловской железной дороге проведено техническое перевооружение очистных сооружений депо Артемовский. В границах дороги проведено несколько масштабных экологических акций и субботников, в которых приняли участие более 30 тыс. работников магистрали. В общей сложности была убрана территория площадью около 6,8 млн кв. метров, вывезено свыше 1 тыс. тонн отходов, очищена от мусора береговая линия нескольких водоемов. В регионах присутствия Свердловской железной дороги железнодорожниками высажено более 100 тысяч деревьев [3].

Проведение ежемесячной акции по минимизации негативного воздействия на окружающую среду «Зеленая пятница» позволило сэкономить 29,6 тыс. кВт электроэнергии, 162 тонны топливно-энергетических ресурсов (природный газ, уголь, мазут, бензин, дизельное топливо), на 44 тонны снизить объем выбросов загрязняющих веществ. Экономический эффект составил более 6 млн рублей.

## V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За последние годы в природоохранные проекты было инвестировано более 100 млн рублей. Удалось добиться снижения выбросов вредных веществ в атмосферу на 11,7%, обеспечить сокращение сброса загрязнённых сточных вод на 47,7 %. Кроме того, на 7%, по сравнению с предыдущим годом, выросло вовлечение отходов во вторичный оборот. В приоритете – ресурсосбережение, энергоэффективные технологии, бережливое производство [3].

Большое значение вопросам экологии уделяет программа учебных занятий в Колледже железнодорожного транспорта УрГУПС. Студенты на аудиторных занятиях представляют проекты в целях улучшения экологической обстановки родного края, а во внеурочное время принимают участие в субботниках по уборке территории вблизи колледжа.

Экологическое воспитание и просвещение необходимо начинать с самого раннего возраста. Каждый человек должен понимать, что он – часть экосистемы. И получается, что благополучие и здоровье нашего и будущих поколений напрямую зависит от того, как мы взаимодействуем с окружающим миром.

ЛИТЕРАТУРА

[1] [https://www.nkj.ru/archive/articles/10376/] - Журнал наука и жизнь №11 ноябрь, 2018 .

[2] Практическая экология на железнодорожном транспорте: учебное пособие. – М.: Учебно-методический центр по образованию на ж-д транспорте, с. 277, 2013.

[3] Областная газета №42 от 14.03.2017

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Formiranje regionalne železničke akademije i neophodnost podizanja nivoa znanja zaposlenih u železničkom sektoru Srbije

## Establishment of a Regional Railway Academy and the Necessity of Raising the Level of Knowledge of Employees in the Serbian Railway Sector

Nenad Kecman[1], Željko Valentić[2], Miroslav Stojčić[3], Milena Ilić[4]

*Business Association Cluster of Logistics of Serbia, Belgrade[1,2],*
*Railway Integral Transport "ŽIT", Belgrade, Serbia[3],*
*Information Technology School - ITS, Belgrade, Serbia[4]*

nenadkecman55@gmail.com[1], zeljko.valentic53@gmail.com[2], miroslav.stojcic@zitbgd.rs[3], milena.ilic@its.edu.rs[4]

***Apstrakt:*** *Obuka i razvoj zaposlenih čine značajne procese upravljanja ljudskim resursima na bazi kojih organizacije ostvaruju tripartitnu ulogu u okviru funkcije upravljanja ljudskim resursima. Prva uloga tiče se ostvarivanja ciljeva same organizacije i stvaranju neophodnih preduslova i realizaciji potrebnih aktivnosti uz pomoć najvažnijeg organizacionog resursa. Druga uloga odnosi se na ostvarivanje brige o zaposlenima, kroz valorizaciju njihovog postojanja i značaja, kroz pre svega bolju socijalizaciju i orjentaciju, a potom i druge aspekte rada, kao i pomoći istima da unaprede svoje znanje i veštine, držeći ih na optimalnom nivou. Treća uloga tiče se ostvarivanja ciljeva društva odnosno eksternog okruženja koji od železničkog sektora očekuje kvalitetnu uslugu, uz niske cene, povećanu bezbednost i dostupnost.*

*Rad analizira procese obuke i razvoja zaposlenih u železničkom sektoru Srbije, istrijskom metodom i na bazi posmatranja sa učestvovanjem, dovodeći ih u vezu sa rešavanjem nasleđenih organizacionih i drugih problema kao što je revitalizacija infrastrukture, modernizacija voznih sredstava, plaćanje dugovanja, naplata potraživanja, smanjivanje obima poslovanja i broja zaposlenih, potom nerešenih imovinskih odnosa i slično. Takođe, u radu se predstavljaju različiti modele organizovanja funkcije obuke i razvoja sugerišući optimalan model razvijen na bazi višedecenijske akumulacije znanja i iskustva autora rada. Optimalan model pretpostavlja formiranje regionalne železničke akademije a njen značaj je utemeljen na neophodnosti podizanja nivoa znanja zaposlenih u železničkom sektoru Srbije, kao i regiona.*

***Ključne reči:*** *upravljanje ljudskim resursima, obuka zaposlenih, razvoj zaposlenih, železnički sektor.*

***Abstract:*** *Employee training and development constitute significant Human Resource Management processes on the basis of which organizations exercise a tripartite role within the Human Resource Management function. The first role concerns the achievement of the goals of the organization itself and the creation of the necessary preconditions and the realization of the necessary activities with the help of the most important organizational resource. The second role is concerned with the care of employees, through the valorization of their existence and importance, through better socialization and orientation, and then other aspects of work, as well as helping them to improve their knowledge and skills while keeping them at an optimal level. The third role concerns the achievement of the goals of the society or the external environment, which requires high-quality service from the railway sector, with low prices, increased safety, and accessibility.*

*The paper analyzes the processes of training and development of employees in the Serbian railway sector, using the Istrian method and through participatory observation, bringing them in connection with solving inherited organizational and other problems such as infrastructure revitalization, modernization of rolling stock, payment of debts, collection of receivables, reduction of volume, business and number of employees, then unresolved property relations and the like. In addition, the paper presents various models of organizing training and development functions, suggesting an optimal model developed based on decades of accumulation of knowledge and experience of the authors. The optimal model assumes the formation of a regional railway academy, and its importance based on the need to raise the level of knowledge of employees in the Serbian railway sector, as well as in the region.*
***Key words:*** *Human resources management, employee training, employee development, railway sector.*

## I. UVOD

Radi opstanka organizacija i obezbeđenja trajnosti poslovanja, bez obzira na delatnost preduzeća i titulara vlasništva neophodno je valorizovati zaposlene i priznati ih kao važan faktor ostvarenja konkurentske prednosti. U okviru naučne discipline kao i prakse upravljanja ljudskim resursima, obuka i razvoj zaposlenih čine važne procese. U poslovnim praksama domaćih i inostranih preduzeća postoje različiti oblici organizovanja obuke i razvoja zaposlenih, shodno izabranim strategijama, a u okviru koje se realizuje saradnja preduzeća sa obrazovnim insitucijama i pojedincima ili se razvijaju sopstvene akademije.

Železnički sektor Srbije usled postojanja neadekvatnog fonda znanja zaposlenih takođe može razmotriti različite modele organizovanja obuka i razvoja zaposlenih, preispitati efikasnost postojeće strategije, i potencijalno odabrati efikasniji model.

Rad kroz analizu različitih strategija obuke i razvoja daje preporuku optimizacije procesa obuke i razvoja u železničkom sektoru Srbije.

## II. OBUKA I RAZVOJ ZAPOSLENIH U ŽELEZNIČKOM SEKTORU SRBIJE I OKRUŽENJU

### A. Poslovanje železničkih kompanija

U Evropi, u poslednjih 28 godina, sprovode se procesi restrukturiranja železnica tzv. "Evropski model", iniciran direktivom 440/91/EEZ. Stručnjaci u oblasti železničkog saobraćaja smatraju da su određeni rezultati ostvareni uprkos njihovom osporavanju od strane učesnika u restrukturiranju i naučnih istraživača, ali da se ključni efekti ovog procesa još uvek ne vide [1].

U istraživanju objavljenom 2017. godine [2] sprovedena je ocena efikasnosti evropskih železničkih kompanija primenom dvostepene analize. Cilj istraživanja je ocena efikasnosti železničkih kompanija iz većeg dela Evrope, ukupno 34 evropske železničke kompanije i Republika Srbija među njima, tokom perioda 2004-2013. godine. Razmatran je uticaj različitih egzogenih faktora na nivo efikasnosti, a jedan od promenljivih korišćenih u istraživanju je i broj zaposlenih. Rezultat istraživanja ukazuje na orijentaciju železničke kompanije ili na putnički ili na prevoz robe, uz samo nekoliko kompanija sa visokim performansama u oba vida prevoza. U slučaju železničkih kompanija Zapadne Evrope evidentirane su bolje performanse u odnosu na performanse kompanija Centralne i Istočne Evrope u pogledu putničkog i ukupnog saobraćaja.

U pogledu robnog prevoza, rezultati su suprotni. Istraživanjem nisu uočeni jasni trendovi poput konstantnog poboljšanja ili smanjenja nivoa efikasnosti, osim u slučaju nekolicine kompanija. Železnice Srbije su u posmatranom periodu pokazale prosečan nivo performansi preko 50% u pogledu ukupne transportne efikasnosti.

### B. Železnički sektor Srbije

Republika Srbija prolazi kroz reformu u saobraćaju koja podrazumeva poboljšanje stanja infrastrukture i prevoznih kapaciteta, ali i zakonskog, institucionalogi i organizacionog okvira. (Mitrović, 2009) Ova reforma za cilj ima unapređenje železničkog sektora u Srbiji, kroz realizaciju pojedinačnih ciljeva ostvarivih formiranjem tržišno orijentisanih železničkih društava. Programom iz 2014. godine koji su definisali Svetska banka i Vlada Republike Srbije u okviru Akcionog plana za reformu železnice donela je promene u vidu formiranja četiri zasebna društva Železnice Srbije ad, i tri nova železnička društva, Infrastruktura Železnice Srbije ad, Srbija kargo ad i Srbija voz ad.

U pogledu broja zaposlenih i restrukturiranja radne snage, broj zaposlenih u železničkom sektoru u Srbiji smanjen je sa 45.000 u 1991. godini, na 33.000 u 2001. godini, potom na 16.900 sredinom 2015. godine. Na kraju 2018. godine u sva četiri preduzeća radilo je 11.500 radnika, a početkom 2019. godine broj zaposlenih je smanjen za dodatnih 1240 radnika. Tekuća reforma železnice se sprovodi u svetlu značajnog finansiranja i poteškoća u pogledu učinka [3].

Železnički sector Srbije karakteriše neadekvatan nivo ekspertskih znanja i veština usled činjenice da u dužem periodu nije iniciran i stimulisan stručni rad na odgovarajući način. Evidentan je i deficit menadžerskog znanja. Česte promene menadžmenta onemogućuju strategijski pristup upravljanju kompanijama, a trenutno stanje dodatno opterećuje nepostojanje razvijenih instrumenata rukovođenja, nedovoljno razvijeno projektno upravljanje, nepostojanje jedinstvenog informacionog sistema kao podrške u procesu odlučivanja i činjenica da ne postoji implementacija QMS i IMS [4].

C. Obuke i razvoj zaposlenih kao procesi menadžmenta ljudskih resursa

Obuka i trening zaposlenih, kao i razvoj (karijere) zaposlenih i upravljanje njom predstavljaju poželjne procese i aktivnosti menadžmenta ljudskih resursa.

Obuka se odnosi na planirano nastojanje kompanije da olakša zaposlenima da ovladaju veštinama u vezi s poslom. Te veštine su znanja i ponašanja važna za obavljanje poslova. Cilj obuke je da zaposleni usvoje znanja, veštine i ponašanja, te da ih primene u svakodnevnim aktivnostima.

Obuka je ključ za sticanje i održavanje konkurentske prednosti organizacija. Svetske organizacije ulažu znatan deo svog profita u programe obuke kako bi ostvarile konkurentsku prednost.

Utvrđivanje potreba za obukom predstavlja proces koji organizaciji ukazuje na to da li postoji potreba za obukom zaposlenih, te koji utvrđuje kojim zaposlenima je potrebna obuka, kog predmeta i koji su organizacioni ciljevi koje će predmetna obuka podržati, odnosno osigurati [5].

Obuka ima veliki značaj, usled globalizacijskih promena u privredi, pojačanog uticaja znanja, akvizicije talenata. Da bi trening koji organizuje neka organizacija bio efikasan, mora pre svega biti vešto isplaniran i u skladu sa potrebama zaposlenih, odnosno organizacije. Glavni cilj treninga, tj. obuke je pre svega da eliminiše deficit koji zaposleni imaju u performansama [6].

Razvoj ljudskih resursa odnosi se na skup mera i aktivnosti u organizaciji usmerenih na prilagođavanje znanja, sposobnosti i veština zaposlenih budućim zahtevima poslovanja ili delatnosti organizacije [7].

Organizacije se mogu odlučiti za razvoj samo višeg nivoa menadžmenta: top menadžera, viših menadžera i zaposlenih sa izrazito velikim razvojnim potencijalom. Srednji menadžeri, najodgovorniji za motivaciju i nagrađivanje zaposlenih, nisu uključeni.

Druga mogućnost je da se u proces razvoja uključe svi zaposleni jedne organizacije, tako što se predefiniše budžet za razvoj za svakog zaposlenog, što je demokratski princip koji je pravičan, ali ne nudi mnogo u obimu i kvalitetu obuke.

Pojedine organizacije odlučuju se za tradicionalne oblike obrazovanja, odnosno za formalne obrazovne programe koji su kreirani za specifične potrebe organizacije, poput kurseva, MBA programa, a druge organizacije biraju drugačije metode [6].

Mc Kinsey u svojoj studiji iz 2016, naglašava da odrasli uče najbolje u okruženju koje im pruža bogato, interaktivno iskustvo i slobodu eksperimenta i mogućnost da prave različite greške bez rizika. Namenski objekti za učenje pružaju idealno kombinovanje izlaganja stvarnim problemima u proizvodnji i mogućnosti zaposlenima da isprobaju nove pristupe bez straha da nešto može krenuti po zlu. Iskustvo pokazuje da ljudi ne samo da uče brže u takvim okruženjima, već tako brže usvajaju znanja i zadržavaju veći obim naučenog [8].

Pojedine studije pokazuju da zadržimo samo 10% znanja koja steknemo kroz knjige ili u formalnoj nastavi, da kroz simulacije i igre zadržimo 32% stečenog znanja, a da ukoliko učimo na bazi iskustva, usvojimo i zadržimo 65% naučenog. Najbolje je učenje kroz rad (učenje i transformacija znanja) jer se u tom slučaju zadrži 80-100% naučenog [9].

D. Obuke i razvoj zaposlenih u železničkim kompanijama

Železničke kompanije u svetu često koriste analogni pristup sprovođenju obuka. Analizom dostupnih izvora, može se primetiti da čak i globalne železničke kompanije u nedovoljoj meri koriste platforme elektronskog učenja, prefereirajući tradicionalne učenje u odnosu na digitalno. Hindusthan Engineering & Industries Limited (HEI) kao i neke druge kompanije železničkog sektora uveli su u svoje program eobrazovanja i razvoja kratke kurseve na železnici putem platformi e-učenja, a i pojedine međunarodne organizacije se uključuju u proces digitalnog učenja.

Istraživači u okviru globalne mreže železničkh univrziteta Rail Uni Nel sproveli su projekat 2018. godine koji je podržala Međunarodna železnička unija, a koji je za cilj imao određenje prepreka digitalnom učenju u železničkom saobraćaju, te pružanje rešenja za prevazilaženje uočenih prepreka na bazi kojih bi se kreirala rešenja koja bi pomogla u pripremi programa digitalnog učenja u železničkom saobraćaju. Cilj projekta nazvanog Prepreke u digitalnoj edukaciji na železnici su predložili kontrolnu listu akcija koja bi koristila menadžmentu železničkh kompanija u pogledu razmatranja unapređenja veština zaposlenih uz pomoć digitalnih alata za učenje. Ispitanici, zaposleni u železničkim akademijama i kompanijama železničkog sektora, iz 15 zemalja, edukatori kao i korisnici onlajn kurserva, izrazili su pozitivne stavove prema digitalnom učenju [10].

U slučaju pružanju usluga železničkog saobraćaja usled velike prostorne distribucije, neophodno je posedovanje posebnih znanja i veština i izbor strategije obuke i razvoja koja bi obuhvaala veliki broj zaposlenih [11].

U pogledu modela organizovanja obuke, najčešće korišćeni modeli su funkcionalni model, koji podrazumeva da je sektor obuke organizovan poput fakulteta sa grupisanjem poslova prema specifičnim oblastima obuke; model koprorativnog univerziteta koji omogućava i obuku različitih stejkholdera van organizacije poput škola, srednjih i visokih, odnosno fakulteta, potom model virtuelne trening organizacije kao jako efikasan način učenja (na radnom mestu) [5].

Dobar primer virtuelnih trening organizacija, javlja se u velikim železničkim kompanijama na bazi obuke mašinovođa na multifunkcionalnim simulatorima vožnje ili na bazi provere sposobnosti mašinovođa na specijalno dizajniranim konzolama [3].

## III. ULOGA I AKTIVNOSTI MEĐUNARODNE ŽELEZNIČKE UNIJE (UIC) U OBUCI NA ŽELEZNICI

Međunarodna železnička unija od svog stvaranja 1922. godine deli i prenosi najbolje znanje i praksu svojim članovima. Uz tako brzo razvijanje demografije, tehničke i informacijske tehnologije, menadžerskih potreba, očekivanja kupaca, međunarodnog i multikulturalnog konteksta, Međunarodna železnička unija, kao najveća svetska organizacija, u tom kontekstu, organizuje nekoliko vrsta i nivoa obuke, odsnosno pomoć u stručnom usavršavanju železničara.

### A. Globalna mreža železničkih talenata

Sektor transporta i logistike, sve više se suočava sa krizom talenata, kao posledicom savremenih kretanja na polju radne snage, negativnih demokrafskih kretanja i nedostatka određeniih specifičnih veština zaposlenih. Strategije za upravljanje talentima nalaze se danas na vrhu agende generalnih direktora (prema istraživanju PWC-a, 66% generalnih direktora smatra da je nedostatak pravih veština najveći izazov za kojim se susreću u poslovanju) [12]. Da bi se suočio sa izazovima novog vremena, UIC uspostavlja „Globalnu mrežu železničkih talenata“. Obezbeđivanjem zajedničke platforme, UIC želi da proširi inovacijsku sposobnost železničkog sektora i poboljša konkurentnost koristeći potencijale svojih talenata.

Ciljevi projekta su:

- Razvoj snažnog programa razvoja menadžmenta za pripremu nove generacije železničkih talenata koji rade na domaćim i međunarodnim izazovima;
- Stvaranje snažne i održive osnove za podsticanje međunarodne saradnje među mladim talentima u železničkom sektoru.

Upravljanje talentima je sistematski pristup utvrđivanju organizacionih pozicija koje doprinose poslovnom uspehu. Pokazalo se da postoje tri važne komponente upravljanja talentom: Privlačenje i selektovanje ljudi ljudi van organizacije; Identifikovanje, razvoj i oblikovanje potencijalno novih i postojećih zaposlenih; Angažovanje, upravljanje i zadržavanje zaposlenih [13].

### B. Regionalne mreže za železničku obuku

Regionalne mreže deo su međunarodne zajednice za obuke na železnicama i proističu iz železničkih organizacija za obuku i kompanija kako bi se osiguralo da profesionalci za obuku i tehnički stručnjaci učestvuju u njihovim aktivnostima. Osnovni cilj Međunarodne zajednice za pružanje obuke za železnice je unapređenje efikasnog rada različitih regionalnih tržišta za obuku na železnicama, a time i unapređenje razvoja radne snage putem razmene najboljih praksi obuke za železnice u celoj industriji.

Kao prednosti ovih regionalnih mreža navodi se: 1. Otvoreni dijalog između stručnjaka za obuku u različitim regionima i sinergija na svetskom nivou; 2. Pomoć u odgovru na pitanje „kome se najbolje obratiti za savet?“; 3. Brzo snabdevanje relevantnim informacijama; 4. Pristup iskustvima kolega iz drugih kompanija i zemaljama koje vode ka efikasnijim i bržim rešenjima za obuku; 5. Pristup otvorenim kursevima; 6. Aktivnosti benčmarkinga i razmena najboljih praksi; 7. Programi razmene osoblja i studijska putovanja; 8. Platforma za izgradnju eksterne kredibilnosti i poluge unutar tržišta.

### C. Onlajn Kursevi

U okviru razvoja zaposlenih UIC organizuje onlajn kurseve o različitim temema, kao što su na primer, Rail ASSET Management, Upravljanje železničkim sredstvima/ imovinom i slično.

### D. SIAFFI

Već danas, a još više u budućnosti, železničkom sektoru će biti potreban potencijal međunarodno orijentisanih menadžera, sa snažnom svešću o novom kontekstu transportnog sektora i njegovog okruženja, uz dobro razumevanje ključnih izazova na međunarodnom nivou i duboko razumevanje poslovnih pristupa i društveno-ekonomskih izazova.

Međunarodni program SIAF aktivno se obraća tim talentima (mladim i iskusnim) zainteresovanim za međunarodnu saradnju i voljnim da prošire svoje veštine i kompetencije van svojih područja tehničke stručnosti. Pohađanje međunarodnog programa SIAF pruža im priliku da steknu sveobuhvatan pregled strateških pitanja železnica i

da svoje učenje sprovedu u praksi tokom celog programa [14].

E. WCRT – Svetski kongres o železničkoj obuci

Svetski kongres o obuci za železnice (WCRT) održava se svake dve godine. Organizuje na inicijativu UIC Platforme za razvoj stručnosti, koja svoju stručnost crpi iz mreža regionalnih železničkih centara za obuku. Njegova glavna svrha je unapređenje razvoja radne snage putem razmene najboljih praksi u obuci železnica u celoj industriji. Ove godine održan je peti kongres u Maroku kao novi pokušaj promocije izvrsnost u železničkom osposobljavanju kroz modele najboljih praksi, istaknuti su rezultati istraživanja na ovom području koji donose inovacije i imaju praktičnu primenu u železničkoj industriji.Posebna pažnja bila je usmerena na to kako prepoznati nove izazove za obuku i tehnologije obuke.

F. MBA

UIC je pokrenuo novi i jedinstven program razvoja obuke na različitim nivoima, uključujući novi međunarodni železnički MBA program namijenjen intermodalnom prevozu. Ovaj MBA za menadžere, čiji je domaćin EMLYON, poslovna škola, partner UIC u programu, posebno je namenjen privlačenju spoljnih potencijala visokih sposobnosti u železničkom sektoru i razvijanju preduzetničkog duha i kompetencija strateškog liderstva s akcijskim iskustvima učenja posvećenim železničkom sektoru. Ovaj MBA za izvršne studije takođe je osmišljen za obuku onih koji su već u sektoru - posebno s iskustvom od najmanje 10 godina - kako bi im pomogao da razviju svoje upravljačke veštine nakon promena koje je sektor pretrpio u brojnim zemljama.

## IV. REGIONALNA ŽELEZNIČKA AKADEMIJA

Jedan od planova Železnice Srbije ad, iz 2018. godine je da kroz stratešku alijansu SEESARI (Strategic Alianse for Rail Innovation) osnuje Regionalni Edukativni Centar (REC) kao regionalnu akademiju za obuku zaposlenih u železničkom sektoru i stejkholdera kako bi menadžment železničkih kompanija regiona jugoistočne Evrope imao uvid u savremene prakse menadžmena ljudskih resursa, nakon sprovedenih procesa restrukturiranja, uvođenju novih tehnologija, neminovnosti tržišne orijentacije i slično.

Na ovaj način izvršilo bi se kombinovanje korporativnog modela obuke i virtuelnog modela obuke, odnosno primenile najbolje prakse oba modela. Cilj osnivanja ove regionalne akademije sa sedištem u Srbiji je da se kontinuelno vrši obuka i razvoj zaposlenih kako bi se poboljšale performanse zaposlenih (kroz razvoj njihovih kompetencija), i samih železničkih kompanija regiona jugoistločne Evrope.

Pomenuta regionalna železnička akademija bi kroz saradnju i strateška partnerstva sa institucijama neformalnog i formalnog obrazovanja, profesorima i stručnjacima iz relevantnih oblasti organizovali različite platforme za učenje – tradicionalne kao i e-učenje, shodno potrebama članica SEESARI alijanse odnosno železničkih kompanija regiona [15].

Osnivanje Regionalnog edukativnog centra sa sedištem u Srbiji koji bi pružao usluge edukacije zaposlenih u železničkom sektoru regiona, kroz tradicionalni model – predavanja i radionice u prostorijama Centra, hardvere i softvere za simulaciju realnih radnih situacija, konzole za proveru znanja kao i distance learning platformu. Za sprovođenje edukacije izvršilaca potrebna je nabaviti najsavremenija tehničko-tehnološka sredstva i opremu, poput servera, DLS platforme, specijalizovanog hardvera i softvera, konzola za proveru sposobnosti, računara, mreža, i drugih osnovnih sredstava. Takođe, neophodna su i tekuća sredstva za neometano kontinuirano funkcionisanje REC.

Neophodno je oformiti centar u Srbiji u prirodnom okruženju, u kom bi funkcionalno bile organizovane slušaonice, kancelarije, laboratorija za inovacije, pristup osobama sa invaliditetom, klub, pomoćne prostorije, parking za vozila polaznika, a prema projektu. Za kontinuiran rad Centra, neophodno je obezbediti zarade za profesionalno angažovane zaposlenih za prve dve godine rada centra, i sve druge troškove neophodne da REC bude u funkciji pomoći železničkim preduzećima, a ne finansijsko opterećenje za ista, što može negativno uticati da donošenje odluke o školovanju zaposlenih.

Osnivanjem navedene akademije omogućio bi se razvoj ljudskih resursa prema modelima, standardima i praksom Evropske unije, kao i razvoj kompetencija zaposlenih, uz ostvarivanje potencijala rasta ljudskih resursa u Evropskoj Uniji i implikacije politike za budući ekonomski rast, bolje međusobno poznavanje i saradnja. Korišćenjem ovog modela smanjio bi se jaz u kompetencijama zaposlenih u regionalnim kompanijama železničkog sektora u odnosu na zaposlene u razvijenim evropskim železničkim kompanijama i omogućila realizacija ideje o interoperabilnosti i stvaranja jedinstvenog evropskog železničkog područja [3].

Master planom Alijanse SEESARI iz 2018. godine planirano je da se ovaj projekat finansira sredstvima Evropske unije.

## V. ZAKLJUČAK

Kompanije železničkog sektora mogu koristiti različite strategije obuke i razvoja zaposlenih i odabrati optimalne modele u pogledu oblasti, teme, obrazovnih sredstava i drugih varijabli, shodno potrebama i planovima poslovanja.

Na bazi iskustva, preferencija i tržišnih uslova, trendova u poslovanju, kompanije će napraviti najbolji izbor u pogledu odnosa cene i dobijene vrednosti, zadovljstva zaposlenih, te uticaja rasta fonda znnja na individualne i organizacione performanse.

Rad daje preporuku osnivanja regionalne železničke akademije, shodno projektu osnivanja Regionalnog edukativnog centra, alijanse SEESARI, na bazi poslovne ideje Železnice Srbije ad, iz 2018. godine i ukazuje na brojne mogućnosti korišenja iskustava i saradnje sa Međunarodnom železničkom unijom i drugim železničkim obrazvonim institucijama u stvaranju železničkih stručnjaka koji će biti sposobni da odgovore izazovima, koje pred njih postavlja sve dinamičniji tehnološki i svaki drugi razvoj.

## LITERATURA

[1] J. Popović, B. Bošković, „Kada očekivati efekte restrukturiranja Železnice: iskustvo SAD“, Železnice, 63(2), pp. 117-124, 2018.

[2] M. Kapetanović, M. Milenković, N. Bojović, Z. Avramović, „Ocena efikasnosti evropskih železničkih kompanija - primena dvostepene analize“ Tehnika, 72(3), pp. 403-410, 2017.

[3] M. Stojčić, N. Kecman, Ž. Valentić, M. Ilić, „Obuka i razvoj zaposlenih u železničkom sektoru Srbije – trenutno stanje, dobre prakse i nova rešenja“, Železnice, 63(2), pp. 108-117, 2018.

[4] N. Kecman, Ž. Đorđević, „Restrukturiranje Železnica Srbije ad“, Železnice, 62(1), pp. 21-31, 2017.

[5] M. Bogićević, Milikić, „Menadžment ljudskih resursa“, Ekonomski fakultet, Beograd, 2016.

[6] M. Ilić, „Menadžment ljudskih resursa – praktikum“, Visoka škola strukovnih studija za informacione tehnologije, Beograd, 2018.

[7] Ž. Pržulj, „Menadžment ljudskih resursa“, Institut za razvoj malih i srednjih preduzeća, Beograd, 2002.

[8] Mc Kinsey, „Model factories and offices, Building Operations excellence“, 2017.

[9] M. Ilić, „Menadžment ljudskih resursa – udžbenik“, Visoka škola strukovnih studija za informacione tehnologije, Beograd, 2018.

[10] International union of Railways, 2019.

[11] A. Dolinayova, „Optimisation of Business Processes and Services in the Rail Transport Market from Two Points of View: Economic Efficiency and Management“, at: Sustainable Rail Transport Proceedings of RailNewcastle Talks 2016. Springer International Publishing AG. pp. 31-45, 2018.

[12] PWC, 17th Annual Global CEO Survey: The talent challenge, 2019.

[13] "Talent Management" as a Collaborative Topic of the First UIC Meeting of the Global Railway Talent Network, Newcastle, 17 Jul 2015.

[14] Intervju sa Nathalie Amirault, SIAFI nternational Programme Director, UIC Expertise Development Unit, 2019.

[15] SEESARI strateški master plan SEESARI, 2019.

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Efektivno i efikasno obrazovanje zaposlenih u železničkom transportu

## Effective and Efficient Education of Employees in Railway Transport

Zoran Pavlović[1], Zoran Bundalo[2]

*University of Belgrade, Faculty of Organizational Sciences, Belgrade, Serbia[1], Railway School of Vocational Studies, Belgrade, Serbia [2]*

zoran.g.pavlovic@gmail.com[1], cheminot2@gmail.com[2]

***Apstrakt:*** *Stručno usavršavanje i obrazovanje zaposlenih u železničkim transportnim organizacijama predstavlja veliki izazov za menadžment organizacija u cilju povećanja svih segmenata kvaliteta usluge na konkurentskom tržištu. Radi ostvarivanja vizije i misije transportnih organizacija za železnički transport, profesori u Visokoj železničkoj školi strukovnih studija u Beogradu sa naučnim i stručnim znanjem predstavljaju polaznu osnovu da kroz primenu inovativnih i praktičnih prezentacija nastavnog plana i programa u odnosu na druge visokoškolske obrazovne ustanove, pruže sadašnim i potencijalnim studentima adekvatno obrazovanje za realizaciju svakodnevnih aktivnosti zaposlenih. U radu su predstavljena osnovna načela za efektivno i efikasno obrazovanje zaposlenih u železničkim akcionarskim društvima Republike Srbije.*
***Ključne reči:*** *Stručno usavršavanje, obrazovanje, efektivnost i efikasnost.*

***Abstract:*** *Professional training and education of employees in railway transport organizations is a major challenge for the management organization in order to increase the quality of service of all segments of services in a competitive market. . In order to achieve the vision and mission of the transport organization for rail transport, professors in the College of Railway School in Belgrade with scientific and professional knowledge are the starting point, through the application of innovative and practical presentation of the curriculum in relation to other higher education institutions provide incumbent and prospective students an adequate education for the realization of daily activities of employees. The paper presents the basic principles for effective and efficient education of employees in the railway joint-stock companies of the Republic of Serbia.*
***Key words:*** *Professional training, education, effectiveness and efficiency.*

## I. UVOD

Znanje u osnovi kategorija koja se usvaja kao sveukupnost prihvaćenih i akumuliranih informacija koje se mogu primeniti individualno ili kolektivno [1]. Znanje se može posmatrati kao resurs organizacije za postizanje poslovnih ciljeva ili znanje treba da osigura da ljudi imaju znanje koje im je potrebno, tamo gde im je potrebno i u trenutku kada im je potrebno, drugim rečima pravo znanje na pravom mestu i u pravo vreme [2].

Individualno znanje je kod individue koja znanje koristi za rešavanje pojedinih problema. Kolektivno znanje zavisi od načina na koji se znanje širi i deli među slušaocima. Ta vrsta znanja akumurirana je u pravilima, procedurama i normama koje određuju načine rešavanje problema u praksi [3].

Uz konstantan razvoj tehnologija, savremeno tržište zahteva visoko klvalifikovane zaposlene spremne da se prilagođavaju ne samo promenama u svom okruženju već i promenama u sopstvenim karijerama [2].

Znanje je resurs koji predstavlja saznanje da uspeh dolazi posle mnogo rada zasnovanog na sposobnosti ličnosti da uči i da se menja, da uči brže od drugih i da naučeno brzo pretvori u akciju koja predstavlja pozitivan rezultat u bilo kom pogledu [4].

Znanje je sposobnost primenjivanja i sprovođenja procesa koji potpomaže informacijama i znanju da dospeju do pravih ljudi u pravo vreme, kako bi postupili efikasnije i efektivnije u pronalaženju, razumevanju, deljenju i korišćenju znanja u cilju kreiranja vrednosti [2].

Visokoškolske institucije predstavljaju polaznu osnovu za usvajanje novih znanja, jer uspešnost se manje zasniva na urođenom talentu i stečenoj veštini u odnosu na posvećenost oblasti interosovanja i stečenom znanju. Zaposleni u železničkom transportu na osnovu Pravilnika moraju da polažu stručni ispit i na taj način osposobljavaju se za samostalan rad. U praksi dokazano je da ovakav način sticanja znanja nije dovoljan za obavljanje kompleksnijih poslova i zadataka. Na osnovu navedeno za studiju slučaja izabrana je visoka železnička škola strukovnih studija u cilju poboljšanja kvaliteta obrazovanja zaposlenih u železničkom transportu.

## II. OSNOVNA NAČELA VISOKE ŽELEZNIČKE ŠKOLE STRUKOVNIH STUDIJA

Efikasno obrazovanje donosi nove promene, u železničkim organizacijama, tehnologiji koja se primenjuje što za posledicu ima ogroman uticaj na konkurentski položaj u odnosu na druge organizacije kao i njihovu sposobnost da na pravi način odgovore izazovima i može se predstaviti na sledeći način:

- Znanje je resur zaposlenih u železničkkoj organizaciji koji utiče na poslovanje gde se povezuju ljudi koji poseduju specifične veštine kako bi obezbedili održivu konkurenstku poziciju;
- Zaposleni kao nosioci resursa (znanja) zbog brzih promena moraju da donose odluke u što kraćem vremenskom roku koje će imati vidljive posledice u u bliskoj i daljoj budućnosti;
- Zaposleni u međusobnoj poslovnoj komunikaciji moraju da poseduju veštine koje ističu nezavisnost, komunikativnost i sposobnost da održe i izgrade jake poslovne veze u cilju poboljšanja kvaliteta poslovanja u železničkoj organizaciji.

Efektivno znanje zaposlenih u transportnoj organizaciji treba da obezbedi da prave informacije dolaze od pravih ljudi koji poseduju stručne i obrazovne kompetencije [5].

Sposobnost železničke transportne organizacije za efektivno i efikasno funkcionisanje i izvršavanje poslovnih procesa zavisi od ukupnih znanja (resursa) kojima raspolažu zaposleni na rukovodećim funkcijama. Ako posmatrano uz ugla učenja i rasta, stvaranja vrednosti ulaganjem u znanje obezbeđuje da železnička organizacija raspolaže upravo sa ovim zaposlenima koji poseduju prava znanja, veštine i obučenost za izvršavanje poslovnih zadataka [6].

Razvoj i unapređenje kvaliteta prevozne usluge u železničkim transportnim organizacijama zavisi od stručnog kadra koji svakodnevno izvršava poslovne zadatke. Opis poslova je predviđen sistematizacijom koja obuhvata i odgovarajuću stručnu spremu, radno iskustvo kao i posebne stručne ispite koji su predviđeni pravilnikom.

Visokoškolske institucije moraju da odgovore na stroge zahteve železničkih transportnih organizacija u pogledu unapređenja nastavnog plana, kako bi sadašnji i budući studenti primenili znanja u cilju rešavanja složenih procesa koji su u skladu sa Zakonom o železničkom saobraćaju Pravilnikom, Uputstvom, misijom i vizijom.

U praksi veliki broj obrazovnih institucija realizuje nastavu studentima, gde se stiču nova znanja koja trenutno ne pokazuju efikasne rezultate u primeni u odnosu na zahteve realnih i potencijalnih korisnika usluga.

Jedan od osnovnih zahteva na transportnom tržištu je prilagođavanje obrazovnih sadržaja i procesa obrazovnih institucijama zahtevima korisnika usluga kao i zaposlenih u železničkim transportnim organizacijama. U ovom radu na bazi teorijskih analiza i rezultata istraživanja unapređenja obrazovanja za studiju slučaja izabrana je Visoka železnička škola strukovnih studija u Beogradu.

U skladu sa zakonom o visokom obrazovanju, Visoka železnička škola je samostalna visokoškolska institucija za izvođenje nastave akreditovanih studijskih programa prvog i drugog stepena studija i to na [7]:

- Osnovnim strukovnim studijama;
- Specijalističkim strukovnim studijama i
- Master srtukovnim studijama.

Osnovni cilj škole je osposobljavanje studenata za primenu i razvoj stručnih znanja i veština potrebnih za uspešno učestvovanje u radnim procesima kao i praktično rešavanje zadataka i problema iz železničke struke, među kojima su [7]:

- Da studentima omogući sticanje potrebnih teoretskih znanja primenjivih u praksi;
- Da osposobi da uspešno obavljaju praktične poslove u svojoj struci;
- Da steknu ekonomska znanja o efikasnosti poslovanja;
- Da osposobi studente za samoobrazovanje;
- Da osposobi studente za učešće u timskom radu;
- Da osposobi studente da mogu vršiti inovacije i obavljanje edukacija u delatnosti kojom se bave;
- Da izgrađuju kulturu komuniciranja i
- Da uspešno rešavaju konflikte na radnim mestima.

Strukovne studije su organizovane u okviru prvog i drugog stepena gde su obuhvaćene oblasti koje se primenjuju u železničkim organizacijama ne samo u Rebublici Srbiji već i u okruženju (tabela 1).

Tabela 1. Akreditovani studijski programi Visoke železničke škole

| Osnovne strukovne studije | Master strukovne studije |
|---|---|
| Železnički saobraćaj | Saobraćajno inženjerstvo |
| Železničko mašinstvo | Elektrotehnika u saobraćaju |
| Elektrotehnika u saobraćaju | Komercijalno poslovanje u saobraćaju |
| Komercijalno poslovanje železnice | |
| Javni gradski i industrijski saobraćaj | |

Uverenjem o akreditaciji Visoka železnička škola je ispunila standarde koji se odnose na:

- osnovne zadatke i ciljeve visokoškolske ustanove (svrha postojanja obrazovne ustanove) ,
- planiranje i kontrolu (plan programa nastave kao i kontrolu izvršenja),
- organizacija i upravljanje (sistem upravljanja na osnovu Statuta Škole),
- studije (akreditovani studijski programi),
- naučnoistraživački rad ( usavršavanje nastavnog osoblja da bi se osavremenio i unapredio nastavni proces),
- nastavno osoblje (izbor i broj kompetentnih nastavnika i saradnika),
- nenastavno osoblje (lica za vannastavnu podršku),
- studenti (uslovi upisa za studente),
- prostor i oprema ( mesto za izvođenje nastavnog procesa)
- biblioteka, udžbenici i informaciona podrška (odgovarajući materijali za učenje),
- izvori finansiranja (budžetski i sopstveni prihodi),
- Mehanizam za osiguranje kvaliteta (politika kvaliteta)
- Javnost u radu (internet prezentacija informacija).

Visoka železnička škola promoviše znanje kroz studijski program koji obuhvata teorijsko-metodološki i praktičan sadržaj.

## III. UPRAVLJANJE OBRAZOVANJEM ZAPOSLENIH U ŽELEZNIČKOM TRANSPORTU

Razvoj konkurentskih prevoznih organijacija u okruženju primorava organizacije za železnički transport da razviju sposobnost efikasnog prilagođavanja nastalim promenama. Organizacija za železnički transport mora da usvoji novi mehanizam za prilagođavanje promenama kako bi postala konkurentna na tržištu usluga. Mehanizam obuhvata institucijalno i individualno učenje svih zaposlenih kao i proširivanje znanja u oblasti transporta [6].

U brzom promenjivom okruženju u kome organizacije traže modalitet da održe i kreiraju konkurentsku prednost, znanje koje poseduje organizacija postaje jedan od preduslova za efektivno i efikasno pronalaženja pravih strategija na transportnom tržištu [8].

Istraživanja su pokazala da već sada nije dovoljno znanje pojedinca već da treba razvijati kolektivno učenje u visokoškolskim institucijama koje su svojim nastavnim planom i programom specijalizirane za „obuku“ zaposlenih.

Znanje podrazumeva pojam efektivnisti kod izbora pravih culjeva dok pojam efikasnost obuhvata sposobnost zaposlenih za ostvarivanje pravih ciljeva. Znanje je povezano sa kreativnošću kao jedne karakteristike donosioca odluke prilikom rešavanja problema kroz planiranje, organizovanje i kontrolu da bi efektivno i efikasno ostvarili poslovni cilj i zadatak [9].

Način realizacije nastavnih aktivnosti je od suštinske važnosti za pružanje adekvatnih znanja kako bi se pojednostavio i poboljšao proces rada i kako bi bio efikasniji u organizaciji [10]. Pored navedenog bitne i značajne komponente nečijeg posla predstavljaju činjenice, principi i koncepti na osnovu urađenih poslovnih zadataka i smatraju se znanjem o poslu. Obrazovna institucija prenosom znanja istovremeno pruža veštinu i sposobnost koju stiče zaposleni i predstavlja dobar preduslov za efikasno izvršavanje poslovnih zadataka [11].

U osnovi za efektivno i efikasno obrazovanje zaposlenih u železničkom transportu Visoka železniča škola pruža sledeće koncepte za sticanje:

- Tehničkih znanja koja se mogu primeniti u svakodnevnoj praksi za obavljanje poslova korišćenjem određenih tehnika i procedura,
- Koncepcijska znanja koja se odnose na zaposlenog koji poseduje skup znanja iz različitih oblasti koje su u direktnoj vezi sa transportnom organizacijom.

Cilj upravljana znanjem odnosi se na obezbeđivanja najnovijih naučnih i stručnih dostignuća zaposlenima koji donose odluke za poboljšanje efikasnosti poslovanja. Upravljanje znanjem zaposlenih u železničkoj transportnoj organizaciji podrazumeva ulaganje i obuku i usavršavanje kadrova za povećanje finansijskih rezultata organizacije, gde ulaganje predstavlja investiciju a ne trošak [3].

Suočavanje sa novim tehnologijama i načinima rada transportne organizacije moraju da prihvate ponudu visokoškolskih obrazovnih institucija u cilju sticanja novog znanja za poboljšanje uspeha u poslovanju.

Organizacija za železnički transport mora obezbediti dostupnost znanja svim zainteresovanim zaposlenima putem seminara, konferencija, redovnog i vanrednog školovanja. Uspeh železničke transportne organizacije zavisi od iskorišćavanju znanja zaposlenih u realizaciji poslovnih zadataka. Na osnovu sistematizacije i opisa poslova, transportna organizacija mora obratiti posebnu pažnju na:

- Procenu znanja kroz stručne kompetencije zaposlenih u cilju uspešnog sagledavanja, pristupa i reševanja poslovnih procesa,
- Implementaciju novih znanja u organizaciji radi povećanja njene efikasnosti posredstvom novih stučno osposobljenih kadrova kao proces u transportnoj organizaciji učenja i inoviranja za postizanje vodećeg mesta na tržištu.

Železnička transportna organizacija kroz primenu znanja mora da napreduje u pravcu očuvanja i razvoja svog intelektnog kapitala gde su nosioci zaposleni. Istraživanja u oblasti znanja zasnivaju se na kreiranju, sticanju i usvajanju organizacionih kompetencija koja su direktno vezana za unapređenje poslovanja.

## IV. ZAKLJUČAK

Može se zaključiti da su znanja i stručne veštine koje se stiču u obrazovnim institucijama jedan od pokretača zaposlenih u železničkom transportu za ostvarenje razvoja. U radu su prikazane osnovne smernice za sistematsko pristupanje rešavanju problema stučnog osposobljavanja zaposlenih u železničkom transportu. Konkurentnost železničkog saobraćaja je na nižem nivou u odnosu na druge prevozioce.

Mogućnosti koje pruža Visoka železnička škola su sve značajnije u obrazovanju zaposlenih kroz kreiranje i širenja potrebnih znanja koji su prilagodljivi i primenjivi u tradicionalnom poslovanju u skladu sa potrebama i ograničenjima. Cilj savremene železničke transportne organizacije podrazumeva pristup poslovnom procesu ili zadatku kroz kompetentnost zaposlenih za poboljšanje performansi kvaliteta usluge. Menadžment železničkih transportnih organizacija prepoznavanjem i uvođenjem inovativnih pristupa obrazovanja zaposlenih može da unapredi kvalitet usluge analizom zahteva, želja i potreba korisnika i ujedno da poveća zadovoljstvo zaposlenih.

Osnovna ideja je da se omogući zaposlenima sistematski pristup dokumetovanim informacijama u visokoškolskoj instituciji za rešenja poslovnih zadataka.

## LITERATURA

[1] R. Dimitrovski, „Menadžment znanja kao poslovna strategija“, Škola biznisa, Broj2/2010, pp.1-9, 2010.

[2] M. Dželetović, B. Mašić, D. Nikolić, S. Nešić, „Menadžment znanja i konkurentnost organizacije“, Poslovna ekonomija godina X (II), pp. 118-139, 2017.

[3] K. Ristić, Ž. Ristić, „Menadžment znanja“, Poslovne studije, pp. 127-140, 2012.

[4] Z. Đurić, O. Đurić, A. Nedeljković, „Znanje, menadžment znanja i menadžment promena kao faktor uspeha i razvoja“, Časopis za ekonomiju i tržišne komunikacije, godina IV, broj I, pp. 82-93, 2014.

[5] B. Jokanović, I. Tomić, Lj. Dudak, „Uloga informacionih tehnologija u menadžment znanja“, XXIII „Položaj visokog obrazovanja i nauke u Srbiji“ Zlatibor, Srbija 22-24.02.2017., pp.1-3, 2017.

[6] I. Ćirić, Z. Ćirić Z, O. Sedlak, J. Eremić-Đokić, J. Perin, „Upravljanje znanjem o ostvarivanju konkurentske prednosti preduzeća“, INFOTEH-Jahorina, Srbija VOL.13 Mart 2014, pp. 706-711, 2014.

[7] VŽŠSS, Statut Visoke železničke škole strukovnih studija, Beograd, 2018, http://www.vzs.edu.rs/vzs/materijal/akta/StatutSkole.pdf

Pristupano 15.09.2019. godine

[8] B. Mašić, J. Đorđević-Boljanić, „Menadžment znanja: koncept za kreiranje konkurentske prednosti u novoj ekonomiji“, MONTENEGRIN JOURNAL OF ECONOMICS br. 2, 2005, pp.71-84, 2005.

[9] M. Banjanin, „Efektivna poslovna komunikacija“, Saobraćajni fakultet Beograd, Želnid Beograd, pp. 36-50, 1999.

[10] H. Ramayani, G. Wabg, H. Orabowo, T. Sriwidadi, R. Kodirun, A. Gunawan, „Imroving organizational knowledge management (KM) fhorough cloud based platform in higner education“, ICIMTech, 2017,

[11] Waleed Mugahed Al-Rahmi, et al, „An Ontology-based approach for the Semantic representation of Job Knowledge“, transaction on emerging Topics in Computing, Vol.4 Issue:3, 2016, pp. 462-473, 2016.

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Техническое решение для организации восстановления прерванного движения поездов

# Technical Solution for the Organization of Restoration of Interrupted Train Traffic

Павел Даниленко[1], Роман Романов [2]

*Военный институт (Железнодорожных войск и военных сообщений) Федеральное государственное бюджетное казённое военное образовательное учреждение высшего образования Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва, Санкт-Петербург, Россия*[1,2]

pavel-danilenko@bk.ru[1], sluzba2013@mail.ru[2]

***Резюме:*** *Каждое подразделения железнодорожного транспорта участвует в осуществлении своевременной перевозки грузов и пассажиров, с соблюдением требований безопасности движения поездов. Но не смотря на все усилия по недопущения сбоя движения поездов, по ряду причин организационного, технологического и технического характера происходит нарушение графика движения поездов. Одной из причин сбоя графика является сход подвижного состава, анализ проведенный в компании ОАО РЖД показал следующие причины: перевод стрелки под составом; столкновения поездов; взрез стрелки, столкновение при маневрах, а также нарушений технических условий погрузки вагонов и другие нарушения. Сбои графика движения ведут к тому что возможно провоцирование других, более серьезных последствия. Поэтому и в данном случае можно говорить о потенциальной опасности нарушения нормального ритма работы транспортной системы. Скорейшее восстановление движения поездов является задачей всех работников железнодорожного транспорта. В данной статье авторами предлагается описание технического устройства, которое возможно применять для временного возобновления движения поездов, в период восстановительных работ, а также для организации движения материальных поездов в период строительства и реконструкции железнодорожных участков.*
***Ключевые слова:*** *железные дороги; железнодорожный транспорт; восстановление, движение, железнодорожный путь, соединяющее, переводное, устройство .*

***Abstract:*** *Each railway unit is involved in the timely transportation of goods and passengers, in compliance with the safety requirements of train traffic. But in spite of all efforts to prevent a train malfunction, for a number of organizational, technological and technical reasons, the train schedule is disrupted. One of the reasons for the failure of the schedule is the rolling stock descent, an analysis conducted by the Russian Railways company showed the following reasons: translation of the arrow under the train; train collisions; arrows cut, collision during maneuvers, as well as violations of technical conditions for loading cars and other violations. Failures in the traffic schedule lead to the possibility of provoking other, more serious consequences. Therefore, in this case, we can talk about the potential danger of disruption of the normal rhythm of the transport system. The speedy restoration of train traffic is the task of all railway workers. In this article, the authors propose a description of a technical device that can be used for the temporary resumption of train traffic during rehabilitation work, as well as for organizing the movement of material trains during the construction and reconstruction of railway sections.*
***Keywords:*** *railways, railway transport, restoration, movement, railway track, connecting, transfer, device.*

## I. ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

При восстановлении железнодорожного пути для пропуска поездов и временного восстановления движения применяются различные технические решения: например, «безостряковый стрелочный перевод», использование «плавающего звена» и другие общеизвестные способы воссиановления прерваного движения. Как одно из более новых рациональных решений решений предлагается междупутное переводное и соединяющее устройство (далее МПСУ) которое относится к верхнему строению железнодорожного пути и предназначено для быстрого перевода подвижного состава между смежными железнодорожными путями при отсутствии либо повреждении на участке стационарных стрелочных переводов на любых участках железной дороги (железнодорожные станции и узлы, обгонный пункт, железнодорожный перегон). Данное устройство возможно применять также на малодеятельных участках железных дорог, железнодорожных путях необщего пользования и при строительстве новых железнодорожных участков где путевое развитие еще не обеспечивает выполнение заданных объемов работ.

## II. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Междупутное переводное и соединяющее устройство представляет собой конструкцию, состоящую как и обыкновенный стрелочный перевод из нескольких блоков (рисунок 1).

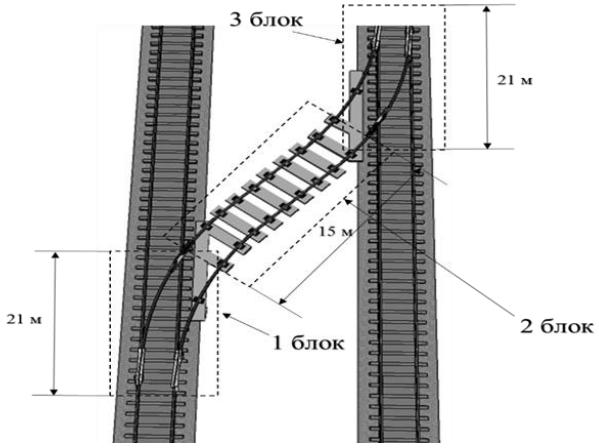



*Рис. 1. Междупутное переводное и соединяющее устройство*

Первый блок включает в себя: прокатные накладные направляющие для смещения колесной пары на боковое направление; криволинейные соединительные рельсы (с простыми боковыми гранями головки рельса) для движения по боковому направлению; съемный монолитный прокатный мосток с боковым контррельсом для возможности переезда колесной пары над головкой рельса, лежащего по прямому направлению, упорная встроенная шпала (форма которой позволяет равномерно распределить передаваемые вертикальные нагрузки). Второй блок: соединительные пути (рельсовые нити); шпалы из композитных материалов со встроенными гидравлическими подиумами (позволяющими выдерживать высокую нагрузку), приводимые в действие съемной рукояткой. Третий блок имеет аналогичную конструкцию, как и первый блок.

На рисунках 2-5 изображены основные элеенты конструкции междупутного переводного и соединяющего устройства (вид сбоку); поз.1 – прокатные накладные направляющие (для изменения направления движения колесных пар); поз.2 – соединительные рельсы (для осуществления движения по боковому направлению); поз.3 – монолитный прокатный мосток; поз.4 –боковой контррельс (для недопущения вылета или опрокидывания колесных пар); поз.5 – упорная строенная шпала из композитных материалов (для равномерного распределения нагрузки); поз.6 – шпала композитная; поз.7 – гидравлическая подиумная платформа, работающая по принципу механического гидравлического рычага (для выправки пути в продольном и поперечном профиле); поз.8 – съемная рукоятка для поднятия подиумной платформы; поз.9 –комплект железнодорожных скреплений по типу АРС.

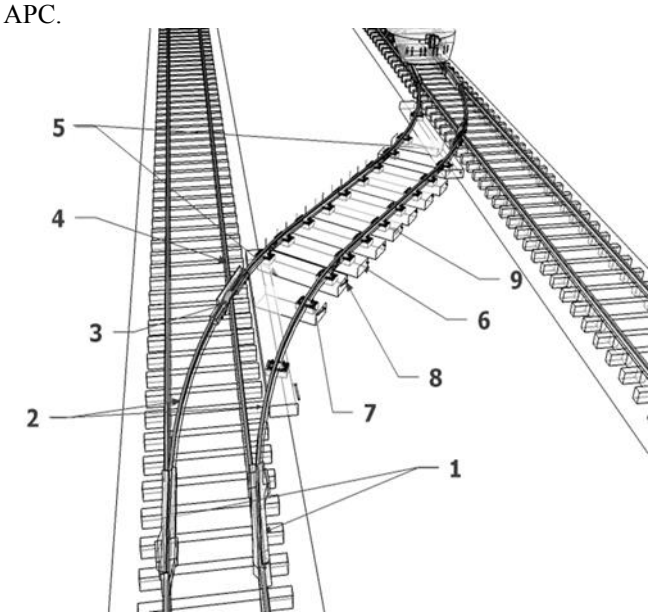



*Рис. 2. Элементы конструкции междупутного переводного и соединяющего устройства (общий вид*

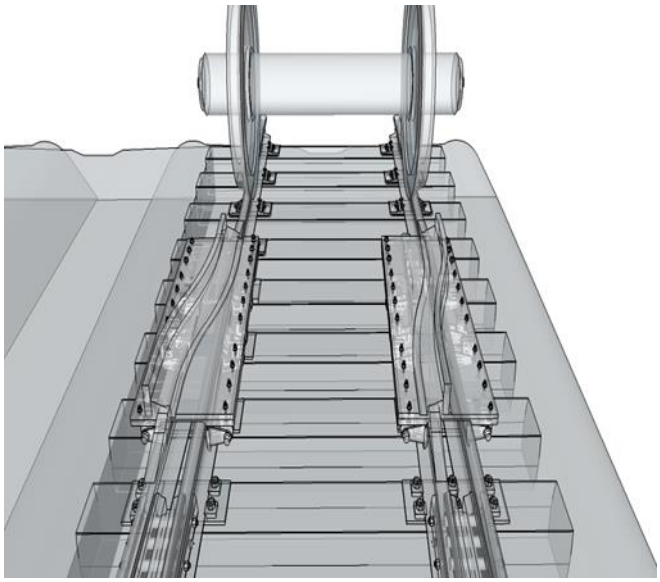


*Рис. 3. Трехмерная модель элементов конструкции МПСУ, установленные накладные направляющие в пути (вид сверху)*

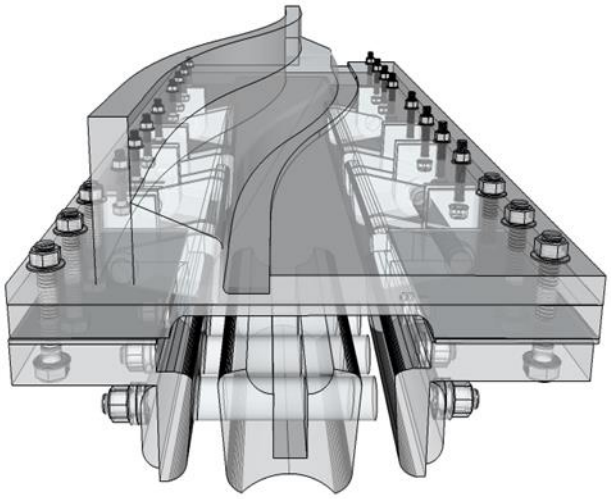


*Рис. 4. Трехмерная модель элементов конструкции МПСУ, накладная направляющая (вид сбоку)*

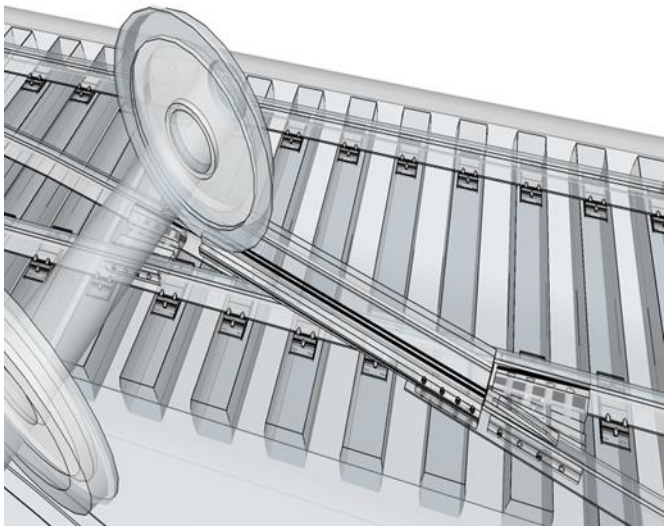


*Рис. 5. Трехмерная модель элементов конструкции МПСУ, монолитный прокатный мосток, установленный в путь (вид сверху)*

Укладка междупутного переводного и соединяющего устройства может осуществляться как поэлементно без применения механических подъемных устройств либо грузоподъемных кранов, так и блоками с использованием грузоподъемной техники.

1. Комплект междупутного, переводного и соединяющего устройства предусматривается использовать как инвентарное имущество, закрепленное и содержащееся в путевых подразделениях.

2. Принципиальной особенностью данного устройства в отличие от существующих переводных устройств является то, что независимо от ширины междупутья представляется возможной укладка комплекта. При этом в зависимости от ширины междупутья т.е. при ее увеличении происходит увеличение соединительного блока (прямого участка), а 1 и 3 блоки остаются неизменными (стандартными). При этом материалы для соединительного блока не имеют специфики определенной. За счет этого конструкция МПСУ является универсальной и может применяться на различных участках междупутья. До укладки междупутного переводного и соединяющего устройства на заданном участке пути где необходимо осуществить перевод подвижного состава между смежными путями, необходимо обозначить основные его геометрические размеры на местности. В этой связи производятся расчеты по разбивке на станционной площадке основных его конструктивных элементов. Разбивка междупутного переводного и соединяющего устройства осуществляется в следующем порядке. Прежде всего находится центр переводного устройства *Ц* – точка в которой пересекаются оси прямого и бокового пути. Далее от нее откладывают все необходимые расстояния:

$a_0$ – расстояние от центра переводного устройства до середины распорного вкладыша; $m$ –от окончания накладной направляющей до крепления вкладышно-накладочного типа; $a$ – от переднего края накладных направляющих до центра переводного устройства; $b_0$ – от центра переводного устройства до центра прокатного мостка $Ц_m$ (точка пересечения прямого пути с боковым направлением); $b$ – от центра переводного устройства до края прокатного мостка. Основные геометрические элементы показаны на рисунке 6.

В соответствии с этими условиями практическая длина междупутного, переводного и соединяющего устройства будет составлять $L_n = a+b$. Характерной особенностью МПСУ в отличии от расчетов стрелочных переводов, будет являться тот факт, что практическая длина будет всегда равна теоретической $L_n = L_m$.

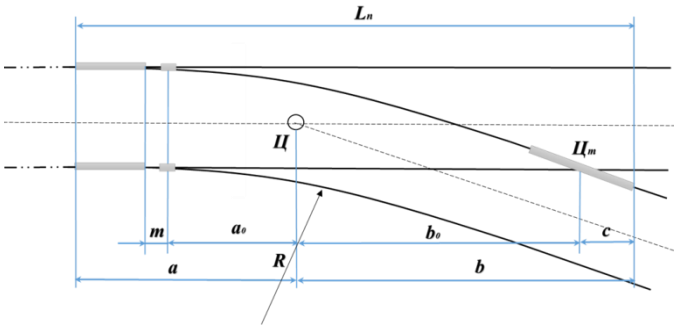



*Рис. 6. Основные геометрические элементы МПСУ*

После осуществления разбивки местности непосредственно перед укладкой междупутного, переводного и соединяющего устройства осуществляются работы по укладке в соответствии с заданной технологией выполнения работ.

3.Время на укладку и демонтаж МПСУ было определено аналитическим способом в соответствии с существующими способами и технологиями выполнения путевых работ [1]. Так на укладку одного комплекта потребуется порядка пяти часов 10 минут командой в составе 20 человек, без использования грузоподъемной и специальной техники. Время демонтажа не определялось в виду того что, конструкцией устройства предусмотрен то факт, что все основные элементы МПСУ (прокатные накладные направляющие, прокатный монолитный мосток и т.д.) имеют быстросъемные механизмы. Помимо этого, конструкцией предусмотрено, что после прохода состава не разбирая всей конструкции возможно вновь открыть прямое движение за счет опорно-шарнирных креплений.

4. Укладка устройства в местах где находится технические элементы СЦБ не предусматривается. При этом как правильно зачастую, на прямых участках они есть в меньшей степени, а в случае со СП если стрелка будет разрушена, то СЦБ как правильно тоже.

5. Функцию контррельса выполняют гребни на каждом накаточном устройстве.

6. Укладка блоками, предусматривает укладку, при которой основные конструктивные элементы 1 и 3 блока уже собраны, и готовы для укладки и закрепления на действующем ходу.

7. Установка МПСУ предусматривается в настоящий момент только на деревянные шпалы. При этом в настоящее время ведется работа по разработке универсальных быстросъемных скреплений для ж/б шпал, которые можно будет использовать при укладке данного комплекта.

8. Расчет проводился с рельсами типа Р65, т.к. они в большинстве своем преобладают на сети железных дорог Российской Федерации. Представляется возможным использование данного комплекта междупутного переводного и соединяющего устройства и на участках и с другими типами рельс.

## III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении хотелось бы отметить что при разработке междупутного переводного и соединяющего устройства кроме выше описанных конструкции, разбивки устройства на местности было произведено: определение основных геометрических параметров устройства; определение основных внешних сил и создаваемых нагрузок при взаимодействии основных конструктивных элементов с подвижным составом; расчет основных элементов конструкции устройства на прочность. Все расчеты подтверждают работоспособность и надежность конструкции.

Для проведения более детальных расчётов в каждом конкретном случае требуется учитывать специфику железнодорожного пути и тип рельса. После этого представляется возможным использование данного комплекта междупутного переводного и соединяющего устройства и на участках с другими типами рельс на различных железных дорогах мира.

## ЛИТЕРАТУРА

[1] ЕНиР Сборник Е16. Сооружение верхнего строения железнодорожных путей широкой колеи. Москва. Стройиздат, 1988 г.

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Transport opasne robe na mreži javne železničke infrastrukture, nakon reforme železničkog sistema u Republici Srbiji

## Transport of Dangerous Goods on Public Railway Infrastructure Network, Upon the Railway System Reform in Republic of Serbia

Gordana Anđelić
*Infrastruktura železnice Srbije a.d. Beograd, Srbija*
goca.andjelic@srbrail.rs

***Apstrakt:*** *Nakon reforme železničkog sistema u RS, stvorene su osnove za početak tržišnog oblika poslovanja svih učesnika u železničkom saobraćaju. Transport opasne robe na javnoj železničkoj infrastrukturi je konačno dobio šansu da se u potpunosti odvija u skaldu sa Pravilnikom o međunarodnom železničkom prevozu opasne robe (RID). Novi način rada je iznedrio i nove probleme. Međusobni odnos učesnika u transportu opasne robe je prostor na kome još ima nejasnoća i nepoznanica. Primeri iz prakse daju dobru osnovu za definisanje problema i smernica za rešavanje istih. Zakonodavstvo u RS je u prilici da detaljnije propiše novi način odvijanja transporta opasne robe, sa posebnim osvrtom na situacije vanrednih događaja u ovoj oblasti.*
***Ključne reči:*** *opasna roba, Pravilnik RID, učesnici, vanredni događaji.*

***Abstract:*** *Upon the reform of the railway system in the Republic of Serbia, the bases have been created for the beginning of market-oriented performing of business activity for all railway stakeholders. Opportunity has finally been given to transport of dangerous goods on public railway infrastructure to fully function in compliance with the Regulations concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Rail (RID). New method of work caused new issues. Mutual relations among stakeholders in the transport of dangerous goods is an area where there are still ambiguities and dilemmas. Practice provides a solid basis for defining the problems and guidelines for their resolving. Serbian legislation can specify in more detail new manner of functioning of transport of dangerous goods, with a special focus on extraordinary events in this domain*
***Key words:*** *dangerous goods, RID Regulations, stakeholders, extraordinary events.*

### I. UVOD

Modernizacija železničkog sistema je proces čiji je primarni cilj poboljšanje infrastrukturnih elemenata, unapređenje organizacije i funkcionisanja, poboljšanje tehničko-tehnoloških procesa, usavršavanje stručnih potencijala u korak sa tehnološkim razvojem i ostalo. Primarni cilj ima zadatak da stvori uslove za bezbedniji, brži i pouzdaniji železnički saobraćaj. Istorijski posmatrano, procesi modernizacije železnice su konstatantno prisutni u državama sa razvijenom ekonomijom. Oni se odvijaju uporedo sa unapred planiranim saobraćajnim tokovima, moglo bi se reći „kompatibilno i neprimetno“. U državama koje nisu imale vremenski i finansijski ujednačen ekonomski razvoj i napredak, koje nisu imale kontinuitet u modernizaciji svojih saobraćajnih sistema, postoji niz dodatnih otežavajućih prepreka na putu prosperiteta.

#### A. Stanje železničkog sistema u Republici Srbiji

Već duži niz godina, železnica na prostoru sadašnje Republike Srbije (u daljem tekstu RS), trpi stanje zastarelosti i nedovoljne finansijske podrške. Rezultat dugogodišnjeg neulaganja u železnicu je determinanata opšteg lošeg stanja. Došlo je vreme kada u kratkom roku treba nadoknaditi višedecenijsko zanemarivanje i uhvatiti korak sa modernizacijom u ime napretka i budućnosti.

Radi se o velikom poduhvatu, kompleksnom procesu revitalizacije koji traži vreme, novac i stručni kadar.

Uporedo sa ovim poduhvatom, je započet i proces tranzicije i liberalizacije železničkog tržišta. Konkurentnost i poslovanje na tržišnim principima je veliki izazov za železničku javnost.

Železnica u RS upravo obavlja kompleksan zadatak koji se sastoji iz tri uporedna procesa: modernizacija i revitalizacija sistema, inicijalni tržišni način poslovanja i odvijanje bezbednog, urednog i redovnog saobraćaja. Sva ova tri procesa se odvijaju u skladu sa važećom zakonskom regulativom. Kompleksnost ove pravne podrške se ogleda u činjenici da se i samo zakonodavstvo u RS takođe ubrzano reformiše, u cilju usklađivanja sa međunarodnim normama.

B. Podela uloga na železničkom tržištu

Reformom železničkog sistema u RS, stvorene su osnove za početak tržišnog oblika poslovanja svih učesnika u železničkom saobraćaju. Strukturne promene su pre svega definisale osnovne elemente i pravila funkcionisanja železničkog sistema. Podeljene su uloge učesnicima železničkog saobraćaja i definisana pravila poslovanja. Transport robe je velikom brzinom i u kratkom vremenskom periodu morao da profunkcioniše na principima novih pravila.

Globalna podela je definisala sa jedne strane upravljača javne železničke infrastrukture a sa druge strane prevoznike u železničkom saobraćaju. Putnički saobraćaj se odvija pod okriljem jednog prevoznika, što je povlašćena pozicija i omogućava relaksirajuću politiku poslovanja. Teretni saobraćaj se realizuje od strane mnogobrojnih prevoznika, od kojih se njih pet bavi i prevozom opasne robe. Tržište teretnog prevoza je postalo utakmica u kojoj svi igraju po istim pravilima i svi se trude da budu najzastupljeniji.

## II. TRANSPORT OPASNE ROBE ŽELEZNICOM

A. Učesnici u transportu opasne robe železnicom i njihove uloge na železničkom tržištu

Učesnici u transportu opasne robe su mnogobrojni: pošiljalac, prevoznik, primalac, utovarilac, paker, punilac, korisnik kontejner–cisterne/prenosive cisterne, korisnik kola cisterne, upravljač železničke infrastrukture, istovarilac i subjekt zadužen za održavanje. Transport opasne robe podrazumeva pripremu za prevoz (pakovanje, utovar, utakanje i sl.), prevoz i radnje nakon završetka prevoza (istovar, pretovar, istakanje i sl). Železnički sistem realizuje prevoz pošiljke opasne robe, angažovanjem dva učesnika: prevoznika i upravljača javne železničke infrastrukture.

B. Dvostruka uloga železnice u transportu opasne robe u periodu pre reforme železničkog sistema

Transport opasne robe železnicom je u RS do 10. 08. 2015. obavljalo jedinstveno akcionarsko društvo Železnice Srbije. To je podrazumevalo da Železnice Srbije a.d. vrše dvostruku ulogu u transportu opasne robe: upravljača javne železničke infrastrukture i prevoznika. Obaveze koje proističu iz Pravilnika o međunarodnom železničkom prevozu opasne robe (RID) (u daljem tekstu: Pravilnik RID) i unutrašnjih propisa u RS su morale da budu ispunjene od strane jednog pravnog lica.

Poseban vid praćenja svih pošiljaka opasne robe u železničkom saobraćaju, na prostoru RS je započet 2002. god., nakon stupanja na snagu Uredbe o prevozu opasnih materija u drumskom i železničkom saobraćaju („Sl. Glasnik RS“ br. 53/02). Tada je svest o važnosti preventivnog rada u oblasti bezbednosti u transportu opasne robe dobila prostor za dalji razvoj. Sve što se od obaveza ispunjavalo u narednih trinaest godina je ujedno bio i proces sazrevanja, učenja i pripreme za predstojeće reforme i liberalizaciju železničkog tržišta.

C. Transport opasne robe železnicom nakon reforme železničkog sistema

Od 10. avgusta 2015., kada je Agencija za privredne registre RS donela rešenje o upisu u registar novoformiranih Društava, spska železnica počinje da funkcioniše kroz četiri akcionarska društva: “Železnice Srbije”a.d., „Infrastruktura železnice Srbije“ a.d., „Srbija Kargo“a.d. i „Srbija voz“ a.d. Od tog datuma „Srbija Kargo“ a.d. je prvi prevoznik robe tj. opasne robe, na javnoj železničkoj infrastrukturi kojom upravlja „Infrastruktura železnice Srbije“ a.d. Uloge i obaveze prevoznika i upravljača železničke infrastrukture su od tog trenutka potpuno odvojene u skladu sa Pravilnikom RID.

D. Obaveze učesnika u transportu opasne robe železnicom u skladu sa Pravilnikom RID

Međunarodni propis definiše bezbednosne obaveze prevoznika u tački 1.4.2.2 i bezbednosne obaveze upravljača železničke infrastrukture u tački 1.4.3.6 [1]. Osnovne smernice za obuku lica koja učestvuju u prevozu opasne robe su data u tački 1.3 i ista podrazumeva obuku usmerenu na zadatke i obuku o bezbednosti [1]. Zaposlena lica kod prevoznika i kod upravljača železničke infrastrukture imaju različite zadatke, a to onda podrazumeva i različitu obuku iz oblasti transporta opasne robe.

Prevoznik i upravljač železničke infrastrukture imaju svoje Savetnike za bezbednost u transportu opasne robe, sa opisom poslova u skladu sa tačkom 1.8.3 međunarodnog propisa, sa registrovanom delatnošću i potrebama akcionarskog društva [1]. Preklapanja u obavezama postoje ali nisu mnogobrojna.

Prevoznik ima obavezu da na osnovu tačke 1.10.3.2, napiše Bezbednosne planove za slučaj kada učestvuje u transportu opasne robe sa visokom potencijalnom opasnošću, a upravljač železničke infrastrukture ima obavezu da na osnovu tačke 1.11 napiše Interne planove za ranžirne stanice [1]. U skladu sa tačkom 1.8.5.1, ukoliko pri transportu opasne robe dođe do ozbiljne nezgode ili nesreće na teritoriji neke ugovorene strane RID, prevoznik mora da obezbedi da se nadležnom organu odnosne ugovorene strane RID podnese izveštaj, najkasnije mesec dana nakon datuma nastanka vanrednog događaja [1].

E. Obaveze učesnika u transportu opasne robe železnicom u skladu sa zakonodavstvom RS

Učesnici u transportu opasne robe železnicom su u obavezi da primenjuju Zakon o transportu opasne robe („Sl. Glasnik RS“ br. 104/16 , 83/18, 95/18-dr. zakon i 10/19-dr. zakon), Zakon o železnici („Sl. Glasnik RS“ br. 41/18), Zakon o bezbednosti u železničkom saobraćaju („Sl. Glasnik RS“ br. 41/18), Zakon o interoperabilnosti železničkog sistema („Sl. Glasnik RS“ br. 41/18) i ostale zakone koji tretiraju smanjenje rizika od katastrofa i upravljanje vanrednim situacijama, hemikalije, zbrinjavanje otpada (opasnog otpada), zagađenja voda, vazduha, životne sredine, jonizujuće zračenje, zaštitu od požara, eksplozivne materije, i dr. Podzakonska akta su još brojnija i daju detalje kako ispuniti zakonske odredbe.

## III. PROBLEMI U TRANSPORTU OPASNE ROBE ŽELEZNICOM

Pojava problema u transportu opasne robe može se povezati i sa činjenicom da se železnički sistem u RS modernizuje, revitalizuje i transformiše. Pojedini delovi ovih procesa su završeni, pojedini su u toku a za neke se tek vrše pripreme za početak. Legalitet istih mora da ima pravno uporište u važećoj regulativi, koja i sama uporedo trpi trasformacije i usklađivanja.

Mesta gde su problemi najuočljiviji jesu primopredajne granične stanice. Teškoće se javljaju kao posledica kompleksnosti relacija između svih učesnika u železničkom saobraćaju. Granične stanice su sada mesta gde se još uvek može osetiti inertnost i glomaznost železničkog sistema. Ovo stanje se mora menjati na bolje i u skladu sa globalnim ciljem železničkog saobraćaja, koji promoviše povećanje protočnosti putnika i robe na granicama. U njima se na osnovu posebnih sporazuma (protokola) definišu pravila rada u saobraćajnom smislu između dva upravljača železničke infrastrukture (dve susedne države). Međutim i ovi sporazumi nisu još svi usklađeni sa novim principima rada, tako da se i tu često pribegava operativnim i pojedinačnim rešenjima. Prevoznici međusobno sklapaju ugovore o načinu rada tj. primopredaje pošiljaka u graničnoj stanici. Svaki prevoznik pristupa infrastrukturi i vrši zakup trase, na osnovu koga obavlja planirani prevoz.

Potrebno je vreme da se razne problematične situacije prepoznaju, definišu, opišu, i da se za iste pronađu najbolja rešenja. Novi način rada je u graničnu stanicu uveo puno više pravnih lica, za isti posao primopredaje pošiljaka i saobraćanja vozova. Problemi su primećeni u konkretnim situacijama i zato ih je najlakše i opisati kroz iste.

A. Tehnička ispravnost kola u transportu opasne robe

Tehnička ispravnost kola je jedan od osnovnih preduslova bezbednosti u železničkom saobraćaju, posebno u transportu opasne robe. O tehničkoj ispravnosti kola brine prevoznik, tačnije pregledač kola koga je prevoznik angažovao. Prevoznik ima obavezu da organizuje unutrašnji nadzor nad bezbednim odvijanjem železničkog saobraćaja i da se stara da li se ta kontrola redovno i efikasno vrši. Međutim u praksi se pokazalo da je ovaj vid „samokontrole“ apsolutno nedovoljan, čak šta više podložan zloupotrebi.

Pojedini prevoznici sklapaju i međusobne ugovore o saradnji, obavljanju nekih zajedničkih poslova, pojedinih delova i sl. Ovakvi ugovori su apsolutno legalni i donose svojim potpisnicima razne olakšice, finansijku korist i konkurentnost na tržištu. Neki prevoznici nemaju finansijski interes da zapošljavaju svoje pregledače kola i onda ih angažuju putem ugovora, po principu pozajmice od drugih prevoznika. Ovakav poslovni aranžman sa “iznajmljenim” pregledačima kola, ima obrazloženje komercijalne opravdanosti. Ono što se ovde gubi ili postoji osnovana sumnja da može da se izgubi je kvalitet obavljenog tehničkog pregleda kola tj. direktno pitanje bezbednosti u transport opasne robe. U ovoj situaciji upravljač javne železničke infrastructure postaje nemi posmatrač rizika u stanici, bez mogućnosti da upravlja istim. Interes upravljača infrastrukture je da postoji apsolutna primena propisa u domenu tehničke ispravnosti vozila, radi osiguranja bezbednog odvijanja saobraćaja – transporta ljudi i dobara.

Primeri tehničke neispravnosti železničkih vozila u svakodnevnoj praksi su mnogobrojni. U transportu opasne robe, poseban akcenat je dat, na temu ispravnosti ventilskih sklopova kola cisterni. Na slici 1 prikazana je značajna tehnička neispravnost ventilskog sklopa.



*Slika 1. Tehnička neispravnost ventilskog sklopa kola cisterne*

B. Terminološke razlike pojmova neželjenih dešavanja u transportu opasne robe

Problemi u transportu opasne robe mogu da se pojave i zbog razliku u terminologiji u domenu železničkih propisa. Zakon o bezbednosti u železničkom saobraćaju prepoznaje „Nezgode i Nesreće“, a Zakon o transportu opasne robe samo „Vanredne događaje“. U startu terminologija nije ista a ne može se ni u budućnosti uraditi nešto po ovom pitanju, jer Zakon o transportu opasne robe važi u drumskom, železničkom, rečnom i vazdušnom saobraćaju. Vanredni događaj je događaj u kojem je prekinut ili zaustavljen transport opasne robe zbog rasipanja, razlivanja, isticanja ili nekog drugog oblika oslobađanja opasne robe ili zbog mogućnosti da dođe do rasipanja, razlivanja, isticanja ili nekog drugog oblika oslobađanja opasne robe [2].

Interno Uputstvo o postupcima u slučaju nastanka nesreća i nezgoda na području upravljača javne železničke infrastrukture, ne prepoznaje pojave curenja, kapanja, isparavanja, šištanja i sl. na ventilu kola cisterne tovarene opasnom robom [3]. Navedene pojave su po Zakonu o transportu opasne robe svakako vanredni događaji. Prikazani raskorak može da uzrokuje situaciju nekontrolisanog i neželjenog dešavanja.

C. Vanredni događaj u transportu opasne robe

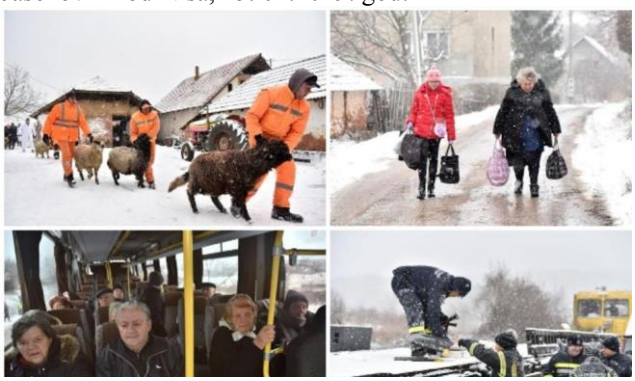
Kapanje (šištanje, isparavanje i sl.) opasne materije na tehnički neispravnom ventilskom sklopu (ili bilo gde na posudi kola cisterne), je rizik koji može u kratkom roku da se naglo poveća i da se stvore uslovi za katastrofalne ishode. Ovako primećenim rizicima treba upravljati i adekvatno reagovati.

Prikaz jednog negativnog primera iz granične stanice Dimitrovgrad u kojoj se vrši i primopredaja pošiljke između privatnog operatera sa teritorije Republike Bugarske (u daljem tekstu RB) i operatera Srbija Kargo a.d. sa teritorije RS (smer RB za RS) izgleda ovako:

Bugarski prevoznik je dovezao svoju pošiljku u pograničnu stanicu Dimitrovgrad, i nudio je na prijem prevozniku iz RS. Srbija Kargo a.d. je odbilo da primi pošiljku, jer dve cisterne iz voza nisu tehnički ispravne tj. imaju manifestaciju curenja opasne robe na ventilima. Bugarski prevoznik je odugovlačio sa reakcijom i nije hteo da vrati sporne cisterne nazad za RB. Cisterne sa tehničkom manom i uporednim oslobađanjem opasne robe na ventilima nisu bile komercijano primljene u RS ali su se fizički nalazile u RS, na javnoj železničkoj infrastrukturi kojom upravlja upravljač IŽS a.d. Upravljač infrastrukture je imao nebezbednu situaciju u železničkoj stanici Dimitrovgrad. Slučaj je završen tako što je odreagovao državni inspekcijski organ RS, koji je naložio hitne mere primaocu robe i prevozniku sa teritorije RS. Mera prinudnog pretakanja je završena u kratkom roku.

D. Problemi zbog nepostojanja propisa

Ministarstvo nadležno za unutrašnje poslove uz saglasnost ministarstva resora saobraćaja, je trebalo da propiše način, uslove i mere za bezbedno intervenisanje u slučaju rasipanja, razlivanja, isticanja ili nekog drugog oblika oslobađanja opasne robe [2]. Ovaj pravilnik nije napisan već skoro tri godine, a potreba za njim je velika. On bi definisao razne situacije vanrednih događaja u transportu opasne robe, uloge i zadatke učesnika, a posebno Sektora za vanredne situacije MUP-a RS, organizaciju toka sanacije vanrednog događaja, hijerarhiju komande za vreme iste i sl. Evakuacija stanovništva i domaćih životinja je jedna od mogućih mera koje se sprovode u slučaju da se takva odluka donese od strane resornog štaba za vanredne situacije. Na Slici 2 prikazana je evakuacija stanovništva i domaćih životinja iz sela Jasenovik kod Niša, 25. 01.2019. god.



*Slika 2. Evakuacija stanovništva i domaćih životinja iz sela Jasenovik 25. januara 2019. god.*

Prisustvo obučenih i opremljenih pripadnika Sektora za vanredne situacije MUP-a RS je često neophodno u sanacijama vanrednih događaja. To se pokazalo u toku 2019. i 2018. godine, kada je bilo više vanrednih događaja u transportu opasne robe AMONIJAK, BEZVODNI UN

1005, broj za označavanje opasnosti 268 (otrovan gas, nagrizajući).

Zbog nepostojanja predmetnog podzakonskog akta, sanacije pojedinih vanrednih događaja na železnici su prepuštene operativnim iskustvima železničara, posebno zaposlenima na Pomoćnom vozu. Intervencija Pomoćnog voza je potreban, ali ne i dovoljan uslov za adekvatnu i potpunu reakciju prilikom sanacije vanrednog događaja. Nameće se niz dodatnih pitanja koja se tiču opreme i tehničkih mogućnosti Pomoćnog voza, obučenosti zaposlenih na Pomoćnom vozu, zaštitne oprema za zaposlene (odeća, obuća, maske i sl.). Iskustva naprednijih država su takva, da ni jedna železnica ne vrši sama sanaciju vanrednih događaja u transportu opasne robe, već to svakako radi uz primarnu ulogu državnih službi koje se nalaze u resoru vanrednih situacija. Slika 3 prikazuje sanacije vanrednog događaja u transportu opasne robe na području EU.



*Slika 3. Sanacija vanrednog događaja u transportu opasne robe u EU*

Slika 4 prikazuje sanaciju vanrednog događaja u transportu opasne robe intervencijom Pomoćnog voza u RS.




*Slika 4. Sanacija vanrednog događaja u transportu opasne robe, intervencijom Pomoćnog voza u RS*

## IV. ZAKLJUČAK

U radu je napravljen prikaz stanja železničkog saobraćaja u RS, posebno iz ugla transporta opasne robe. Vreme modernizacije i tranzicije zahteva stalna preispitivanja i analize stanja, da bi se u „hodu“ prevazilazili propusti i primećene anomalije. Rešenja za prikazane nedostatke, a koja se tiču transporta opasne robe u RS, treba tražiti u četri novoa.

Prvi nivo podrazumeva angažovanje direktnih učesnika u transportu opasne robe: prevoznika, upravljača železničke infrastrukture i ost. Svaki opšteprihvaćeni i uspešan način rešavanja problema na ovom prvom nivou, treba pretočiti u propis (interni akt), oko koga će svi biti saglasni.

Drugi nivo je angažovanje resornih ministarstava i inspekcijskih organa na „unutrašnjem delovanju“. Potrebno je inicirati promenu postojećih propisa koji su pokazali da ih treba menjati, insistirati na donošenju novih propisa koji do sada nisu postojali i pojačati angažovanje i preventivno prisustvo inspekcijskih organa. Inspekcijski organ mora da ima pre svega savetodavnu, pa tek onda kontrolnu ulogu. Sa drugog nivoa se može transparentno uticati na razvoj svesti i ozbiljnosti u pristupu oblasti transporta opasne robe u RS.

Treći nivo je tu, kada ne postoji mogućnost rešenja na prvom i drugom nivou. On podrazumeva aktivnosti RS prema susednim državama. Konkretno to znači da bi resorna ministarstva RS imala mogućnost da kroz međudržavne sporazume rešavaju sporna pitanja sa resornim ministarstvima susedne države.

Četvrti nivo je nivo za krajnju nuždu. On se odnosi na mogućnost OTIF-ove arbitraže u spornim situacijama kada ugovorene strane u svojstvu potpisnice Konvencije COTIF nisu mogle da se dogovore oko rešenja. Do ovog nivoa, može puno toga da se uradi, tako da nijedna država (železnička uprava) ne koristi ovu mogućnost bez preke potrebe.

Retrospektivom stanja, problema i putokaza za rešenja, rad daje doprinos većoj bezbednosti železničkog saobraćaja, poseno bezbednosti u transportu opasne robe u RS.

## LITERATURA

[1] Pravilnik o međunarodnom železničkom prevozu opasne robe (RID) – Dodatak C Konvencije o među narodnim železničkim prevozima (COTIF) (Sl. Glasnik RS br. 9/2019) Tom 1. i Tom 2.

[2] Zakon o transportu opasne robe („Sl. Glasnik RS“ br. 104/16 , 83/18, 95/18-dr. zakon i 10/19-dr. zakon).

[3] Uputstvo o postupcima u slučaju nastanka nesreća i nezgoda na području IŽS („Službeni glasnik ŽS”, broj 52/18).

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Upravljanje naponima u CRW-u na mostu

## Management of the Stresses in CWR on the Bridge

Nikola Mirković[1], Zdenka Popović[1], Luka Lazarević[1]
*University of Belgrade, Faculty of Civil Engineering, Belgrade, Serbia*[1,2,3]
nmirkovic@grf.bg.ac.rs[1], zdenka@grf.bg.ac.rs[2], llazarevic@grf.bg.ac.rs[3]

***Abstract:*** *Železnički mostovi moraju osigurati istu bezbednost u saobraćaju i udobnost vožnje duž cele trase železničke pruge, uključujući i deonice pruga na mostovima. Autori su istraživali mogućnosti da se izbegnu dilatacione sprave u koloseku na mostu, kako bi se obezbedila potrebna bezbednost u saobraćaju, kao i udobnost vožnje po železničkim mostovima. Ovaj pristup doprinosi smanjenju troškova održavanja i štetnom uticaju na životnu sredinu (buka i vibracije). Originalni algoritam za smanjenje napona u šinama usled interakcije vozilo/kolosek/most predstavljen je u ovom radu.*
***Key words:*** *Železnica, kontinualno zavarene šine, interakcija vozilo/kolosek/most, napon u šini.*

***Abstract:*** *Railway bridges have to ensure the same traffic safety and ride comfort along the entire length of the railway line including track sections on the bridges. Authors investigated the possibilities to avoid rail expansion joints in track on the bridge, in order to provide required traffic safety, as well as ride comfort on the railway bridges. This approach contributes to the reduction of maintenance costs and adverse environmental impact (noise and vibration). The original algorithm for reducing the rail stresses due to the vehicle/track/bridge interaction was presented in this paper.*
***Ključne reči:*** *Railway, continuous welded rail, vehicle/track/bridge interaction, rail stress.*

## I. INTRODUCTION

Figure 1 shows the multidisciplinary approach during design, construction, and maintenance of track with continuously welded rail (CWR - Continuously Welded Rail) on the bridge. The main considerations in this paper are primarily focused on the parameters of the track and bridge structure (fields highlighted in blue and orange in Figure 1).

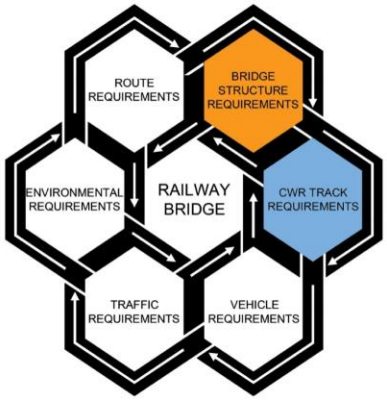



*Figure 1. Multidisciplinary requirements for solving vehicle/track/bridge interaction*

Vehicle/track/bridge interaction leads to the occurrence of additional stresses in CWR. Figures 2a and 2b show additional stresses in CWR on the bridge.

Furthermore, Figure 3 shows permissible tensile bending strength in the rail foot center according to the Smith diagram for new and corroded rail type 60E1.

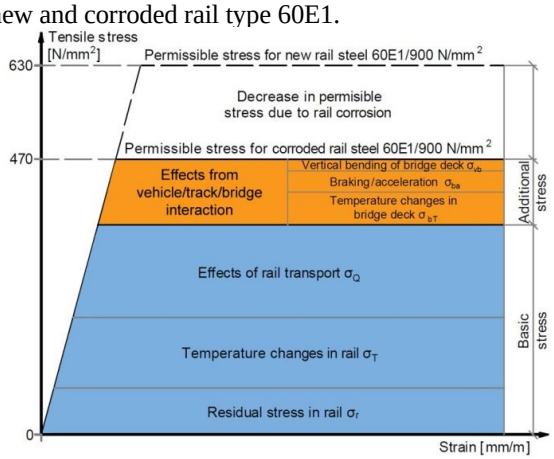



*Figure 2a. Tensile stress in CWR on the bridge (rail steel 60E1/900 N/mm²)*

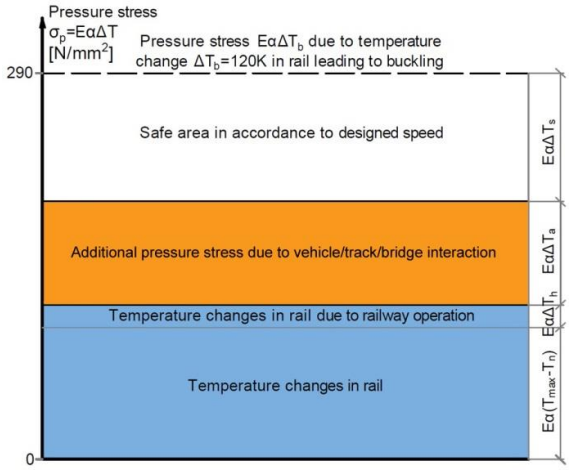



*Figure 2b. Pressure stress in CWR on the bridge (rail steel 60E1/900 N/mm$^2$)*

In this paper, an original algorithm for reducing the additional stresses in CWR due to the vehicle/track/bridge interaction was presented. This algorithm could be applied by railway infrastructure designers and infrastructure managers.

## II. GENERAL ALGORITHM FOR MANAGEMENT OF THE STRESSES IN CWR ON THE BRIDGE

The main goal of managing the stresses in CWR is to avoid rail expansion joints on the bridge. The algorithm for management of the stresses in CWR on the bridge is developed by the authors of this paper and presented in Figure 4.

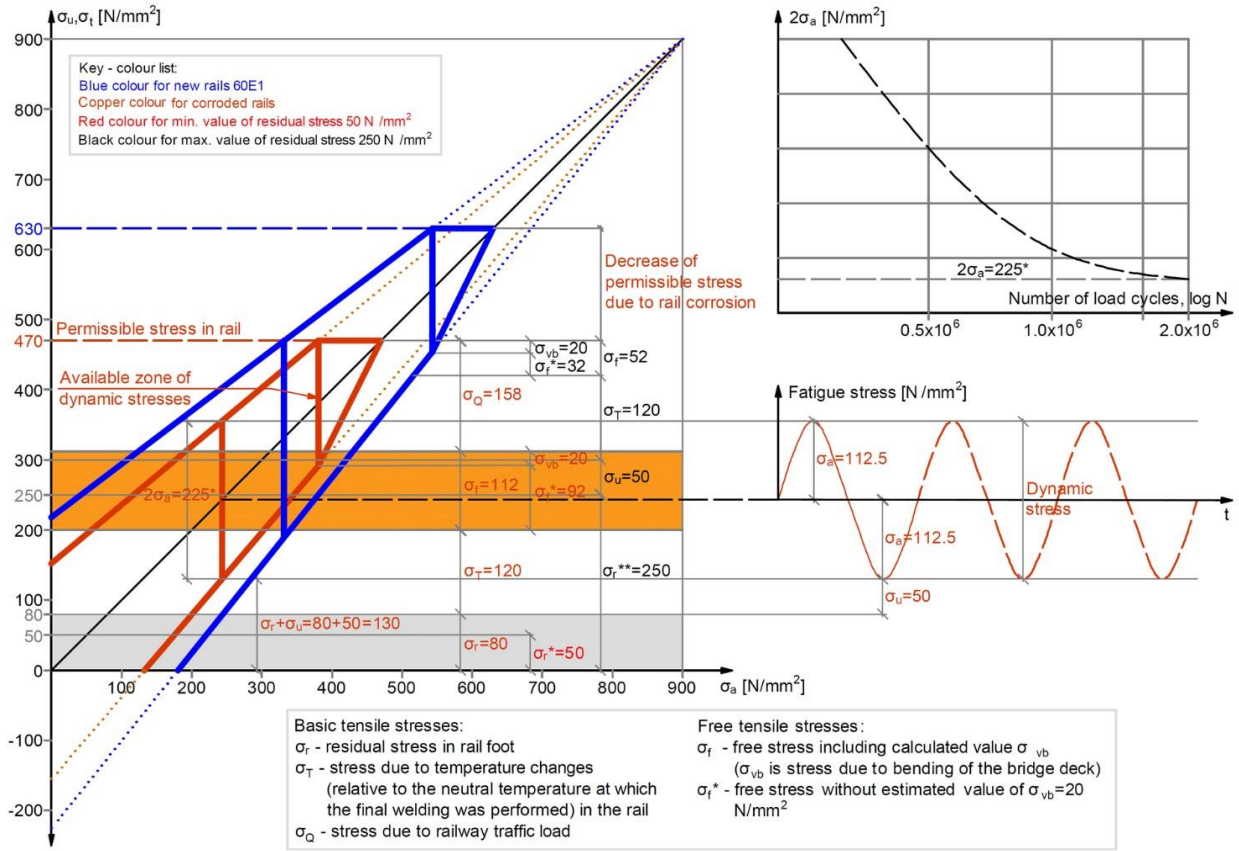
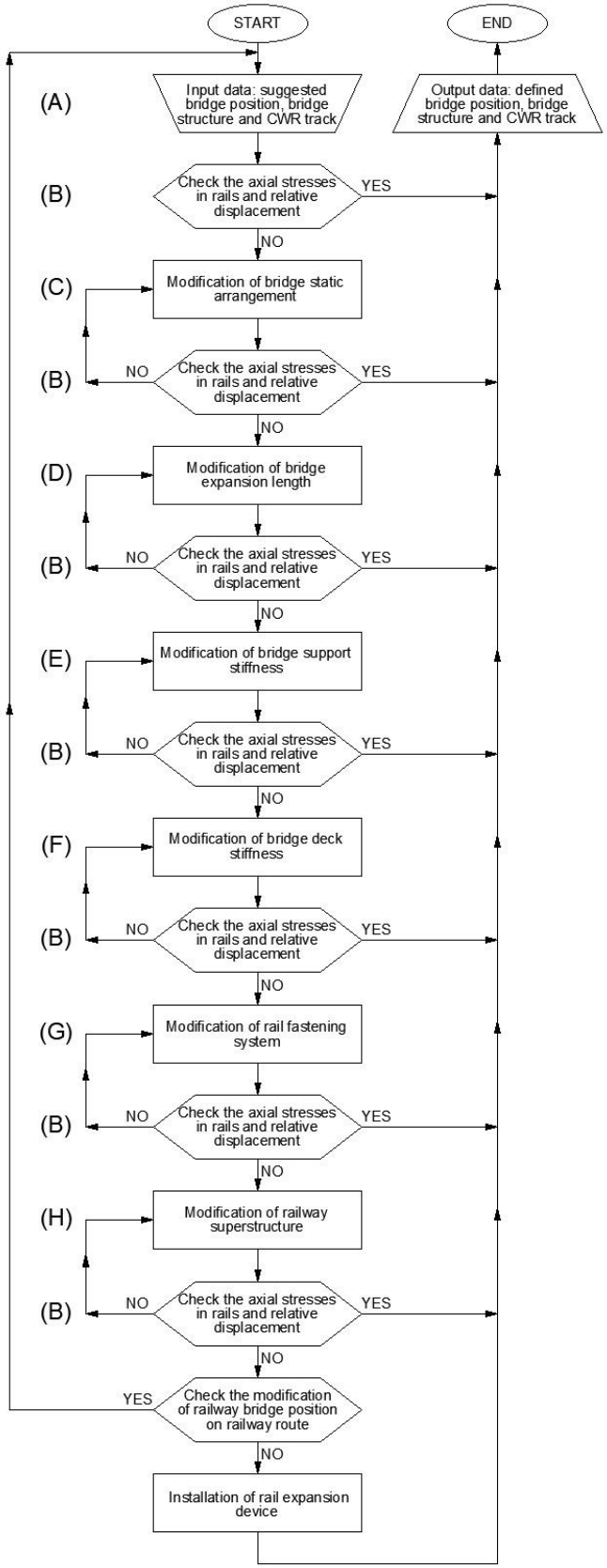



*Figure 3. Smith diagram for rail steel 60E1/900 N/mm$^2$ (left) and fatigue stress diagrams (right)*

After defining the rail route, mutual adjustment of bridge and track structure contributes to the reduction in maintenance costs of railway infrastructure and vehicles, decrease in the negative environmental impact, as well as increase of ride comfort due to the omitting of the rail expansion joints [1], [2]. The developed algorithm for management of the stresses in CWR includes specific requirements such as residual stresses [3] in rails according to manufacturing technology and temperature changes according to climate region.

Furthermore, stress management has to include specific influence of the bridge position on the railway route, especially when the railway station or signal is located on the bridge, or right before/after the bridge (frequent braking/acceleration). In such circumstances, the influence of the braking/acceleration has to be considered as dynamic load. This could lead to a decrease in permissible tensile stress in the rail foot (Figure 3).




(A) Comment:

Input data about bridge position on railway route:
They are suggested position of the bridge on the railway route, horizontal (bridge in straight or curve $R_{min}$=1500m) and vertical alignment.
Input data about bridge superstructure:
Pretpostavljen je static arrangement including support layout and span composition, as well as expansion length, bridge deck and support stiffness (Eurocode 1-4 [pauk-kapljica]).
Input data about CWR track:
Technical properties of railway superstructure with ballasted track and CWR (without expansion devices) in accordance to chapter 3 of this paper. According to INF TSI (point 4.2.6.1), the rail fastening system is relevant to the requirements for "*Track resistance under vertical loads*". The rail fastening system should comply laboratory test conditions, prescribed in EN 13146-1, with the following requirement: the longitudinal force required to cause the rail to begin slipping (i.e. move in an inelastic way) over a single rail fastening assembly shall be at least 7 kN, but for speeds higher than 250 km/h should be at least 9 kN.

(B) Comment: Limited design values for stresses in CWR (ballasted track): compression stress 72 N/mm$^2$, and tension stress 92 N/mm$^2$, Limited design values for displacements: The maximum permissible displacement between rail and deck or embankment under breaking/acceleration forces is 4 mm, the maximum absolute horizontal displacement of the deck due to breaking/acceleration forces is ±5 mm if the rails run across one or both ends of the bridge/embankment transition [774-3 Code].
*Note: National technical regulations have be applied if they prescribe stricter requirements in relation to European standards*

(C) Comment: The static arrangement of a bridge is defined by the number of deck, the number of supports per deck, the positions of fixed and movable supports, the span lengths, the expansion length(s). The most usual static arrangements are combination of simply-supported deck(s) and / or continuous deck(s).

(D) Comment: The expansion length is the distance between the thermal centre point and the opposite end of the deck. The position of the thermal centre point depends on the position and type of supports. In case of deck succession the total expansion length is the sum of the expansion lengths of the two nearest decks. According to UIC Code 774-3 [9], maximum bridge expansion lengths with one or more tracks, either ballasted or slab track, with continuously welded rails are determined: 60 m for steel bridges,90 m for concrete and composite bridge structures. Recommended maximum expansion length of the steel rail bridges is greater than the expansion lengths of the concrete and composite bridge structures because the steel bridges have a greater response to the temperature change in the bridge deck.

(E) Comment: The total support stiffness is composed of the stiffness of each support. The longitudinal stiffness of the support can be determined as the quotient of the longitudinal reaction and total displacement. The total displacement of the support depends on the stiffness of the bridge substructure, which consists of: ($\delta_b$) bending of the support, ($\delta_a$) rotation of the foundation,($\delta_h$) displacement of the foundation,($\delta_e$) relative displacement between the upper and lower parts of the bearing [774-3 Code].

(F) Comment: Vertical traffic loads on the bridge generate large track/bridge interaction forces as a result of deck bending, which causes longitudinal displecemenent of the upper edge of the deck end. The interaction effects depend primarly on the flexibility of deck and on the position of its neutral axis, but are also influenced by the stiffness of the fixed elastic support and by the height of the deck. Horizontal displacement of the deck due to traffic loads remains constant when considered along the neutral axis but varies when measured at the upper part of the slab supporting the track. The flexibility of the fixed support reduces the displacements measured above by a constant amount equal to the backward displacement of the support.

(G) Comment: Rail fastening system with reduced longitudinal resistance should reduce the pressure in the rail around movable support at the bridge end (for example: Pandrol ZLR - **Z**ero **L**ongitudinal **R**estraint, Vossloh fastening system with SKL B12 clip with longitudinal force 7kN, etc.), in the aim of avoiding rail expansion devices.

(H) Comment: Application a slab track (ballastless superstructure) instead of the ballasted track in the aim to avoiding rail expansion devices and providing of track buckling safety (limited design values for stresses in CWR (ballastless track): compression stress 92 N/mm$^2$).

In the case of CWR on ballasted track with expansion devices, the maximum permissible absolute horizontal displacement of the deck under the same loads is 30 mm.

*Figure 4. General algorithm for reducing the stresses in CWR due to vehicle/track/bridge interaction and avoiding the rail expansion joints on the bridge [4]*

If applying the procedure from proposed algorithm (steps A-G in Figure 4) does not provide acceptable technical solution for vehicle/track/bridge interaction, ballastless track structure on the bridge could be considered (permissible pressure/tensile stress amounts 92 N/mm$^2$ - step H) [4], [5], [6], [7]. In the case when it is not possible to apply a ballastless track structure, step I provides the option to change railway route and bridge position in order to achieve shorter expansion length and, if necessary, larger curvature (1/R) of the bridge. The last step of the algorithm (step J in Figure 4) offers technical solutions for exceeding the permissible pressure stress in CWR above the last movable bridge support – installation of the rail expansion joints (Figure 8). This solution could be applied regardless of the circumstances, but it is the worst solution regarding cost-effectiveness and ride comfort. The design of expansion capacity has to include temperature changes (according to climate region), as well as the influence of braking/acceleration. Analyzing the vehicle/track/bridge interaction and using the developed algorithm, possible competitive technical solutions for track and bridge structure could be created. An optimal technical solution should be determined using multi-criteria analysis techniques. Figure 5 presents appropriate comments for each algorithm steps (A-K).

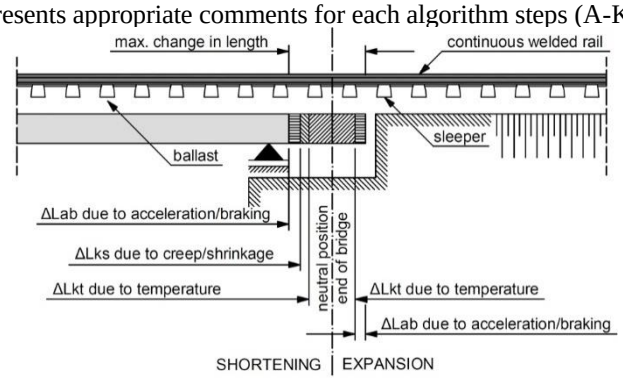



*Figure 5. Referent influences for design of expansion capacity of rail expansion joint on the bridge*

In addition, step H includes the option to ensure track stability using a ballastless track instead of ballasted track. However, detailed considerations in this paper are limited to the ballasted track. Due to the specific requirements, results of the analyses of ballastless track on reconstructed and new bridges require separate presentation.

## III. CONCLUSION

This paper points out that the components of total stress in CWR depend strongly on: (1) type of railway line (design speed, axle load, passenger, freight or mixed traffic, number of tracks), (2) bridge position on the railway route (curvature 1/R, railway station located on the bridge, or right before/after the bridge, signal position), (3) climate zone (relevant temperature changes in bridge deck and CWR), and (4) rail manufacturing technology (residual stresses according to [8]).

For ballasted track on the bridge, the permissible values of tensile (92 N/mm$^2$) and pressure stress (72 N/mm$^2$) in the rail in accordance with EN 1990:2002 were prescribed in [9] and critically analyzed in [4]. According to the Smith diagram for corroded rail 60E1/900 and fatigue stress diagrams (Figure 3), it was pointed out that values of permissible stresses [9] in CWR cannot be used in case of frequent vehicle braking/ acceleration on the bridge (due to the station and/or signal). In such circumstances, the influence of vehicle braking/ acceleration has to be considered as fatigue stress (Figure 3), hence defining the appropriate lower value of permissible rail stress. Furthermore, the paper points out that the analysis of additional stresses in CWR has to incorporate the influence of modern braking systems on track stability.

The permissible additional rail stresses due to the combined response of the bridge structure and track (design criteria for track on the bridge and on adjacent abutments) have to strongly comply with real requirements of railway route, traffic regime, rail manufacturing technology, and climate change/region. Otherwise, uncritical application of design criteria defined in European standard EN 1990:2002 [9] could jeopardize railway traffic safety.

Based on the previous, this paper proposed the general algorithm, developed by the authors, which generates possible technical solutions for the track and bridge structure with reduced stresses due to the interaction of the following:

- vehicle: passenger and/or freight traffic (maximum speed, maximum axle load), and traffic regime (braking/acceleration),
- track: ballasted (CWR, rail fastening system, concrete sleepers, ballast), and ballastless (CWR, rail fastening system, concrete/asphalt slab, concrete sleepers if necessary, hydraulic stabilized base layer, and
- bridge: alignment (straight or curve), and structure parameters (static arrangement - system, expansion length, layout and stiffness of supp–orts, deck stiffness).

The main contribution of the proposed algorithm is the development of technical solutions of the railway bridges as an integral part of the railway route design by respecting current rail manufacturing technology, climate conditions, traffic regime and avoiding the rail expansion joints. Mutual adjustment of railway alignment, bridge, and track structure increases: (a) ride comfort due to the omitting of the rail expansion joints whenever it is technically possible, and (b) traffic safety through satisfying local climate, topographic and geotechnical requirements, as well as considering the rolling stock parameters.

## ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by the Ministry of Education, Science and Technological Development of Serbia through the research project No. 36012: "Research of technical-technological, staff and organization capacity of Serbian Railway, from the viewpoint of current and future European Union requirements".

REFERENCES

[1] CEN/TC 256: EN 13146-1:2002, "Railway applications - Track - Test methods for fastening systems - Part 1: Determination of longitudinal rail restraint," Brussel, 2002.

[2] Z. Popović, L. Lazarević, M. Vilotijević and N. Mirković, "Interaction phenomenon between train, track and bridge," Energy Management of Municipal Transportation Facilities and Transport, Springer, Cham. pp. 3-11, 2017.

[3] G. Schmälzlin, G. Schajer, "Practical residual stress measurement methods," John Wiley & Sons, 2013.

[4] N. Mirković, Z. Popović, A. Pustovgar, L. Lazarević and A. Zhuravlev, "Management of stresses in the rails on railway bridges," FME Transactions, 46(4), pp. 636-643, 2018.

[5] CEN/TC 250: EN 1991-2:2003, "Eurocode 1: Actions on structures - Part 2: Traffic loads on bridges," Brussels, 2003.

[6] UIC: Code 774-3: "Track/bridge Interaction-Recommendations for calculations," Paris, 2001.

[7] DIN: Fachtbericht 101, "Einwirkungen auf Bruecken," Deutschland, 2003.

[8] CEN: EN 13674-1: 2011 + A1:2017, "Railway applications, Track, Rail, Vignole railway rails 46 kg/m and above," Brussels, 2017.

[9] CEN/TC 250: EN 1990:2002/A1: 2005/AC, "Eurocode - Basis of structural design," Brussels, 2010.

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Особенности использования автоматизированных систем управления железнодорожным транспортом в условиях чрезвычайных ситуаций

# Features of Using Automated Railway Control Systems in Emergency Situations

Владимир Бабошин[1], Роман Пантелеев [2], Михаил Яшин[3], Александр Иванов [4]

*Военный институт (Железнодорожных войск и военных сообщений) Федеральное государственное бюджетное казённое военное образовательное учреждение высшего образования Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва, Санкт-Петербург, Россия*[1,2,3]

*ФНПЦ АО «НПО «Марс», Ульяновск, Россия*[4]

boboberst@mail.ru [1], pantel98@mail.ru[2], mikl771@rambler.ru [3], mars@mv.ru[4]

***Резюме:*** *Одной главных задач развития железнодорожного транспорта является задача создания и внедрения перспективных информационных технологий, которые должны охватить все сферы деятельности отрасли, включая управление строительством и восстановлением железнодорожной инфраструктуры, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций. Рассматривается принцип формирования контуров управления с учётом специфики отрасли, в которые входят объекты (органы) управления, средства коммуникации и средства наблюдения, объекты среды или управляемые объекты, а также варианты распределения элементов по контурам управления. Обозначены основные методы подготовки принятия информационных решений: метод сопоставления данных (корреляционный метод); метод фильтрации данных; метод распознавания ситуаций. Рассмотрена автоматизированная система управления железнодорожным транспортом, разделённая в структурном отношении на три иерархических уровня, содержащая функциональные системы, предназначенные для автоматизации определенных процессов и функций в работе железнодорожной отрасли (АСУЖТ). Предложено создание автоматизированной информационной системы управления процессом восстановления железных дорог при воздействии чрезвычайных ситуаций, рассмотрены основные направления её развития на базе существующей АСУЖТ, приведены основные требования и принципы её создания.*
***Ключевые слова:*** *железные дороги; железнодорожный транспорт; восстановление железнодорожной инфраструктуры; чрезвычайная ситуация; автоматизированная система управления; информационная система; контур управления.*

***Abstract:*** *One of the main tasks of the development of railway transport is the task of creating and implementing advanced information technologies, which should cover all areas of the industry, including the management of construction and restoration of railway infrastructure, including in emergency situations. The principle of forming control loops is considered taking into account the specifics of the industry, which include control objects (bodies), communication and monitoring tools, environmental objects or managed objects, as well as options for the distribution of elements along control loops. The main methods for preparing information decision making are outlined: data matching method (correlation method); data filtering method; method of recognition of situations. An automated railway transport management system is considered, structurally divided*

*into three hierarchical levels, containing functional systems designed to automate certain processes and functions in the railway industry (ACMS). The creation of an automated information system for managing the process of restoration of railways under the influence of emergency situations is proposed, the main directions of its development on the basis of the existing automated process control system are considered, the basic requirements and principles for its creation are presented.*
***Key words:*** *railways, railway transport, restoration of railway infrastructure, emergency, automated control system, Information system, control circuit..*

## I. ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

Восстановление железных дорог это комплекс организационных, инженерных и технических мероприятий и работ, проводимых на разрушенных железнодорожных объектах и сооружениях для возобновления прерванного движения поездов на требуемых направлениях перевозок [1].

Решение целого комплекса сложных, разноплановых задач по восстановлению прерванного движения поездов в условиях возникновения чрезвычайных ситуаций различного характера, а также при ограниченных временных и материальных ресурсах, можно обеспечить только при наличии устойчивого управления.

В настоящее время управление эксплуатацией железных дорог осуществляется на базе роста технической вооруженности, внедрения средств информационных и сетевых технологий для автоматизации управления сложными технологическими процессами и подготовки управленческих решений. Для управления железнодорожным транспортом в условиях возникновения чрезвычайных ситуаций требуется формирование автоматизированной системы управления.

### A. Автоматизированная система управления железнодорожным транспортом

Совокупность математических методов, технических средств (ЭВМ, средств связи, устройств отображения информации и т.д.) и организационных комплексов, а также программных продуктов, обеспечивающих рациональное управление различными процессами в рамках технологического процесса, производства, предприятия принято называть автоматизированной системой управления или АСУ [2, 3, 4].

АСУ – это взаимосвязанная совокупность средств автоматизированного сбора и обработки информации, передачи данных и связи, автоматизации процессов анализа и оценки обстановки, принятия решения, планирования, постановки и доведения задач, контроля их исполнения. Она содержит нормативно-справочную информацию, необходимые классификаторы информации, унифицированные документы, систему кодирования и включает комплексы средств автоматизации органов и пунктов управления различных уровней, системы и средства обмена данными, средства автоматизации связи, коммутации и транспортировки информации.

Особый класс задач, связанных с использованием АСУ, составляет необходимость формирования контуров управления с учётом специфики отрасли. В эти контуры (в известных иерархических системах) входят объекты (органы) управления (ОУ), средства коммуникации и средства наблюдения (СН), объекты среды (ОС) или управляемые объекты. Основное назначение СН заключается в обеспечении ОУ информацией о состоянии ОС в реальном масштабе времени, что необходимо для адекватности принимаемых решений [5]. При этом в рамках конкретной АСУ возможны различные варианты контуров (рис. 1):

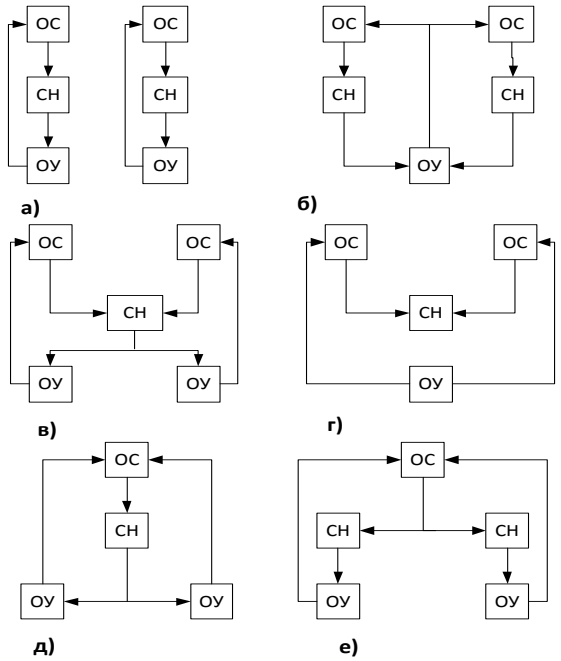



*Рис. 1. Варианты распределения элементов по контурам управления*

На рис. 1. буквами обозначены следующие ситуации:
а) контуры не имеют общих элементов:

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} x_{ijv} = \sum_{i=1}^{n}\sum_{v=1}^{n} x_{ijv} = \sum_{j=1}^{n}\sum_{v=1}^{n} x_{ijv} = 1$$

б) ОУ могут входить в несколько контуров:

$$\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} x_{ijv} \geq 1, \sum_{i=1}^{m}\sum_{v=1}^{n} x_{ijv} \geq 1, \sum_{j=1}^{n}\sum_{v=1}^{n} x_{ijv} = 1, \quad n \geq m.$$

в) СН могут входить в несколько контуров:

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} x_{ijv} \geq 1, \sum_{j=1}^{m}\sum_{v=1}^{n} x_{ijv} \geq 1, \quad \sum_{i=1}^{n}\sum_{v=1}^{n} x_{ijv} = 1, \quad n \geq m$$

г) ОУ и СН могут входить в несколько контуров:

$$\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{m} x_{ijv} \geq 1, \quad \sum_{j=1}^{m}\sum_{v=1}^{n} x_{ijv} \geq 1, \quad \sum_{i=1}^{m}\sum_{v=1}^{n} x_{ijv} \geq 1, n \geq m$$

д) ОС может входить в несколько контуров:

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} x_{ijv} = 1, \sum_{i=1}^{n}\sum_{v=1}^{m} x_{ijv} \geq 1, \sum_{j=1}^{n}\sum_{v=1}^{m} x_{ijv} \geq 1, \quad n \geq m$$

е) ОС и СН могут входить в несколько контуров:

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} x_{ijv} \geq 1, \sum_{i=1}^{n}\sum_{v=1}^{m} x_{ijv} \geq 1, \quad \sum_{j=1}^{m}\sum_{v=1}^{m} x_{ijv} \geq 1, \quad n \geq m$$

где $[x_{ijv}]$ –матрица распределения по контурам;

$$x_{ijv} = \begin{cases} 1, \text{если i-й ОУ, j-е СН, v-й ОС образуют контур;} \\ 0, \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Задача формирования контуров состоит в распределении ОУ и СН по ОС, при условии достижения цели управленческого воздействия с вероятностью $P_{ijv}$ – при образовании контура из *i*-го ОУ, *j*-го СН и *v*-го ОС.

Управленческая цель сформированного контура достигается при обнаружении изменения состояния ОС за счёт доведения информации до ОУ при помощи СН, результативного воздействия со стороны ОУ на ОС и дальнейший контроль этого воздействия при помощи СН:

$P_{ijv} = P_{iv} \cdot P_{jv} \cdot P_{ij}, \quad x_{ijv} = x_{iv} \cdot x_{jv} \cdot x_{ij}, \quad i,j,v \in [1,n]$

где $P_{iv}$- вероятность результативного воздействия i-го ОУ на v-й ОС;

$P_{jv}$ – вероятность обнаружения v-го ОС j-м СН;

$P_{ij}$ – вероятность доведения информации от j-го СН i-му ОУ;

$$x_{iv} = \begin{cases} 1, \text{если i-й ОУ входит в контур с v-м ОС;} \\ 0, \text{в противном случае;} \end{cases}$$

$$x_{jv} = \begin{cases} 1, \text{если j-е СН входит в контур с v-м ОС;} \\ 0, \text{в противном случае;} \end{cases}$$

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, \text{если i-й ОУ входит в контур с j-м СН;} \\ 0, \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Один из возможных критериев эффективности контура управления:

$$\Theta = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}\sum_{v=1}^{n} x_{ijv} \cdot P_{ijv}.,.$$

Формальная постановка задачи формирования оптимальных контуров для случая, когда нет общих элементов, имеет следующий вид:

$$\Theta = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}\sum_{v=1}^{n} x_{ijv} \cdot P_{ijv} \rightarrow \max;$$

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} x_{ijv} = \sum_{i=1}^{n}\sum_{v=1}^{n} x_{ijv} = \sum_{j=1}^{n}\sum_{v=1}^{n} x_{ijv} = 1.$$

Случайный поиск оптимального решения при использовании приближенной аналитической зависимости алгоритма двухмерного распределения достаточно подробно описан в [5]. Для реализации приведенных алгоритмов решения двухмерных и трехмерных задач распределения разработаны программные средства для установления времени и точности решения задач распределения различной размерности.

Фактически, формирование оптимального контура управления в иерархической системе управления сводится к трехмерной задаче распределения. В частности, прямое решение подобной трехмерной задачи с размерностью до 100 элементов достигается за время 2-4 минуты [5].

Управление объектами железнодорожного транспорта в интересах обеспечения устойчивого функционирования требует использования различного специального программного обеспечения (СПО), учитывающего особенности многоплановых технологических процессов, объемы работ на каждом этапе и интенсивности их изменения. Основой для разработки СПО должно быть математическое моделирование отдельных процессов с целью выявления таких основных закономерностей, изучение которых невозможно (или затратно) при использовании теоретических методов или путем натурных экспериментов [6]. В качестве основы разработки СПО для АСУ принято использование теории систем массового обслуживания (СМО).

Составные части СМО АСУ устанавливаются в соответствии с основными этапами процесса управления и включают:

– информационные решения на основе сбора и анализа данных об обстановке ($СМО_1$);

– информационно-расчетные задачи на основе аналитических зависимостей между параметрами АСУ($СМО_2$);

– математические модели и алгоритмы поддержки принятия решений типовых структурированных задач ($СМО_3$);

– математические модели и алгоритмы поддержки принятия решений слабоструктурированных и неструктурированных задач ($СМО_4$).

Предложены следующие основные методы подготовки принятия информационных решений [6]:

– метод сопоставления данных (корреляционный метод);

– метод фильтрации данных;

– метод распознавания ситуаций.

Метод сопоставления данных включает: группирование данных от различных источников информации; определение веса сообщений; объединение однотипных данных; выработка порога; сравнение с порогом; решение.

Метод фильтрации содержит следующие этапы: анализ данных по параметрам фильтра; выявление подтверждений; определение весовых коэффициентов; объединение данных; сравнение с порогом; принятие решения. Процедура распознавания содержит следующие этапы деятельности ОУ: выделение информации о ситуации (т.е. об обстановке на ОС и процессе ее развития) из общего потока информации за счёт СН; анализ этой информации, разделение ее на части, относящиеся к различным признакам обстановки и процесса; определение признаков, т.е. восстановление обстановки и процесса ее развития, на основании полученной информации; прогнозирование, определение возможных последствий; определение степени достоверности прогноза и сопоставление его с исходной информацией, устранение противоречий; сопоставление описания в целом; принятие решения. Известны две основные группы задач принятия решений:

– в задачах первой группы осуществляется анализ заданных альтернатив;

– в задачах второй группы находится решающее правило, позволяющее оценить любые альтернативы.

Существуют и многокритериальные методы решения задач, принадлежащих к первой и второй группам. Очевидно, что сложность формирования системы поддержки принятия решения (СППР) в рамках АСУ заключается именно в поиске множества альтернативных решений и определении функции полезности альтернатив с учетом данных обстановки (характеристики ОУ, СН, ОС, контуры управления, временные и материальные ресурсы) [6].

## В. Особенности АСУЖТ

В настоящее время для организации управления железнодорожной транспортом страны внедрена и функционирует автоматизированная система управления железнодорожным транспортом (АСУЖТ), которая сохранила все характерные черты информационной системы (ИС). Федеральный закон РФ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» достаточно широко трактует это понятие, подразумевая под ИС совокупность содержащейся в базах данных информации и обеспечивающих её обработку информационных технологий и технических средств [7].

Данная ИС обеспечивает сбор и обработку информации, необходимой для обеспечения безопасного перевозочного процесса и делится на три иерархических уровня. На высшем уровне решаются задачи управления в масштабе сети с уточнением плановых заданий по дорогам. К среднему уровню относятся вопросы планирования и управления работой в масштабе дороги с определением заданий для отделений дорог. На низшем уровне решаются технологические задачи на линейных предприятиях – станциях, депо и т.п. [8, 9].

В состав АСУЖТ входят функциональные системы, каждая из которых предназначена для автоматизации определенных процессов и функций в работе железнодорожной отрасли (рис. 2). Все автоматизированные системы базируются на использовании автоматизированных рабочих мест (АРМ) работников массовых профессий отрасли, связанных с управлением и информационным обеспечением перевозочного процесса: операторов станционных технологических центров, дежурных по станциям, локомотивным и вагонным депо, станционных и маневровых диспетчеров, а также поездных диспетчеров, и других оперативных руководителей движения, инженерного персонала. Каждое АРМ оснащено дисплеями, связанными со специализированным вычислительным комплексом или Главным вычислительным центром ОАО «РЖД» (ГВЦ), персональными компьютерами и средствами связи.




*Рис. 2. Состав АСУЖТ*

В качестве исторической справки следует заметить, что на железнодорожном транспорте в 1927 году были впервые применены вычислительные машины, когда два комплекта счетно-аналитических машин с механическим вводом данных были установлены в центральном отделе статистики и картографии управления Московско-Курской железной дороги, на их базе была организована первая фабрика механизированного учета, получившая название «Статистическое бюро Московского узла» [8].

Важнейшей составной частью АСУЖТ является АСУ-Ш-2, разработанная в рамках программы информатизации ОАО «РЖД» – Комплексная автоматизированная система управления хозяйством сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ) второго поколения. Основными целями АСУ-Ш-2 являются повышение эффективности функционирования хозяйства СЦБ за счет обеспечения полноты и достоверности оперативной информации о состоянии хозяйства, информационной поддержки принятия решений, обеспечение безопасности движения поездов.

АСУ-Ш-2 эксплуатируется в подразделениях дистанций сигнализации, централизации и блокировки (ШЧ), служб автоматики и телемеханики (Ш) и департамента автоматики и телемеханики (ЦШ) на всей сети железных дорог РФ, на базе серверов ГВЦ. Структура АСУ-Ш-2 представлена на рис. 3.

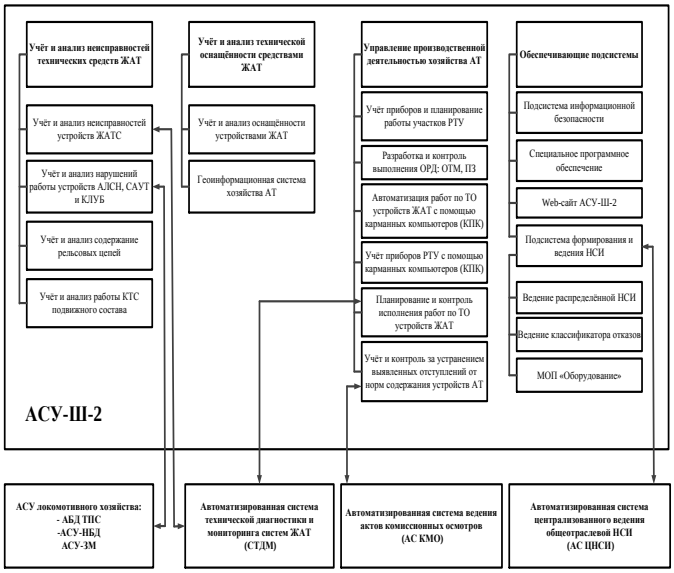



*Рис. 3. Структура АСУ-Ш-2*

Особенностью АСУЖТ является необходимость осуществление разноплановых административных и технологических функций управления перевозочным процессом на всех уровнях управления [9].

Для выбора структуры АСУ ЧС воспользуемся методом аналогий, взяв за основу автоматизированную информационно-управляющую систему (АИУС РСЧС). Ее основными функциями являются:

– сбор от абонентов (пользователей) системы и обработка оперативной информации о состоянии потенциально опасных объектов экономики и инфраструктуры, природной среды, сил и средств РСЧС, о наличии и состоянии запасов и резервов;

– подготовка рекомендаций и вариантов решений по прогнозу ЧС и действиям при их ликвидации;

– сопряжение с ИС других федеральных органов исполнительной власти, входящих в РСЧС;

– передача необходимой информации органам управления РСЧС всех уровней и обмен информацией между различными подсистемами и звеньями РСЧС.

АИУС РСЧС функционирует как в мирное время (в режимах повседневной деятельности, повышенной готовности, ЧС), так и в особый период (при переводе страны с мирного на военное положение). Следует заметить, что на сегодняшний день, подобная ИС для управления процессом восстановления железных дорог при воздействии ЧС (землетрясениях, взрывах, пожарах, затоплениях, других катаклизмах, а также при совершении террористических актов и ведении боевых действий), назовём её АИСУЖТ-ЧС, отсутствует. Исходя из вышесказанного, можно предложить два основных, направления создания АИСУЖТ-ЧС.

Первое – развитие АСУЖТ в целом и наделение её функциями, используемыми в условиях ЧС.

Второе – выделение из состава АИСУЖТ отдельных элементов в интересах решения задач в условиях ЧС и формирование АИСУЖТ-ЧС в составе: АИСУ-Путь-ЧС; АИСУ-Мост-ЧС; АИСУ-Мех-ЧС; АИСУ-СЦБ-ЧС; АИСУ-Экс-ЧС со своими функциональными задачами и объединение их в единую систему, используя предложенный выше метод формирования контуров управления для решения возникающих задач [6].

Другими словами, выделение отдельных подсистем включающих совокупность аппаратных средств и СПО, для решения разнообразных расчетных задач, автоматизации процесса подготовки и принятия решения, позволит обеспечить эффективное планирование восстановительных мероприятий. Для этого необходимо создание баз данных, разработка алгоритмов, имитационных и математических моделей для различных инженерных сооружений и технических устройств (железнодорожный путь, мосты и тоннели, земляное полотно, устройства и системы СЦБ и т.п.). На на их основе должно быть разработано СПО и методики организации управления в условиях ЧС, При разработке математических моделей необходимо установление аналитических зависимостей между параметрами элементов системы за счёт:

– создания общего математического аппарата для построения всей совокупности формальных соотношений между параметрами подсистем,

образующими статическую модель системы;

– установления отдельных соотношений на основе логического анализа взаимосвязей и решения частных задач [6].

В общем случае АИСУЖТ-ЧС должна обеспечить следующие функции (действия), присущие аналогичным системам (АИУС РСЧС): планирование и (или) прогнозирование; учет, контроль, анализ; поддержка принятия решения; координацию и (или) регулирование. Для реализации этих и других функций целесообразно, по нашему мнению, выделение подсистем:

- обработки информации (вычислительные функции) – осуществляют учет, контроль, хранение, поиск, отображение, тиражирование, преобразование формы информации;
- обмена (передачи) информации – связаны с доведением выработанных управляющих воздействий до объекта управления и обменом информацией с организатором восстановления (лицом принятия решений);
- группа функций принятия решения (преобразование содержания информации) – создание новой информации в ходе анализа, прогнозирования или оперативного управления объектом.

Вероятная структура АСУЖТ-ЧС приведена на рис.4.

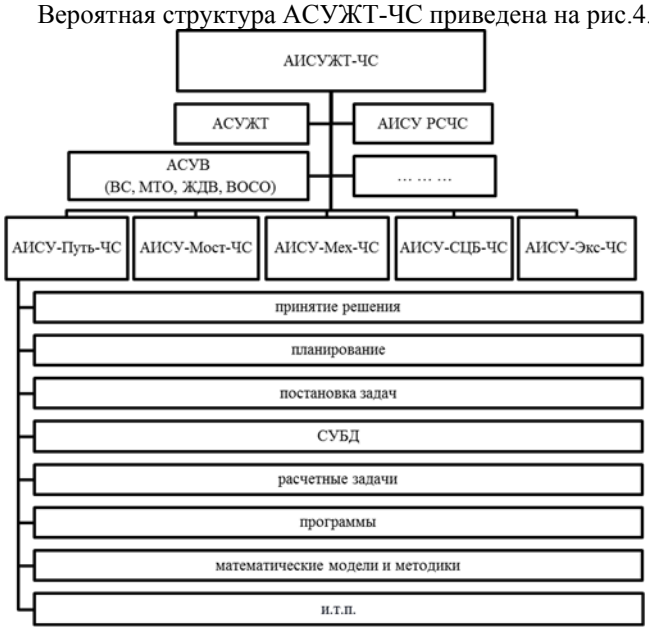



*Рис. 4. Структура АИСЖТ-ЧС (вариант)*

Для успешного выполнения возложенных на АИСУЖТ-ЧС задач на первом этапе создания необходимо сформировать требования к системе [10]. Мы полагаем, что они должны быть определены из требований, установленных в [11] и требований предъявляемых к АСУ специального назначения. Основными из них являются: оперативность, надежность, живучесть, гибкость, скрытность. Под оперативностью АСУ понимают ее способность своевременно и качественно реагировать на изменения обстановки в ходе боевых действий. Под надежностью АСУ понимают ее способность безотказно функционировать в определенных условиях эксплуатации. Под живучестью АСУ понимают ее способность выполнять возложенные на нее функции в условиях воздействия противника или природной среды. Под гибкостью АСУ понимают ее способность приспосабливаться к изменениям в способах решения задач, в средствах и организационной структуре управления. Под скрытностью АСУ понимают способность системы противостоять раскрытию противником планируемых и выполняемых действий. Выполнение всех этих требований обеспечивается правильным выбором структуры системы, алгоритмов ее функционирования и комплекса технических средств.

Важное практическое значение при создании любых видов АСУ, в том числе и АИСУЖТ-ЧС, имеет соблюдение следующих принципов [12, 13]: первого руководителя, системного подхода, новых задач, непрерывного развития, иерархический и типизации.

Принцип первого руководителя заключается в том, что идеологию АИСУЖТ-ЧС, разработку и внедрение должен возглавлять руководитель осуществляющий непосредственное управление и несущий за это личную ответственность.

Принцип системного подхода предполагает совместное рассмотрение объекта управления, автоматизируемого процесса, средств и алгоритмов управления.

Принцип новых задач предполагает автоматизацию не только существующих традиционных способов управления, но и решение новых задач, обеспечивающих повышение эффективности и качества управления.

Принцип непрерывного развития системы требует такого построения системы, которое давало бы возможность ее дальнейшего совершенствования в соответствии с изменением возможностей управляющих объектов и аппаратуры без ее коренных переделок. Иерархический принцип построения системы означает ее многоуровневую структуру с подчинением низших уровней управления высшим, с наличием горизонтальных связей.

Типизация АИСУЖТ-ЧС предполагает максимальное использование на всех звеньях системы элементов и устройств, обладающих технической, информационной и программной совместимостью. Определяющим направлением развития и совершенствования системы являются улучшение их качественных характеристик и, в первую очередь, оперативности, надежности и живучести.

## II. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, создание АИСУЖТ-ЧС позволит решить ряд целей для повышения эффективности управления восстановительным процессом:

- предоставление лицу, принимающему решение, релевантных данных для принятия решений при восстановлении конкретного объекта;
- ускорение выполнения отдельных операций по сбору и обработке данных, как о доступных силах и средствах, так и об объекте восстановления;
- повышение оперативности управления, уровня контроля и исполнительской дисциплины;
- снижение затрат лица принимающего решение на выполнение вспомогательных процессов;
- повышение качества и обоснованности управленческих решений.

Оперативное восстановление железнодорожной инфраструктуры позволит поддерживать на заданном уровне требования к качеству перевозок, даст возможность обеспечить своевременное развёртывание сил и средств при ликвидации последствий ЧС.

Предлагаемая структура АИСЖТ-ЧС, реализованная на базе существующей АСУЖТ, позволит минимизировать расходы на её разработку. Основным направлением дальнейших исследований является проработка отдельных модулей, проектирование и разработка необходимого специального программного обеспечения.

## ЛИТЕРАТУРА

[1] А.С. Низов, Д.И. Попов, Г.А. Ложечников, „Организация восстановления железных дорог“, Учебник. СПб: ВАМТО, 2014. – 304 с.

[2] Большой энциклопедический словарь / Ред. А. М. Прохоров. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Большая Российская энциклопедия, 2000. – 1456 с.

[3] ГОСТ 234.003-90. Автоматизированные системы. Термины и определения. [Текст]: – М.: СТАНДАРТИНФОРМ, 2009. – 16 с.

[4] Война и мир в терминах и определениях. Военно-политический словарь/под общей редакцией Д.О. Рогозина. – М.: Вече, 2011 – 640 с.

[5] А.К. Иванов, В.А. Бабошин, „Оптимальное формирование контуров управления“, Автоматизация процессов управления № 4 (54) 2018, с.4-11.6.

[6] А.К. Иванов, В.А. Бабошин, „Модели формирования специального математического обеспечения“, АСУ//Автоматизация процессов управления № 2 (56) 2019, с.4-14.

[7] Федеральный закон от 27 июля 2006 г. N 149-ФЗ "Об информации, информационных технологиях и о защите информации" (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс]. – Система ГАРАНТ – Режим доступа: http://base.garant.ru/ свободный.

[8] А.А. Абрамов, Г.М. Биленко, „Современные системы автоматизированного управления перевозками (функциональные возможности АРМ)“, Уч. пос. – М.: РГОТУПС, 2002. – 136 с.

[7] M. Young, „The Technical Writer's Handbook“, Mill Valley, CA: University Science, 1989.

[9] О.А. Исаков, „Информационные системы на железнодорожном транспорте: опыт проектирования и развития“ [Электронный ресурс]. – Научное электронное издание «Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования», 2013. № 4 (14). С. 3.

[10] ГОСТ 34.601-90 „Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы“, Автоматизированные системы. Стадии создания. [Текст]: – М.: СТАНДАРТИНФОРМ, 1992. – 8 с.

[11] ГОСТ 24.104-85. „Автоматизированные системы управления“, Общие требования. [Текст]: – М.: СТАНДАРТИНФОРМ, 2003. – 19 с.

[12] Е. Н. Хохлачев, „Теоретические основы создания и применения“, АСУ. М.: МО СССР, 1987.

[13] Ю. Г. Ростовцев, „Основы построения автоматизированных систем сбора и обработки информации“, Учебник. – СПб., ВИКИ им. А.Ф.Можайского, 1992. – 717 с.

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Проблемы экологической и промышленной безопасности на железнодорожном транспорте в Уральском регионе

## Problems of Environmental and Industrial Safety in Railway Transport in the Ural Region

Михаил Кошуков[1], Михаил Молочков[2], Елена Паньшина[3]

[1,2,3]*Колледж железнодорожного транспорта федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный университет путей сообщения», Екатеринбург, Россия*[1,2,3]

misha.koshukov@mail.ru[1], miail_molochkov@inbox.ru[2], panshina.elena@bk.ru[3]

***Резюме:*** Проведено исследование воздействия железнодорожного транспорта на окружающую среду, жизнь и здоровье человека. Рассмотрены проблемы экологической и промышленной безопасности.
***Ключевые слова:*** железнодорожный транспорт, экология, промышленность.

***Abstract:*** The impact of railway transport on the environment, life and human health are studied. The problems of environmental and industrial safety are considered.
***Key words:*** railway transport, ecology, industry.

## I. ВВЕДЕНИЕ

Мы родились и живем на Урале. Урал – это центральный район Российской Федерации, линия перехода из Европы в Азию. Урал – индустриальный район нашей страны, где сосредоточено огромное количество предприятий тяжёлой промышленности. Именно в Уральском регионе есть все необходимые предприятия для Российской Федерации: топливная промышленность, чёрная и цветная металлургия, лесохимическая промышленность, электроэнергетика и машиностроение. Большая часть этих предприятий работает по устаревшей технологии, которая не соответствует современным стандартам экологии.

## II. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА В УРАЛЬСКОМ РЕГИОНЕ

Урал является бесспорным лидером России по степени загрязнения воздуха вредными выбросами со стационарных источников. Они составляют более 20% от общего количества загрязнителей атмосферы. Сильнее всего от проблемы загрязнения воздуха вредными выбросами со стационарных источников страдают экология Челябинской и Свердловской областей. В этих регионах находятся промышленные предприятия, которые обеспечивают более 10% вредных выбросов от общего количества загрязнителей атмосферы Уральского района. К примеру, ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» ежегодно выбрасывает в атмосферу более 300 000 тонн вредных веществ. Данная цифра равна объёму вредных выбросов за год со всех промышленных объектов Северо-Западного района. И это только одно из предприятий, загрязняющих природу Урала. А ведь Рефтинская ГРЭС, расположенная в Свердловской области, ежегодно выбрасывает в атмосферу не меньший объём вредных веществ. Нижнетагильский комбинат превышает в 1.2 раза нормы выброса вредных веществ в воздух. Кроме того, природная среда Урала активно загрязняется десятками предприятий нефтеперерабатывающей и нефтедобывающей промышленности. К примеру, такие предприятия в Уфе каждый год выбрасывают в атмосферу 100 000 тонн вредных веществ [1].

Многие районы Урала неблагополучны для проживания людей. С каждым годом в них растёт уровень заболеваемости населения – онкология, астма и др. Некоторые города Уральского района официально

признаны вредными для проживания, среди них: Челябинск, Уфа, Курган, Екатеринбург, Нижний Тагил и прочие. Ещё хуже дела обстоят в таких городах, как Каменск-Уральский Свердловской области, Магнитогорск и Карабаш Челябинской области. В них наблюдается кризисная ситуация, равнозначная экологическому бедствию.

Природную среду Урала отравляют и скопившиеся 20 млрд. тонн промышленных отходов. Тысячи гектаров земель отведены под полигоны и свалки для хранения промышленных отходов. Причём довольно внушительная часть этих отходов представляет серьёзную угрозу для экологии Урала. На территории одной только Челябинской области захоронения промышленных отходов составляют 15% от общероссийских показателей. Усугубляет экологическую ситуацию Уральского района и то, что уровень переработки промышленных отходов, загрязняющих окружающую среду, очень невысок. В частности, показатели по переработке серы в серную кислоту из отходящих газов медеплавильных заводов Уральского района не дотягивают даже до 60%. В Свердловской области переработке подвергается менее 0,1% промышленных отходов с повышенным содержанием чёрных, цветных и редких металлов [1].

Уровень содержания тяжёлых металлов в почвах, находящихся вблизи предприятий чёрной и цветной металлургии, в десятки и сотни раз выше предельно допустимой нормы. Из-за горных разработок серьёзно нарушены земли, сильно изменились естественные ландшафты Урала. В результате многолетней деятельности по добыче железной руды с лица земли были полностью стёрты горы Высокая и Магнитная. Почти полностью выработан Челябинский угольный бассейн: он превратился в карьеры, ямы и отвалы пустой породы.

Серьёзной проблемой для природной среды Урала является и то, что немалое число нарушенных земель располагается практически в городских центрах – на месте отработанных месторождений полезных ископаемых. К примеру, в Нижнем Тагиле такие земли составляют 30% от всей территории. Экология Пермского края столкнулась с проблемой возникновения пустот объёмом 30 млн. кубических метров под жилой и промышленной зоной городов Березники и Соликамск. Эти пустоты стали печальным последствием долговременной эксплуатации в Пермской области масштабного Верхнекамского месторождения калийных солей. На сегодняшний день существует серьёзная опасность затопления рудников и образования провалов на земной поверхности в Березниках и Соликамске. В последнее время в этих городах часто случаются техногенные землетрясения, в результате которых возникают провалы глубиной более 4 м.

Водоёмы, находящиеся рядом с объектами добывающей промышленности и чёрной и цветной металлургии сильно загрязнены тяжёлыми металлами. Кроме того, поверхностные воды Урала активно загрязняются нефтепродуктами. В результате, средний показатель степени загрязнённости уральских речных вод намного превышает предельно допустимый уровень. При этом только пятая часть водопроводов Уральского района осуществляет полный цикл очистки питьевой воды. Ситуацию с загрязнением вод Урала усугубляет тот факт, что 40% городского и 95% сельского населения Уральского района не обеспечено водопроводом и канализацией. В результате, около 80% рек Урала признаны непригодными для использования в системе водоснабжения.

Одна из важнейших экологических проблем для природы Урала – это радиационная обстановка на месте открытия первого российского комплекса по производству плутония ПО «Маяк»: в городах Озерск, Кыштым и прилегающих территориях Челябинской области. После взрыва ёмкости с радиоактивными отходами, случившегося в 1957 году, образовался Восточно-Уральский радиоактивный след, который представляет собой 2000 квадратных километров заражённых территорий. Более 500 000 жителей Челябинской области подверглись повышенному воздействию радиации. Сейчас здесь находятся представляющие потенциальную угрозу источники загрязнения: Карачай (озеро, хранящее жидкие радиоактивные отходы), могильники твёрдых промышленных отходов, каскад водоёмов, накопивших радиоактивные растворы. Данные источники создают реальную угрозу загрязнения радионуклидами бассейна реки Обь и Северного Ледовитого Океана. Река Теча получила серьёзную степень заражения радиацией из-за отходов ПО «Маяк» и была целиком исключена из системы водопользования.

Серьёзную опасность для экологии Курганской области и Удмуртии представляет хранящееся здесь химическое оружие, часть которого составляют сильнодействующие отравляющие вещества. Угроза усиливается с каждым днём, так как с течением времени процессу коррозии подвергаются металлические ёмкости и боеприпасы, содержащие токсичные вещества, – в результате риск утечки отравляющих веществ возрастает.

С каждым днем мы все острей ощущаем понимание необходимости проведения срочных мероприятий по сохранению того богатства, которое изначально было дано нам природой. Воздух, вода, земля сегодня уже не справляются с гигантскими нагрузками, оказываемыми на них различными видами транспорта и производством. Железнодорожный транспорт, к сожалению, вносит

определенный негативный вклад в экологию, являясь источником неблагоприятных химических, физических и биологических факторов.

В данный момент мы можем заметить то, что на производствах и предприятиях вводят новейшее оборудование с высокой производительностью: аппараты, машины, энергетические установки - всё самое современное оборудование, но не во всём безопасное. Все нововведения, так или иначе, дают дополнительные источники загрязнения к уже существующим проблемам. Попадая в зону работы железнодорожного транспорта, человек становится, подвергнут повышенной опасности электротравматизма, травматизма, воздействию шума, вибраций, электромагнитных полей и других вредных факторов [2].

## III. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Железнодорожный транспорт наносит вред не только людям, но и природе. Железнодорожный транспорт потребляет ежегодно более 1 млрд. куб. м. воды, из которых около 600 млн. куб. переходит в стоки. Атмосферный воздух ежегодно подвергается выбросам стационарных источников (котельными, пескосушилками, промывочно-пропарочными станциями и т.д.), кроме этого загрязнения воздуха отработанными газами (выделяются 97-98% токсичных веществ от общей их эмиссии) происходит в районах, где локомотивами служат тепловозы с дизельными силовыми установками. Проблема загрязнений путей и прилегающих к ним почв с не плотностью кузовов вагонов и сдувания пылевидных фракций ветром при движении возникла из-за выбросов рудной и угольной пыли, а также некоторыми другими веществами (нефтепродуктами, солями).

На железных дорогах ежегодно в России случается 6-7 катастроф, которые сопровождаются гибелью людей и огромными экологическими последствиями (загрязнение почв, воды, атмосферы различными вредными загрязнениями). Для их ликвидации аварий и катастроф привлекают рабочую силу различных профессий

Для сокращения уровня загрязнений биосферы и почвы, кроме ужесточения требований к соответствующим службам по исправному содержанию вагонов необходимы: расширение парка вагонов со сплошным дном, использование пленок для укрывания груза, создание новых видов подвижного состава, основной целью которых будет сохранность груза при перевозке. Однако решив все эти проблемы, обезопасить окружающую среду от загрязнений полностью всё равно не удастся [3].

Контроль и надзор по обеспечению экологической безопасности и др. должны оказывать владельцы инфраструктур, перевозчиками и организациями, индивидуальные предприниматели, выполняющие вспомогательные работы или услуги при перевозках железнодорожным транспортом, также федеральный государственный экологический надзор [4].

## IV. ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Промышленная безопасность – это состояние защищенности жизненно важных интересов личности и общества от аварий на опасных производственных объектах и последствий таких аварий.

Каждому работнику в большей степени должны быть обеспечены безопасные условия труда. Любое отклонение производственных условий от соответствующих норм воздействия вредных производственных факторов сопровождается неблагоприятным влиянием на работника и риском получить негативные последствия. Несоблюдение норм охраны труда может привести к росту травматизма, числа заболеваний.

На железнодорожном транспорте среди профессиональных заболеваний лидируют те, которые связаны с воздействием пыли, интенсивным производственным шумом и вибрацией, опорно-двигательного аппарата. Одновременные условия группы факторов всегда усугубляет негативное влияние основного неблагоприятного фактора на здоровье человека.

Для снижения рисков до минимума и защиты жизни и здоровья человека, необходима конкретная система мер по смягчению последствий воздействий на работника. Благодаря строгим соблюдениям мер охраны труда и техники безопасности можно предотвратить производственный травматизм и профессиональных заболеваний на производстве. Нужно обучать работника теми или иными знаниями, позволяющими предвидеть производственную опасность или вредность, понижением этих факторов [3, 4].

## V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исключить все воздействия промышленности на экологию, а также производства на человека полностью - невозможно, но с помощью полного соблюдения существующих законов и норм для защиты здоровья, жизни человека и природы, а также введение новых законов могут повлиять на решение многих проблем и снижение рисков. Именно поэтому в Колледже

железнодорожного транспорта особое внимание уделяют вопросам экологической и промышленной безопасности в процессе проведения учебных занятий, а также во внеучебной и самостоятельной работе обучающихся.

В заключении предлагаем:

1. На все объекты, которые выбрасывают вредные вещества в водоёмы, атмосферу и почву:

а) поставить фильтры для очистки воздуха;

б) запретить сброс вредных веществ в водоёмы;

в) перерабатывать все твёрдые материалы.

2. Больше открывать комбинаты и малые предприятия по переработке отходов производства и мусора.

3. Перестать загрязнять леса, реки, озёра.

4. Чаще устраивать субботники.

5. Ввести серьёзные санкции за нарушение экологических норм.

Если придерживаться этих пунктов, то можно будет изменить экологическую обстановку не только Урала, но и всего Мира.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Урал и экология: Учеб. пособие / Под ред. А. М. Черняева, В. А. Урванцева. - 2-е изд. - Екатеринбург : [Банк культурной информации], 2001. - 284 с. : ил. - (Природа Урала. Вып. 5). - Библиогр.: с. 276. - ISBN 5-7851-0301-X

[2] Е.А. Клочкова, „Промышленная, пожарная и экологическая безопасность на железнодорожном транспорте: Учебное пособие“, М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2007. — 456 с.

[3]https://studbooks.net/2373127/tehnika/ekologicheskaya_bezopasnost_zheleznodorozhnom_transporte

[4] Федеральный закон от 10.01.2003 N 17-ФЗ (ред. от 03.08.2018) "О железнодорожном транспорте в Российской Федерации" (с изм. и доп., вступ. в силу с 14.08.2018) Статья 22.1. Обеспечение на железнодорожном транспорте общего пользования экологической безопасности, пожарной безопасности, промышленной безопасности, охраны труда, единства измерений, а также санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Динамичко испитивање вагона за превоз аутомобила ДДам

## Dynamic Testing of Car Wagons Ddam

Драган Петровић[1], Милан Бижић [2]
*University of Kragujevac, Faculty of Mechanical and Civil Engineering, Kraljevo, Serbia[1,2]*
petrovic.d@mfkv.kg.ac.rs[1], bizic.m@mfkv.kg.ac.rs [2]

***Апстракт:*** *Динамишка испитивања мирноће хода и сигурности кретања железничких возила дефинисана су међународним прописима UIC 518 i EN_14363. За разлику од периода пре усвајања ових прописа, где се није темељно обраћала пазња на квалитет колосека, сада је у пуној мери посвећена пажња овом питању. Уз велику подршку Железница Србије ова испитивања, празних и натоварених ДДам кола, су обављена на релацијама: Шид-Стара Пазова, Мала Иванча-Мала Крсна и Велика Плана-Ћуприја. Мерна опрема, којом се изводи обимно испитивање, мора имати потребне карактеристике за прикупљање и обраду података. То се, пре свега, односи на фреквенцију узорковања, филтрирања, бележење, чување и статистичку обраду података након испитивања. У раду је скренута пазња на могућности и ограничења примене међународних прописа на домаћим пругама.*
***Кључне речи:*** *Железничка возила, колосек, мирноћа хода, сигурност кретања.*

***Abstract:*** *Dynamic tests of running quality and running safety of railway vehicles are defined by the international regulations UIC 518 and EN 14363. Unlike the period before the adoption of these regulations, where the quality of the track was not thoroughly taken into account, attention has now been given to this issue. With the great support of Serbian Railways, these tests of empty and loaded DDam wagon were performed on the following routes: Šid-Stara Pazova, Mala Ivanča-Mala Krsna and Velika Plana-Ćuprija. The measuring equipment used to perform these extensive tests must have the necessary characteristics for data acquisition and processing. This primarily refers to the sampling frequency, filtering, recording, storing and statistical data processing after testing. The main aim of this paper is to draw attention to the possibilities and limitations of the application of international regulations for dynamic testing of railway vehicles on the domestic railway.*
***Key words:*** *Railway vehicles, track, running quality, running safety.*

### I. УВОД

Ради повећања безбедности и удобности превоза путника и робе временом су се развила два основна критеријума за оцену динамичког понашања железничких возила: сигурност од исклизнућа и мирноћа хода возила. У почетку се сматрало да су ова два критеријума у апсолутној корелацији, односно да висок степен комфора (удобности) вожње доводи и до велике сигурности од исклизнућа железничких возила. То је условило да се развија методологија испитивања возила којим су обједињена оба критеријума. Поменимо само одређивање количине просуте течности из еталонске посуде при кретању возила, којом се одређивала и удобност и сигурност кретања.

Најчешће и најдуже у употреби је Сперлинг-ов критеријум [1], који је дефинисан УИЦ-ом 432. Мирноћа хода железничког возила по овом критеријуму одређује се на основу убрзања у хоризонталном и вертикалном правцу ( $\ddot{y}, \ddot{z}$ ) , удара тј. промене убрзања у јединици времена ( $\dddot{y}$, $\dddot{z}$ ) и рада осциловања ( $y \cdot \ddot{y}, z \cdot \ddot{z}$ ).

Добијени образац параметра Wz којим се одређује мирноћа хода железничких возила по Сперлингу коригован је са фактором субјективног осећаја путника [1].

Критеријум Сперлинга користио се и за одређивање максималне брзине кретања железничких возила. Међутим, у граничним случајевима, овим поступком не гарантује се потпуна сигурност од исклизнућа и превртања возила (слика 1).

Као допунски критеријум оцене сигурности кретања железничких возила, уводи се одређивање величине бочних сила у висини осовинских лежајева *H* (критеријум Martina tj. Prud 'Homme) [2]. Овај критеријум је и данас важећи за брзине возила до 120 km/h. За веће брзине кретања железничких возила обавезна је примена критеријума односа сила у контакту точак-шина у бочном и вертикалном правцу (Y/Q) [3].



*Слика 1. Искакање и превртање возила*

## II. КАРАКТЕРИСТИКЕ КОЛОСЕКА ЗА ИСПИТИВАЊЕ МИРНОЋЕ ХОДА И СИГУРНОСТИ КРЕТАЊА ЖЕЛЕЗНИЧКИХ ВОЗИЛА

Одређивање квалитета колосека, према прописима УИЦ 518 и ЕН_14363, обавља се одговарајућим мерним колима. За оцену квалитета колосека користе се измерене вертикалне и бочне неравнине. Земље чланице УИЦ-а имају сопствена мерна кола којима се одређује квалитет колосека. Свака мерна кола имају сопствену преносну функцију између стварног и измереног стања колосека. Преносна функција зависи, пре свега, од примењеног принципа мерења и растојања осовина мерних кола. Зато се за исту деоницу пруге, измерену различитим колима, добијају различити резултати. Због тога су железничке управе земаља које су учествовале у припреми прописа извршиле поређење својих кола и као еталон изабрале мерна кола Холандских (NS) железница. Мерења свих осталих мерних кола се путем поправних коефицијената ***k*** (табела 1) коригују према изразу:

$$\sigma_{z,y} = \boldsymbol{k} \cdot \sigma_{NSz,y}$$ , где су: (1)

$\sigma_{z,y}$ - Стандардно одступање вертикалних ($\sigma_z$) и бочних ($\sigma_y$) неравнина колосека мерено другим колима.

$\sigma_{NSz,y}$ - Стандардно одступање вертикалних и бочних неравнина колосека мерено Холандским колима.

***k*** – поправни коефицијент

Овим путем се обезбеђује упоредивост резултата динамичких испитивања истих возила на различитим пругама.

Табела 1. Поправни коефицијенти

| | Коефицијент *k* | |
|---|---|---|
| Железница | Хоризонтално | Вертикално |
| BR | 1,14 | 1,20 |
| CFF | 0,91 | 1,47 |
| CFF Long | 1,25 | - |
| CFR | 1,40 | 1,95 |
| CD | 1,00 | 1,00 |
| DB | 1,24 | 1,47 |
| FS | 1,33 | 1,72 |
| NS | 1,00 | 1,00 |
| ÖBB | 1,00 | 1,00 |
| PKP | 0,73 | 0,71 |
| RENFE | 0,91 | 1,47 |
| SNCF | 0,91 | 1,47 |

УИЦ 518 дефинише квалитет колосека на основу стандардног одступања вертикалних ($\sigma_z$) и бочних ($\sigma_y$) неравнина колосека. Квалитет колосека је сврстан у три категорије QN1, QN2 і QN3, при чему је QN3=1,3 ˙ QN2. Препорука је да испитивање мирноће хода и сигурности кретања железничких возила треба извршити на комерцијалном колосеку где је 50% деоница са квалитетом бољим или једнаким од QN1, 40% деоница је са квалитетом између QN1 и QN2 и 10% деоница је са квалитетом између QN2 и QN3. Уколико се при испитивању деси да квалитет колосека прелази граничне вредности QN3, резултати динамичког понашања возила се, на тим деловима колосека, не узимају у обзир.

Да би могли да извршимо анализу резултата испитивања потребно је изабрану трасу колосека поделити на секције одређене дужине $\ell_s$ и броја *N* (дефинисане прописима), а затим их сврстати у зоне које зависе од полупречника кривине *R*, где разликујемо:

Z1 - зона праве пруге ($\infty \geq R \geq$ 2500 m).

Z2 - зона кривина великог полупречника – ($2500 > R \geq 600$) м.

Z3 - зона кривина малог полупречника – ($600 > R \geq 450$) м.

Ова зона се дели на зону $Z3_k$ – пуне кривине и зону $Z3_p$ – прелазне кривине.

Z4 - зона кривина врло малог полупредчника – ($450 > R \geq 250$) м.

Ова зона се дели на зону $Z4_k$ – пуне кривине и зону $Z4_p$ – прелазне кривине.

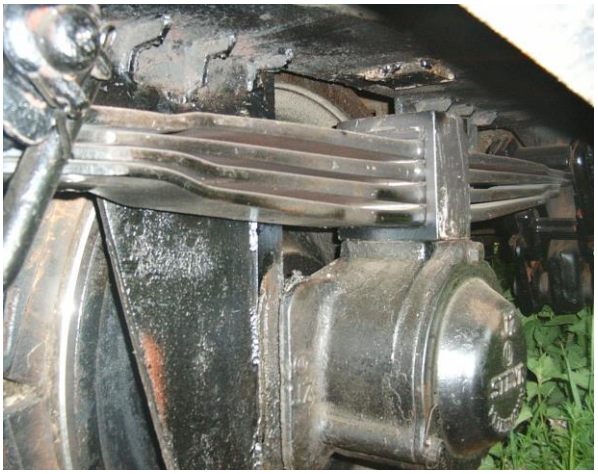
Z5 - зона скретнице.

Прикључне (прелазне) кривине при статистичкој обради одвојене су од пуних кривина.

Појединачна дужина $\ell_s$ и минимални број секција $N$ зависе од зоне и дате су у прописима.

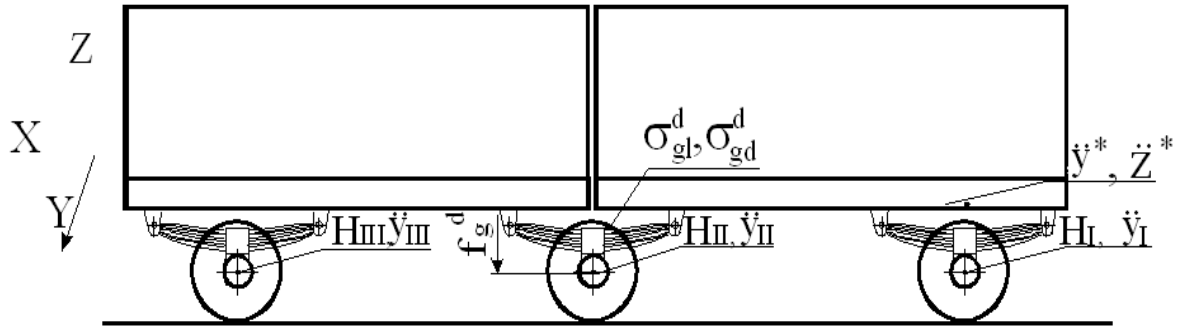
## III. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИСПИТИВАЊЕ ВАГОНА ДДам ЗА ПРЕВОЗ ПУТНИЧКИХ АУТОМОБИЛА

Теретна, реконструисана, троосовинска, двоспратна, двочланкаста кола, намењена за превоз путничких аутомобила, типа ДДам произведена су у ДД „Братство“ Суботица. Реконструкција кола се састојала у замени постојећих трапезних гибњева параболичним гибњевима (слика 2).



*Слика 2. Параболични гибањ*

Програм испитивања, који се односи на испитивање мирноће (квалитета) хода и сигурности (безбедности) кретања празних и натоварених ДДам кола базиран је на прописима УИЦ 518. На слици 3 приказане су величине које су мерене у испитивању [4].




*Слика 3. Распоред мерних места*

Ознаке мерних величина везане за одређивање мирноће хода и сигурности кретања ДДам кола су:

$H_I, H_{II}, H_{III}$ - бочне силе у нивоу осовинског склопа на првој, другој и трећој осовини, (слика 4),

$\ddot{y}_I, \ddot{y}_{II}, \ddot{y}_{III}$ - хоризонтално-попречна убрзања на осовинским склоповима прве, друге и треће осовине, (слика 4),

$\ddot{y}^*$ - хоризонтално-попречно убрзање сандука кола изнад задњег осовинског склопа (слика 5),

$\ddot{z}^*$ - вертикално убрзање сандука кола изнад задњег осовинског склопа (слика 5),

$f^d_g$ - динамички угиб гибња средње осовине (слика 3),

$\sigma^d_{gl}, \sigma^d_{gd}$ - динамички напони на левом и десном гибњу средње осовине (слика 3),



*Слика 4. Претварачи бочних сила и убрзања*



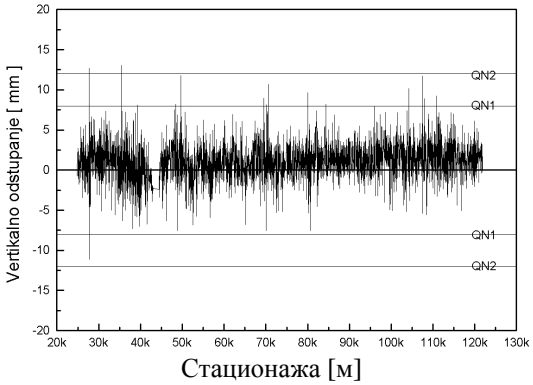
*Слика 5. Претварачи вертикалних и хоризонталних убрзања*

ДДам кола била су лабаво заквачена и постављена на крај композиције коју још сачињавају: локомотива и мерна лабораторија (слика 6).



*Слика 6. Положај ДДам кола у испитној композицији*

На комерцијалном-испитном колосеку, нагиба шина 1:20, мерним колима СЖ извршено је неопходно мерење геометријских карактеристика колосека. Обрада снимљених података извршена је програмом АП00, и софтвером развијеном у Центру за железничка возила Краљево. Поменути софтвери базирани су на Упутству 339 о јединственим критеријумима за контролу стања пруга на мрежи српских пруга. Дозвољене вредности квалитета колосека QN1 и QN2 у хоризонталном и вертикалном правцу дефинисане су УИЦ -ом 518 и унете су у дијаграмске записе измерених геометријских карактеристика колосека (слика 7).




*Слика 7. Геометријске карактеристике колосека у вертикалном правцу на релацији Шид-Нова Пазова*

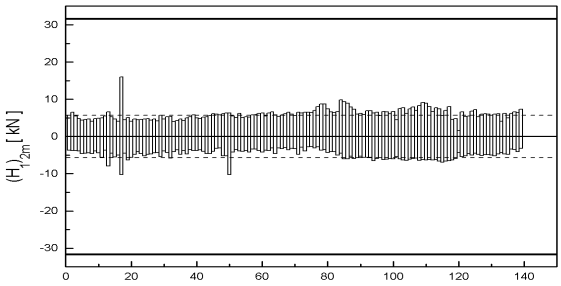
Снимање динамичких величина извршено је из више проба, при чему су пробе подељене на секције (деонице), затим је извршена статистичка обрада по секцијама и од њих су формиране зоне на којима је извршена завршна статистичка обрада.

Да би добијене резултате упоредили са дозвољеним критеријумима, потребно је прво резултате мерења обрадити за сваку секцију посебно. Статистичке величине $x_i$ добијене у обради по секцијама, представљају улазне податке за обраду по зонама.

У статистичкој обради по зонама, је за сваку велицину $x_i$, одређена средња вредност $\bar{x}$ , р.м.с. вредност и средње квадратно одступање $s$. На крају је, за сваку величину по зонама, одређена максимална процењена вредност $\hat{x}_{max}$:

$$\hat{x}_{max} = \bar{x} + k \cdot s \qquad (2)$$

где $k$ фактор има следеће вредности:
$k$=3- за процењене величине које се односе на сигурност,
$k$=2,2- за процењене величине које се односе на мирноћу вожње и
$k$=0 - за квази-статичке процењене величине.




*Слика 8. Дијаграми бочних сила $H_I$*

Овако одређена максимална процењена вредност $\hat{x}_{max}$ упоређује се са дозвољеном вредношћу за сваку испитивану величину и доноси се оцена испитиваних кола.

## IV. ЗАКЉУЧАК

Да би се задовољили постављени критеријуми у поменутим прописима, испитивање празних и натоварених ДДам кола обављено је на изузетно дугој траси. Ово се пре свега односи на број и дужину секција по свим зонама. Најтеже је било испунити критеријум недовољности надвишења. О овом проблему би, у организацији Железница Србије, требало да разговарају стручњаци машинске и грађевинске струке.

Према свему изложеном теретна ДДам кола задовољавају прописане критеријуме за кретање максималном брзином до 120 km/h.

## ЛИТЕРАТУРА

[1] E. Sperling, DB, Zentrolamt Minden, “Mirnoća hoda železničkih vozila“, Doktorska disertacija, preveo prof. dipl. ing. Stevan Markovic, ZTP Beograd, 1970.

[2] UIC 518-Testing and approval of railway vehicles from the point of view of their dynamic behaviour - Safety - Track fatigue - Running behavior,

[3] D. Atmadzhova, “Experimental determination of the “wheel-rail” contact forces of railway vehicles“, Annual University Scientific Conference 27-28 May 2019, “Vasil Levski” National Military University, Veliko Trnovo, ISSN 1314-1937, Electronic Edition ISSN 2367-7481, 2019.

[4] Elaborat 11/04 Ispitivanje rekonstruisanih troosovinskih dvospratnih kola za prevoz putnickih automobile DDam, Masinski fakultet, Kraljevo, 2004.

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Smernice za unapređenje tržišnog poslovanja domaćih preduzeća

## Guidelines for Improving the Market Operation of Domestic Companies

Snežana Bešić[1], Dejan Đorđević[2], Cariša Bešić[3], Jasmina Velisavljević[4]

*High Railway School of Vocational Studies, Belgrade, Serbia[1],*
*University of Novi Sad, Technical Faculty "Mihajlo Pupin", Zrenjanin, Serbia[2],*
*University of Kragujevac, Faculty of Technical Sciences, Čačak, Serbia[3,4]*

snezana.besic63@gmail.com[1], djole@rocketmail.com[2], carisa.besic@ftn.kg.ac.rs[3], jasminavelisavljevic92@gmail.com[4]

***Apstrakt:*** *Brze tehnološke promene zahtevaju nov filozofski pristup u izučavanju upravljanja preduzećem. Glavni problemi koji se javljaju kod procesa upravljanja organizacijom u zemljama u tranziciji su neshvatanje integralnog pristupa procesu upravljanja organizacijom, pogrešno shvatanje marketinga, neadekvatno tretiranje ulaganja u marketing, problemi organizacione strukture, nedovoljna brzina usvajanja novih trendova, metoda i tehnika u menadžmentu. Domaća preduzeća se još uvek nalaze u fazi početnog prihvatanja savremenih principa i tehnika menadžmenta.*
***Ključne reči:*** *upravljanje, konkurentnost, marketing, kvalitet, znanje.*

***Abstract:*** *Rapid technological changes require a new philosophical approach to the study of enterprise management. The main problems that arise in the organizational management process in transition countries are the lack of understanding of the integral approach to the organizational management process, misperception of marketing, inadequate treatment of marketing investments, problems of organizational structure, insufficient speed of acceptance of new trends, methods, and techniques in management. Domestic companies are still in the early stages of accepting modern management principles and techniques.*
***Key words:*** *management, competitiveness, marketing, quality, knowledge.*

## I. UVOD

Savremeni uslovi poslovanja, opredeljeni procesom globalizacije poslovanja i izmenom konkurentskih odnosa, zahtevaju izmenu postojećih postulata upravljanja poslovnom organizacijom, posebno posmatrano sa aspekta poslovne prakse. Prema autoru [1], globalizacija i tehnologija su dve glavne sile pomoću kojih je stvoren nov nivo isprepletene krhkosti u svetskoj ekonomiji. Poslovna organizacija ne može uspešno da posluje ukoliko ne primenjuje savremene metode i tehnike upravljanja. Globlano poslovanje, koje poprima karakter poslovanja u uslovima tržišnih turbulencija, zahteva donošenje poslovnih odluka u vezi sa realnim prilagođavanjem tržišnoj situaciji. Najbitnija posledica globalizacije tržišta jeste globalna konkurencija. Konkurencija u međunarodnim okvirima je postojala i pre samog uspostavljanja procesa globlaizacije, ali nije bila uočljiva i snažana. Konkurencija je u najvećem broju industrija postala internacionalizovana i preduzeća nastupaju na tržištu kroz globalne strategije.

Domaća preduzeća nisu konkurentna na globlanom tržištu, a razlog za to se nalazi u činjenici da su domaća preduzeća nedovoljno produktivna, što rezultuje višim prodajnim cenama, kao i neadekvatnim kvalitetom proizvoda. Problem nekonkurentnosti domaće privrede u međunaordnim okvirima jeste problem koji je evidentan još od kraja osamdesetih godina dvadesetog veka, a posebno je postao uočljiv sa otpočinjanjem tranzicije 2001. godine. Negativni efekti svetske ekonomske krize su samo još više uticali na slabljenje konkurentnosti domaćih preduzeća.

Savremeno društvo prema [2] jeste društvo znanja – znanje je postalo osnovni resurs i korisno dobro. U

savremenom društvu znanje postaje strateški izvor moći i bogatstva, a osnovna društvena grupacija su korisnici znanja, odnosno osobe koje su sposobne da stave znanje u funkciju obavljanja poslovne aktivnosti. Oni stvaraju ideje, informacije, koncepte. Za svakog radnika znanja je prilično važno da se usredsredi na davanje doprinosa. Primena savremenih metoda i tehnika upravljanja direktno je zasnovana na primeni i unapređenju produktivnsoti znanja kako pojedinca, tako i organizaicje u celini.

## II. SAVREMENO SHVATANJE POSLOVANJA

Savremeno poslovanje zahteva izmenu načina razmišljanja u odnosu na ustrojstvo poslovnih funkcija u preduzeću. Od tradicionalnog shvatanja, opredeljenog linearnim načinom razmišljanja, gde su sve poslovne funkcija imale podjednak značaj, preduzeća se moraju okrenuti proaktivnom razmišljanju, koje podrazumeva shvatanje i kreiranje promena. To podrazumeva i prestrukturiranje poslovnih funkcija unutar savremenog preduzeća. Nekada su sve funkcije posmatrane kao jednake, a dugo vremena prednost je bila davana proizvodnji. Ovakav model je sa uspostavljanjem globalizacije i razvojem novih konkurentskih odnosa objektivno prevaziđen. Autor rada [3] smatra da su reinženjering, smanjivanje troškova, neprestano usavršvanje, autsorsing i ofšoring u potpunosti konzistentni sa genetskim sklonostima velikih kompanija. U krajnjoj liniji to podrazumeva da je za savremenu poslovnu organizaciju bitno da se direktno bavi samo onim poslovnim funkcijama koje su usmerene na budućnost, odnosno koje imaju strategijski predznak. U savremenim uslovima poslovanja u upravljanju preduzećem posebno se izdvajaju poslovne funkcije koje zbog svoje tržišne orijentacije nose strategijski predznak. To su:

1) marketing,
2) kvalitet i
3) istraživanje i razvoj, [4].

Svaka poslovna organizacija je upućena na tržište jer na tržištu vrši realizaciju svojih proizvoda i usluga, nadmeće se u tržišnoj utakmici sa konkurentima, uspostavlja sistem partnerskih odnosa sa dobavljačima i zadovoljava zahteve potrošača. Marketing jeste poslovna filozofija koja se bavi tržištem i poslovanjem preduzeća na tržištu. On je od suštinske važnosti za tržišno poslovanje orgnaizacije. Isti mora da uoči moguće tržišne šanse i da ih pretoči u novi proizvod koji će kupci da prihvate. Inovacija počinje i završava sa marketingom. Integrišući inovaciju sa kvalitetom, marketing ostvaruje definisanje stabilne tržišne pozicije i dugorčni rast. Inovacija predstavlja specifično oruđe preduzetnika, sredstvo pomoću kojeg oni koriste promenu kao mogućnost za izvršenje različitih poslovnih aktivnosti. Ona stvara resurs i rezultat je delovanja i marketinga i istraživanja i razvoja. Uspešna inovacija mora da uskladi koordinaciju svake tehnološke inovacije kao i celokupne marketing funkcije. Marketing nije potreban samo kao dodatni napor da neka tehnološka inovacija postane i tržišno uspešna, već je bitan u celokupnom procesu tehnološke inovacije. Kvalitet podrazumeva kvalitet poslovanja organizacije. On se projektuje na nivou izvršnog rukovodstva. Takođe je upravljački fenomen i fokusira se na zadovoljenje zahteva krosinika. Kvalitet podrazumeva izgrađivanje određenog modela upravljanja kvalitetom u organizacionoj strukturi. Upravljanje kvalitetom treba da rezultuje unapređenjem prodktivnosti poslovanja i zadovoljstvoma korisnika.

Preduzećima je u savremom poslovanju potreban nov način razmišljanja, koji podrazumeva napuštanje nefunkcionalnih metoda i tehnika upravljanja i primenu savremenih marketinških metoda i tehnika. Prema [5], promene u marketing menadžmentu posledica su uticaja savremenih društvenih faktora i imaju vidljive implikacije na celinu marketing programa. Ostvarivanje konkurentske prednosti zahteva od marketing menadžera da razmišljaju dalje od sadašnjosti, da razmišljaju za potrošače, kao i da razmišljaju šire od oragnizaicnih parametara.

## III. ISTRAŽIVANJE STAVOVA RUKOVODILACA U DOMAĆIM PREDUZEĆIMA U VEZI SA ATRIBUTIMA MARKETINGA KOJI DETERMINIŠU KONKURENTNOST DOMAĆIH PREDUZEĆA

Istraživanje stavova rukovodilaca u vezi sa atributima marketinga koji determinišu konkurentnost domaćih preduzeća realizovano je sa ciljem da se utvrde mogućnosti za unapređenje marketing prakse u domaćim preduzećima. Istraživanje stavova rukovodilaca je izvršeno u periodu od decembra 2017. do aprila 2018. godine na teritoriji Republike Srbije, s ciljem da se dobije mišljenje rukovodilaca preduzeća o mogućnostima za kreiranje novog modela poslovanja zasnovanog na primeni savremenih metoda i tehnika upravljanja marketingom, u cilju unapređenja efikasnosti poslovanja i konkurentnosti. Uzorak istraživanja je projektovana na veličinu od 250 jedinica (rukovodioci preduzeća), a u rezultatima istraživanja se operiše sa 249 jedinica. Prilikom definisanja istraživanja pošlo se od generalne hipoteze da je moguće kreirati teorijski model za unapredjenje konkuretnosti domaćih preduzeća po osnovu primene savremenih metoda i tehnika marketinga i koji će u sebi integrisati zahteve i potrebe savremenih polsovnih subjekata u funkciji unapređenja efikasnosti poslovanja i postizanja konkurentske sposobnosti na globlanom tržištu, uzimajući u obzir globlane trendove u poslovanju i specifičnosti tranzicione privrede [6].

Od 249 anketiranih organizacija 126 (50,6%) su u privatnom, 109 (43,8%) u državnom i preostalih 14 (5,6%) su u mešovitom vlasništvu. Broj zaposlenih u anketiranim firmama je: do 10 zaposlenih ima 26 organizacija (10,4%), preko 10 do 50 zaposlenih ima 41 organizacija (16,5%), preko 50 do 250 zaposlenih ima 57 organizacija (22,9%) i preko 250 zaposlenih ima 125 organizacija (50,4%). Najveći broj, oko jedne petine, anketiranih organizacija posluje u oblasti saobraćaja i telekomunikacija, zatim slede oblasti

trgovine, finansija i industrije, a najmanju zastupljenost imaju zanatstvo i poljoprivreda. Najveći broj zaposlenih koji su davali odgovore na anketni upitnik je na poziciji menadžera u organizaciji (oko jedne petine), zatim, po frekvenciji slede direktori preduzeća, rukovodioci sektora, vlasnici preduzeća i rukovodioci odeljenja. Odgovore su najređe davali savetnici i zaposleni na ostalim pozicijama.

Kao najznačajniji faktori za unapređenje poslovanja domaćih preduzeća ističu se sledeći: unapređenje kvaliteta poslovanja (20,49%), usavršavanje zaposlenih (20,22%), povećanje produktivnosti poslovanja (13,11%), usavršavanje tehničko-tehnološke osnove poslovanja (11,61%), razvoj i primena informacionih tehnologija (11,48%). Kao glavne prepreke u razvoju konkuretnosti domaćih preduzeća mogu se uočiti sledeće: nedostatak finansijskog kapitala (27,34%), nedostatak resursa (20,05%), nedostatak znanja (17,72%), zastarela oprema i tehnologija (17,31%) i neadekvatna upotreba savremenih metoda i tehnika menadžmenta (6,87%). Analizirani rukovodioci su definisali i glavne karakteristike koje treba da poseduje moderna organizacija i to su: efikasnost (20,08%), inovativnost (19,39%), produktivnost (14,37%), kreativnost (11,99%) i fleksibilnost (9,9%).

Kod najvećeg broja državnih preduzeća marketing koncept se primenjuje samo „po potrebi“ (29,79%), manji je broj onih gde je ovaj koncept inkorporiran u „razvojne projekte“ (26,60%) i koji ga koriste „parcijalno, u odnosu na poslovanje“ (24,47%), a kao „integralni koncept“ se najređe koristi (18,09%), ako se ne računaju nedefinisane „druge“ primene. Prema učestalosti primene, samo se „primena po potrebi“ izdvaja statistički značajno od mogućeg proseka 20% ($z=2,335$, $p=0,020$). Slično tome, „primena po potrebi“ je značajno češća u odnosu na „marketing kao integralni koncept“ ($z=2,899$, $p=0,004$). Među ostalim relativnim frekvencijama nema statistički značajne razlike.

Uporedna analiza modaliteta primene marketing koncepta između privatnih i državnih preduzeća, pokazuje da su minorne razlike u učestalosti primene „marketinga kao integralnog koncepta“ (2,08 procentnih poena) i primene marketing koncepta „prema potrebi“ (0,38 procentnih poena), pa i statistički test pokazuje neznačajnost razlike (redom, $hi^2=0,144$, $p=0,704$ i $hi^2=0,000$, $p=0,999$). Veći je relativni broj privatnih preduzeća koja primenjuju marketing koncept „parcijalno, u odnosu na poslovanje“ u odnosu na državna preduzeća (razlika je 5,78 procentnih poena), ali razlika statistički nije značajna ($hi^2=0,968$, $p=0,325$). Nasuprot tome, kod državnih preduzeća veća je relativna frekvencija onih koji marketing koncept primenjuju u „okviru razvojnih projekata“ (razlika je 7,27 procentnih poena), ali ni ovde nema statistički značajne razlike ($hi^2=1,750$, $p=0,186$).

Kod najvećeg broja najvećih anketiranih preduzeća, sa brojem zaposlenih preko 250, marketing koncept se primenjuje “u okviru razvojnih projekata“ (30,97%), zatim, u slično velikoj frekvenciji, „prema potrebi“ (28,32%), a ređe se primenjuju „kao integralni koncept“ (20,35%) i „parcijalno, u odnosu na poslovanje“ (19,47%). Dve češće primene su statistički značajno veće u odnosu na ređe primene (u svim komparacijama $p<0,05$).

Kao najznačajniji ciljevi marketinga, analizirani rukovodioci ističu sledeće: unapređenje kvaliteta poslovanja (38%), postizanje vrednosti za korisnika (22%), razvoj konkurentske sposobnosti (18%), postizanje poslovne izvrsnosti (13%), izlazak na globalno tržište (7%). Isto tako, oni ističu sledeće metode i tehnike marketinga koje se koriste u funkciji uspostavljanja konkuretnosti: analiza zadovoljstva korisnika (16,83%), unapređenje prodaje (16,40%), odnosi s javnošću (11,08%), direktni marketing (10,93%), brendiranje (10,07%).

Analizirani rukovodioci su u proteklih godinu dana bili na usavršavanju najčešće iz oblasti razvoja proizvoda i usluga (19,83%), kvaliteta (17,24%), upravljanja ljudskim resursima (15,52%), upravljanja informacionim sistemia (11,64%), marketinga (11,64%), međunarodnog poslovanja (8,62%), upravljanja tehničkim sistemima (7,76%) i poslovne administracije (6,9%). Kada se radi o procesu usavršavanja zaposlenih u domaćim preduzećima, najveći broj ispitanika, njih 19,24% je istakao da su se zaposleni usavršavali iz oblasti upravljanja kvalitetom. Zatim slede ispitanici koji su istakli da je najznačajnija oblast usavršavanja zaposlenih bila upravljanje informacionim tehnologijama (17,18%), razvoj proiziovda i usluga (16,49%), marketing (14,43%), upravljanje ljudskim resursima (11,34%), upravljanje tehničkim sistemima (7,9%), poslovna administracija (7,56%), međunarodno poslovanje (5,15%).

U odnosu na prethodno analizirane rezutate istraživanja, kao glavni pravci unapređenja poslovanja domaćih preduzeća mogu se izdvojiti:

- adekvatna primena savremenih metoda i tehnika upravljanja,
- šira i sveobuhvatnija primena sistema menadžmenta kvlaitetom i integrisanih menadžment sistema u funkciji unapređenja kvaliteta poslovanja,
- poslovanje zasnovano na unapređenju produktivnosti znanja,
- razvoj inovativnog delovanja u domaćim preduzećima.

Praksa preduzeća koja dolazi iz najrazvijenijih zemlja sveta ukazuje na činjenicu da su inovativnost i produktivnost ključni fakotri unapređenja poslovanja moderne organizacije. Novoindustrijalizovane zemlje takođe su prihvatile model poslovanja koji se bazira na stalnom unapređenju produktivnosti poslovanja, razvoju kvaliteta i inoviranju, proizvoda i organizacije. Produktivnost, kvalitet i inovacije se nalaze u samom centru razmatranja svih

strategijskih varijanti za unapređenje konkurentske sposobnosti poslovnih organizacija i konkurentnosti nacija.

## IV. SMERNICE ZA UNAPREĐENJE POSLOVANJA DOMAĆIH PREDUZEĆA

Glavne smernice za unapređenje u odnosu na prezentovane rezultate su:

1) *razvoj marketing odnosa,*
2) *stalno unapređenje kvaliteta poslovanja i*
3) *permanentno usavršavanje znanja domaćih rukovodioca.*

Marketing odnosa jeste marketing proistup koji ne potencira samo konkurentnost kroz tržišnu boru, već akcentira saradnju i međuzavisnost svih tržišnih aktera, ali i ostalih intersnih grupa u poslovnom okruženju preduzeća. Marketing odnosa prepoznaje značaj svih učesnika u marketing procesu – dobavljača, zapsolenih, distributera, dilera, maloprodavaca, koji sarađuju u cilju kreiranja veće vrednosti za ciljnu grupu potrošača. Najveći broj rukovodilaca domaćih preduzeća je istakao da se u njihovoj organizaciji marketing primenjuje prema potrebi – 29,78%, parcijalno – 26,22%, u okviru projekata – 24% i konačno, kao integralni koncept -19,11%. Na bazi prikazanih rezultata može se zaključiti da se u domaćim preduzećima marketing uglavnom ne prtimenjuje kao integralni koncept, već se primenjuje prema potrebi (npr. kampanje u odnosu na povećanje prodaje), parcijalno i u okviru projekta (uvođenje novog proizvoda), što nije adekvatno u odnosu na zahteva poslovanja globlane ekonomije. U najvećem broj preduzeća, njih 73,49%), postoji posebna organizaciona jedinica za realizovanje marketing aktivnosti. Najveći broj preduzeća, njih 36,6% marketing realizuju kroz službu za marketing, zatim kroz odeljenje za marketing – 28,96%, kroz sektor za marketing – 20,77%, i korz direkiciju za marketing – 5,46%. Na bazi navedenih rezultata može se videti da kod procesa organizovanja marketing aktivnosti u domaćim preduzećima dominiraju niži oblici organizovanja – služba i odeljenje za marketing. U najvećem broj preduzeća, njih 87,95%, marketing aktivnosti se planiraju. Najčešći oblik planiranja marketinga jeste prema projektu (39,27%), zatim sledi kratkoriočno planirtanje do godinu dana (31,96%), i srednjeročno planiranje (16,89%). Kao što može da se vidi, dominiraju preduzeća koja planiranju pristupaju prema projektima i na nivou do godinu dana, što nije adekvatno u odnosu na potrebu urpavljanja savremenom poslovnom organizacijom u globanlom poslovanju. Samo 16,89% preduzeća pristupa srednjeročnom planiranju marketing aktivnosti. Kada se radi o primeni pojedinih tehnika marketinga, najzastupljenije marketinške aktivnosti u domaćim preduzećima su sledeće - analiza zadovoljstva korisnika (16,83%), unapređenje prodaje (16,40%), odnosi s javnošću (11,08%), direktni marketing (10,93%), brendiranje (10,07%). Hijerarhija pomenutih aktivnosti i tehnika marketinga kod domaćih preduzeća je logična ukoliko se uzme u obzir činjenca da su domaća preduzeća konstantno usmerena na povećanje prodaje na ograničenom domaćem i regionalnom tržištu (zapadni Balkan, deo tržišta EU), bez značajnijih izgleda za povećanjem plasmana u međunarodnim razmerama, uz potrebu održavanja kvaliteta poslovanja, u uslovima hroničnog nedostaka finansijskog kapitala. Ono što se može zaključiti jeste da se određene savremene marketing tehnike poput upravljanja zadovoljstvom korisnika – CRM (7,91%), marketing incijativa u širem kompleksu korporativne društvene odgovornosti (7,91%), integralne marketing komunikacije (7,62%), mrežnog marketinga (2,155) ili lateralnog marketinga (1,43%), značajno manje koriste u domaćim preduzećima. Razlog za ovo je svakako nedostatak novca, ali i nedostak znanja, jer su to uglanom marketing metode i tehnike koje se zasnivaju na znaju.

Stalno unapređenje kvaliteta poslovanja jeste imperativ savremene ekonomije. Ono se realizuje po osnovu dugoročne izgradnje koncepta upravljanja kvalitetom i primene međunarodnih upravljačkih standarda. Domaća privreda jeste lider u regionu kada se radi o broju sertifikovanih organizacija u donosu na ISO upravljačke standarde, što je i logično zbog velilčne domaće ekonomije u odnosu na druge zemlje zapadnog Balkana, ali je nedovoljna u odnosu na ukupan broj aktivnih preduzeća u Srbiji, kao i u odnosu na druge zemlje jugoistočne Evrope (Grčka, Rumunija, Bugraska, Mađarska, itd). Domaći rukovodioci su svesni potrebe za unapređenjem kvaliteta poslovanja po osnovu primene integrisanih menadžment sistema. Prema mišljenju analiziranih rukovodilaca domaćih preduzeća, stalno unapređenje kvaliteta poslovanja jeste najznačajniji poslovni, pa i marketing cilj (38% svih odgovora). Stalno unapređenje kvaliteta poslovanja je najviše prisutan cilj marketing aktivnosti kod najvećih organizacija (45,11% od svih ciljeva), gde je broj zaposlenih preko 250. Upravljanje kvalitetom se pozicionira kao jedan od ključnih faktora konkurentnosti savremene organizacije. Ove činjenice su svesni svi domaći rukovodioci, pogotovu onih preduzeća koja su međunarodno orijentisana.

Stalno unapređenje produktivnosti znanja, kao fundamentalna pretpostavka unapređenja produktivnosti poslovanja savremene organizacije, postalo je centralno pitanje svih globlanih korporacija. Rezultati istraživanja su ukazali na potrebu za unapređenjem znanja rukovdioca, ali i zaposlenih u domaćim organizacijama. Kada se zajedno posmatraju stavovi rukovodilaca *organizacija zasnovanih na resursima-tradicoinalna organizacija*, može se zaključiti da gotovo 54% ispitanika smatra da njihove organizacije nisu organizacije koje se baziraju na znanju ili stvaranju znanje. Ovo je logično ukoliko se uzme u obzir činjenica da se domaća ekonomija u odnosu na klasifikaciju Svetskog ekonomskog formuma svrstava u grupu zemalja koje se vode efikasnošću, što je slučaj sa većinom tranzicionih ekonomija i jednim delom novoindustrijalizovanih zemalja.

Jedan od glavnih probelma sa kojim se suočavaju domaća preduzeća jeste nepostojanje profesionalnog

menadžmenta. Ovo se posebno odnosi na preduzeća koja su u državnom vlasništvu (javna preduzeća i javna komunalna preduzeća). Ovo nije opšti utisak, već činjenica koja se potencira u godišnjem Izveštaju Svetskog ekonomskog foruma. Prema Izveštaju o globalnoj konkurentnosti za 2019. godinu [7], najveći problemi ekonomije Republike Srbije u odnosu na razrađene indikatore konkurentnosti (analizirane su 141 zemlja u svetu) su sofisticiranost kupaca (124. mesto u svetu), mogućnost oslanjanja na profesionalni menadžment (114. mesto u svetu), distrozivni efekat taksi na konkurenciju (110. mesto u svetu), odnos prema preduzetništvu (107. mesto u svetu), saradnja poslodavaca i zaposlenih (107, mesto u svetu) itd. Sem toga, i u prošlogodišnjem izveštaju Svetskog ekonomskog foruma, mogućnost oslanjanja na profesionalni menadžment je bila jedna od najlošije rangiranih pozicija Srbije u odnosnu na specifične indikatore konkurentnosti (122. mesto u svetu u 2018.).

## V. ZAKLJUČAK

Implementiranje globlanih iskustava i međunarodno potvrđene poslovne prakse, kao i savremenih upravljačkih metoda i tehnika jesu osnov za unapređenje efikasnosti poslovanja domaćih preduzeća i razvoj konkurentske sposobnosti na globlanom tržištu. Domaća preduzeća moraju da svoje poslovanje baziraju na stalnom unapređenju znanja, kroz primenu saremnih metoda i tehnika upravljanja. Ovde se posebno misli na šire prihvatanje koncepta marketing odnosa i sistema menadžmenta kvalitetom i integrisanih menadžemnt sistema, koji predstavljaju osnovu za jačanje konkurentske spobonosti domaćih poslovnih organizacija u međunarodnim razmerama.

Evidenta je činjenica da većina domaćih rukovodilaca nisu inovatori, nisu sposobni da prihvate promene i inovacije, a najveći deo njih nisu ni dovoljno obrazovani da bi bili produktivni. Savremene metode i tehnike upravljanja se primenjuju sporadično i uglavnom se svode na primenu sistema menadžmenta kvalitetom prema zahtevima standarda ISO 9001, ili nekih drugih standrda, jer to od njih zahtevaju strani partneri.

Kao glavni pravci unapređenja marketinga u domaćim preduzećima mogu se izdvojiti: *primena integralnog marketing koncepta, adekvatnije formiranje organizacione celine za marketing u domaćim preduzećima, planski pristup planiranju marketinga u funkciji uspešnog upravljanja marketing funkcijom, adekvatnija i brža primena savremenih metoda i tehnika marketinga.*

## LITERATURA

[1] P. Kotler, J. Caslione, „Kaotika", Mate, Zagreb, 2009.

[2] P. Drucker, „Moj pogled na menadžment", Asee Books, Novi Sad, 2003.

[3] G. Hamel, „Budućnost menadžmenta", Asee Books, Novi Sad, 2009.

[4] D. Đorđević, D. Ćoćkalo, „Osnove marketinga", TF Mihajlo Pupin, Zrenjanin, 2010.

[5] A. Grubor, „Marketing menadžment u funkciji razvoja novog privatnog sektora", Poslovna ekonomija, Fakultet za uslužni biznis, Sremska Kamenica, vol. 6, br. 1, pp. 79-90, 2012.

[6] S. Bešić, C. Bešić, „Creating the model for the implementation of marketing attributes which determine domestic enterprises competitiveness", Journal of Engineering Management and Competitiveness (JEMC), TF „Mihajlo Pupin", Zrenjanin, Vol. 8., No. 2., pp. 102-112, 2018.

[7] The Global Competitiveness Report 2019, World Economic Formun, pp. 499-501, october 2019. www.weforum.org

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Некоторые вопросы управления железнодорожной транспортной системой

## Some Management Issues Railway Transport System

Михаил Яшин

*Военный институт (Железнодорожных войск и военных сообщений) Федеральное государственное бюджетное казённое военное образовательное учреждение высшего образования Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва, Санкт-Петербург, Россия*

mikl771@rambler.ru

***Резюме:*** *Представлен взгляд на направление железнодорожных перевозок как на сложную организационно-техническую систему, а также проблемы возникающие при восстановлении регулирования движения поездов по участкам железнодорожных направлений, место систем железнодорожной автоматики и телемеханики в обеспечении требуемых объёмов перевозок. Предложен к созданию унифицированный восстановительный комплекс, на базе транспортабельного модуля со смонтированной внутри него аппаратурой железнодорожной автоматики и телемеханики, как средство повышения темпов восстановления прерванного движения поездов.*
***Ключевые слова:*** *железные дороги; железнодорожный транспорт; восстановление железнодорожной инфраструктуры; транспортабельный модуль, автоматика, телемеханика.*

***Abstract:*** *A view is presented of the direction of railway transportation as a complex organizational and technical system, as well as the problems that arise when restoring the regulation of train traffic in sections of railway directions, the place of railway automation and telemechanics in providing the required traffic volumes. A unified recovery complex based on a transportable module with railway automation and telemechanics equipment mounted inside it has been proposed as a means of increasing the rate of restoration of interrupted train traffic.*
***Keywords:*** *railways, railway transport, restoration of railway infrastructure, transportable module, automation, telemechanics.*

### I. ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

Опыт Великой Отечественной войны, войны с Японией, локальных войн и военных конфликтов последних десятилетий наглядно показывает, что железнодорожный транспорт был, есть и будет одним из важнейших компонентов оборонного потенциала страны. Железнодорожный транспорт даёт возможность в достаточно короткие сроки перебрасывать на большие расстояния живую силу, вооружение, боевую и другую технику, обеспечивать доставку значительных объёмов различных материальных средств.

Мысль о том, что процесс функционирования транспортных коммуникаций следует анализировать и изучать с системных позиций, впервые высказал основоположник системного подхода австрийский ученый Л. Берталанфи, который назвал перегруженность дорог транспортными средствами в числе важнейших неотложных проблем, требующих применения системного подхода [1].

Под системой обычно понимают «… совокупность подсистем и элементов, образующих единое целое, единство которых проявляется через взаимодействие направленное на достижение определенной цели» [2, 3]. В свою очередь, железнодорожная транспортная система представляет собой совокупность функционально взаимосвязанных технических и транспортных средств, а также технического персонала, предназначенная для осуществления в регламентированных условиях (с заданными параметрами) перевозочного процесса.

В связи с этим, решение комплекса сложных, разноплановых задач по восстановлению прерванного движения поездов в условиях возникновения чрезвычайных ситуаций различного характера, а также

при ограниченных временных и материальных ресурсах, можно обеспечить только при наличии устойчивого управления, в том числе и технологического управления, связанного с функционированием железнодорожной автоматики и телемеханики. Комплекс технических средств железнодорожной автоматики принято называть устройствами сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ).

## II. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Необходимость применения системного подхода при исследовании вопросов оценки пропускной и провозной способности направления железнодорожных перевозок, обеспечения живучести его функционирования условиях интенсивных поездопотоков, обусловлена: влиянием большого числа внутренних и внешних факторов; наличием участков, отличающихся геометрическими параметрами (план, профиль), протяженностью; обслуживаемым видом тяги; плотностью потока поездов, числом главных путей; наличием множества искусственных сооружений, узловых и технических станций, подъездных путей; различной интенсивностью движения поездопотока, скоростями движения; факторами окружающей среды (характер и масштабы воздействия различного рода чрезвычайных ситуаций, погодно-климатические условия и др.) (рис. 1).

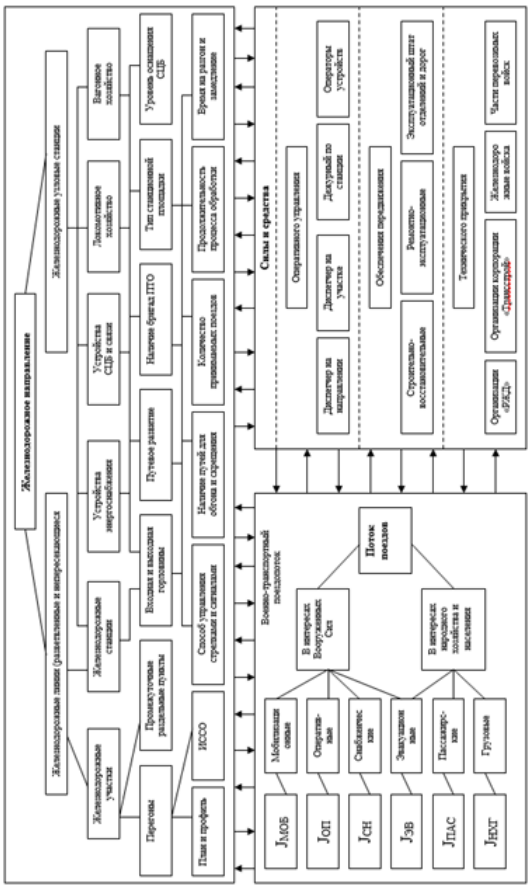


*Рис. 1. Железнодорожное направление как система*

Сущность системного подхода к оценке результатов функционирования железнодорожного направления в различных условиях заключается в выявлении основных характеристик системы, влияющих на обеспечение требуемых целевых конечных результатов, её способности скомпенсировать неблагоприятные воздействия, уменьшить последствия таких воздействий и восстанавливать нормальное функционирование при минимизации используемых для этого ресурсов. Наиболее полно оценку функционирования системы железнодорожного направления в условиях интенсивного воздействия неблагоприятных факторов различного характера, в т.ч. и при чрезвычайных ситуациях, описывает его живучесть.

Живучесть – свойство транспортных сооружений и устройств или их комплекса (объектов, линий, сетей), характеризующее способность их сохранять и восстанавливать возможности по выполнению воинских и других особо важных перевозок в заданном объёме и в установленные сроки в условиях воздействия внешних повреждающих факторов и прежде всего боевого воздействия противника или чрезвычайных ситуаций.

Фактически речь идёт о сложной организационно-технической системе (участке магистральной железной дороги), как о комплексе станций, открытых для выполнения операций по приему и отправлению поездов, приему и выдаче грузов, багажа, груза-багажа, по обслуживанию пассажиров и выполнению сортировочных и маневровых работ, а также железнодорожных путей, соединяющие такие станции.

Из теории системного анализа известно, что устойчивость функционирования такой специфической системы как железнодорожное направление, целиком и полностью определяется живучестью отдельных объектов и устройств, влияющих на выполнение системой своих функций, в условиях различного рода неблагоприятных воздействий.

Особое влияние на выполнение железнодорожной транспортной системой своих функций оказывают устройства и системы организации движения поездов, целью которых является безопасный пропуск поездов с наибольшей пропускной способностью, оказывающие значительное влияние на пропускную и провозную способность железнодорожных участков и в целом на эффективность железнодорожного транспорта [4, 5].

Для обеспечения заданных объёмов перевозок и высокой пропускной способности, а также безопасности движения поездов существуют системы интервального регулирование движение поездов (СИРДП), без которых невозможно полноценное функционирование железных дорог. При движении поездов устанавливаются допустимые интервалы их безопасного следования в

попутном направлении, и исключается возможность встречного движения поездов по одному и тому же пути.

Как уже было указано, комплекс технических средств железнодорожной автоматики принято называть устройствами сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ) [6].

Одним из направлений повышения устойчивости железнодорожного направления является разработка унифицированного восстановительного комплекса (УВК-ШЧ-ТМ), на базе типовых транспортабельных модулей [7].

Комплекс УВК-ШЧ-ТМ должен соответствовать военно-техническим требованиям, характеризующим специфические свойства конструкции, к которым можно отнести в первую очередь надежность, мобильность, защищённость (стойкость к внешним воздействиям), универсальность и ряд других, определяемых различными качественными и количественными показателями [8, 9].

На наш взгляд УВК-ШЧ-ТМ должен представлять собой универсальный передвижной автономный комплекс поста электрической централизации, обеспечивающий:

– выполнение функций автоматизированного рабочего места дежурного по станции (АРМ ДСП);

– сопряжение с напольными объектами (стрелками, сигналами, устройствами контроля свободности рельсовых участков и т.п.);

– увязку с системами интервального регулирования и переездной автоматикой;

– реализацию функций линейного пункта диспетчерской централизации;

– телеинформационный обмен с системами вышестоящего уровня.

Комплекс должен легко адаптироваться к условиям конкретной станции при развертывании на объекте, а также при возникновении оперативных изменений во время эксплуатации восстанавливаемого участка железнодорожной магистрали. Он обязан удовлетворять общим требованиям, связанным с безопасностью движения поездов, предъявляемым к электрической централизации стрелок и сигналов в соответствии с Правилами технической эксплуатации железных дорог РФ [10].

## III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, оперативное восстановление железнодорожной инфраструктуры позволит поддерживать на заданном уровне требования к качеству перевозок, даст возможность обеспечить своевременное развёртывание сил и средств при восстановлении участка железнодорожной магистрали, в том числе и при ликвидации последствий ЧС.

Использование восстановительного комплекса размещённого в кузове-контейнере увеличит возможности по восстановлению (строительству) станционных устройств СЦБ и связи, в кратчайшие сроки позволит обеспечить полноценную эксплуатацию восстановленного участка для достижения требуемой пропускной способности.

## ЛИТЕРАТУРА

[1] Берталанфи Л. фон. История и статус общей теории систем. – В кн.: Системные исследования. Ежегодник 1973. – М.: Наука, 1973 г. – с. 20-37.

[2] А. В. Антонов, „Системный анализ“, Учебник для ВУЗов. – М.: Высшая школа, 2006. – с. 454.

[3] В. М. Добкин, „Системный анализ в управлении“, М.: Химия, 1984. – с. 224.

[4] Б. М. Григорьев, С. А. Вуколов, В. А. Вороной и др., „Организация восстановления мостов на железных дорогах: Учебное пособие“, СПб.: ВАМТО, 2014. – 358 с.

[5] А. С. Низов, Д. И. Попов, Г. А. Ложечников, „Организация восстановления железных дорог“, Учебник. СПб: ВАМТО, 2014. – 304 с.

[6] Э. З. Загидуллин, А. Г. Карпухин, „Мобильный комплекс МК ЭЦ-ИН“, Автоматика, связь, информатика, 2009 – № 1, с. 32-35.

[7] А. Б. Никитин, М. Г. Яшин, Р. А. Пантелеев, „Транспортабельные модули электрической централизации как средство восстановления систем управления движением поездов“, Автоматика на транспорте. – 2015. – Том 1. – №2. – С. 127-142.

[8] М. Г. Яшин, Р. А. Пантелеев, „Восстановление регулирования движения поездов по участкам железнодорожных направлений в условиях военных действий“, Транспорт Урала. – 2016. – №2. – С. 99-104. – DOI 10.20291/1815-9400-2016-2-99-104 .

[9] М. Г. Яшин, Р. А. Пантелеев, „Восстановление регулирования движения поездов на железных дорогах в современных условиях“, Наука и военная безопасность. – 2016. - №1(4) – С. 75-82.

[10] Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации (редакция от 25.12.2018). Министерство транспорта российской федерации. ПРИКАЗ от 21 декабря 2010 г. № 286.

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Некоторые вопросы оценки пропускной способности железнодорожной станции

## Some Questions of Assessing Railway Station Capacity

Владимир Бабошин[1], Роман Пантелеев [2], Николай Романов[3], Михаил Яшин[4]

*Военный институт (Железнодорожных войск и военных сообщений) Федеральное государственное бюджетное казённое военное образовательное учреждение высшего образования Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва, Санкт-Петербург, Россия*[1,2,3,4]

boboberst@mail.ru [1], pantel98@mail.ru[2], mikl771@rambler.ru [4]

***Резюме:*** *Предлагается к рассмотрению расчётные соотношения для оценки пропускной способности станции с позиции системного анализа. При этом станция рассматривается как сложная техническая система, основной функцией которой является выполнение перевозочного процесса. Принято, что наличная пропускная способность станции носит вероятностный характер. Оно с высокой степенью вероятности описывается нормальным законом распределения. Следовательно, для более достоверной оценки пропускной способности станции необходимо использовать системный подход к анализу структуры процессов станции, вероятностной оценке параметров её функционирования, нормальный закон распределения случайной величины пропускной способности станции.*
***Ключевые слова:*** *железные дороги; железнодорожный транспорт; железнодорожная станция; наличная пропускная способность станции; техническая оснащённость станции; интенсивность поездопотока.*

***Abstract:*** *It is proposed to consider a methodology for assessing the capacity of a station from the perspective of system analysis. At the same time, the station is considered as a complex technical system, the main function of which is the implementation of the transportation process. It is accepted that the available capacity of the station is probabilistic. It is described with a high degree of probability by the normal distribution law. Therefore, for a more reliable estimate of the station's throughput, it is necessary to use a systematic approach to the analysis of the structure of the station's processes, a probabilistic assessment of the parameters of its operation, the normal distribution law of a random amount of station throughput.*
***Keywords:*** *railways, railway transport, railway station, station throughput, technical equipment of the station, train flow intensity.*

### I. ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

Целью данной статьи является формирование системного, вероятностного подхода к оценке пропускной способности железнодорожной станции.

Пропускная способность железнодорожной станции определяется наиболее вероятным числом грузовых поездов (отдельно без переработки и с переработкой) и заданным числом пассажирских поездов, которые могут быть пропущены станцией за сутки по всем прилегающим к ней направлениям при условиях работы, обеспечивающих полное использование имеющихся технических средств [1].

Различают наличную и потребную пропускную способность. Наличная пропускная способность определяется возможностью технических устройств (количеством путей, оснащением сортировочной горки) принять (переработать) определенное количество поездов (вагонов).

Потребная пропускная способность определяется количеством поездов (вагонов), которое требуется пропустить (принять, переработать) с учетом заданного количества пассажирских и пригородных поездов, внутримесячной неравномерности движения поездов и с учетом резерва. Резерв для станций принимают в размерах, что и для линий: 20 % — для однопутных и 15 % — для двухпутных линий. Пропускная способность не

узловых участковых станций должна соответствовать пропускной способности имеющихся подходов.

В настоящее время расчёт пропускной способности технической станции формируется на основе данных об интенсивности поступления поездов с прилегающих участков и в результате анализа структуры суммарного поездопотока (транзитные поезда; поезда, прибывающие в переработку и др.)

При этом расчёт пропускной способности станции выполняется с учётом данных, которые должны соответствовать условиям работы, заданным на расчётный период, в том числе [1]:

схемы станции и техническо-распорядительного акта станции;

технических норм и технологического процесса работы станции;

технического оснащения станции и прилегающих участков;

исходных для расчёта размеров движения в виде диаграммы поездопотоков.

Очевидно, что схема станции является основным источником информации используемой при оценке её пропускной способности. Проведённый структурный анализ [2] выявил главенствующие элементы определяющие пропускную способность станции. К ним относятся: путевое развитие станции, т.е. количество приёмо-отправочных путей; количество бригад подсистемы технического обслуживания (ПТО); средства управления стрелками и сигналами, т.е средства СЦБ. В данной работе влияние средств СЦБ не рассматривается и выведено в ограничения.

## II. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Необходимость разработки методики расчёта при исследовании вопросов оценки пропускной способности железнодорожной станции обусловлена: влиянием большого числа внутренних и внешних факторов; наличием участков, отличающихся геометрическими параметрами (план, профиль), протяженностью; обслуживаемым видом тяги; плотностью потока поездов, числом главных путей; наличием множества искусственных сооружений, узловых и технических станций, подъездных путей; различной интенсивностью движения поездопотока, скоростями движения; факторами окружающей среды (характер и масштабы воздействия различного рода чрезвычайных ситуаций, погодно-климатические условия и др.)

На сегодняшний день в практике расчётов пропускной способности элементов железнодорожных станций используется различные подходы. Наибольшее распространение получили аналитический и графический методы. Суть аналитического метода определяется зависимостью вида:

$$N_{\text{н}} = \frac{1440 - t_{\text{тех}}}{t_{\text{зан}}}\ \alpha_{\text{н}} \qquad (1)$$

где $N_н$ – наличная пропускная способность; 1440 - число минут в сутках; $t_{зан}$ – время, затрачиваемое на обслуживание одного поезда или пары поездов; $t_{тех}$ – время, расходуемое на обслуживание потребностей, непосредственно не связанных с движением поездов (техническое обслуживание, ремонт в «окно», уборка снега, борьба с гололёдом и т.д.); $\alpha_н$ = *(0,83… 0,96 )*– нормированный для различных режимов работы коэффициент, учитывающий влияние отказов в работе технических средств на пропускную способность.

Практика показала, что расчленение системы на отдельные элементы с целью выявления «узких мест» без учёта их взаимной связи и реакций на отказы часто приводило к снижению надёжности результатов. Поэтому в конце 70-х годов прошлого столетия ряд исследователей при обосновании методики оценки пропускной способности железных дорог в работах [3, 4, 5] поставили вопрос о необходимости учёта уровня надёжности технических средств (локомотивов, вагонов, СЦБ и др.), что и обусловило введение приведённого в формуле (1) коэффициента, что позволило получать более надёжные результаты [6, 7, 8, 9, 10].

Графическим способом проверяют достаточность путевого развития станции на заданные размеры движения (при заданном или специально построенном графике движения поездов). Сущность его заключается в построении графика работы станции, увязанного с графиком движения поездов на прилегающих перегонах, за 4—6 ч, в некоторых случаях расчет ведется на целые сутки. Проверке подлежат пути приема и отправления грузовых и пассажирских поездов, горловины, вытяжные и ходовые пути.

При использовании графического метода расчёта пропускной способности элемента железной дороги строится графическая модель перевозочного процесса (график движения поездов, суточный план-график). Его преимуществом является возможность учёта обслуживания поездов всеми устройствами во взаимность связи. Принято считать, что он в большей мере соответствует принципам системного подхода. Однако, опыт организации эксплуатационной работы показывает, что основными недостатками этого метода является трудоёмкость построения модели, большие затраты времени и квалифицированного труда. Кроме того, технические отказы элементов системы приводят к нарушению всей технологической последовательности операций на станциях и участках. Поэтому, на практике принято чаще использовать аналитический метод, позволяющий достаточно оперативно оценивать пропускную способность станций и выявлять ограничивающие её «узкие места». Вместе с тем и данному методу, особенно в условиях высокой

интенсивности и значительной неравномерности движения поездопотоков присущи определённые недостатки, главными из которых является низкая объективность результатов оценки пропускной способности.

Опыт эксплуатации, накопленный в СССР, показал, что пропускная способность целого ряда участков и станций, определённая данными методами, соответствовала реальной не более чем на 75-80%.

В частности, попытки уменьшения межпоездных интервалов на одной из линий Донецкой железной дороги привели к снижению интенсивности поездопотока более чем на 30% [11]. Такая же ситуация сложилась на Белорусской железной дороги, когда вследствие недостаточного оборудования станций и узлов привело к тому, что пропускная способность существующих двухпутных линий реализовывалась только на 50-55% от возможной [12].

Определённый интерес в плане оценки наличной пропускной способности технической станции представляет метод, предложенный и обоснованный профессором Романовым Н.Н. и реализованный в работах [11, 12].

В дальнейшем в основу методов оценки пропускной способности железных дорог начинают внедрять положения теории транспортных потоков. Так, например, Д.Ю. Левин предложил учитывать реакцию железной дороги на её загрузку потоком поездов [13].

В настоящее время расчёт пропускной способности технических станций базируется на данных об интенсивности поступления поездов с прилегающих участков и структуре поездопотока (транзитные поезда $n_{тр}$; поезда, прибывающие в переработку $n_{пер}$ и др.). На основании имеющихся данных определяется суммарное время занятия постоянных устройств, устанавливается степень их использования и на основании расчётов определяется результативная пропускная способность станции.

Следует заметить, что при наличии на станции приемо-отправочных парков (групп путей), специализированных только для пропуска грузовых транзитных поездов без переработки, приемных парков для приема поездов в расформирование и отправочных парков для отправления поездов своего формирования, пропускную способность путей этих парков (горловин, групп путей) рассчитывают отдельно. Такой же расчет производится, если секции путей парка жестко специализированы по примыкающим линиям.

При этом предполагается, что интервал поступления поездов обязательно удовлетворяет условно:

$$J_{\text{вх}} \leq \frac{t_{\text{обр}}}{\tau} \qquad (2)$$

где $t_{обр}$ – технологическое время обработки поездов, мин; τ – количество устройств, на которых параллельно могут осуществляться операции по обработке поездов.

Вместе с тем, опыт эксплуатации железных дорог показывает, что в процессе их функционирования может возникнуть какая-либо ситуация (разрушение элементов и устройств; выход из строя средств СЦБ; резкое увеличение интенсивности поступления поездов и др.), приводящая к невыполнению условия (2). Такие ситуации приводят к простоям поездов, концентрации на участках большого количества поездов, значительным временным затратам, т.к. данная ситуация сказывается на загруженности всего участка, может привести к насыщению станционных устройств поездами и тогда станция будет вынуждена прекратить приём поездов.

Это произойдёт в том случае, если будет нарушено следующее условие:

$$\beta = n\,(t_0) + n_{\text{вх}}(\text{T}_\text{p}) - n_{\text{вых}}(\text{T}_\text{p}) \qquad (3)$$

где $\beta$ – количество путей в приёмоотправочном парке, ед.; $n(t_0)$ – количество поездов, находящихся в приёмо-отправочном парке на момент времени $t_0$, ед.; $n_{вх}(T_p)$ – количество поездов, прибывающих для обслуживания на техническую станцию за расчётный период $T_p$, ед.; $n_{вых}(T_p)$ – количество выведенных со станции за период $T_p$ поездов, ед.

Подобная ситуация на станции может сложиться в том случае, когда пропускная способность приёмоотправочного парка, которая зависит от числа приёмоотправочных путей, располагает недостаточным резервом.

Преобразуем выражение (3) с учётом интервалов входящего на станцию и выходящего со станции потока поездов:

$$\beta = n\,(t_0) + \frac{\text{T}_\text{p}}{J_{\text{вх}}} - \frac{\text{T}_\text{p}}{J_{\text{вых}}} \qquad (4)$$

где $J_{вх}$– интервал поступления поездов на станцию, мин; $J_{вых}$ – интервал выхода поездов из приёмоотправочного парка, мин. Отсюда получаем:

$$\beta = n\,(t_0) + \text{T}_\text{p}\left(\frac{1}{J_{\text{вх}}} - \frac{1}{J_{\text{вых}}}\right) \qquad (5)$$

Величины, обратные интервалам, приведённые в скобках, представляют собой интенсивности поступления поездов, т.е. прибытия и убытия со станции. Обозначим интенсивность поступления поездов через $A$, а интенсивность убытия через $B$. Тогда выражение (5) примет вид:

$$\beta = n\,(t_0) + \text{T}_\text{p}(A - B) \qquad (6)$$

Очевидно, что при $n\,(t_0) = \beta$ все приёмоотправочные пути в парке заняты, и приём поездов будет невозможен.

Выполним преобразование выражения (6).

$$\beta - n\,(t_0) = \mathrm{T_p}(A - B)$$

$$\frac{\beta - n\,(t_0)}{\mathrm{T_p}} = A - B$$

$$\frac{\beta - n\,(t_0)}{\mathrm{T_p}} + B \geq A \qquad (7)$$

Из выражения (7) видно, что пропускная способность станции в значительной степени зависит от числа путей в приёмоотправочном парке и от интенсивности потока поездов.

С учётом сказанного пропускная способность технической станции может быть определена зависимостью вида:

$$N_{\text{тс}} = \frac{1440*\beta}{\overline{t_{\text{обр}}}} \qquad (8)$$

где $\overline{t_{\text{обр}}}$ – математическое ожидание времени обработки поезда на станции, мин.

$$\overline{t_{\text{обр}}} = \overline{t_{\text{оп}}} + \overline{t_{\text{от}}} \qquad (10)$$

где $\overline{t_{\text{оп}}}$ – среднее время выполнения операций по обработке прибывшего поезда, мин; $\overline{t_{\text{оп}}}$ – средняя продолжительность ожидания обслуживания, мин.

Важно подчеркнуть, что принятие на сегодняшний день методы оценки пропускной способности элементов железных дорог полностью базируются на детерминированной основе. Однако опыт эксплуатации железных дорог, выполненные исследования [6, 3, 11, 12] свидетельствуют о том, что поезда перемещаются с разными скоростями, обслуживаются на станциях с большими временными колебаниями. В этой связи можно утверждать, что наличная пропускная способность станций носит явно выраженный вероятностный характер и с высокой степенью достоверности может быть описана нормальным законом распределения [11].

Тогда наличную пропускную способность можно определить по зависимости вида:

$$N_{\text{тс}} = \bar{N} * \vartheta \pm \tau_\beta * \sigma_N \sqrt{\vartheta} \qquad (10)$$

где

$\bar{N}$ – средняя пропускная способность одного пути приёмоотправочного парка, поездов/сутки;

$\vartheta$ – число путей, выделенных для обработки транзитных поездов, ед.;

$\sigma_N$– среднеквадратичное отклонение наличной пропускной способности пути приёмоотправочного парка, поездов/сутки;

$\tau_\beta$ – табличный коэффициент для вычисления доверительного интервала с определённой степенью достоверности.

Среднее квадратичное отклонение может быть определно как [11]:

$$\sigma_N = \frac{\sigma(t_{\text{обр}})\left(\sqrt{4\mathrm{T_p}\,\overline{t_{\text{обр}}} + 9\sigma^2(t_{\text{обр}})} + 3\sigma(t_{\text{обр}})\right)}{2\,\overline{t_{\text{обр}}}^2} \qquad (11)$$

где $\sigma(t_{\text{обр}})$– среднеквадратичное отклонение продолжительности обработки (обслуживания) одной транспортной единицы.

## III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, с учётом проведённого анализа, можно сделать вывод о том, что рассмотренная последовательность расчёта с использованием выражения (10) позволяют оценить наличную пропускную способность технической станции с заданной достоверностью и могут быть применены на практике для проведения ориентировочных оценок в ходе решения задач планирования производственного процесса.

Для проведения более детальных расчётов требуется учитывать специфику каждой конкретной станции, в том числе с учётом влияния средств СЦБ. Дальнейшим направлением исследований может быть разработка комплексной методики расчёта пропускной способности и доведение её до программной реализации.

## ЛИТЕРАТУРА

[1] Инструкция по расчёту наличной пропускной способности железных дорог [Текст]: утв. от 10.11.2010 г. № 128. / ОАО "РЖД". – М.: Техинформ, 2011 – 125 с.

[2] Н. Н. Романов, Р. А. Пантелеев, „Влияние надёжности технических средств регулирования движения поездов на пропускную способность железнодорожных направлений“, Сборник статей межвузовской научно-практической конференции // – Петергоф: ВИ (ЖДВ и ВОСО), 2016.

[3] Л. П. Батурин, „Исследование вопросов использования и усиления пропускной способности группы линий с общим грузопотоком“, Автореферат на соискание учёной степени канд. техн. наук. - М.:МИИЖТ, 1978, 32 с.

[4] Вопросы усиления пропускной способности железных дорог [текст] // Сборник научных трудов РИИЖТа под общ. ред. А.С.Писанко. - Ростов-на-Дону, РИИЖТ, 1979. С.23-46.

[5] И. Т. Козлов, „Пропускная способность и надёжность железных дорог“, Вестник ВИИЖТа №4. - М.: ВНИИЖТ, 1979. - С.34-38.

[6] И. Т. Козлов, „Пропускная способность транспортных систем“, М.: Транспорт, 1985. – 214 с.

[7] Ю. В. Дьяков, „Повышение уровня пропускной способности железных дорог“, Сборник трудов. -М.: МИИЖТ, 1983,- №735. - С.70-74.

[8] И. Т. Козлов, „Влияние возмущений в транспортном потоке на пропускную способность железнодорожных линий“, Межвузовский сборник научных трудов №123 «Совершенствование перевозочного процесса». - М.:ВЗИИТ, 1984, С.35-39.

[9] Н. В. Правдин, „Прогнозирование грузовых потоков“, М.: Транспорт, 1987, - 198 с.

[10] А. Д. Чернюгов, „Новое в расчётах пропускной способности“, Вестник ВИИЖТа №8. - М.: ВНИИЖТ, 1980. - С.14-18.

[11] Н. Н. Романов, О. П. Кизляк и др., „Отёт по научно-исследовательской работе «Прогнозирование пропускной способности железных дорог и выбор рациональных способов по её повышению»“, СПб.: ВТУ ЖДВ РФ, 2004. - 226 с.

[12] О. П. Кизляк, Н. Н. Романов, „Оценка пропускной способности железных дорог и способы её повышения“, Монография. - СПб.: ВТУ ЖДВ РФ, 2004. - 235 с.

[13] Д. Ю. Левин, „Оптимизация потока поездов/Д.Ю. Левин“, М.: Транспорт, 1988. – 175 с.

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Neophodnost savremenog koncepta obuke zaposlenih u saobraćaju

## The Need of a Modern Concept of Training Traffic Employees

Milutin Đuričić[1], Milan Đuričić[2], Zorana Nikitović[3],

*Union University "Nikola Tesla"[1], Faculty of Management, Sremski Karlovci, Serbia[2], Faculty of Business Economics and Entrepreneurship „PEP" Belgrade, Serbia[3]*

djurazo1@gmail.com[1], milandjuricic17@gmail.com[2], djurazo001@gmail.com[3]

***Apstrakt:*** *Savremeni poslovni sistem u saobraćaju svoju organizaciju i poslovaje moraju stalno prilagođavati* na *velikom konkurentskom tržištu. Promene su stalne a time i prilagođavanje promenama. Uspeh u turbulentnom okruženju mogu postići lideri, koji pokreću, definišu i sprovode promene u organizacijama. Oni su vizionari, inicijatori i realizatori progresa. Da bi sve to postigli oni se stalno obučavaju, ali što je još važnije obezbeđuju stalnu sistematsku obuku svih zaposlenih. Ovaj rad pokazuje neophodnost savremenog koncepta obuke zaposlenih na primeru saobraćajnog poslovnog sistema, kao i model njihove sistematske obuke.*
***Ključne reči:*** *obuka zaposlenih, lider, menadžer, saobraćaj, poslovni sistem.*

***Abstract:*** *The modern transport business system must constantly adapt its organization and business in a large competitive market. Changes are constant and therefore adaptation to change. Success in a turbulent environment can be achieved by leaders, who drive, define and implement change in organizations. They are visionaries, initiators, and implementers of progress. In order to achieve this, they are constantly trained, but more importantly, they provide continuous systematic training for all employees. This paper demonstrates the necessity of a modern concept of employee training in the example of a traffic business system, as well as a model of their systematic training.*
***Keywords:*** *employee training, leader, manager, traffic, business sistem.*

## I. UVOD

Transport definisan kao premeštanje ljudi, stvari, energije i informacija sa jednog mesta na drugo uzrokuje pojavu saobraćaja. Vid transporta zavisi od izbora kojim vozilom, mrežom ili kombinacijom će teret (ljudi, informacije) biti transportovan. Transportom se bave saobraćajni poslovni sistemi.

Saobraćajna delatnost je veoma značajna za sveukupni razvoj zemlje. Srbija ima veoma razvijen saobraćaj koji direktno utiče na razvoj industrije, poljoprivrede i svih drugih delatnosti. Stoga je veoma značajno da se uspostavi optimalna mreža saobraćajnih i pratećih poslovnih sistema, u kojima će raditi kompetentni kadrovi.

Kompetencije kadrova se stiču formalnim, ali i svim drugim vidovima učenja. Stoga je neophodno da svaki poslovni sistem podrži i sprovodi koncepta celoživotnog učenja, što je i glavni cilj ovog rada. Posebne dimenzije u toj stalnoj obuci treba da imaju obuke iz bezbednosti sa naglaskom na IKT bezbednost.

## II. SAOBRAĆAJ U SRBIJI – KRATAK PRIKAZ

Saobraćaj obuhvata kretanje ljudi, prevoz robe, prenos vesti i razmenu misli. Ukoliko njegov razvoj zaostaje, on postaje kočnica napretka industrije, poljoprivrede i drugih delatnosti. On je u Srbiji jedan od važnih nosilaca društveno-ekonomskog razvoja. Stoga je dobra usredsređenost na modernizaciju saobraćajnog sistema u svim vidovima saobraćaja (tabela 1). Za naša razmatranja najznačajnija je podela saobraćaja prema mestu odvijanja, gde razlikujemo: *kopneni; vodeni; vazdušni i kosmički – vasionski saobraćaj* (nema ga Srbija).

Kopneni saobraćaj može biti drumski, železnički i cevovodni.

Srbija ima putnu mrežu – drumski saobraćaj dužine od oko 45.220 km, od čega 2150 km državnih puteva u Srbiji pripada evropskoj mreži puteva, tzv. E – puteva. Javni putevi u Srbiji sastoje se od: 1. Državnih puteva I reda (A reda (auto-putevi) – 781.633 km i B reda - 4.486,575 km); 2. Državni putevi II reda (A reda - 7.783,439 km (*Референтни систем — Укупна дужина мреже државних путева*) i B reda - 3.169,478 km ); 3. Opštinski putevi - 23.780 km i 4. Ulice. Na mnogim putnim pravcima vožnja nije bezbedna, pa je veliki broj saobraćajnih nezgoda sa smrtnim ishodom (slika 1). Broj poginulih u period od 2014-2018. godine se kretao više od 536 (2014. godine). Ovo svedoči da se u saobraćajnim poslovnim sistemima treba preduzeti određene korake, da bi saobraćaj bio bezbedan, da bi dostigao visoke standarde. Pre svega, osposobiti postojeće puteve, a zatim i fokusirati se na izgradnju novih puteva. Paralelno sa tim treba kompetencijama zaposlenih posvetiti dužnu pažnju.

Železnički saobraćaj odvija se vozovima po železničkim prugama, koje Zakon o železnici iz 2013. kategoriše kao:

- **magistralne pruge,** od značaja za međunarodni i nacionalni saobraćaj,
- **regionalne pruge**, od značaja za regionalni i lokalni saobraćaj,
- **lokalne pruge**, od značaja za lokalni saobraćaj i
- **manipulativne pruge**, od značaja za privredne subjekte.

Tabela 1. Prikaz strukture saobraćaja

<table>
<tr><th colspan="6">SAOBRAĆAJ</th></tr>
<tr><th colspan="4">PREMA MESTU ODVIJANJA</th><th>PREMA NAMENI</th><th>PREMA TERITORIJI</th></tr>
<tr><td>Kopneni (putnički i teretni)</td><td>Vodni (putnički i teretni)</td><td rowspan="6">Vazdušni (putnički i teretni)</td><td rowspan="6">Kosmički – vasionski</td><td>Putnički</td><td>Unutrašnji</td></tr>
<tr><td>Drumski</td><td>rečni</td><td rowspan="4">Teretni</td><td rowspan="4">Međunarodni</td></tr>
<tr><td>Železnički</td><td>pomorski</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Cevovodni</td><td rowspan="2">preko-okeanski</td></tr>
<tr><td></td></tr>
<tr><td></td><td>kanalski</td><td>Informacioni</td><td>Tranzitni</td></tr>
<tr><td></td><td>jezerski</td></tr>
</table>

Ukupna dužina glavnih prolaznih koloseka u stanicama i otvorenim prugama u Srbiji je 4.093 km, od čega je: 3.526 km jednokolosečnih otvorenih pruga i 283 km dvokolosečnih otvorenih pruga. Od toga elektrificirano je 1.279 km koloseka otvorene pruge sa glavnim prolaznim kolosecima, 1000 km jednokolosečnih pruga i 279 km dvokolosečnih pruga.

Cevovodni saobraćaj u Srbiji odvija se gasovodima i naftovodima. Dužina tokova naftovoda je 393 km (2004. godine). Planira se razvoj naftovodnih mreža. Dužina tokova gasovoda je 3.177 km (2004. godine) uz napomenu da je trenutno u fazi projektovanja i pripremnih radnji za dovod gasa iz pravca Turske. Gasovodom je danas pokriven severni i srednji deo Srbije, dok je izgradnja u južnom delu u toku.

Vodni saobraćaj u Srbiji se odvija rečnim putevima, jer Srbija nema more pa samim tim ni svojih morskih luka. Dužina rečnih vodenih puteva u Srbiji je 587 km (2005. godine). Svi plovni putevi u zemlji nalaze se u njenoj severnoj polovini i vezuju zemlju za srednju Evropu.

Najvažniji vodeni panevropski plovni put (Koridor 7) u Srbiji je reka Dunav, koja povezuje srednju Evropu i Crno more. Pored Dunava celom dužinom toka u zemlji plovne su i reke Sava i Tisa, dok je reka Velika Morava plovna pri ušću (20 km). Od veštačkih vodnih tokova (kanala) plovan i kanal Dunav—Tisa—Dunav.

Beograd je jedina evropska prestonica na dve velike reke i dva važna plovna puta (reke Dunav i Sava). Važne luke na Dunavu su: Apatin, Novi Sad, Beograd, Pančevo, Smederevo I Negotin – Radujevac. Važne luke na Savi su: Sremska Mitrovica, Šabac i Beograd, a na Tisi Senta i Bečej.

Vazdušni saobraćaj u Srbiji odvija se preko Aerodroma. U Srbiji postoji 39 zvanično upisanih aerodroma, ali samo je 6 od njih uvršteno na listu aerodroma sa IATA kodom i to: Aerodrom „Nikola Tesla“ Beograd – BEG, Aerodrom „Batajnica“ Beograd – BJY, Aerodrom „Konstantin Veliki“ Niš – INI, Aerodrom „Ponikve“ Užice – UZC, Aerodrom „Morava“ Kraljevo – KVO I Aerodrom „Priština“ – PRN. Za ovu vrstu transporta vezano je poslovanje brojnih poslovnih subjekata.

Saobaćaj u Srbiji zahteva optimizaciju, koju mogu izvesti jedino lideri i kompetentni kadrovi, a do njih se dolazi redovnim školovanjem, ali izgradnjom savremenog koncepta obuke zaposlenih u saobraćaju.

## III. LIDERSTVO I LIDERI - NEOPHODNOST U SAOBRAĆAJU

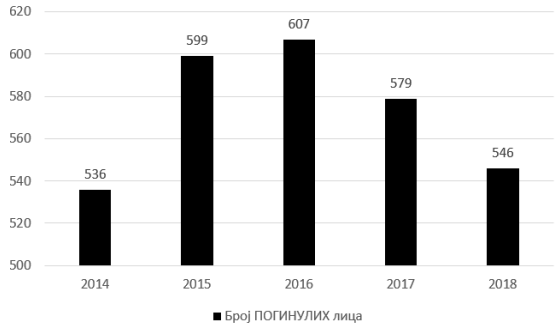
Savremeni saobraćaj podrazumeva kompetentne kadrove i lidere, koji ih predvode. Saobraćaj u Srbiji je od izuzetnog značaja za njen sveukupni razvoj. To implicira da se ostvari liderstvo u svm granama saobraćaja. To podrazumeva da saobraćajne poslovne sisteme predvode lideri, umesto menadžera (slika 2). Jedino lideri mogu izvesti neophodne promene, a to nije nimalo lako jer u praksi često važe reči

profesora Džefrija Fajfera: "Kako to da svi traže promene… a niko ne želi da bilo šta uradi drugačije?" [12]

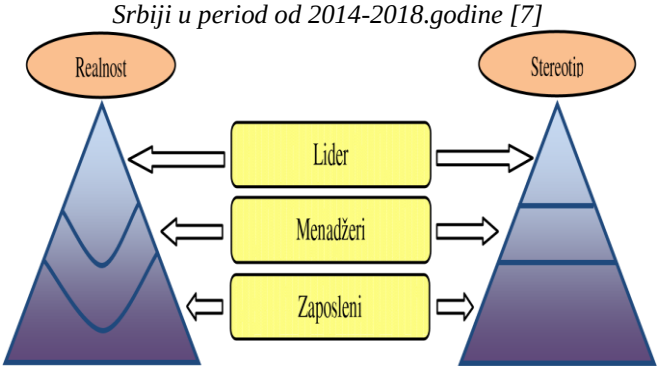
Suštinu liderstva predstavljaju [12]:

- sposobnost stvaranja vizije, kao pozitivne slike o tome šta organizacija može da postane. Ona ujedno obuhvata i način na koji se to može desiti.
- posedovanje inspiracije, koju čine stvari koje pokreću zaposlene u akciju i
- korišćenje impulsivnosti jer Impuls je ono što "nosi" organizaciju do krajnje destinacije.

Praksa poznaje pet nivoa liderstva (slika 3). Put do vrhunskog lidera zna biti veoma dug jer treba izgraditi osobine koje karakterišu uspešnog savremenog lidera i to: 1.prijatan fizički izgled; 2. vizija i predviđanje; 3. Inteligencija; 4. komunikativnost;, 5. usmerenost ka cilju; 6. poznavanje radnih procedura; 7. odgovornost; 8. samopouzdanje; 9. humanost; i 10. empatija [9]. Ovo podstiče poboljšanje međuljudskih odnosa i ličnog kontakta lidera sa zaposlenima. Jedino lideri mogu obezbediti ekonomsku bezbednost i poslovno ekonomsku bezbednost.




*Slika 1. Broj poginulih lica u saobraćajnim nesrećama u Srbiji u period od 2014-2018.godine [7]*

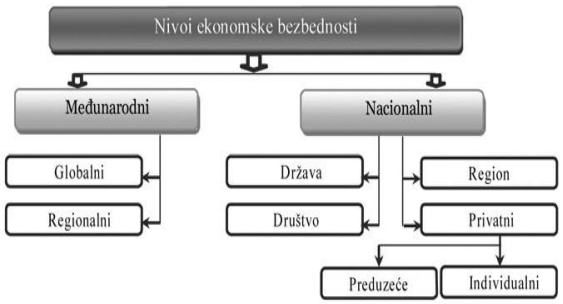



*Slika 2. Menadžer versus lider [11]*

Lider treba da obezbedi kvalitet poslovanja, ali i ekonomsku bezbednost poslovnog sistema na čijem je čelu. Uspostavljanje funkcionalnog saobraćajnog poslovnog sistema (PS) zavisi od sposobnosti menadžmenta da uskladi planove sa raspoloživim kapacitetima, uvažavajući sve šanse i opasnosti u poslovnom okruženju. Ekonomska bezbednost PS-a veoma zavisi od: *kadrovske strukture PS-a, racionalne upotrebe resursa, produktivnosti sistema, unutrašnje pravne regulative, sistema zaštite od ugrožavanja spolja i iznutra i planova reagovanja u vanrednim situacijama.*

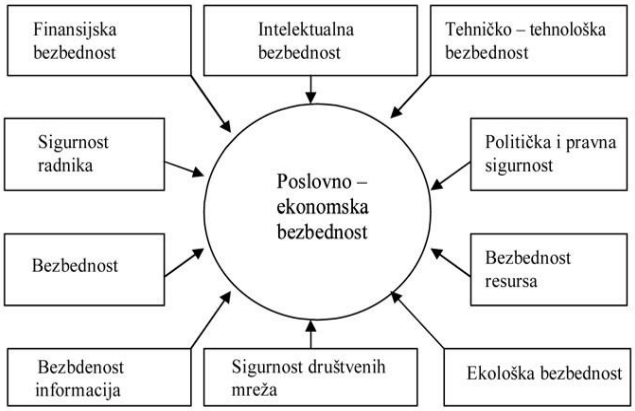



*Slika 3. Nivoi liderstva [16]*




*Slika 4. Nivoi ekonomske bezbednosti [10]*

Uspešan lider se brine on, a i svi zaposleni budu formirani prema stvarnim potrebama PS-a. Svaki pojedinac na svom radnom mestu mora posedovati *ključne kompetencije* prikazane na slici 6. Kompetencije svakog pojedinca se moraju prilagođavati svim nastalim promenama, koje su stalne. Prilagođavanje stvarnim potrebama PS-a zahteva stalno usavršavanje svakog radno aangažovanog pojedinca. To se najbolje može postići doslednom primenom koncepta celoživotnog obrazovanja.




*Slika 5. Opšta šema elemenata poslovno – ekonomske bezbednosti [1]*




*Slika 6. Ključne kompetencije savremenog radno sposobnog pojedinca [3]*

## IV. CELOŽIVOTNO UČENJE – PARADIGMA POSTMODERNOG DOBA

Čovek je najveće bogastvo svakog poslovnog subjekta. U njega treba ulagati i stalno ga usavršavati - razvijati. Ovo tim pre što stečena znanja ne traju jer brzo zastarevaju. U razvijenom svetu je stoga razvijen i uspešno se primenjuje koncept celoživotnog učenja, uvažavajući dva bitna uslova: motivaciju i raznolikost mogućnosti obrazovanja.

Celoživotno učenje predstavlja savremeni koncept razvoja kadrova za potrebe PS-a. „Njime se stiču i osavremenjuju sve vrste sposobnosti, interesa, znanja i kvalifikacija od predškolskog doba do perioda nakon penzije. To podrazumeva stalni razvoj znanja i sposobnosti pojedinca sa ciljem da se prilagodi „društvu znanja“ i omogući mu da aktivno učestvuje u svim sferama društvenog i ekonomskog života. Na taj način proaktivni pojedinac kreira sopstvenu budućnost. Očevidno je da koncept celoživotnog učenja obuhvata i usklađuje obrazovanje i vaspitanje dece, mladih i odraslih. Odnosi se na sve oblike obrazovanja: 1. *formalno obrazovanje (škola, fakultet); 2. neformalno obrazovanje (usavršavanje na radnom mestu); 3. informalno obrazovanje, međugeneracijsko učenje (učenje kod kuće, razmena znanja u porodici, među prijateljima); i 4. samousmereno obrazovanje (pojedinac sam donosi odluke o tome šta će i kako da uči)“* [3].

Očevidno je da za saobraćajni poslovni sistem celoživotno učenje predstavlja najbolji koncept stalnog formiranja kadrova [5]. Nesporna je činjenica da svi, pa i saobraćajni, poslovni sistemi posluju u turbulentnom okruženje, te da im najveće bogastvo čine zaposleni i njihov intelektualni kapital. Stoga se danas sve veća pažnja posvećuje menadžmentu ljudskih resursa, koji predstavlja osnovni preduslov za obezbeđenje neophodnih kadrova saobraćajnog poslovnog sistema [6].

Nesporno je da svaki čovek stalno uči manje ili više intenzivno. Nekada to radi namerno, ali često i neplanirano, a neizbežno. Time se potvrđuje teza Roberta Kiosakija da svaki pojedinac završava dve škole: formalnu i školu života. U prvoj nas uče da ne grešimo, a u drugoj prvo pogrešimo pa naučimo pouku [4]. Sve u svemu život bez neprestanog učenja je nezamisliv. Učimo više i češće nego što znamo.

Svaki uspešni saobraćajni poslovni sistem mora da planira, organizuje i realizuje obuku svih svojih zaposlenih. Obuka je neophodna kako onima koji su iskusni i obavljaju određene poslove već duže vreme, tako i onima koji su tek počeli sa izvršavanjem radnih zadataka, a posebno menadžmentu poslovnog sistema. Zaposleni sa iskustvom treba da stiču aktuelna znanja kako da se nose sa nastalim promenama i kako se mogu bolje usavršiti u poslu koji obavljaju. Novoaposleni se kroz proces obuke upoznaju sa vrstom posla koji će obavljati [15]. Efektivna obuka zaposlenih u poslovnom sistemu sastoji se od pet faza (slika 7).




*Slika 7. Faze izrade programa i realizacije obuke*

Procena potrebe za obučavanjem zaposlenih u saobraćajnom poslovnom sistemu vrši se u cilju prepoznavanja nivoa zaposlenih sa kojima je potrebno obuku realizovati i u cilju određivanja sadržaja njihovog obučavanja. Posebnu pažnju treba posvetiti izboru metoda istraživanja u odnosu na nivo organizacije [15]. Anketiranje svakog zaposlenog treba vršiti u cilju lakšeg identifikovanja potreba za obučavanjem. Rezultate upitnika treba obraditi tako da odgovori i stavovi zaposlenih u poslovnom sistemu se međusobno upoređuju. U cilju kvalitetnijeg određivanja ciljeva obučavanja pored navedenog upitnika, sa menadžerima i predstavnicima radnih celina treba obaviti i intervju metodom „u četiri oka“. Na taj način se identifikuju kategorije zaposlenih sa kojima je potrebno izvesti obuku, sadržaj njihovog obučavanja i stvoriti uslovi za planiranje resursa koji su potrebni za izvođenje obuke [3].

Definisanje konkretnih ciljeva obučavanja predstavlja najvažniji korak u procesu planiranja i pripreme kvalitetne obuke zaposlenih u saobraćajnom poslovnom sistemu. U fazi planiranja obuke polaznu osnovu za uspešno definisanje ciljeva obučavanja čine jasno određeni kriterijumi koje savremeni lideri, menadžeri i zaposleni moraju da poseduju [15].

Da bi se izradio kvalitetan plan obuke lidera, menadžera i svih zaposlenih u saobraćajnom poslovnom sistemu treba znati ko se obučava. Sadržaji obuke neće biti identični za sve zaposlene, već radi racionalnosti ih treba grupisati po srodnosti, što uzrokuje i prilagođavanje samih planova obuke [12]. Potrebno je, u procesu planiranja obuke, sagledati i najviši nivo usavršavanja koji su subjekti obučavanja do sada završili. Sadržaje obuke potrebno je prilagoditi svim tipovima karijera lidera, menadžera i zaposlenih.

U ovoj fazi planiranja obuke potrebno je imati jasnu sliku o tome za koja se radna mesta zaposleni osposobljavaju. Svi oni moraju poznavati opis radnih procedura na mestima za koja se osposobljavaju. Planeri obuke treba da znaju opis radnih procedura i funkcija koje će polaznici obuke obavljati po završetku obuke. Ukoliko im to nije poznato treba angažovati odgovarajuće konsultante za određene oblasti sa kojima planeri, primenom metode razgovora i posmatranja, razvijaju *„step – by – step“* liste pitanja, a koja će biti obuhvaćena planom obuke.

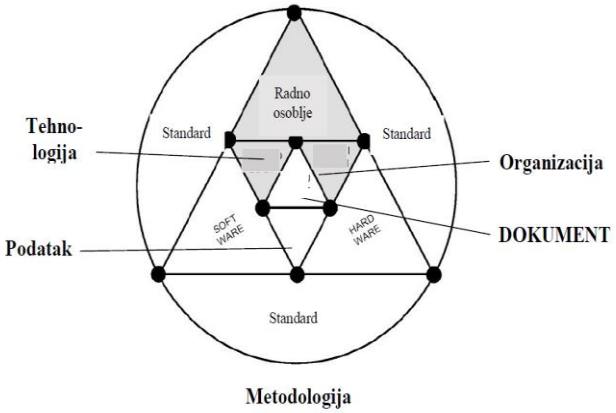
Naša dudogodišnja konsultantska iskustva pokazuju da se pri planiranju obuke zaposlenih treba pridržavati i sledećih pravila [3]:

- Svaka planirana obuka mora početi i završiti se na vreme;
- Planirani sadržaj obučavanja mora se sastojati iz uvodnih razmatranja, glavnog dela i zaključnih razmatranja;
- Saglasno sa ciljevima obučavanja koristiti adekvatna nastavna sredstva;
- Pri realizaciji obučavanja zaposlene grupisati po srodnim manjim nastavnim grupama, kojima je potrebno prilagoditi i sadržaje obučavanja;
- Raspored sedenja na obuci prilagoditi sadržaju koji će biti obrađivan;
- Finansijska sredstva za realizaciju obuke zaposlenih isplanirati u fazi razmatranja potrebe za obukom i ono što je planirano realizovati; i
- Nakon realizacije obuke treba izvršiti njenu detaljnu analizu i naučena iskustva dokumentovati nosiocima planiranja obuke.

Na isti način se planira obučavanje za svaku obrađivanu temu. Kada se izradi plan obučavanja svih zaposlenih završava se proces planiranja obuke i može se preći na realizaciju sledeće faze koncepta obučavanja: izvođenje obuke.

Izvođenje obuke treba da bude u skladu sa planom. Realizatori obučavanja moraju biti dobro pripremljeni, dobro izložiti materiju i uspostaviti interakciju sa polaznicima obuke. Izlaganje treba prilagođavati tako da zainteresuju polaznike i izazovu ga na aktivno učešće u obuci.

Poslednja faza je ocena izvršene obuke. Dobro je da polaznici popune adekvatan upitnik i da postoji poseban deo vezan za obrazloženje i predloge za poboljšanje budućih obučavanja. Nakon izvršene analize upitnika sa polaznicima treba održati svojevrsni breinstorming. Iskustva sa obuke treba dokumerntovati planerima budućih obučavanja, da ozitivna ugrade, a izbegnu negativnosti iz prethodne obuke [3]. S obzirom da ovi izveštaji mogu sadržati važne informacije o poslovnom sistemu nužno ih je posmatrati kao svojevrsnu poslovnu tajnu, koja podleže poslovnom modelu informacione bezbednosti (slika 8), koga opredeljuje povezanost i interaakcija organizacione strukture i strategije, ljudi, procesa i tehnologije. Pri tome zaposleni- kadrovi, tehnologija i organizacija su stub informacione bezbednosti saobraćajnog poslovnog sistema. Tome treba dodati sve standarde koji se primenjuju u poslovnom sistemu (tehničke standarde, tehnološke standarde, zakonska akta, normative i ostalu regulativu poslovnog sistema), hardver, softver i podatke (slika 8). Očevidno informaciona bezbednost saobraćajnog poslovnog sistema zavisi podjednako od svih njegovih resursa.




*Slika 8. Prošireni poslovni model informacione bezbednosti.*

## V. ZAKLJUČAK

Saobraćaj (kopneni, vodeni i vazdušni) je od izuzetnog značaja za razvoj Srbije jer direktno utiče na razvoj industrije, poljoprivrede i svih drugih delatnosti. To zahteva da se uspostavi optimalna mreža saobraćajnih i pratećih poslovnih sistema, u kojima će raditi kompetentni kadrovi.

Formiranje kadrova je stalni imperativ svih uspešnih saobraćajnih poslovnih sistema. Stoga funkcija Menadžmenta ljudskih resursa postaje neminovnost. Ona ima odlučujuću ulogu u obezbeđivanju neophodnih kompetencija kadrova, koje se u savremenoj praksi stiču formalnim, ali i svim drugim vidovima učenja. Saobračajni poslovni system treba da vodi Lider.

Nužno je da svaki saobraćajni poslovni sistem podrži i sprovodi savremeni koncept celoživotnog učenja, koji obuhvata sve oblike obrazovanja: 1. *formalno obrazovanje (škola, fakultet); 2. neformalno obrazovanje (usavršavanje*

*na radnom mestu); 3. informalno obrazovanje, međugeneracijsko učenje (učenje kod kuće, razmena znanja u porodici, među prijateljima); i 4. samousmereno obrazovanje (pojedinac sam donosi odluke o tome šta će i kako da uči)"* [3]. Posebne dimenzije u toj stalnoj obuci treba da imaju obuke iz bezbednosti sa naglaskom na informaciono-komunikacionu bezbednost.

Bezbednost informacija je osnovna vrednost saobraćajnog poslovnog sistema i treba je na vreme dizajnirati i implementirati, tako da postane osnova u njegovoj poslovnoj strategiji. Zahvaljujući njoj izgradiće se poverenje u saobraćajni poslovni sistem te steći i zadržati poslovni klijenti, odnosno dostići željeni poslovni ciljevi. Za definisanje informacione bezbednosti unutar saobraćajnog poslovnog sistema moraju se, pre svega, razumeti poslovni ciljevi, pa identifikovati svi ključni akteri i resursi od kojih zavisi model zaštite informacija.

## LITERATURA

[1] O. Arefyeva, "Environmental Factors Determining Economic Security of Businesses and I$^{st}$ Elements", 2004.

[2] N. Dragović, M. Žilović, N. Bošković, „Definisanje adekvatnih mera funkciji zaštite poslovnih informacionih sistema", Zbornik radova sa Konferencije Informacione tehnologije, obrazovanje i preduzetništvo,-ITOP17, Beograd, str. 381-388, 2017.

[3] R. M. Đuričić, M. M. Đuričić, Z.Z. Nikitović, „Celoživotno učenje u funkciji bezbednosti – važna komponenta unapređenja kvaliteta menadžmenta i zaposlenih", Zbornik radova sa Međunarodne konferencije „Savremeni trendovi u razvoju saobraćaja i bezbednosti regiona Jugoistočne Evrope, Fakultet za pravo, bezbednost i menadžment "Konstantin veliki", Niš, 2019.

[4] R. M. Đuričić, M. M. Đuričić, „Savremeni menadžment investicija", "IR-MIR", Užice, 2013.

[5] M. M. Đuričić, „Preduzetništvo", Izdavački centar "IR-MIR", Užice, 2013.

[6] M. M. Đuričić, „Preduzetnički menadžment", Fakultet za poslovno-industrijski menadžment, Mladenovac - Beograd, 2015.

[7] http://www.abs.gov.rs/sr/analize-i-istrazivanja/statistika-i-analize/trendovi

[8] http://www.putevi-srbije.rs/index.php

[9] http://www.managementstudyguide.com/qualitiesofaleader.htm

[10] A. Ianioglo, T. Polajeva, "Origin and Definition of the Category of Economic Security of Enterprise", 9$^{th}$ International Scientific Conference, "Business and Management 2016", May 12–13, 2016, Gediminas Technical University, Vilnius, 2016.

[11] P. J. Kotter, „Power And Influence", The Free Press, USA, str. 171, 1985.

[12] M. Landsberg, „The Tools of Leadership", Clays Ltd, St Ives plc, Great Britain, str. 4, 2000.

[13] Z. Milanović, „Organizacija zaštite računarskih sistema", Magistarski rad, Mašinski fakultet u Beogradu, Beograd, 2006.

[14] Problems and Perspectives in Management, 2/2004, 207.

[15] E. P. Spector, „Industrial And Organizational Psychology", J.O'Callaghan, 2008.

[16] L. P. Townsend, E. J. Gabhardt, „Five-Star Leadership", John Wiley & Sons Inc 2007., str. 55, 2007.

[17] Zakon o železnici, "Sl. glasnik RS", br. 41/2018

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Утицај друмског и железничког саобраћаја на животну средину

## The Impact of Road and Rail Transport on the Environment

Данијела Пецарски[1], Зорка Југовић[2], Слађана Борисављевић[3]
*Academy, Belgrade, Serbia[1], Agrogold 032 Čačak, Serbia[2], Ministry of Health, Serbia[3]*
pecarski73@gmail.com[1], agrofarmzorka@gmail.com[2], sladanazlatic66@gmail.com[3]

***Апстракт:*** *Велики пораст светског становништва током двадесетог века уз непрестано смањивање расположивих резерви природних ресурса и животног простора уз истовремено угрожавање еколошких фактора животне средине (повећање концетрације загађујућих супстанци у ваздуху, води и земљишту) указали су на потребу коренште промене односа човечанства према факторима животне средине.У превазилажењу све већег несклада између опредељења за здравију животну средину и потребе будућег економског раста увођење и остварење концепта одрживог развоја представља заокрет модерног друштва и једино исправно решење. Одрживи развој је квалитативан раст тј. социоекономски и културни развој који је усклађен са условима ограничењем и капацитетом животне средине и који треба да се одвија на начин да се будућим генерацијама не погоршавају услови опстанка. Овај концепт је усвојила Европска унија 1990. године, а две године касније то су учиниле и Уједињене Нације. Овај заокрет у погледу односа према животној средини је добрим делом заслуга екологије.*
***Кључне речи:*** *становништо, загађеност, животна средина, концепт.*

***Abstract:*** *The large increase in the world's population during the twentieth century, with a steady decline in the available reserves of natural resources and habitats, while endangering environmental factors (increasing concentrations of pollutants in air, water and soil) have indicated the need for a radical change in humanity's relationship to environmental factors. To overcome the growing disparity between the commitment to a healthier environment and the need for future economic growth, the introduction and realization of the concept of sustainable development represents the turn of modern society and the only right solution. Sustainable development is qualitative growth ie. a socioeconomic and cultural development that is in line with the constraints and capabilities of the environment and which must take place in such a way that conditions of survival do not deteriorate for future generations. This concept was adopted by the European Union in 1990 and two years later by the United Nations. This shift in relation to the environment is to a large extent the merit of ecology.*
***Keywords:*** *population, pollution, environment, concept.*

## I. УВОД

Животна средина представља све оно што нас окружује, односно све оно са чиме је директно или индиректно повезана човекова животна и производна активност. Природна средина представља близак појам при чему не морају бити присутне активности човека нити човек мора имати директних утицаја. Ипак, у погледу технолошког напретка, развоја индустрије и све већег утицаја човека на глобалном нивоу на природу и екосистеме граница између ова два термина постаје све нејаснија.

Током својих активности, које могу бити урбанизација или експлоатација, човек мења природно окружење и то често тако што нарушава природну околину. Изградњом хидроцентрала и акумулација, сечом шума, пошумљавањем, експлоатацијом минералних сировина, стварањем депонија, емисијом

гасова, нуклеарним пробама и др. човек утиче на промену читавих подручја. Као резултат човекових активности долази до промена или нарушавања екосистема и климатских промена на локалном и глобалном нивоу.

## II. УТИЦАЈ ЖЕЛЕЗНИЧКОГ И ДРУМСКОГ САОБРАЋАЈА НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ

Антропогено загађивање животне средине је и загађивање последицом саобраћаја. Саобраћај је извор значајних притисака на животну средину и то кроз загађења ваздуха и осталих медија животне средине (као што су емисије из процеса сагоревања фосилних горива и стварање отпада), стварање буке и притисака на биодиверзитет, земљиште и обалско подручје услед и уградње саобраћајне инфраструктуре. Саобраћај учествује у укупном загађивању атмосфере са око 50% и један је од највећих загађивача у данашње време. Стога се на антропогено загађивање животне средине које је последица саобраћаја мора обратити посеба пажња.

### A. Процена утицаја изградње саобраћајне трасе са припадајућом инфраструктуром на животну средину

Данас је императив и законска обавеза да се пре него што се уопште приступи изградњи саобраћајне трасе са пратећим инфраструктурама уради „Процена утицаја изградње саобраћајне трасе са припадајућом инфраструктуром на животну средину" у току које се сагледава постојеће стање: геолошке и геоморфолошке карактеристике, подземне воде , површинске воде, земљиште, загађење ваздуха, оптерећење буком, вибрације, флора, фауна, вегетација и хабитални типови, природна и културна баштина, пејзажне карактеристике и визуелни квалитет, социјално економске карактеристике и квалитет живота, утицај на животну средину у случају удеса, а затим описују мере предвиђене у циљу спречавања, смањења и отклањања штетног утицаја.

Тек након детаљне анализе и оцене стручног тима да је пројекат изградње саобраћајних инфраструктура са становишта жаштите животне средине прихватљив приступа се реализацији пројекта.

Заштита животне средине обухвата заштиту у току:

I. Изградње саобраћајних инфраструктура, тако што се:

- Уклоњени материјали нпр. асфалт, бетонски и други грађевински елементи се уклањају у складу са одредбама Правилника о критеријумима за одређивање локације и уређења депонија отпадних материјала и Правилника о поступању са отпацима који имају својство опасних материја и Закона о поступању са отпадним материјалима;
- Изградња под надзором геолога;
- У току изградње повећава се емисија честица прашине са којима су везане и опасне материје као што су тешки метали, органска једињења, и на тај начин треба оградити градилиште од стамбених подручија на најмању могућу ширину, а транспортне путеве спровести ван стамбених подручја;
- Снимање и распоред постојећег оптерећења земљишта опасним материјама због грађевинских и замљаних радова као и оцена временских и пространих трендова у тренутку експлотације;
- Оптерћење буком као последица припремних радова - ограде против буке;
- Заштита од прекомерних вибрација подразумева употребу радних направа, машина и транспортних средстава које су изграђене у складу са нормама о емисији вибрација;
- Заштита од разливања опасних материја у случају удеса;
- Заштита флоре, фауне, вегетације - превоз грађевинске механизације треба да се изводи преко постојеће инфраструктуре, у току градње птице ће се иселити из погођеног подручја - извршити реконструкцију вегетације након изградње, у случају поставке транспарентних ограда против буке потребно је одговарајуће обележити да би се спречили налети птица;
- У току градње постоји могућност да буду откривена нова геолошко палеонтолошка и археолошка налазишта па о томе треба обавестити надлежну институцију.

II. Експлотације саобраћајних инфраструктура

- Одвођење падавинске отпадне воде преко одговарајуће пројектованог дренажног система који мора да се одржава и да буде ефикасан и у случају повећаних количина мокрих падавина;
- Пратити резултате испитивања квалитета подземних вода;
- Процена укупне годишње емисије штетних материја у ваздух услед саобраћаја – угљен моноксида, азотних диоксида, сумпордиоксида, бензена, олова, предвидети континуирани мониторинг праћења загађена ваздуха;
- Мерење буке и заштита од ње, мониторинг буке мора да се врши у складу са директивом Европске комисије;
- Мерење вибрација и заштита;
- У случају проливања опасних течности приликом удеса – мере заштите су код пројектовања, изградње, депоновања које смањују вероватноћу удеса и могуће последице;
- Заштита флоре, фауне, вегетације – могуће су промене микроклиме у непосредној околини

већих објеката због апсорпције и акумулације топлоте;

## III. УТИЦАЈ ЖЕЛЕЗНИЧКОГ САОБРАЋАЈА НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ

Досадашња истраживања штетних дејстава саобраћаја посматрана из свих аспеката (аерозагађење, бука, загађење површине земље, вода, заузимање простора и сл.) су показала да железнички саобраћај својим функционисањем изазива најмање штетних последица, али смањењу негативног дејства железничког саобраћаја на животну средину треба и даље тежити. Железнички саобраћај изазива буку, аерозагађење (посебно коришћењем дизел вуче), вибрације, заузима простор, а у случају саобраћајних незгода изазива застоје у сопственом саобраћају и саобраћају других облика, пре свега друмском и друга штетна дејства.

У садашњем систему функционисања железнице постоје слабости које се односе назадовољење еколошких захтева, а те слабости су:

- Нерационално располагање простором при пројектовању и изградњи железничке инфраструктуре (последице су поремећена станишта многих животиња, посебно птица, а у ужем гравитационом подручију поремећај развоја, раста и уништење многих биљних врста);
- Инфраструктура грађена у насељеним местима или њиховој близини (последице су стварање буке, вибрација, код дизел вуче и аерозагађење, код електричне вуче штетна дејства електромагнетних таласа, ометање становања и др.);
- Нема заштите од буке у облику тунела, зидова и сл. Побољшања у вези са очувањем еко-система уз железницу треба започети од идеје планирања, пројектовања, градње све до организације и извођења технолошког процеса превоза. При управљању инвестицијама (градњи и избору најповољније варијанте регулисања саобраћаја) еколошки критеријум мора бити значајан, а то значи:
  - избор електричне вуче у односу на дизел,
  - рационално коришћење простора,
  - рационално заузимање обрадивих површина,
  - извођење железничке трасе даље од насељених места и др.

За мрежу постојећих пруга постоје две алтернативе за побољшање очувања човекове околине:

- иновације средстава за рад (инфраструктуре, вучних и вучених железничких возила), организације, технологије управљања,
- побољшања у оперативном смислу без инвестиционих захвата (превоз ствари са максималним учешћем електричне вуче, да се транспортни захтеви остваре са што мање покренутих возова, максимално рационализује маневар.



*Слика 1. Железнички саобраћај*

### A. Транспорт опасних материја

Посебне мере се морају предузети при транспорту опасних материја. Међународна заједница је правним прописима одредила да се опасне материје могу превозити само када њихова амбалажа, руковање и превозна средства дају довољну гаранцију за највећу могућу безбедност. Ланац одговорних лица за паковање, утовар, превоз, складиштење, претовар и употребу мора допринети да саобраћај буде сигуран и безбедан. Национални прописи о транспорту опасних материја сваке земље се морају уједначити ради лакше и поједностављене међународне размене. Међународни прописи о транспорту опасних материја односе се на сувоземни (железнички и друмски), водени и ваздушни саобраћај и обухватају:

- класификацију опасних материја,
- начин обележавања,
- услове транспорта.

Сваку пошиљку опасних материја мора да прати упуство о мерама безбедности и заштите при превозу опасних материја и оно мора обавезно да садржи:

- податке о садржини пошиљке (врста, хемијски и технички назив опасне материје, масу, број комада, идентификациони број материје и др.),
- посебне мере које треба предузети при превозу и мере за спречавање и ублажавање штетних последица услед незгоде или удеса на превозном средству (на пример: пожар, лом, просипање или истицање опасне материје и сл.),
- поступак са лицем које дође у додир са опасним материјама,
- назив и адресу организације или органа који морају да се обавесте о незгоди или удесу насталом приликом превоза опасних материја.

B. Прање кола и цистерни

Извор загађења су и прање кола и цистерни. Испод платоа за прање кола распоређени су сливници и шахтови са решеткама тако да се при пропуштању воде кроз решетке уклањају груби отпаци, а у сливницима и шахтовима се таложи и један део интерног материјала из воде. Процеси прања се врше на бетонској платформи и путем решетке и сливника који одводе путем канала у коме се издвајају уља, масти до великог таложника. Нафта се такође посебним поступком одваја од воде.

C. Загађивање земљишта пружног појаса уљем и дериватима нафте

Услед саобраћајних удеса ово је први по величини узрок загађивања. На железничкој мрежи ЖТП Београд од 1982. до 1992.године десило се осам већих саобраћајних удеса са вишеод 1256 тона просутих деривата нафте, при чему је само мањи део прикупљен са површине земље, тако да су последице и данас видљиве.

Узроци загађивања земљишта пружног појаса су:
- цурење из кола цистерни и кола за превоз деривата у станицама,
- цурење из кола цистерни и кола за превоз деривата дуж превозног пута,
- цурење за време вожње и у депоу из локомотива моторних уља,
- технолошким одржавањем скретничких постројења (на земљишту пружног појаса код нас се годишње излије 15-20 тона уља). Деривати нафте и моторних уља просутих на земљишту пружног појаса после извесног времена се разграђују, али се сам процес природне разградње доста успорен и ограничен.

Истраживањем у овој области и анализом последица на земљишту бави се институт завод о привреду "Јарослав Черни" из Београда а у циљу утврђивања:
- Да ли постоји реална опасност за продор загађене воде у област изворишта?
- Да ли постоји могућност убрзане (вештачки изазване биоразградње) расутог уља и деривате?
- Који фактори могу да ограничавају биоразградњу?
- Да ли се додавањем минерала и биразградња може убрзати?
- Да ли убрзана биоразградња утиче на умањење процента уља – деривата?

Разградњу угљоводоника у земљи карактеришу хемијски процеси и услови у којима се она обавља. Микробиолошка разградња угљоводоника у великом степену зависе од спољних чинилаца. За микробиолошку разградњу нафтних деривата од посебног значаја је распрострањеност оксиданата у природи.

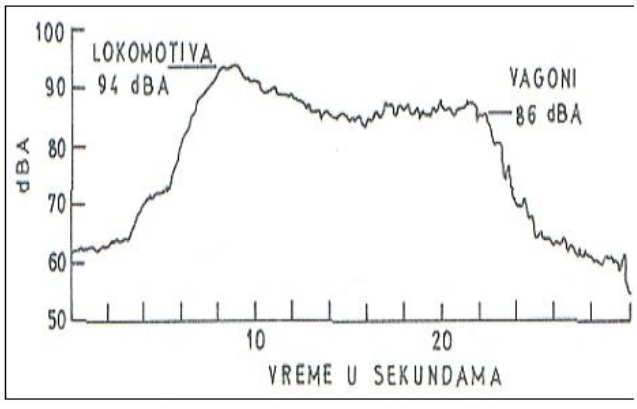
D. Утицај буке и вибрација у железничком саобраћају на животну средину

Бука је звук сваке врсте који је човеку непријатан, досађује, смета, узнемирава, раздражује, замара. Она преко уха долази до централног нервног система, а и може да изазове поремећаје вегетативног нервног система, срца, крвних судова, органа за варење. Бука великог интезитета појачава рад ендокриних жлезда, изазива пораст крвног притисак и поремећаје дисања, губитак апетита, сметње у равнотежи, појачану контракцију мишића.

Железничка возила имају карактеристику да су код њих изражена резонантна понашања на нижим фреквенцијама побуде, као и добра проводност звука. То је последица специјалне кутијасте конструкције.

Према пропису за дозвољени ниво унутрашње буке даје се вредност од 55 до 75 db, док пропис Међународне железничке уније даје вредност 85 db што је знатно блаже.

Извори унутрашње буке су:
- интеракција точак – шина,
- процес кочења,
- аеродинамичка бука,
- бука услед рада клима уређаја,
- бука услед рада система за грејање и вентилацију путничког простора. Континуалним протоком возова ствара се спољашња бука која утиче на околне еко-системе. Потребно је да се још у фази пројектовања возила утврде извори буке и пронађу могућности за њено смањење.




*Слика 2. Промена нивоа буке при проласку путничког воза*

## IV. УТИЦАЈ ДРУМСКОГ САОБРАЋАЈА НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ

Чист ваздух је основ за здравље и живот људи и читаве животне средине. Ваздух је смеша гасова који чини атмосферу, а састоји се приближно од азота, кисеоника и врло малих количина племенитих гасова, угљен диоксида, водоника, озона, водене паре и разних нечистоћа. Невоље настају када се овај однос поремети. Проблем загађења ваздуха специфичним материјама као што су: угљен моноксидом, азотдиоксидом, угљоводоницима и честицама пореклом из издувних гасова мотора аутомобила, постаје један од најбитнијих проблема урбаних средина широм света.

Европска комисија која је основана 2001. године се посебним осврtом на друмски саобраћај анализирала је удео саобраћаја на глобално загревање и у Извештају званом "Бели папир" упозорава на вредност емисије од чак 28% на светском нивоу. Друмски саобраћај сам емитује 84% у односу на остале видове саобраћаја те је стога Европска комисија разматрала увођење интермодалног транспорта, а посебно ко-мбинованог транспорта као основну еколошку логистику смањењу емитовања у саобраћајној делатности.

У финалном извештају »Програма европских климатских промена‹‹ објављеном у Бриселу 2002.године, разматрана је могућност веће примене железничког и воденог саобраћаја уместо друмског. Проблем загађења је последица употребе старих возила која се лоше одржавају и возила без катализатора, лошег квалитета горива, недостатка паркинг места, улица кањонског типа, неадекватног протока саобраћаја и загушења.

У току 2002. године у Београду је регистровано више од 350000 моторних возила. Имајући у виду старост возила, како приватних, тако и оних која се користе у јавном градском превозу, као и лош квалитет горива, јасно је да загађивање издувним гасовима постаје један од горућих проблема и у нашем граду. Просечне годишње вредности за све споменуте гасове биле су веће од дозвољених, максималне појединачне вредности су биле и до пет пута веће од прописаних.



*Слика 3. Друмски саобраћај*

Нови адитиви који се данас убацују у бензин, а који замењују алкил-олово, су ароматични угљоводоници као бензен или његови деривати (тоулен или етил-бензен) или кисеонични деривати угљоводоника као, на пример, алкохоли (метанол и еталон) и неки етри (метил терцијални бутилетар или етил терцијални бутил етар).

Улога ових адитива је и даље остала иста, да се поправи октанска моћ бензина и да се умањи експлозивност ваздух-бензинске смеше. За разликуод олова током сагоревања нових бензина сагоревају и сви адитиви. Ови нови бензини, познати под називом „безоловни“ или „реформулисани“ и даље садрже низ токсичних и канцерогених супстанци.

Ови бензини могу да дају услед лошег сагоревања и неке нове канцерогене супстанце. Зато савремена аутомобилска индустрија на издувној страни мотора уграђује катализатор који довршава процес сагоревања бензина и омогућава да се у природу емитују углавном безопасни деривати сагоревања. Безоловни бензин је производ који је, када се првилно користи, скоро безопасан по здравље човека, али ипак индиректно доприноси општој деградацији животне средине, јер се током сагоревања бензина развија који, како се зна, доприноси повећавању „ефекта стаклене баште“, тј. утиче на глобалне климатске промене на земљи.

На питање да ли је безоловни бензин токсичан одговор је позитиван. Безоловни бензин је врло токсичан, он не би смео да се наноси на кожу и опасно је удисати његову пару. Као главни интоксиканти у безоловном бензину су бензен и његови деривати који могу да се налазе у бензину у концетрацијама од 25 до 50%. То су изразито канцерогене супстанце и зато се мора увек водити рачуна да је катализатор у моторном возилу исправан, затим се мора избегавати „тровање катализатора“ са оловним бензином јер се након контаминације оловом катализатор не може регенерисати. Претерана употреба оловног бензина може чак и физички да загуши катализатор и тиме смањи његову пропусну моћ.

Критеријум за ограничавање увоза моторних возила више није годиште, већ заштита животне средине: тако да могу да се увезу само возила која испуњавају Еуро 3 стандард и која је већина произвођача аутомобила заступљених на нашим путевима почела да испоручује тржишту 2000. године.

Почетком осамдесетих, пре свега због нарастајуће загађености ваздуха у индустријски развијенијим замљама Европе, испитују се количина и садржај издувних гасова које емитују моторна возила. Тако 1983.године у Европи уведена прва норма, Еуро 00, више као смерница произвођачима него ограничење, са циљним вредностима еколошки непожељних супстанци.

Седам година касније уведен је стандард Еуро 0, а почетком 1993.године Еуро 1, чиме је ограничен садржај сумпорних оксида, угљоводоника, азотних оксида и честица у издувним гасовима моторних возила. Три године касније уведен је Еуро2 стандард, а 2000. ступио је на снагу још увек важећи Еуро 3, који се од предходног врло мало разликује.

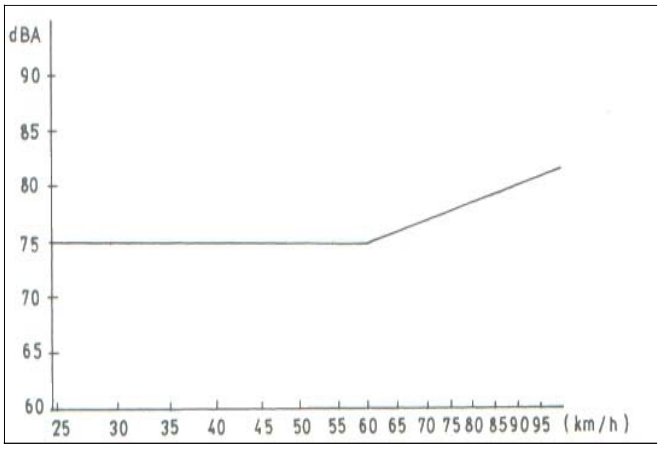
Задовољавање норми за сваки модел утврђује се посебним тестовима, а произвођач уз возило издаје купцу сертификат којим гарантује да возило испуњава захтеве на вратима фабрике, и да ће такав бити у гарантном року од 5 година. Увођењем ових стандарда, колико год да су на муке ставили произвођаче, загађење ваздуха је знатно смањено: захваљујући разним катализаторима, компијутерским контролама убризгавања горива, Еуро 3 мотори троше два пута мање горива по киловату снаге него они од пре 25 година, а емисија гасова је скоро стотину пута мања.

Под условом, наравно, да користе одговарајућа горива. Да би гасови на излазу из ауспуха били у прописним границама, потребно је и одговарајуће гориво, реч је о безоловном бензину и еуродизелу. То гориво такође мора да испуњава неке стандарде.У оквиру испитивања квалитета животне средине главног града праћен је и ниво комуналне буке.

Друмски саобраћај је значајан извор буке. Нивои буке у комуналним срединама нису тако високи да би довели до оштећења слуха, али изазивају читав низ ефеката, тј. утичу на неуровегетативни и васкуларни систем. Бука негативно делује на квалитет и дужину сна што даље доводи до промене расположења, осећаја умора и појачане нервозе. Доказано је да је бука међу значајним факторима који доводе до нервозе, једног од најраспрострањенијих обољења наше данашњице.

Мерења на територији Београда су показала да бука потиче највећим делом од саобраћаја, загађени ваздух утиче на различите начине на здравље људи и на животну средину. Атмосфера служи и као средство транспорта загађујућих материја до удаљених локација и као средство загађења и копна и воде. Загађење ваздуха зависи првенствено од типа загађивача. Један од главних извора загађења ваздуха је саобраћај.

Најчешће загађујуће материје су угљенмоноксид (CO), сумпордиоксид, азотдиоксид, микрочестице чађи. Специфичне загађујуће материје ваздуха су и олово, кадијум, манган, арсен, никл, хром, цинк и други тешки метали и органски спојеви који настају као резултат различитих активности.




*Слика 4. Максимални звучни ниво путничких возила у убрзању при пролазу возила на 7,5м од градског пута*

Угљен моноксид (CO) је веома отрован гас, без боје, мириса и укуса. Овај гас настаје приликом непотпуног сагоревања фосилних горива. Концетрација од 1% CO у ваздуху је смртоносна. Угљен моноксид је токсичан у високим концетрацијама и индиректно доприноси глобалном загревању као прекурсор озона. Емисије потичу углавном од саобраћаја.

Процењује се да емисија сумпорног диоксида (C ) у Европи износи 39 Мтона годишње. Емитовање киселе супстанце као што су и у атмосфери се могу задржати и до неколико дана и за то време прећи раздаљину од преко неколико хиљада километара, где се преобразују у сулфурну и азотну киселину. Примарни полутанти и и њихови реакциони производи након њихове депозиције и промене падају на површину земље и површинских вода (киселе кише) где узрокују закисељавање средине.

Ефекти ацидификције одражавају се на: водене организме који су осетљиви на повећање ph и повећање токсичних метала у води, биљке су осетљиве на повећање концетрације хидрогенових јона у земљишту, људи такође трпе последице ацидификације због конзумирања површинске или подземне воде које често имају непримерен ph и повећану концетрацију метала. Киселе кише изазивају корозију металних површина, пропадање фасада и културних споменика.

A. Утицај саобраћаја на глобално загађење

Утицај угљен диоксида на промене у атмобиосфери: основни научни докази показују да CO игра значајну улогу кад је у питању ефекат стаклене баште. Иначе, ово је природни феномен – резултат апсорпције краткоталосног сунчевог зрачења које земља апсорбује, али због појаса угљен-диоксида и других отровних гасова у атмосфери инфрацрвени зраци не могу да да се пробију у космос, већ остају под слојем гасова и поново их апсорбује Земља (дуготалсно инфацрвено зрачење).

Овај процес резултује ефектом загревања атмосфере до тачке која је много виша него што би то био случај, јер језнатно повећана присутна концетрација и других гасова стакленика у атмосфери. Пошто су за значајне количине гасова стакленика одговорни управо антропогени извори, овај ефекат је привукао пажњу јавности, али и резултате и уочене промене изазване његовим дејством.

## V. ЗАКЉУЧАК

У оквиру претходног излагања навођене су мере, решења, за дате проблеме. Ако бисмо их груписали могли бисмо рећи да мере за заштиту животне средине од загађивања саобраћајем могу бити : превентивне, санационе и контролне.

Превентивне (урбанистичке) мере су : измештање железничких и аутобуских станица, измештање магистралних саобраћајница ван стамбеног дела града, обезбеђивање одговарајуће ширине саобраћајница, изградња пешачких зона, гаража и паркиралишта, планирање простора за зелене површине итд.

Санационе мере су: давање приоритета кретању возила јавног саобраћаја (жуте траке), уградња еколошких семафора, пре орјентација на употребу гаса или струје као погонског горива, један део града реконструисати у оазу без моторних возила и др.

Контролне мере су: обавезна контрола емисије штетних гасова при техничком прегледу моторних возила, стална контрола рада сервиса за технички преглед, забрана паркирања теретних возила у граду, проширити мрежу мерних места, редовно прање градскихсаобраћајница и др.

Саобраћај се усмерава на реке, железницу, а смањује се друмски и ваздушни. Сви облици саобраћаја брже или спорије се ослобађају загађења у свом процесу: у моторном саобраћају строго се контролишу издувни гасови и превоз терета, уводи се обавезно безоловно гориво а градски саобраћај на струју (тролејбуски и акумулаторски).

Снажна подршка свим мерама су закони који регулишу ову проблематику који ће се у наредном периоду морати спроводити уколико желимо да сачувамо животну средину за будуће генерације. Надам се да ће у почетку високе казне за непоштовање ових закона навести човека на размишљање и у будућем времену заиста променити његову свест и помоћи му да схвати значај очувања животне средине.

Последице интензивних климатских промена последњих деценија одражавају се готово у свим деловима света. Све чешће катастрофе услед временских неприлика изазивају забринутост људског друштва, али и спремност да се даље климатске промене ублаже или спрече. У ту сврху неопходно је смањити емисију гасова који изазивају ефекат стаклене баште, а чија је концентрација у атмосфери нагло повећана, пре свега као последица коришћења фосилних горива у саобраћају и индустрији.

## ЛИТЕРАТУРА

[1] Водени транспорт европском линијом живота, Дунавом, припремљено од стране WWF, Беч, Јануар 2002.

[2] М. Станковић, „Екологија, животна средина и заштита“, Београд.

[3] Н. Шубара, „Екологија у саобраћају“, Београд, 2006.

[4] Р. Вуловић, „Еколошко инжењерство“, Београд, 2013.

[5] Закон о заштити животне средине, Службени гласник Републике Србије, 2003.

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Образовање машиновођа за професионалан рад – у школама за железничка занимања, или....

## Engineer Education for Professional Work in Schools for Railway Jobs, or…

Александар Благојевић
*JSC for Passenger Railway Transport "Srbija Voz" Belgrade, Serbia*
aca.vucans@gmail.com

***Апстракт:*** *Занимање машиновођа је једно од најсложенијих занимања у систему железничког саобраћаја. Машиновођа мора да добро познаје конструктивне карактеристике вучног и вучених возила, саобраћајне прописе, прописе службе вуче, технику вожње, сигнално-саобраћајне и телекомуникационе уређаје, да испуњава здравствене психо-физиолошке критеријуме, итд. Због тога је важно да железнички подмладак током едукације за професионални рад на железници стекне високо квалитетна општа, опште стручна и уже стручна знања неопходна за будући професионалан рад. По постојећем курикулуму, будуће машиновође се обучавају у стручним школама за железничке раднике у четворогодишњем трајању. Директиве ЕУ да се за машиновође примају и кандидати који нису завршили железничке школе, уз обавезу да се за време од једне године обуче за ново занимање. У раду се заступа становиште да су четворогодишња стручна школа, обавезни приправнички стаж, и доживотно учење и усавршавање, оптимални оптимални модел обучавања за занимање машиновођа.*
***Кључне речи:****Образовање, машиновођа, железничка школа.*

***Abstract:*** *Engine driver is one of the most complex professions in railway traffic system. Engine driver has to know constructive characteristics of towing vehicle, traffic regulations, traction service regulations, driving technique, traffic signal, and telecommunication devices, meets the health psycho-physiological criteria, etc. That is why it`s important that young people in railway gain high quality general professional knowledge for future professional work while in education.*
*By existing curriculum, future engine drivers will be educated in professional schools for railway workers over a four-year period.*
*EU directives are for candidates who have not completed railway schools to be admitted to drivers, with the obligation to train for one year for a new profession. A four-year vocational school, compulsory internship, lifelong learning and development, the optimal training model for the driver's profession.*
***Key words:*** *Education,engineer,railway school.*

### I. УВОД

Е. Карнеги је говорио, „узмите ми моје људе, а оставите ми моје фабрике, и убрзо ће трава и коров нарасти на месту некадашњеих фабрика. Узмите ми моје фабрике, а оставите ми људе, и ми ћемо убрзо имати нове, још боље и веће фабрике" [1]**.** Међу многим изјавама о пресудној важности фактор човек, ова изјава једног од најуспешнијих пословних људи свога доба на илустративан начин потврђује да је људски капитал најважнији фактор сваке смислене производне и непроизводне делатности. На том аксиому се данас развија концепт менаџмента људских ресурса као важна пословна функција и специфична филозофија менаџмента у свакој компанији.

Железнички саобраћај је значајан део привредне структуре Србије. Тај сектор располаже значајним капацитетима и средствима:

- дужина пруга 3752 км,
- број локомотива 202, са укупном снагом 550 хиљада KW,
- путнички возни парк и моторна возила, укупно 542, седишта 30 хиљада,
- теретни колски парк, укупно 6589 јединица,
- превозни капацитети, 30 хиљада путничких места, 291 хиљада тона носивости,
- запослених 10207, од тога машиновођа око 900, итд [2].

Томе треба додати да се последњих година граде савремене брзе пруге, Београд – Нови Сад, следи и пруга Нови Сад – Суботица, реконструишу се пруге Београд – Ниш, Ниш – Књажевац – Зајечар, набављају се нова возна средства, итд.

Паралелно са инсталирањем нових капацитета, обновом и реконструкцијом постојећих пруга, и техничко-технолошким прогресом у железничком саобраћају, потребно је да тај процес истовремено прати и одговарајућа изградња кадрова, у складу и на принципима савремене теорије менаџмента људских ресурса. То је предуслов да железнички саобраћај у Србији буде безбедан, квалитетан и ефикасан попут железничког саобраћаја у свету.

У структури запослених на железници посебан значај имају машиновође – техничари вуче на свим средствима вуче, као и систем њиховог образовања и обуке. Воз и локомотива су један систем, машиновође најважнији подсистем тог система. Значај машиновођа види се и по томе што низ других радника у систему железничког саобраћаја – скретничар, одјавничар, чувар, отправник, извршиоци на одржавању пруге, телеграфско-телефонских уређаја, на постројењима електричне вуче, диспечер стабилних постројења електричне вуче, и други – мора да извршава потребне радне операције да би машиновођа могао да извршава свој радни задатак.

## II. КУРИКУЛУМ

Будући да су машиновође кључни фактор безбедног и квалитетног железничког саобраћаја, њихова обученост за посао вуче возова мора бити врхунска. При разматрању образовања (едукације) за занимање машиновођа, потребно је раздвајати њихово формално од неформалног образовања, и правити дистинкцију између основног образовања за конкретно занимање на једној страни, и обуке и доживотног учења од стране новозапослених и запослених на другој страни. Формални модул се изводи у систему званичне мреже средњих стручних школа за занимања у железничком саобраћају по програмима које у Републици Србији доноси Национални просветни савет, а неформално образовање је обука, преквалификација, доквалификација, и перманентно учење од стране свих запослених и новозапослених у компанији.

Класично образовање за занимање машиновођа-техничар вуче, се у Србији обавља у средњим стручним школама саобраћајног, односно железничког смера у четворогодишњем трајању у Београду и Новом Саду, док су раније железничке стручне школе за образовање квалификованих радника у Нишу и Суботици укинуте, будући да се образовање за занимања у индустријским, саобраћајним, грађевинским другим делатностима стиче у другим стручним школама које постоје у Србији.

Основно образовање за професију машиновође које се стиче у средњим стручним школама, обавља се према наставним плановима и програмима које прописује надлежно министарство. На тај курикулум значајан утицај имају и Закон о средњем образовању и васпитању, Закон о образовању одраслих, Закон о основама система образовања и васпитања, Закон о безбедности и инетроперабилности на железници, Закон о националном оквиру квалификација, прописи које доноси Дирекција за железнице Србије, Директиве ЕУ о железничком саобраћају, и други [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10].

Друга фаза стручног оспособљавања машиновође, после завршене средње стручне школе за занимање машиновође је обављање прописаног приправничког стажа – обуке у трајању од шест месеци под надзором ментора, и полагање приправничког стручног испита из теоријског и практичног дела. Након тога приправници-машиновође су оспособљени за вршење послова машиновође, али у првој години раде под надзором ментора – који мора бити искусни машиновођа са најмање три година радног искуства на пословима машиновође и да има дара за подучавање младих. После годину дана рада, млади машиновођа постаје самостални радник на железници на радном месту машиновођа. Међутим, он је и после тога обавезан на доживотно учење, редовно поучавање, и иновацију знања [4], [5]. Овакав модул стручног образовања машиновођа потврдио се у пракси као веома успешан, и треба га задржати и убудуће.

## III. СТРУЧНО ОБУЧАВАЊЕ, ПРЕКВАЛИФИКАЦИЈЕ И ДОКВАЛИФИКАЦИЈЕ

Насупрот класичном систему обуке машиновођа за будућу професију, постоји алтернативни концепт по коме и железничке компаније, а не само железнички школски центри, могу да у својим центрима за обуку врше целокупну обуку машиновођа и других железничких радника, независно од постојећег курикулума за образовање за занимање машиновођа. Суштина тог модела је преквалификација. По њему, железничке компаније могу имати центар за стручно

оспособљавање потенцијалних машиновођа (и других железничких радника), а услов за пријем кандидата на обуку је да они имају завршену неку средњу школу, било ког смера. Предлаже се да таква обука траје осам месеци за теоријски део, и четири месеца за практичну обуку под надзором инструктора. После обуке у укупном трајању од годину дана, кандидати ће, ако положе испит, моћи да самостално обављају посао машиновође, и то без обавезе да поред себе имају сувозача-ментора.

Постоји скепса да тако обучене машиновође могу да одговоре свим захтевима који се пред машиновођу постављају. У пракси се, у свим делатностима и областима, показало да су најуспешнији они професионалци који имају континуитет обуке у једној истој делатности. Најуспешнији професионалци било менаџери или извршиоци,су они који су целокупну обуку стицали у једној истој делатности, континуирано се обучавајући од најнижег ка вишим нивоима едукације и крећући се од нижих ка вишим нивоима професионалне каријере у истој делатности. Због тога се оправдано сматра да ће они машиновође који су се за професију машиновође определили одмах после основне школе, и проћу систем дуалног образовања, увек бити професионалнији од потенцијалних машиновођа који су се накнадно преквалификовали за то занимање. „Сваком занимању претходи шегртовање, и то је потребно. Само после шегртовања може се бити судија, лекар, политичар, инжињер, мајстор, итд“, мисао је Жоржа Сименона [4], [5].

„Правим машиновођама“, који су се за тај посао определили одмах после основне школе, локомотива и воз су „у крви“, железица је њихова кућа, а не само радно место. Они који су се из друге делатности преквалификовали у ново занимање, немају такав однос према локомотиви. Преквалификације радника из других области и делатности у занимање машиновођа не могу бити потпуно успешне, и стога средње стручне железничке школе, требају остати главни извор за занимање машиновођа у железничком саобраћају. Те школе сваке године уписују довољно заинтересованих ученика на смер за машиновође.

Чињеница је да савремена концепција менаџмента људских ресурса дозвољава да компаније могу да буду оснивачи образовнх центара за одређена занимања. У бившој држави сви саобраћајно-железнички школски центри били су у саставу Југословенске државне железнице. Железнички образовни центар у Београду био је у саставу СОУР ЖТП Београд, Железнички образовни центар у Загребу у саставу СОУР ЖТП Загреб, Железничка школа „Васа Мискин Црни“, Железничка школа „Иван Крндељ“ и Железнички ђачки дом, из Сарајева били су у саставу СОУР ЖТО Сарајево, Железничка средња школа из Љубљане и Железничка средња школа из Марибора у саставу СОУР ЖГ Љубљана, а Железнички образовни центар у Скопљу у саставу ЖТО Скопље. Наведена железичко-транспортна предузећа, сложене организације удруженог рада, биле су и оснивачи „својих“ школских центара, док је финнсирање било из тадашњих републичких заједница за усмерено образовање. За ЖТО Нови Сад извор обучених железничких радника био је Железнички образовни центар у Београду, а за ЖТО Титоград извор кадрова су били железнички школски центри у Београду, Сарајеву и Загребу. У Приштини је осамдесетих година основан Образовни технички школски центар за железничка занимања, којем оснивач није био ЖТО Приштина, али је тај центар искључиво обучавао будуће железничке раднике за ову железничку организацију. Данас су услови у свим пост-југословенским државама битно другачији, а свим државама узор је политички, економски, привредни, образовни, итд систем у Европској унији. У том смислу следе се и Директиве о саобраћају које долазе из ЕУ, али то не искључује опцију да железничке компаније могу да буду оснивачи образовних центара за железничка занимања.

Реална је потреба да за одвијање железничког саобраћаја у Републици Србији треба да постоје средње стручне четворогодишње школе – образовни центри, у којима ће се обучавати машиновође (и други жалезнички радници). Њихово финансирање треба да је из државног буџета, што не искључује да школе могу имати и друге изворе финансирања. Железничке компаније могу да, по потреби, оснивају образовне центре за своје потребе, које ће финансирати из својих средстава, а у којима ће се по истоветном наставном плану и програму као и у државним школама обучавати полазници тих школа [5], [8], [9], [10].

У образовним центрима железничких компанија могу се, по потреби, обављати и преквалификација и доквалификација железничких радника. Тај процес се такође мора изводити у скаладу са прописима које доносе надлежни државни органи и Дирекција за железнице и у сарадњи са железничким образовним центрима.

Преквалификације и доквалификације запослених су уобичајени процеси у железничким компанијама. „Преквалификација је посебан облик стручног образовања и оспособљавања кадрова којом се стичу одговарајуће знање, умећа и вештине за обављање послова и радних задатака у новој делатности или струци, на основу допунских и нових садржаја, кроз организоване обликео бразовања, најчешће у железничким образовним установама преквалификовани радници се прераспоређују на нова радна места“ [11].

Преквалификација се у железничком саобраћају врши најчешће на радним местима која су важна за

безбедност саобраћаја, услед умањења здравствене способности за извршавање радних задатака, модернизације пословања, и промена у техници и технологији и организацији рада.

Доквалификација је образовање и обука за занимање вишег степена у оквиру исте струке, према програмима који постоје за занимања вишег степена, а најчешће се изводе путем курсева које организују железнички школски центри, у складу са потребама железнице; на пример, пружни радник може да се доквалификује за чувара пруге, помоћник машиновође у машиновођу, машиновођа за машинског инжењера за железничко машинство, машиновођа локомотива на дизел вучу у машиновођу локомотиве на електровучу (тада је то доквалификација у истом нивоу, али је проширење квалификованости) итд. Доквалификација и преквалификација је такозвано „образовање уз рад“, и врло је погодно за организације железничког саобраћаја на свим нивоима класификације занимања**.**

У вези тога, треба потсетити да су пре и после другог светског рата најбољи машиновође на некадашњим Југословенским железницама, на свим врстама локомотива, били машиновође који су претходно неколико година били најбољи мајстори – бравари, електричари, механичари, – у „ложионицама“, депоима за одржавање возила, који су потом прошли процес доквалификације/преквалификације, најпре за ложаче и помоћнике, а потом и за машиновође. С обзиром на свој претходни посао, они су савршено познавали механизам локомотиве и њене карактеристике, и зато су били идеалне машиновође. На том искуствима треба, по потреби, организовати евентуалне будуће доквалификације/преквалификације железничких радника [16].

## IV. САВРЕМЕНИ МЕНАЏМЕНТ ЉУДСКИХ РЕСУРСА

Менаџмент људских ресурса има више значења. То је специфична филозофија менаџмента, посебна пословна функција у компанији, менаџерска функција, и научна дисциплиона. У Србији су се у последње две деценије десиле бројне промене у макроокружењу и унутрашњем окружењу, које су још више актуелизирале значај управљања људским ресурсима. Нестале су многе раније организационе форме, распали су се многи велики привредни системи, формирана су разна мала и средња предузећа, извршено је производно, организацијско и својинско реструктурирање, а на тржиште су ушле стране компаније, итд. У таквим условима у свим компанијама, на железници Србије такође, менаџмет људских ресурса добија нови, знатно шири и дубљи значај него што је традиционална кадровска служба у предузећу.

Савремени менаџмент људских ресурса има бројне функције, међу којима су најважније стратегијско управљање људским потенцијалом, планирање, пријем, и обука запослених, анализирање и дизајнирање послова и радних места, мотивисање и развој каријере запослених, стварање организационе климе и културе, изградња ефикасних односа између запослених и менаџмента, безбедност и здравље запослених, итд.
У делатности железничког саобраћаја веома важне функције службе менаџмента људских ресурса су такозвани стефинг, који обухвата све активности компаније око одабира и пријема кандидата у компанију, и функција обуке, која обухвата процес стицања вештина потребних за рад, усвајање правила понашања, и формирање ставова запослених у компанији. У оквиру тога, посебно важан задатак службе менаџмента људсих ресурса у компанији је да развија и примени познате и нове методе обуке у процесу стручног обучавања будућих машиновођа [12], [14], [15].

## V. ЗАКЉУЧАК

Едукација за машиновођа – техничара вуче је сложено питање и мора се одговорно сагледати из свих углова, посебно са аспекта безбедности вожње и квалитета железничког саобраћаја.
Анализирајући актуелни систем обуке машиновођа – техничара вуче, и постојеће и перспективне потребе и ограничења, може се закључити следеће:

1. Будући машиновође треба да се за своје занимање обучавају у средњим стручним школама и образовним центрима у четворогодишњем трајању саобраћајно-железничког смера, по курикулуму који прописује надлежни државни орган,
2. Оснивачи школа и образовних центара могу да буду надлежна министарства, локална самоуправа, или железнчке компаније,
3. Преквалификација и доквалификација из других занимања у занимање машиновође, треба да се, по потреби, организује у постојећим стучним школама за занимања железничког радника, или у образовним центрима железничких компанија, за раднике са претходно завршеном стручном школом металске, или електро струке, који су претходно најмање две године радили на одржавању и поправкама локомотива у железничким радионицама у компанијама које се баве железничким саобраћајем,
4. Програм преквалификације и доквалификације треба да траје најмање годину дана и да садржи теоријски и практични део. После положеног испита, нови машиновођа треба да ради као машиновођа најмање пола године под надзором ментора, и обавезан је на доживотно учење према прописаним програмима,
5. У процесу целокупне едукације машиновођа потребно је ослањати се на досадашња позитивна искуства обуке машиновођа и на савремену добру

домаћу и светску праксу, и директиве ЕУ о железничком саобраћају.

## ЛИТЕРАТУРА

[1] С. Ивошевић, „То траже, то им дајте“, Ивошевић и кћери, Нови Сад, 2008.

[2] Републички завод за статистику: Статистички годишњак, Београд, 2018.

[3] Закон о безбедности у железничком саобраћају, С. гласник РС, бр. 41/2018,

[4] Дирекција за железницу: Правилник о стручном оспособљавању железничких радника, нацрт, Београд, 2019.

[5] Заједница југословенских железница: Правилник о стручној спреми радника који непосредно учествују у вршењу железничких задатака, Београд, 1986.

[6] Европски парламент и Веће: Директива о давању овлашћења машиновођама који управљају локомотивама и возовима у железничком систему заједнице, Службени лист ЕУ, 23. октобар 2007.

[7] Европски парламент и Веће: Одлука 2011/765 ЕУ Комисије о критеријумима за прављење центара за оспособљавање машиновођа, о критеријумима за признавање испитивача машиновођа, и о критеријумима за организацију испитивања у складу са Директивом 2007/59 ЕЗ Европског парламента и Већа, Службени лист ЕУ, 22. децембар 2011.

[8] Закон о средњем образовању и васпитању, Службени гласник РС бр. 55/2013, 101/2017, 27/2018.

[9] Закон о основама образовања и васпитања, Службени гласник РС бр. 88/2017, 27/2018, 10/2019.

[10] Закон о образовању одраслих, Службени гласник бр. 55/2013, 88/2017, 27/2018.

[11] Војводић С. и други: Политика и систем образовања кадгова за потребе ЈЖ, кретање и смањење флуктуације запослених на ЈЖ, књига I – IV, Виша железничка школа, Београд, 1982.

[12] Ф. Бахтијаревић Шибер, „Менаџмент људских потенцијала“, Голден Маркетинг, Загреб, 2000.

[13] Г. Шушњар, В. Зимоњи, „Менаџмент људских ресурса“, Економски факултет, Суботица, 2005.

[14] Г. Шушњар, В. Зимоњи, „Организационо понашање“, Економски факултет, Суботица, 2005.

[15] Д. Торингтон, Л. Хал, С. Тејлор, „Менаџмент људских ресурса“, Дата статус, Београд, 2004.

[16] К. Тихомиров, М. Јовановић, (уредили): „Зборник прописа машинске службе –упутство за машиновође и ложаче“, Железничко законодавство, св. 4, Београд, 1938.

[17] М. Плеснић, М. Грујић, З. Бундало, и други, „Железнице Србије, 120 година“, Желнид, Београд, 2004.

[18] З. Бундало и други, „60 година рада и резултата, 1957 – 2017”, Висока железничка школа струковних студија, Београд, 2017.

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Спутниковая связь на железной дороге

## Satellite Communications on the Railway

Антон Вылегжанин[1], Айрат Сатдинов[2], Дмитрий Журавлев[2]

*Военный институт (Железнодорожных войск и военных сообщений) Военной академии МТО, Военная академия связи*[1,2,3]

valik.jan@mail.ru[1], sat-12@mail.ru[2], zhuravlevdmitriy84@ya.ru[3]

***Резюме:*** *В статье предлагаются варианты применения технологий спутниковой связи и навигации для обеспечения функционирования железных дорог, рассмотрены основные параметры систем спутниковой связи, принцип построения сетей на базе DVB-RCS.*
***Ключевые слова:*** *спутниковая связь, спутниковая навигация, диспетчерская связь, отслеживание вагонов.*

***Annotation:*** *The article offers options for the use of satellite communications and navigation technologies to ensure the functioning of railways, considers the main parameters of satellite communications systems, the principle of building networks based on DVB-RCS.*
***Key words:*** *satellite communications, satellite navigation, dispatch communications, wagon tracking.*

## I. ВВЕДЕНИЕ

Железнодорожная связь предназначена для передачи приказов и распоряжений в рамках оперативного руководства многоотраслевым и сложным хозяйством железных дорог, протянувшимся на многие тысячи километров.

Надежная связь необходима работникам, организующим движение поездов. Она помогает им своевременно отправлять и принимать поезда, формировать и расформировывать составы, руководить работой станций, оптимально использовать локомотивы, вагоны, путевые и погрузочно-разгрузочные машины и механизмы, повышает безопасность движения поездов, пропускную и провозную способность железнодорожных линий.

Несмотря на высокую степень оснащенности железных дорог аппаратурой волоконно-оптических линий связи (ВОЛС), на ряде направлений (боковых ветках, подъездных путях и др.) до сих пор для организации связи используются медные кабели и «воздушные» линии связи протяженностью свыше 20 тыс. км, непригодные для организации каналов передачи данных в современных системах управления, мониторинга и безопасности. На подобных участках экономически эффективнее использовать спутниковые каналы связи, тем более что для мобильных объектов контроля и управления нет альтернативы использованию спутниковых каналов.

В настоящее время на железной дороге разрабатывается комплекс инновационных спутниковых технологий для решения основных задач функционирования железных дорог.

## II. СПУТНИКОВАЯ СВЯЗЬ НА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ

### A. Общие сведения о спутниковой связи

В соответствии с Регламентом радиосвязи в зависимости от назначения системы спутниковой связи (СС) и типа использования земных станций различают три основные службы спутниковой связи: фиксированная спутниковая служба; подвижная спутниковая служба; радиовещательная спутниковая служба.

Системы спутниковой связи ОП рассматриваются как техническая основа части информационной инфраструктуры мирового сообщества, основными требованиями к которой является глобализация и персонализация.

В целом, на базе космических аппаратов создаются следующие системы спутниковой связи и вещания [1]:

- системы спутниковой связи (региональные, межрегиональные, международные);
- выделенные системы спутниковой связи (корпоративные на базе малых земных станций VSAT);
- системы магистральной спутниковой связи;
- системы персональной спутниковой связи;
- системы доступа пользователей в Интернет;
- системы доступа удаленных пользователей к наземным сетям связи;
- системы СС для организации телевидения.

Каждая система СС определяется большим числом характеристик, к которым можно отнести: характеристики систем орбитальной группировки космических аппаратов (КА); скорости передачи информации в радиолиниях СС (абонентской, групповой) и лучах; пропускную способность ретрансляторов связи (РС) КА и системы СС в целом; средства коммутации и маршрутизации; диапазоны используемых частот; методы модуляции и кодирования; методы многостанционного доступа; типы бортовых антенн; характеристики ретрансляторов связи (количество лучей, энерго-массо-габаритные характеристики), терминалов и земных станций (ЗС); качество обслуживания; услуги связи; область применения и другие. [2].

Особенностью спутниковой связи, обусловленной самим принципом этого вида связи, является возможность одновременного доступа к ретранслятору космической станции сигналов нескольких ЗС. В зависимости от метода разделения сигналов на приеме различают три основных способа многостанционного доступа: с частотным разделением каналов (МДЧР), с временным разделением (МДВР) и с кодовым разделением (МДКР).

Важным классификационным признаком цифровых информационных потоков является их восприимчивость к задержкам, вносимым сетью. В связи с этим различают потоки реального времени (ПРВ) и потоки нереального времени (ПНВ). Передача информационных потоков по сетям неизбежно сопровождается искажениями, величина которых определяется показателями качества обслуживания (англ. (QoS) - Quality Of Service). Показатели качества обслуживания тесно связаны с прикладным содержанием информационных потоков и определяют выбор способов и режимов информационного обмена в сети, в том числе протоколов множественного доступа.

Под протоколом множественного доступа в спутниковый канал связи понимают правила, определяющие порядок коллективного использования многими ЗС (пользователями) связных ресурсов ретранслятора и общей среды распространения радиосигналов. В радиосетях, использующих общую среду распространения сигналов, имеется возможность совместного и эффективного использования таких ресурсов, как полоса частот и мощность, при помощи соответствующего протокола множественного доступа (ПМД).

Выбор рационального ПМД во многом определяется свойствами используемого радиоканала, в первую очередь задержкой распространения сигнала и пропускной способностью, а также характеристиками пользовательского трафика и числом обслуживаемых ЗС [3].

Управление доступом к каналам связи может быть централизованным и децентрализованным (распределенным). Основной проблемой при централизованном управлении является доставка запросов в центральную (управляющую) станцию (ЦС). Возможность столкновения информационных и запросных пакетов на практике исключается путем фиксированного частотного или временного разделения между информационным и запросным каналами. При распределенном управлении аппаратура ЗС оказывается более сложной, служебные затраты на реализацию протокола доступа увеличиваются, что в конечном итоге приводит к возрастанию стоимости сети и, соответственно, предоставляемых информационных услуг по сравнению с централизованным управлением [4].

Анализ мирового опыта создания высокоскоростных, широкополосных систем спутниковой связи с широким спектром предоставляемых услуг показывает, что данные системы в основном базируются на мультисервисной платформе DVB-RCS (Digital video broadcasting Return Channel via Satellite) – стандарт широкополосной интерактивной связи на основе расширения спутникового видеовещания [5]. Данная платформа обеспечивает высокоскоростной спутниковый доступ с приложениями реального времени (передача данных, голос, видео и т.д.), а также стандартные IP приложения (Интернет/Интранет, электронная почта, передачи файлов, и т.д.).

Топология сети на базе мультисервисной DVB-RCS платформы, как правило, строится по типу «звезда» и подразумевает наличие двух трактов передачи: прямой канал – спутниковый канал от центральной земной станции (ЦЗС) до удаленных спутниковых интерактивных терминалов – земных станций (ЗС); обратный канал – спутниковый канал от терминала до центральной земной станции.

Стандарт DVB-RCS предлагает прямой канал, основанный на формате данных DVB/MPEG2 (DVB-S, DVB-S2), и обратный канал, на основе режима

множественного доступа с разделением по времени (TDMA). Широкополосная несущая прямого канала может обеспечить скорость передачи в прямом канале до 110 Мбит/с, а режиме множественного доступа с разделением по времени предусматривает скорость до 2-4 Мбит/с в каждом обратном канале.

Прямой канал системы соответствует MPEG2 и ETSI/DVB стандартам, регламентирующим цифровое телевещание. Трафик прямого канала мультиплексируется на центральной земной станции (станциях) в общий широкополосный DVB/MPEG2 (DVB-S, DVB-S2) поток и ретранслируется через спутник на сеть ЗС. В прямом канале каждому терминалу передаются сообщения сигнализации, сообщения о погрешностях синхронизации и данные для распределения спутникового ресурса (временные и частотные слоты). Сообщения мультиплексируются в транспортный поток в прямом канале (рисунок *1*). В транспортном потоке передаются и сервисные таблицы, которые обеспечивают ЗС информацией о конфигурации сети.

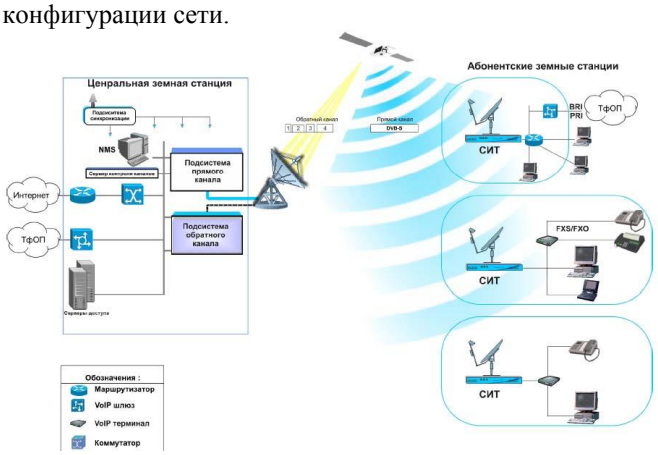



*Рис. 1. Общая структурная схема платформы DVB-RCS*

По установленному стандартом алгоритму ЗС синхронизируются с прямым каналом, регистрируются на центральной земной станции и для каждого терминала выделяется частотно-временной план (в терминах множественного доступа с разделением по времени).

Пропускная способность для каждой ЗС может распределяться на ЦЗС как статически, так и динамически, позволяя ЗС корректно взаимодействовать друг с другом, и работать с наибольшей ресурсной эффективностью.

Для обеспечения заданного качества обслуживания пользовательских приложений, МСЭ разработал архитектурную модель поддержки качества обслуживания [6].

Сетевые механизмы должны использоваться в комбинации с характеристиками качества обслуживания, формируемыми в зависимости от приложений. При разработке архитектуры сетевых механизмов учитывалось, что различные услуги будут иметь разнообразные требования к характеристикам сети. Например, для телемедицины точность доставки играет более существенную роль, чем суммарная средняя задержка или джиттер, тогда как для IP-телефонии джиттер и задержка являются ключевыми характеристиками и должны быть минимизированы [7].

Основой архитектурной модели является набор общих сетевых механизмов управления ответом сети на запрос услуги, которые распределены по трем группам:

1) управления: управление доступом, маршрутизация для QoS, резервирование ресурсов;
2) данных: управление буферами; моделирование трафика; предотвращение перегрузок, организация и диспетчеризация очередей, правила обработки трафика, маркировка пакетов, классификация трафика;
3) административного управления: измерения, заданные правила доставки, восстановление трафика, соглашение об уровне обслуживания.

## B. Применение систем спутниковой связи на железной дороге

Разработаны и находятся в стадии массового внедрения спутниковые системы обеспечения безопасности и связи пассажирских поездов. К настоящему времени на сети железных дорог ОАО "РЖД" спутниковой навигационно-связной аппаратурой оснащено более полутысячи пассажирских поездов дальнего следования, из них более двухсот поездов подключено к спутниковой системе передачи данных "Инмарсат".

Система диспетчерского управления подвижным составом является первым пилотным проектом создания интеллектуальной системы диспетчерского управления, в которой реализуются функции "Автоведение" и "Автомашинист". Средствами спутниковой навигации оснащен первый скоростной поезд "Сапсан".

Для обеспечения мониторинга подвижного состава и объектов железнодорожной инфраструктуры ОАО "РЖД" развертывается единая информационно-коммуникационная технологическая инфраструктура ОАО "РЖД". Система базируется на аппаратно-программных средствах и информационных ресурсах единой корпоративной геоинформационной системы ГИС РЖД, в которой реализуются единые правила построения цифровых моделей (электронных карт) железных дорог. Система развертывается в структуре

главного вычислительного центра (ГВЦ) ОАО "РЖД" и его филиалах на сети железных дорог.

В перечисленных выше системах и технологиях внедрение спутниковых навигационных устройств ГЛОНАСС/GPS осуществляется как путем интеграции в состав бортового комплексного устройства управления (например, КЛУБ-У), так и путем установки на объектах подвижного состава бортовых спутниковых навигационно-связных устройств (терминалов) ГЛОНАСС/GPS. Указанные терминалы представляют собой законченные аппаратно-программные комплексы, включающие сертифицированные в установленном порядке спутниковые приемники ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS, средства подвижной связи GSM/GPRS (в виде опции могут использоваться средства спутниковой связи Inmarsat D+, "Гонец" и др.) и вычислительной техники в виде бортовых контроллеров с набором шин для подключения различного типа бортовых устройств и/или средств телеметрии.

Сроки окупаемости практически всех перечисленных проектов, где используются спутниковые технологии, не превышают двух лет, а по некоторым проектам, например, подвижным рельсосмазывателям, не превышают одного года.

Использование спутниковых технологий ГЛОНАСС/GPS в указанных направлениях позволит:

- создать единое координатное пространство на всей сети железных дорог ОАО "РЖД";
- обеспечить на основе единого координатно-временного пространства ГЛОНАСС и корпоративной информационно-коммуникационной инфраструктуры ОАО "РЖД" создание надёжного механизма интеграции и синхронизации различных прикладных информационно-управляющих систем;
- создать для хозяйств и служб ОАО "РЖД", а также независимых перевозчиков, операторов и собственников подвижного состава комплекс информационных услуг, обеспечивающих гарантированную возможность знать в любой точке на сети железных дорог, в любое время суток и при любой погоде с высокой точностью дислокацию и параметры движения пассажирских и грузовых поездов, включая специальные и опасные грузы, специальных самоходных подвижных средств, путейских бригад, контролировать их движение, а также оцениваться параметры состояния бортовых систем [8].

Еще одно направление применения спутниковой связи – это ее использование для отслеживания вагонов. По сравнению с RFID и сотовыми сетями такое решение может быть всеобъемлющим и весьма экономичным.

Внешний вид спутниковых терминалов для отслеживания и мониторинга не имеет ничего общего с большими параболическими антеннами, используемыми в домах и офисах. Современные терминалы спутниковых сообщений - это небольшие низкопрофильные устройства, которые легко скрыть. Они просты в установке и обслуживании и поддерживают удаленную настройку интервалов оповещения по спутниковому каналу.

Ценность спутниковых терминалов - в том, как они используются и какие преимущества предоставляют. Терминалы спутниковых сообщений могут выполнять отслеживание местоположения вагонов, их состояния и состояния железнодорожной инфраструктуры. Это позволяет сократить эксплуатационные расходы и объем капиталовложений и повысить общественную безопасность железнодорожной сети.

При перемещении на большие расстояния в отдаленных районах другие средства отслеживания обычно ненадежны или недоступны - а спутниковые решения предоставляют транспортным компаниям полный визуальный контроль над состоянием вагонов и рельсов, независимо от их местонахождения и наличия сотовой связи, RFID-считывателей и других наземных коммуникаций.

Для обеспечения надежного функционирования подсистем безопасности и мониторинга необходимо:

- построение интегрированной наземной и спутниковой сети цифровой радиосвязи с высоким уровнем надежности передачи данных и гарантированным радиопокрытием всей территории РФ;
- создание комплекса носимых (мобильных) автоматизированных рабочих мест (АРМ) персонала, работающего вне помещений, со скоростным каналом доступа к серверам автоматизированной системы управления (АСУ) железнодорожной станции через спутниковые каналы связи;
- создание стационарных и мобильных станций спутниковой связи с интерфейсными модулями для подсоединения кабельных и радиоканалов передачи данных систем автоматики и мониторинга. (рис.2)

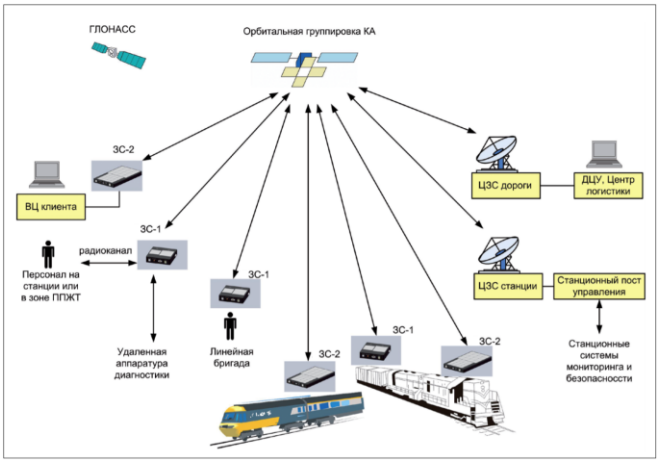



*Рис. 2. Система спутниковой связи железной дороги*

Использование различных систем спутниковой связи на геостационарной и эллиптических орбитах позволит охватить всю территорию страны, включая северные регионы и наиболее гибко реализовать все преимущества внедрения систем СС в сеть передачи данных железных дорог.

## III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, системы СС обеспечат предоставление услуг связи для решения широкого спектра задач:

- организация технологических каналов передачи данных между диспетчерскими пунктами и контролируемыми объектами на территории России и сопредельных государств;
- организация технологической документальной связи с мобильными объектами на территории России и сопредельных государств;
- организация быстро развертываемой технологической документальной и телефонной связи при чрезвычайных ситуациях и в районах стихийных бедствий на территории [9];
- отслеживание в реальном времени объектов, профилактический мониторинг шума, вибрации и инфраструктуры.

## ЛИТЕРАТУРА

[1] Л. Я. Кантор, „Спутниковая связь“, «Электросвязь», № 11, 2003.

[2] А. М. Сомов, С. Ф. Корнев, „Спутниковые системы связи“, Учебное пособие для вузов. Под ред. А.М. Сомова, «Горячая линия – Телеком», 2014.

[3] А. И. Аболиц, „Системы спутниковой связи. Основы структурно-параметрической теории и эффективность“, М.: ИТИС. -2004.

[4] А. П. Дятлов, „Системы спутниковой связи с подвижными объектами“, Учебное пособие. Ч.1. Таганрог. ТРТУ. 2004.

[5] ETSI EN 301 790. Digital Video Broadcasting (DVB): Interaction channel for satellite distribution systems. 2000. http://etsi.org.

[6] МСЭ-Т Recommendation Y.1291. An Architectural Framework for Support of Quality of Service in Packet Networks //May 2004.

[7] М. Н. Гилазов, „Влияние качества обслуживания на коммутацию IP-пакетов“, Молодой ученый. - 2015. - №11. -URL https://moluch.ru/archive/91/19604.

[8] http://annrep.rzd.ru http://annrep.rzd.ru/reports/public/ru?STRUCTURE_ID=4421&layer_id=5184&refererLayerId=5183&print=1..

[9] Связь и информационные технологии на железнодорожном транспорте //www.connect.ru // № 3, 2009.

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# К вопросу эффективного использования раздельно-конвейерного способа укладки верхнего строения пути

# To the Question of the Effective Use of the Separate-Conveyor Method of Laying the Upper Track Structure

Андрей Даниленко[1], Антон Вылекжанин[2]

*Военный институт (Железнодорожных войск и военных сообщений) Военной академии МТО, Военная академия связи*[1,2]

danilenko-ev1302f@mail.ru[1], valik.jan@mail.ru[2]

***Резюме:*** *В настоящем статье предложен альтернативный вариант организационно-технологического решения по укладке верхнего строения пути при строительстве, восстановлении или ремонте железнодорожных участков ограниченной длины. Кроме того предложен раздельно-конвейерный способ выполнения путеукладочных работ и обоснованы условия его эффективного использования.*
***Ключевые слова:*** *Организационно-технологические решения, верхнее строение железнодорожного пути.*

***Summary:*** *This article proposes an alternative version of the organizational and technological solution for laying the track's upper structure during construction, restoration or repair of railway sections of limited length. In addition, a separate conveyor method for performing laying works is proposed and the conditions for its effective use are substantiated.*
***Keywords:*** *Organizational and technological solutions, the upper structure of the railway.*

## I. ВВЕДЕНИЕ

Анализ установившихся технологий и имеющихся средств позволил выделить основные варианты организационно-технологических решений по строительству, восстановлению и ремонту верхнего строения железнодорожного пути. В основу анализа взята организация изготовления звеньев железнодорожного пути и последовательность доставки его элементов [1]:

- Вариант 1. Сборка звеньев пути с последующей их транспортировкой в район и к месту укладки с помощью высокопроизводительных укладочных средств.
- Вариант 2. Раздельная укладка пути из элементов, отдельно доставляемых к месту выполнения работ.

В определенных условиях, характеризующихся отсутствием притрассовых автомобильных дорог, рассредоточенными объемами работ, очевидными трудностями с транспортировкой и монтажом путеукладчиков, рисками и большими трудозатратами при поэлементной укладке пути, существующие варианты организационно-технологических решений могут оказаться малоэффективными [2].

Это позволило предположить о существовании альтернативных организационно-технологических решений с соответствующей областью рационального использования: раздельная доставка элементов верхнего строения пути в район выполнения строительных работ для сборки звеньев с последующей их транспортировкой непосредственно к месту укладки по земляному полотну, или уложенному железнодорожному пути [3].

Условиями эффективного использования предлагаемого варианта являются:

- отсутствие в районе укладки верхнего строения пути притрассовых автодорог;
- наличие на строящемся железнодорожном участке «нулевых» мест и относительно

небольшие расстояния между ними для сборки и доставки готовых звеньев под укладку.

Исследования, выполненные для ряда железнодорожных участков, подтвердили существование таких условий [4].

После анализа около 653 железнодорожных участков установлено, что для 223 участков обеспеченность автодорогами не превысит 10%, для 112 участков обеспеченность составит от 10 до 20%, для 209 участков – от 20 до 30%, для 25 участков от 30 до 40% и т.д. (рисунок 1).

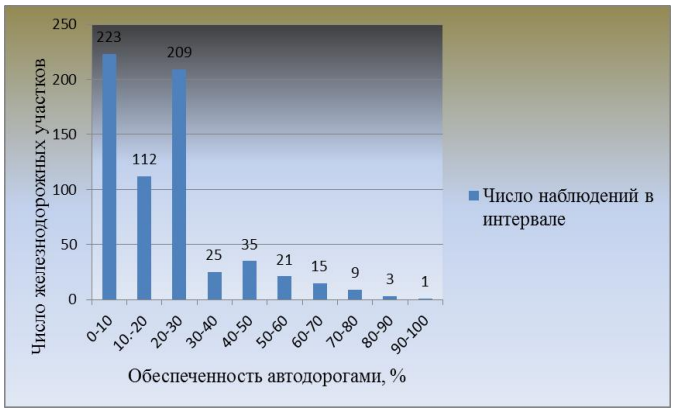



*Рис. 1. Распределение железнодорожных участков по степени обеспеченности автодорогами (возможность бокового подвоза материалов), %*

Расчетами установлено, что с вероятностью 0,9 обеспеченность автодорогами (возможность бокового подвоза материалов) не превысит 41%.

Распределение расстояний между «нулевыми» местами на исследованных железнодорожных участках представлено на рисунке 2.




*Рис. 2. Распределения «нулевых» мест на железнодорожных участках*

Установлено, что среднее расстояние между «нулевыми» местами с вероятностью 0,9 составляет около 750 метров.

Это подтверждает возможность доставки элементов верхнего строения пути на площадку с «нулевой» отметкой для сборки и транспортировки готовых звеньев к месту выполнения строительно-восстановительных работ, по земляному полотну или уложенному пути.

Полученные результаты подтвердили возможность реализации предложенного варианта организационно-технологического решения в соответствующих условиях.

Эффективная реализация рассматриваемого организационно-технологического решения обуславливает необходимость поиска альтернативных способов укладки верхнего строения пути.

В качестве способа, позволяющего эффективно реализовать рассматриваемый вариант организационно-технологического решения, предложен раздельно-конвейерный способ укладки пути [5]. Он осуществляется за счет доставки звеньев на специальных роликовых опорах конвейерным способом с места, на котором производится сборка звеньев из раздельно доставляемых элементов к месту их укладки (рисунок 3).

Указанный способ исключает применение путеукладчиков и железнодорожных кранов на локальных объектах и соответствующие затраты, связанные с их эксплуатацией.

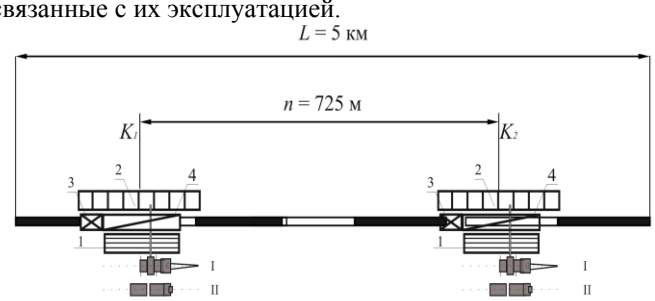



*Рис. 3. Возможный вариант организации работ по укладке верхнего строения пути раздельно-конвейерным способом*

Технология и организация укладки пути раздельно-конвейерным способом включает в себя следующие операции:

- Операция 1. Подъемка собранного звена домкратами, установка концевых и промежуточных роликов, опускание на них звена.

- Операция 2. Транспортировка звена к месту укладки.
- Операция 3. Зацеп конца звена, его подъемка и надвижка с выборкой передних концевых и промежуточных роликов (тягач).
- Операция 4. Установка в середине транспортируемого звена съемных колес [6] (колесной пары [7]), надвижка звена.
- Операция 5 Демонтаж съемных колес (колесной пары) и концевых роликов стыкователей, стыковка укладываемого звена с ранее уложенным звеном.
- Операция 6 Возвращение за следующим звеном.

## ЛИТЕРАТУРА

[1] А. И. Даниленко, „К вопросу выбора способов восстановления верхнего строения пути“, Сборник статей. – Петергоф.: ВИ (ЖДВ и ВОСО) ВА МТО, 2016. – стр. 50-56.

[2] С. Д. Лопай, „Восстановление железнодорожного пути и сооружений“, М.: Изд. «Транспорт», с. 327, 1973.

[3] Ю. Б. Калугин, „Организация, планирование и управление железнодорожным строительством“, Учебник. – С-Пб.: ВТУ ЖДВ РФ, с. 476, 2004.

[4] Ю. Б. Калугин, „Организация строительства железных дорог“, Курс лекций. – СПб.: ВТУ ЖДВ РФ, с. 476, 2004.

[5] Патент на изобретение №: 2099465, дата публикации 20 декабря 1997 г.

[6] А. И. Даниленко, А. А. Мирошник, П. Н. Даниленко, „Патент № 182916 от 05.09.2018 г. «Устройство для транспортировки звена железнодорожного пути».

[7] А. И. Даниленко, В. Е. Максаков, „Патент № 179430 от 15.05.2018 г. «Универсальная колесная пара для транспортировки рельсов и звеньев железнодорожного пути».

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Geografski potencijal železničke mreže kao žarišta migracione krize

## Geographic Potential of The Railway Network as the Focus of Migration Crises

Milan Stanković[1], Miodrag Huber[2]

*Faculty of Law, Security and Management "Konstantin Veliki", Niš, Serbia[1], Directorate for Railways, Belgrade, Serbia[2]*

milan.stankovic@konstantinveliki.edu.rs[1], miodrag.huber@raildir.gov.rs[2]

***Apstrakt:*** *Globalizacija dovodi do erozije nacionalnih granica, usklađivanja nacionalnih i međunarodnih prava, slobode kretanja ljudi, dobara i kapitala. Pojedinim zemljama je omogućeno da lakše rešavaju pitanja vezana za energiju, saobraćajnu infrastrukturu, zaštitu životne sredine i naročito saobraćaj. U tom smislu poznavanje saobraćajnih koridora, železnica ima multidisciplinarni aspekt, što u poslednje vreme treba pratiti sa aspekta migratornih kretanja. Zemlje evropskog prostora različito prate ovu složenu komplikovanu pojavu kroz svoju praksu (npr. Britanska saobraćajna policija, PoliziaFerroviaria) postoje i međunarodna tela koja se fokusiraju na ove probleme, kao što je, na primer, Railpol (evropska mreža železničke policije). Bez obzira na oblik svake nadležne službe, znanje o železničkom sistemu je više nego potrebno u načinu na koji je predstavljeno u ovom radu.*
***Ključne reči:*** *geografski potencijal, železnička mreža, saobraćajni sistem, međunarodna zajednica.*

***Abstract:*** *Globalization leads to the erosion of national borders, the harmonization of national and international rights, the freedom of movement of people, goods and capital. Individual countries are enabled to solve energy-related issues more easily, transport infrastructure, environmental protection and especially traffic. In this sense knowledge of the traffic corridors, the railway has a multidisciplinary aspect, which in recent times has to be monitored from the aspect of migration movements. The countries of the European area, follow this complex complicated phenomenon differently through their practice (eg British Transport Police, PoliziaFerroviaria) there are also international bodies that are focusing on these problems, such as, for example, Railpol (European Railway Police Network). Regardless of the shape of each competent service, the knowledge of the rail system is more than necessary in the way it is presented by this work.*
***Key words:*** *geographic potential, rail network, traffic system, international community.*

## I. INTRODUCTION

We all know that the Railway industry started parallel with the First Industrial revolution. But why? Well, there is a lot of explanations but I have my own.

Industrial revolution encouraged inventors and innovative private investors to invest in new technologies and new solutions. I have not the intention to offend anybody, but England was the best soil for that. Huge amount of coal mines and demand for iron ore created the ambient with a lot of challenges. At that time only boats sailing through numerous channels were able to satisfy demand. In such an ambient without any competition with road transport started to develop railway transport.

The conclusion which can be made is that for expansion of railway transport demand for transport of mass goods was crucial. Well, according to that railway is a vessel on the track. This is my point of view of what are railways. Because of that, when decreasing the level of transport performed on railways started and was redirected on road in European countries and in most countries in the world most of my colleagues made a question what to do.

The solution has been found in privatization. Privatization is a process of opening Railway market for everybody who have means and intention to make income in the railway sector but without much knowledge about railways as a system. And there is a task for the railway experts, lawyers and economists to solve the problems for the newcomers.

Resolving this problem of creating transparent ambient for the old railway companies and newcomers is a task which the Europe Union is trying to solve with four railway legislation packages and introducing technical specifications of interoperability.

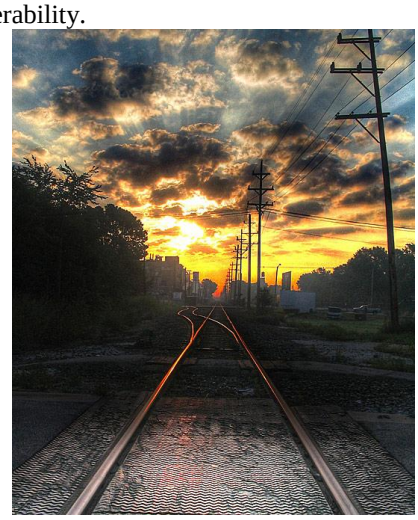


*Figure 1. Daybreak*

Their task has almost been done. They carried out a decomposition of stable and solid but inert railway system in profitable, spread system for everybody which start to look like a road transport system. That is not enough and states still have to provide safe competitive, fast and mass transport, for its industry and population of what they already accustomed. And in consultations with experienced railway engineers, lawyers and economists started to make new rules and concepts as is Interoperability.

## II. COUNTRY OF ORIGIN

The Republic of Serbia is a small country on the Balkan peninsula in Europe, a part of former Yugoslavia and a sovereign country now.

Serbia has a strategic transportation location since the country's backbone, Morava Valley, represents by far the easiest route of land travel from continental Europe to Asia Minor and the Near East.

The major rail hub is Belgrade (and to a lesser degree Niš), while the most important railway lines include: Belgrade-Bar (Montenegro), Belgrade-Šid-Zagreb (Croatia)/Belgrade-Niš-Sofia (Bulgaria) (part of Pan-European Corridor X), Belgrade-Subotica-Budapest (Hungary) and Niš-Thessaloniki (Greece). Although still a major mode of freight transportation, railways face increasing problems with the maintenance of the infrastructure and lowering speeds for maintaining safety. All rail services are operated by public rail company, Serbian Railways.

The first railway line was built up in 1884 between Belgrade and Nis and it was long 243 km. Up to 1890 in Serbia were finished 2263 km of railway tracks. In 1919 after forming the Kingdom of Yugoslavia uniform railway network was created - interoperable network on whole territory. At that moment the total length of railway lines was 3806 km, 1279km electrified, 696 stations, 334 tunnels, and 981 bridges.

On Railway line Belgrade-Bar is the bridge with the highest bridge piers in the Europe, with 200m over terrain named "Little River" bridge. This line is mostly a mountain line with 254 tunnels of a total length of 144.4 km and 234 bridges made of concrete or steel with a total length of 14.600m.

The backbone of the Serbian rail network is the Corridor X (Salzburg – Ljubljana – Zagreb -) Sid- Belgrade - Nis - Presevo (-Skopje - Veles -Thessaloniki) with branches over Subotica (Corridor Xb) on the Hungarian and Dimitrovgrad on the Bulgarian border (Corridor Xc). In total, this represents a length of 875 km. Corridor X represents around 20% of the entire railway network across Serbia, which occurs approximately 50% of total rail transport.

Besides Corridor X, there are SEETO railways Routes, such as Vrsac – Belgrade – Bar (Route4), Kraljevo – Pristina – Skopje (Route 10).

All these lines were made to cover present and former industrial and administrative centers. Why former industrial centers? After the conflict in the region of the former Yugoslavia our industry was impoverished and without investments and it lost almost the whole previous market they had. So there were, and still are, almost no demand for transport of large scale of people and goods.

## III. EUROPEAN PATH AND MARKET LIBERALIZATION

Before the beginning of the liberalization process by the European Commission, the European railway market was divided on a national basis and regulated by the national monopolies, vertically integrated railway companies. This rail system was no longer able to meet the growing demand for international shipments. In the early 80s of the last century, it already became apparent that rail traffic cannot keep pace with the dynamic development of the EU transport market. To cope with this challenge, the EU formulated transport policy in rail transport that is focusing on improving the quality and efficiency of transport of goods and passengers through the liberalization of the services

market and prices, formation of the Trans-European railway network and improvement of infrastructure, which should correspond to the prescribed safety standards, while reducing the negative impact of transport on the environment. In addition, it is required to raise the quality of services of the railway system and to strengthen the railway market and gradually deregulate it. EU is encouraging the interoperability of national networks (and hence international services) through technical harmonization and developing a common approach to railway safety in order to facilitate market access while maintaining a relatively high level of security. The European railway agency was established to perform the implementation of EU legislation related to interoperability and safety legislation as an independent technical advisor at the EU level.

Member States are carrying out the transposition of EU Directives with different intensity. Some of them, such as the United Kingdom, the Netherlands, Sweden, Germany, and Austria went even further than the EU's requests, and others, particularly countries of southern Europe, are lagging behind. The liberalization index shows the degree of progress in the Member States.

The candidates for accession transposed great part of EU directives because it was an essential condition for the "acquis communautaire".

A. Railway Legislation of EU

First railway package of 2001

In 2001, the European Council adopted the three Directives known as the "rail infrastructure package".

The first railway package adopted in 2001 enabled rail operators to have access to the trans-European network on a non-discriminatory basis. To improve Europe's rail freight options, the European Commission proposes the creation of a one-stop-shop to market freeways. It underlines the need to improve the distribution of train paths, establish a tariff structure that reflects relevant costs, reduce delays at borders and introduce quality criteria.

Directive 2012/34/EU of the European Parliament and of the Council of 21 November 2012 establishing a single European railway area was recast of the first Railway package.

Second railway package of 2004

In 2002, the European Commission proposed a new set of measures (known as the "second railway package") aimed at revitalizing the railways through the rapid construction of an integrated European railway area. The actions presented are based on the guidelines of the transport White Paper and are aimed at improved safety, interoperability and opening up of the rail freight market.

The second railway package of 2004 has accelerated the liberalization of rail freight services by fully opening the rail freight market to competition as from 1 January 2007. In addition, the package created the European Railway Agency, situated in Valenciennes (France), introduced common procedures for accident investigation and established Safety Authorities in each Member State.

Third railway package of 2007

The third railway package adopted in October 2007 introduced open access rights for international rail passenger services including cabotage by 2010. Furthermore, the third railway package introduced a European driver license allowing train drivers to circulate on the entire European network (the certification of cross-border drivers is foreseen as from 2009 and of all other drivers as from 2011). The drivers will have to meet basic requirements concerning their educational level, age, physical and mental health, specific knowledge and practical training of driving skills. Last but not least, the third railway package strengthened the rail passengers' rights.

Fourth railway package of 2013

European Commission Vice-President Siim Kallas state that:

1. We need a European approach to make sure trains can easily cross the continent. We need rapid action on two fronts.
2. We need to create joined-up infrastructure - better linkages between national networks to create a truly European system.
3. And we need a real internal market for rail services.

## IV. SERBIA ON EUROPEAN PATH

Serbia officially applied for EU membership 22.12.2009 and acquired the status of candidate two years later, 01.03.2012. With the beginning of accession negotiations between Serbia and the EU, Serbia has started transposing the so-called. "Acquis Communautaire" into its legal system, which includes the accumulated legislation, legal acts and court decisions representing the corpus of EU legal acts. In addition, Serbia will have to fully harmonize its legislation with the EU on the rail (Chapter 14 - Transport Policy). The period for applying for accession to the accession itself, in other countries of Southeastern Europe, lasted about 10 years. Based on their experiences, Serbia's EU membership is expected around 2020. Accordingly, full harmonization with EUrailway legislation could be expected between 2015 and 2018.

In order to open up the railway market and to enable its unhindered development and functioning, it is necessary to carry out its proper regulation. In recent years, a strong emphasis has been placed on independent market regulators to ensure non-discrimination, equal and fair competitive behavior by market participants as one of the most important

principles for the functioning of a free and open European railway market.

Market regulation in the EU has shown that effectively independent market regulators have been promoting a large influx of private capital in the railway sector.

## V. REFORM OF RAILWAYS IN SERBIA

Harmonization of railway legislation began with the adoption of the Law on Railways in the year 2005. National regulations of the Republic of Serbia are the basis for the implementation of the transformation of the railways and the establishment of the concept of market and commercial activities in which the Serbian railways shall become efficient, reliable and competitive to air transport.

Restructuring of the railways in a broader concept signify:

1. restructuring of the railway enterprises,
2. restructuring of the state institutions in the transport sector, especially railway,
3. restructuring the relations between the State and the Railway.

It is hard to speak about any of these three components separately and not coming to the field of another two components.

The process of restructuring of railways in Serbia began later than in other railway administrations on Balkan, and some of the key changes had already been implemented, such as:

1. In year 2005 came into force a new Law on Railways which introduced concepts of separation of rail to rail operators (railway undertakings) and infrastructure managers. The separation of the railway system in two parts:
    a. the part that is responsible for the management of rail infrastructure on organization and regulation of rail transport–infrastructure manager;
    b. the part that is responsible for the transport of passenger and freight traffic – railway undertaking;

And established Directorate for Railways governmental organization as a regulatory body for the field of railways. Directorate of railways has been established to carry out expert, regulatory and other operations in the field of railway transport defined by the Law on Railway and Law for Railway safety and interoperability.

2. In year 2013 entered into force new Law on Railways and in 2014 Law for Railway safety and interoperability which are bringing together even closer legislation of Serbian railways to EU legislation and covering up to third railway package of EU legislation;
3. Introduced the concept of public service obligations;

Restructuring process of the Public Enterprise "SERBIAN RAILWAYS" was started in 2003. It is a long and complex process that requires a clear legal framework and the government's determination.

In this process are unavoidable delays and slowdowns, but indisputably provides productivity growth, income, competitiveness and the attractiveness of railway companies. Like in other railways in Europe that process takes as long as need (and still are) in order to prepare the national railways enterprise for market business in the real sense of that word.

There are a lot of factors which make an influence on the efficiency of this complex process. Restructuring process of public enterprises was observed in scope work of the next activities:

1. Legal framework,
2. Organization structure,
3. Rationalization of unprofitable sections on the network,
4. Division of non-core activities,
5. Reduction number of employees,
6. Relation between the state and the railway.

All of the mentioned activities have a precise level of significance, and the positive effect of restructuring can be only in case if all activities give expected results. We can say that restructuring the railway state enterprise optionally takes 3-5 years depending on expected difficulties.

## VI. OBSERVATION INSTEAD OF CONCLUSION

In Serbia, the demand for railway service is not even near to the demand of EU countries and our Industry is still in lack of job, investment, and market. Railway have to follow grow and expansion of processing industry and population demand for transportation and have to follow state growth. In our case, the development of railways is, at the moment, disproportionate compared with the development of industry and their specific demand for type (vehicle type) and capability for provision of service (door to door).

In the past 40 years, it was cheaper for the state to invest in roads and create an offer to private transportation sector to develop and grow lorry freight traffic. This move of the State provides an ambient for road transport to hijack a large part of the transport services of goods and passengers from the railway.

In the past period was poor infrastructure maintenance which created decreasing speed on operations and increasing the duration of transport. This condition of railways was not acceptable for an industry that was struggling to survive after the period of disintegration of former state and former market it had.

Consultancy company hired from Serbian government did not recognize need to reconstruct railway system according to level in which was our industry and from the year 2001 to 2007 after very little growth of transport and from that 2007 up to now we are in the forced reduction of transport service which are in general lower than it was in the period in late 80ies in a former Yugoslavia.

This decreased demand for the transport service, in general, railways was unable to see off and to be a competent partner to road freight and passenger carriers because of principle on which Railway system works - already planned Timetable in use. Lack of flexibility of big state-owned railways create space for road freight transport company to operate. Once the goods went to the road, it is very difficult to get it back on railways. Why is that we all know but we do not want to speak about it. So we have to make the railway system more flexible, to satisfy the growing and extended demand for this kind of transport.

A. Project - Corridor Interoperability

For years, railway undertakings have tried to introduce competitive products on corridors through Serbia. The project Ljubljana – Istanbul is the most successful trial.

In March 2009 a test train ran between Ljubljana and Istanbul/Halkali significantly reducing the travel time from the current 60 hours in order to show the potential of this line. In comparison to other transport modes the customers do not save time at the moment and due to the higher costs, the rail is the least attractive transport mode on this section.

Trade exchange (from Turkey to Austria, France, Germany, Italy, and Slovenia) in 2008 [3].

The total line length is 1577 km, 260 km thereof is non-electrified and 200 km are single track. There are also some sections gradients up to 29 ‰. Furthermore, the line is crossing 5 countries, with 4 x 2 border crossing procedures and stations. As shown in the picture above there are also different energy supply systems. To achieve a reduction of travel time there was a close cooperation of IMs, RUs and also the border crossing state authorities. And in the end, the train achieved a travel time of **35 hours including 6 hours stopping time.**

With this travel time, the railway becomes a strong and serious competitor.

The test run clearly shows that reducing travel time and increasing reliability is not only a matter of capital investment. Even with the present state of facilities, transit time could be reduced by half if a better overall organization of the railway sector is implemented.

Flexibility of road transport can be only overcome with excellent organization of railways.

## VII. FINAL WORD

This strong link between transport service and industry demand for transport is a sign of state sustainable development.

So restructuring of railway sector is not a separate process of industry status and their perspective. The volume of transportation demand in passenger service is also in relation to industry development.

This linkage has to be the leading target for creating transport policy in one state and has to be always a prime demand which have to be fulfilled in creating planned allocation of roles in the transport sector of industry.

Safety, reliability, cost, energy efficiency, environment-friendly have to be, and always were, leading characteristics of railways for making decision with which mode of transport some transport subjects (goods and passengers) will be transported.

Recognition of demand for goods transport and passenger transport and allocation offer in relation to demand at the right time and place is a sign of a good organization in the railway sector. This is necessary to prevent transporting service to cross to road transport once and to stay forever.

Why forever? Lorry can lead goods from departure point to destination point with no other involvement from the sender of goods. Just fulfilling simple documents and giving it to the driver of lorry owner of the goods can enjoy the comfortability of no other needs for him in the transportation process.

This has to be a goal for the future, which the railway has to reach as soon as possible.

Simplicity for departing goods, uniform transport units, high-speed passenger trains, comfort, and customer-focused railway system is an unreachable target for other land transport systems.

## REFERENCES

[1] Statistical Yearbook of Serbia, Serbia, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013.

[2] Rail Liberalisation Index, 2011.

[3] Adria Kombi, 2008.

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Kreiranje budućnosti sa digitalnom transformacijom železnice

## Creating Future with Digital Transformation of Raiways

Dragica Jovanović[1], Marko Bursać[2], Goran Tričković[3], Dušan Jeremić[4]
*High Railway School of Vocational Studies, Belgrade, Belgrade, Serbia[1,2,3,4]*
dr.dragicajovanovic@gmail.com[1], marko.bursac@vzs.edu.rs[2], goran.trickovic@vzs.edu.rs[3],jeremicd@gmail.com[4]

***Apstrakt:*** *Digitalizacija pomaže da se ispune očekivanja kupaca, značajno poboljšavajući performanse proizvodnje, rada i održavanja. Stvaranje pametnog okruženja i prilagođenog korisnicima mobilnih sistema kao i usvajanje digitalnih tehnologija pružaju mogućnosti za inovacije u železnicu. Bolja saradnja u železničkom sektoru i njegovom okruženju, će doneti dodatnu vrednost i ponuditi bolja rešenja za putnike, teretne korisnike i njihovo osoblje. Osim toga, korisničko iskustvo će se poboljšati ukoliko internet bude stalno dostupan širom železničkih mreža. Ovaj članak se fokusira na istraživanje i razvoj inovativnog železničkog sistema, naglašavajući četiri poluge digitalne transformacije: digitalni podaci, povezanost, automatizacija i digitalni pristup kupcima. Predstavljene su glavne tehnologije i rešenja koja su u poslednjim godinama ubrzala digitalnu transformaciju u železničkom sektoru: Internet stvari (IoT), Cloud Computing, Big Data Analitics (BDA) i Automation and Robotics.*
***Ključne reči:*** *digitalizacija, železnički transport, IoT, Big Data Analytics.*

***Abstract:*** *Digitalization is helping to meet customers' expectations, significantly improving manufacturing, operations and maintenance performance. The creation of smart environments and user-friendly mobility systems, as well as the adoption of digital technologies, are transforming the railway. Better collaboration within the railway sectors and beyond will bring added value and offer better solutions for passengers, freight users, and their own staff. Also, providing that the internet is consistently available throughout the rail networks enhances the customers' experience. The present article focuses on the research and development for innovative railway systems, emphasizing four levers of digital transformation: digital data, connectivity, automation, and digital customer access. The main technologies and solutions which have accelerated digital transformation in the railway sector in recent years are presented: Internet of Things (IoT), Cloud Computing, Big Data Analytics (BDA) and Automation and Robotics.*
***Key words:*** *digitalization, railway transport, IoT, Big Data Analytics.*

### I. INTRODUCTION

"Share, Open, Connect!" would be the motto of the action led by the International Union of Railways. The interconnection of persons and objects through the Internet weaves a close connection between the real world and the digital world, causing structural changes in the relationship with our environment. The digital world brings with it new challenges in the company's relationship with its customers, its staff and its ecosystem.

The railways are going through a major technological shift at an unprecedented pace since the Industrial Revolution. A historical approach shows how new technology changes the nature of work and how workers interact with technology. Since the 19th-century railways have been a cause and a consequence of the industrial revolution. And they have grown internationally at the service of society. Today in the 21stcentury they must be an actor and a vector of the digital revolution, with a world dimension.

Digital is a strategic issue. Digitalization is the transition from a "modern" world to a "post-modern" world. Mr. Jean-Pierre Loubinoux, UIC Director General, highlights: "We are opening a new era of creativity. Digital is at the service

of everything. This platform has to be at the service of all the UIC Platforms, of all UIC Members, and ultimately at the service of society. We want to develop its activities with the motto "Share information, open data, source, innovation, services, connect people, objects" with an immediate link with security. We are becoming actors and vectors of our security. The future is outside, let's work with brains!''

The railways must act (together) and quickly to create (imagine) their own space, behave proactively by taking into consideration the five fundamentals of the current revolution [1]:

- Transition from a deterministic world to a chaotic world – we can only make general predictions (mass scale) and no longer make deterministic predictions.
- An industrial revolution of networks, the Internet, the Cloud, using technological opportunities for positive ecological development towards automatic operation and reducing production costs (3D printing).
- An economic revolution, from a world of machines to a world of knowledge, the sudden arrival of new stakeholders (unknown until now – the rise of the platform economy), disruptive impact on the transport market.
- A managerial revolution, crushed pyramids, and fast-growing interconnecting relations
- A societal revolution, the transition from ownership to belonging.

Railways can better share information, open services and connect people at the service of humanity. It's important to highlight also the ongoing mobility revolution, with quantum leap evolutions in passenger experience and industry 4.0, where Internet of Things allowing predictive maintenance and transforming manufacturing processes, equipment of maintenance workers with mobile devices.

## II. INTELLIGENT RAILWAY INFORMATION SYSTEMS REVIEW

Railway automation refers to the widespread use of info-communication systems, the integration of system elements into networks and the generation of a growing amount of data on the network level. In the increasingly complex railway system, human problem-solving processes are being transferred to computers in order to improve efficiency in operation. The theoretical research work which has been carried out within the framework of the project entitled "The Development of Integrated Intelligent Railway Information and Safety System" [2], combined with practical experience gained at the Hungarian State Railways, have analyzed following:

- Intelligent railway system. Intelligent systems are highly automated systems. The progress of digitalization can be simply illustrated by such global phenomena as the M2M or IoT. As a result of these global technological changes, automated systems will be able to offer extended functionality and a higher level of automation; as a result, the autonomy of those systems can also be increased.
- Defining the concept of machine intelligence. The intelligence of machine systems can be fundamentally measured. In the current research, further indicators (e.g. Self-Organizing, adaptation, observability, etc.) have been defined that can be used to describe the intelligence of railway automation systems.
- Defining machine intelligence in the railway system. As an example, the EN50128 standard for railway applications mentions AI (Artificial Intelligence) Fault Correction in the first place among applicable solutions. Since the issuance of the standard in 2011, research on machine intelligence has provided further results. We believe those results will have even greater significance in the implementation of intelligent railway systems in the future. It is enough to mention, for example, the application of an expert system that is able to provide prediction analysis of the throughput capacity of railway infrastructure in real-time.

An overview of current research of the development if intelligent railway information systems is listed below and discussed in view of the objectives and previously defined research [2]:

- Automation and digitalization determine the characteristics and implementation of intelligent systems, [3], [4], [5], [6].
- The intelligence of machine systems can be defined by using Smartness Indicators, [3], [7], [8], [9].
- Intelligent systems have an important role in ensuring sustainability and the well-being of humans, [3],[10].
- By increasing the adaptability of critical railway infrastructure, its vulnerability can be reduced, [3], [11], [9].
- Adaptability can be achieved through the application of intelligent system elements, [3], [7], [8], [9].
- In a complex, multi-level system, both distributed and centralized intelligence can be used, [3].
- The criticality of system elements can be defined. The integration of the subsystems with the same level of criticality can ensure the flexibility of the system, [3].
- Intelligence, as an element of the railway infrastructure, can be measured and planned, [3], [7], [8], [12].

Digitalization in the Railway and Intelligent railway systems covers the list of new technologies in railway transport, which is presented in Figure 1.

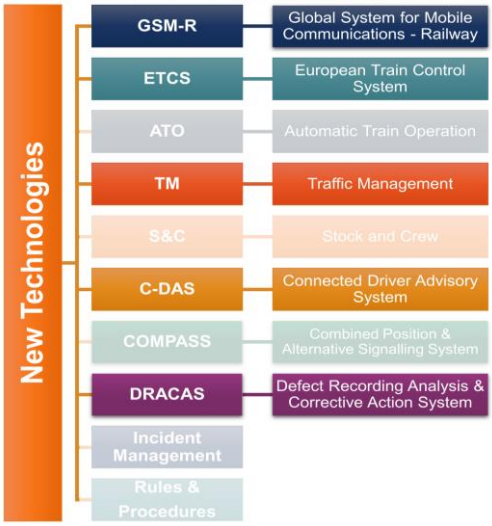



*Figure 1. Digitizing the Railway: New Technologies [13]*

## III. SHAPING THE FUTURE RAILWAY

The sharing economy and new business models in companies such as WeWork, AirBnB, Uber and Deliveroo have created changes in economic activity and employment patterns, dramatically altering the landscape in their respective markets. There are a number of areas and opportunities which could be embraced, to equip the rail sector to ensure it is able to respond to the needs of tomorrow's customers. These include the following issues, discussed in more detail below [14]:

- the need to align incentives between different stakeholders, to support change;
- the importance of innovation, and how to encourage more of this across the sector;
- the way in which digital connectivity along railway routes could enhance train operations; and
- the role of data, what is collected and how, and the way in which it is shared.

Improving services for passengers through technology - in an age where technology has increased expectations of communications and customer service, people expect to be 'always connected'. In 2017, 70% of commuters stated that they used their smartphone during their journeys, with key services including sending messages and emails; using social media; browsing the web, and online shopping.

Personalized messaging trial - The trial recently expanded to include automated compensation notification, sending customers a link to Delay Repay/ compensation if the train arrives later than the journey threshold. The provision of better digital connectivity, through reliable onboard WiFi or directly via external transmitters, would allow train users to employ their travel time effectively which would increase productivity and presents a big opportunity for the railway to maximize its advantage over other modal choices such as driving.

Aligning incentives - The ticketing system is a good example of misaligned incentives, where stakeholders have competing concerns. Although the ticketing system is increasingly digital, it is still inflexible, with retailers' changes to product structure reliant on the capability of front office ticketing infrastructure – which is owned, managed and operated by a different party.

Encouraging innovation - High Speed 2 offers an opportunity to take new approaches. These include Automatic Train Operation and a fully integrated Traffic Management System which allows real-time adjustment of the timetable to recover from any disruption and automatic re-roistering of train crews.

A digitally connected railway - train control and command is provided through a communications-based signaling system delivered to a European-wide standard. This system relies on GSM-R. GSM-R has several limitations, not least its very low data rate capacity in the modern world of broadband wireless communications and applications. GSM-R will simply not be able to handle emerging bandwidth-demanding applications and requirements. Another limitation is that it is based on mobile technology that manufacturers are beginning to phase out around the world, and at some point, the availability of equipment will become a challenge.

Network Rail's Digital Railway Strategy will address some of these issues by renewing old signaling across the network in a more affordable way. Benefits could include:

- more capacity at peak times by allowing trains to run closer together;
- faster journey times by optimizing the speed of trains, and reducing the need for unnecessary braking;
- reduced delays and disruption, through the implementation of monitoring technologies which 'predict and prevent' in-life failures, and which allow operators to adapt in real-time to changes in network conditions;
- a lower whole life cost of assets, by improving sustainability; and
- enhanced safety for passengers and workers.

Data collection and sharing - A wealth of data is collected on the railway to support the operation, maintenance, renewal and enhancement of the network, and on passenger usage. In 2012 Network Rail started to release open data feeds as part of a wider transparency commitment. In addition to this, in 2015 RDG launched a self-sign-on Open Data portal which has led to the release of greater levels of information, supporting improvements in the consistency of information. Better data collection and sharing would benefit the industry and government by

providing more visibility of the time and route of travel routes.

Workforce skills - Operating a railway for the future will also require the workforce to adapt. The profile of employment in the sector is already changing, as technological innovation provides the opportunity for staff on trains and stations to provide greater focus on customer service. Changes to how railway infrastructure is maintained and improved will also create new roles in the workforce, as there is likely to be a greater focus on remote monitoring of equipment and technologically assisted changes to ways of working on the track.

High Speed 2 - is about network capacity for the railway, increasing local services and delivering more rail freight. It is also an opportunity to deliver the changes that will be required to operate and maintain a highly automated, data-driven railway on new infrastructure. For instance, train drivers will become systems operators, interpreting and responding to information from the trains and the infrastructure to ensure the delivery of a very high-performance service while more manual driving tasks happen automatically in the background.

Ticket sales - Changes in the way passengers can purchase tickets indicate that the role of ticket office personnel is an opportunity to develop new ways of serving passenger needs and sustaining the demand for railways as a preferred mode of transport.

## IV. DIGITAL TRANSFORMATION IN RAILWAY

Digitalization, as an ongoing process of a convergence of the physical and virtual worlds, is bound towards cyber-physical systems and is responsible for the innovation and change in multiple sectors of the economy. The adaptation to the new conditions of the digital economy is visibly marked by the emergence of the concept INDUSTRY 4.0 as well as, recently, RAILWAY 4.0 and DIGITAL RAILWAY. Mobile applications, e-ticketing, digital train control, signaling and traffic management, digital platforms for predictive maintenance are the key area of digitalization in the rail sector. New products and services are becoming an integral part of the operations of railway undertakings, infrastructure managers and manufacturers for the industry.

The key driving force of digitalization is the development of the INTERNET which since the 1990s has become available not only to the limited number of corporate but also to individual private users. Global Digital Snapshot reports that in January 2018 there were over 4 billion internet users worldwide, which represents ca. 53% of the world's population. Cisco by the beginning of the era of INTERNET OF THINGS (IoT) as the time period when the devices connected to the internet outnumbered the world's population, which was reported in 2009. IoT is growing rapidly, with 127 new devices connecting to the internet every second as of the beginning of 2018. McKinsey Global Institute estimates that linking the physical and digital worlds could generate up to $11.1 trillion a year in economic value by 2025 [15].

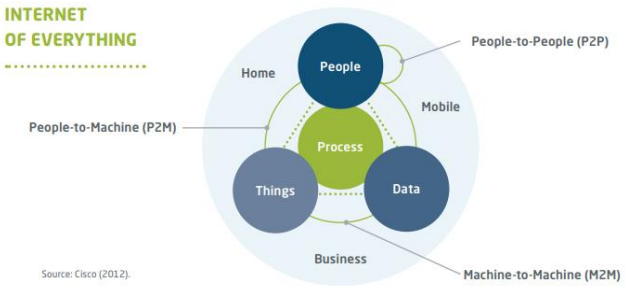



*Figure 2. Internet of everything*

Digital Railway includes the adoption of new Command, Control and Signaling technologies across the railway network in ways that will fundamentally change how the railway operates:

- European Train Control System – i.e. in-cab signaling.
- Traffic management – timetable and train running management, including conflict resolution.
- Stock and crew management.
- Automatic Train Operation.
- Driver-advisory systems- most useful when linked to real-time Traffic Management.

Digitalization is one of the top priorities for the rail sector and its future. In the last decades, IT developments and the increased use of digital technology have transformed the way railways are working today and now have a big influence on our economy and the expectations of our customers. Operating in a competitive environment, railways commit to innovation. It is crucial to adapt quickly to a fast-moving technology environment and to act on new trends in order to foster the rail sector's attractiveness and competitiveness.

At the sector level, railways are exploring all opportunities, and adapting to and integrating in the new digital ecosystem in order to maintain its strong economic position in Europe. The aim is to build win-win partnerships and to work in a co-creation model developing an innovative mindset centered on the customer in order to enhance his/her ability to integrate rail travel into his/her experience.

A Roadmap for Digital Railways published in March 2016 in collaboration between CER, CIT, EIM and UIC specifies that the main areas of deployment of digital technologies in rail transport are: • offering connected railways by providing reliable connectivity for safe, efficient and attractive railways • enhancing customer experience by offering better and added value for customers • increasing capacity by enhancing reliability, efficiency, and

performance of railways • boosting rail competitiveness by making the most of transport data.

In November 2017, CER together with EIM, ERFA, UIP, UITP, and UNIFE signed the Joint Rail Sector Declaration that reaffirms the continued provision of products and services using digital technologies for the benefit of people and to make contributions to the Digital Single Market.




*Figure 3. Objectives for digitalization*

With this Roadmap, the sector proposes some further actions calling on EU institutions and especially the European Commission to help to collectively deliver on the objectives of making railways digital:

- offering connected railways by providing reliable connectivity for safe, efficient and attractive railways,
- enhancing customer experience by offering better and added value for customers,
- increasing capacity by enhancing reliability, efficiency and performance of railways,
- boosting rail competitiveness by making the most of transport data.

A. Connectivity

Reliable and better connectivity will provide safe, efficient and attractive railways both for customers and staff. Connectivity is a foundation allowing the full realization of the European Single Digital Market and digitalization of railways. The aim is to increase the access to the internet and to provide connectivity across the entire rail network and on all the different railway lines.

French coverage of rail network - In France, a measurement campaign was carried out in order to assess broadband coverage on the network and an improvement plan was set up with the telecommunication operators and regulators in order to have a targeted coverage of 90% of passengers by 2020 and on-board Wi-Fi on high-speed trains (40 TGV equipped in 2016 and 300 in 2017).

PKPPLK – Dynamic Passenger Information Central System (CSDIP). PKPPLK developed its own solution - CSDIP. CSDIP presents all the key elements about the railway timetable for passengers at stations/stops administered by PKPPLK. It will be implemented on the railway network, to provide real-time information about the railway timetable for passengers, using advanced information technologies. All data necessary to the proper functioning of CSDIP are received from a database which includes planned and online executed railway timetables. The key stakeholders are passengers, operators, IMs.

The main functionality:

- deliver multilingual, high-quality voice announcements at all passenger stations;
- present high-standard, real-time visual information for passengers at selected stations;
- handling of external systems and database interfaces (TTS, train sensors, TCS, train schedule, etc.);
- fully customizable system e.g. easily configurable voice announcement zones;
- remote maintenance system at all stations and stops from one place;
- monitoring of all connected devices and system availability through the use of the central architecture.

Italian internet access - Internet access is provided across all FSI facilities via LAN and Wi-Fi, giving access to the internet to most of the FSI Group's employees, including customer assistance personnel at stations. This enables instant VoIP (Voice over IP) and video meetings for collaborative problem solving minimizing face-to-face meetings. It also enables customer assistance via social networks. Thanks to a collaboration with telecommunication providers, Trenitalia offers a Wi-Fi service free of charge on high-speed trains. In addition, stations managed by RFI are progressively deployed with high-capacity Wi-Fi internet connectivity. The idea is to create a connectivity backbone for 'intelligent stations' equipped with sensors and an enabler for customer experience applications extending to stations.

B. Digitalization

Digitalization of railways will enhance customer experience by offering a better and added value and by meeting their expectations. Digital tools need to address individual requirements by creating door-to-door solutions and added value for the customer experience before, during and after travel. They need to be designed in such a way that they are secure, safe, reliable, and 'under customers' control'.

Railways are progressively offering onboard internet and entertainment services in order to respond to the increased demand from customers to have the ability to access the internet in order to use their phones, tablets, and laptops for leisure and work purposes. Railways will boost access to the internet to fulfill customers' wishes and to create an interconnected and 'always-on' digital rail network.

Adif Mobile - 'Adif on your mobile' is an application showing real-time traffic information, the timetable of train arrivals and departures and platform information, information and maps of the stations and shopping areas and

offering the possibility to subscribe to train and journey alerts [16].

ÖBB multi-media portal platform - ÖBB created a partnership with a provider of wireless connectivity and ICT solutions in order to provide an advanced multi-media enabled portal platform for passengers, giving ÖBB customers direct access to timely journey and service information, on-demand multi-media content and entertainment delivered through the train's onboard platform.

Interoperable product service interface of the Association of German Transport Companies (VDV) - 'Interoperable product service interface' (IPSI) makes the mobile ticket customer friendly. It enables the customer to use his known app for ticket purchases in foreign regions. The IPS – the core of IPSI - is connected with the central systems of eTicket Germany. The IPSI-members are currently registering their public transport stations in the IPSI database. The IPSI Service is available for the largest regions in Germany from 2016-2017.

Xrail project - Xrail is a project bringing together 6 rail partners (CFL cargo, DB Schenker Rail, Green Cargo, Rail Cargo Group, SBB Cargo and B Logistics) committed to significantly enhancing the competitiveness of wagonload traffic in Europe. Xrail is targeting a minimum of 90% transport reliability and offers enhanced information before, during and after the transport. Xrail services include international transport schedules, delay alerts and next-day-arrival messages [17].

C. Internet of things

The use of the internet of things as well as the implementation of automatic train operations will increase the capacity, efficiency, and performance of railways. The internet of things, a network of physical objects able to connect with each other and exchange data, will help to increase productivity and effectiveness of operational processes. The challenge will be to implement new sensors on existing equipment, and to create, collect and then make the best use of data in an efficient way while ensuring security and privacy of data.

The increased deployment of different tools improves the quality of services and safety and optimizes costs and energy consumption. It will also move towards predictive maintenance, real-time and enhanced network supervision and equipment monitoring. The implementation of automatic train operations (ATOs) will contribute to enhance the network capacity, increase punctuality, save energy, lead to financial savings and raise safety.

NMBS/SNCB's Optical character recognition (OCR) - A limited number of cameras near the tracks check the composition of the trains. This information can be used for different purposes: information to the passenger, the maintenance shop, traffic control, train staff, etc. It also detects vandalism/graffiti. Regular checks can help determine where and when carriages were damaged.

CFL Traceability of goods - CFL Cargo uses a traceability software capable of localizing freight via GPS. This can be used e.g. to trace dangerous goods. The software also enables us to trace the CO2 impact of the transport service [18].

DB's DIANA predictive maintenance platform - Sensor technologies collect real-time data that is then transferred and allocated on a diagnosis and analysis (DIANA) platform. The process comprises measuring, collecting, analyzing and finally providing structured data. DIANA is the user interface and allows a variety of applications, especially regarding predictive maintenance. DB Netz uses DIANA for instance to control points.

SBB Adaptive steering - (ADS) is a real-time control of rail services (mobile application for engine drivers) to avoid unscheduled stops. The disposition software calculates the optimum speed for each individual train based on predictions across the entire rail traffic network, thus creating a 'green wave' for rail traffic. Every three seconds, over 5,000 parameters are analyzed and predictions about the train's progress are recalculated. A recommended optimum speed is then sent to the engine driver via an iPad in the driver's cab. The system has been introduced nationwide since the start of 2015.

D. Transport data

The exploitation of transport data will boost the competitiveness of digital railways. The development of new IT technologies has facilitated the collection and exploitation of transport data. Maximizing the use of data will lead to economic growth, innovation and significant benefits for the rail sector, their customers and the European economy, creating and developing interoperable and interconnected services.

The first step is to ensure interoperability of data formats in order for the actors to work together. Therefore, joint interfaces need to be developed in order to enable data exchange between different systems. To ensure the safety and interoperability of these technical solutions, open standards need to be developed taking into consideration the rail-specific requirements. Sharing transport data should enable the emergence of innovative solutions generated through co-creation. A proper big data analysis will provide information about trends and demands that could help to redesign transportation with more personalization and flexibility and help cities to be more efficient (e.g. reduce traffic congestion and emissions, predict weather changes, etc.).

RailTopoModel - Considering the growing needs for data exchange in railway projects (e.g. ETCS projects), a few IMs have been working since 2012 to define a standard object model, RailTopoModel, to become a standard for all data exchanges in the domain of railway infrastructure. Version 1 of RailTopoModel published by UIC as an International Railway Standard (IRS) in April 2016. is the foundation of a universal language designed to support digital continuity in railways. Version 2 includes signaling and interlocking should come in early 2017.

Building Information Modelling - Building Information Modelling (BIM) is the process of generating, building and managing data through the life of the project by using model-based technologies linked to a database of project information. BIM incorporates data – physical, environmental, commercial – on every element.1HS2, a second high-speed undertaking in Britain, has used BIM technology from the start, e.g. to show the physical effects of the line construction.

Swedish Trafiklab - ASTOC/SJ is involved in Trafiklab, which is a community for open traffic. It is a place where developers can share data and APIs (application programming interfaces) for public transport in Sweden and easily get the information they need to develop sharp services [19].

ATOC's open data - ATOC supports the principle of transparency and how this contributes to the wider industry agenda by making data openly available in the public domain and has over the past two years invested in making more of its data open for developer and third party use including information feeds from its national passenger information systems Darwin, Stations Knowledge Base and the Online Journey Planner. National Rail Enquiries have a selection of APIs and XML feeds that are available for use by third-party developers to create their own applications [2].

E. Internet of trains

An example of how the concept of the Internet of Things is implemented in rail transport is THE INTERNET OF TRAINS (IoT), or The Connected Train, whereby the train's smart sub-systems communicate data via cloud computing to the central data platform. To be able to utilize the functionality of the Internet of Trains, reliable and uninterrupted communication is necessary between three different networks: one providing the connection between the train components and the onboard controls, one used by the crew on-board (for example, VLAN-based) and one broadband mobile internet connection service offered to passengers. A prerequisite for the implementation of IoT is an operation of the GSM-R standard, a mobile internet system dedicated for rail transport and one of the two key components of the European Rail Traffic Management System (ERTMS). It is expected that progress in this area will follow especially in the case of those solutions offered to rail operators and passengers that are not required to be homologated.

The advantages of the implementation of IoT solutions for particular stakeholders:

- THE MANUFACTURER: • real-time access to information about particular train components helping prevent defects
- INFRASTRUCTURE MANAGER: • real-time access to data about the location and movement of trains helping reduce safety hazards and helping plan and carry out infrastructure maintenance.
- THE TRAIN OPERATOR: • a better understanding of the passenger's needs • the possibility to offer embedded services in cooperation with partners • real-time maintenance data updating allowing for predictive maintenance
- IT PLATFORM OPERATOR: • the possibility to offer embedded services in cooperation with partners • added value of services created by digital business models
- PASSENGERS: • access to online services even when not onboard trains (social media, film hubs, playlists, digital libraries, newsstands) • automatic ticketing and payment processing • fast and flexible journey planning
- INTERNET PLATFORMS: offer resources that are dispersed worldwide, thus effecting a reconfiguration, or a configuration in the case of new businesses, of their value chains. These platforms make use of the effects of the building of new models which are based on open ecosystems and create new, virtual added value.

CLOUD COMPUTING, a mechanism using diffused data processing whereby services are provided by external entities and are available at any moment and rescale according to demand, is expected to facilitate data processing. This alternative to own data centers requires no additional investment in own IT infrastructure. The combined IT technologies, operational technologies (OT) and IoT have lain ground for the emergence of the concepts INDUSTRY 4.0 and INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS (IIoT), which assume that automated production based on real-time data exchange with the use of a range of technologies, will render a reduction of overall operational costs, improve performance and the capacity to offer advanced products and services, while still observing the behavior and preferences of their consumers.

## V. CONCLUSION

At European level, it is essential to complement the initiatives outlined in this paper by creating the necessary policy framework to foster innovation and develop digital railways, taking into consideration the existing regulatory environment.

Digitalization and the development of new technologies may not fit within the current legal system. The rail sector representatives will identify the main obstacles for rail digitalization when they arise and then to look into the potential solutions to overcome those barriers. These activities should be supported by the European institutions, mainly the European Commission and ERA.

In order to achieve seamless and digital railways, the newly developed technologies need to also meet the highest requirements in terms of safety, security, and sustainability but also in terms of availability and affordability as well as adaptability to the old set-up of the railways.

The coverage of the railway network (including lines, stations, and sidings) should become a priority for European institutions, telecommunication providers but also for the national authorities that manage and monitor the spectrum allocation schemes. Close cooperation between railways and the telecommunications sector is therefore absolutely crucial for strong connectivity of railways.

In addition and in order to reduce the imbalances between different European territories, financial assistance, e.g. through dedicated budgetary resources or public service obligation (PSO), should also be provided to contribute to increase connectivity. The less developed regions should benefit from dedicated European funding in order to be able to offer similar innovative services.

Furthermore, the railway sector in cooperation with other parties is committed to fully engaging in the digital revolution and to contributing to the creation of a true Digital Single Market for Europe. Digitalization and automation are at the core of twelve Innovation Capabilities of the Shift2Rail vision which will enable the railway sector to produce value-adding products and services, and increase network capacity.

This work would be strengthened with the message that Tomorrow's gold will be information.

## REFERENCES

[1] D. Bogart, "The Transport Revolution in Industrializing Britain", Irvine: Department of Economics, 2013.

[2] K. Baroudy, S. Kishore, S. Nair, M. Patel, "Unlocking value from IoT connectivity: Six considerations for choosing a provider", 2018.

[3] D. Tokody, F. Flammini, "Smart Systems for the Protection of Individuals", Key Engineering Materials 755, 190-197, 2017.

[4] B. Ning, T. Tang, Z. Gao, F. Yan, D. Zeng, "Intelligent railway systems in China", IEEE Intelligent Systems 21(5), 80-82, 2006,

[5] D. Tokody, F. Flammini, "The intelligent railway system theory", International Transportation 69(1), 38-40, 2017,

[6] D. Tokody, I.J. Mezei, "Creating smart, sustainable and safe cities", Proceedings of the 13th IEEE International Symposium on Intelligent Systems and Informatics. Subotica, pp.000141-000146, 2017

[7] D. Tokodi, G. Schuster, J. Papp, "The challenges of the intelligent railway network implementation", 3rd International Conference and Workshop Mechatronics in Practice and Education, May 14-16, 2015. Subotica, pp.179-185, 2015

[8] D. Tokody, G. Schuster, J. Papp, "Study of how to implement an intelligent railway system in Hungary", Proceedings of the 13th IEEE International Symposium on Intelligent Systems and Informatics. Subotica, pp.199-204, 2015.

[9] D. Tokody, G. Schuster, J. Papp, "Smart City, Smart Infrastructure, Smart Railway", International Conference on Applied Internet and Information Technologies, October 23, 2015. Zrenjanin, pp.231-258, 2015.

[10] D. Tokody, I.J. Mezei, G. Schuster, "Autonóm intelligens járművek helyzete Európában", Köztes Európa Társadalomtudományi Folyóirat A VIKEK Közleményei 1-2(19-20), 199-206, 2017.

[11] D. Tokody, G. Shuster, "I2 - Intelligent Infrastructure", 5th International Scientific Videoconference of Scientists and PhD. students or candidates, November 18, 2015. Bratislava, pp.121-128, 2015.

[12] M.A. Niazi, A. Hussain, "Complex Adaptive Systems", In: Cognitive Agent-based Computing-I. Springer Briefs in Cognitive Computation. Vol 1. Springer, Dordrecht, pp.21-32, 2013.

[13] S. Moorhead, "Digitising the railway from the viewpoint of passenger operators", Birmingham: Digital Railway Industry Conference, 2019.

[14] Rail in the future transport system, London: The Williams Rail Review team , 2016.

[15] J. Pieriegud, "Digital transformation of railways", Warsaw : Warsaw School of Economics, 2018.

[16] "Adif Mobile," [Online]. Available: http://www.adif.es/en_US/adif_movil.shtml.

[17] "Xrail," [Online]. Available: http://www.xrail.eu/.

[18] "ITnovem," Available: http://www.itnovem.com/index.php.

[19] "Trafiklab," Available: https://www.trafiklab.s

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Предложения по бесперебойному энергообеспечению устройств автоматики и телемеханики

# Uninterruptible Power Supply Offers Automation and Telemechanics Devices

Владимир Бабошин[1], Роман Пантелеев[2], Михаил Яшин[3]

*Военный институт (Железнодорожных войск и военных сообщений) Федеральное государственное бюджетное казённое военное образовательное учреждение высшего образования Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва, Санкт-Петербург, Россия*[1,2,3]

boboberst@mail.ru[1], pantel98@mail.ru[2], mikl771@rambler.ru[3]

***Резюме:*** *Предлагаются к рассмотрению варианты конфигурации технических средств для обеспечения бесперебойного энергоснабжения систем железнодорожной автоматики и телемеханики, размещённые в контейнерном блок-модуле для скорейшей доставки к месту применения. Приводится возможное техническое исполнение оборудования для достижения технического результата и выполнению функций по устойчивому обеспечению электрической энергией железнодорожной автоматики, телемеханики и связи.*
***Ключевые слова:*** *железные дороги; железнодорожный транспорт; железнодорожная станция; гарантированное энергоснабжение; контейнерный блок модуль; универсальный восстановительный комплекс.*

***Abstract:*** *The options for configuration of technical means for ensuring uninterrupted power supply to railway automation and telemechanics systems, located in a container block module for speedy delivery to the place of application, are proposed for consideration. The possible technical performance of the equipment to achieve a technical result and to perform the functions of a sustainable supply of electric energy to railway automation, telemechanics, and communications is given.*
***Keywords:*** *railways, railway transport, railway station, guaranteed power supply, container block module, universal recovery complex.*

## I. ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

Целью данной статьи является разработка предложений по бесперебойному энергообеспечению устройств автоматики и телемеханики железнодорожной станции.

При возникновении разрушений на железных дорогах общего пользования в результате боевых действий, техногенных аварий или стихийных бедствий возникает задача по восстановлению разрушенных устройств и систем железнодорожной автоматики и телемеханики, реализующей алгоритмы обеспечения безопасного движения поездов. Для её решения предлагается к использованию контейнерный блок-модуль УВК-ШЧ-ТМ описанный в [1]. Однако работа современных устройств железнодорожной автоматики, телемеханики и связи не возможна без электрической энергии, с обеспечением которой в условиях неблагоприятных воздействий, указанных выше, также возможны перебои. Устранения этой проблемы возможно с применением принципов, которые используются в предложенных к разработке в настоящее время блок-модулях контейнерного типа [2].

Концепцию построения данных систем гарантированного энергоснабжения можно взять за основу при поиске решений задачи – обеспечения гарантированного энергоснабжения различных систем регулирования движения поездов, к примеру, таких как указанно в [1]. Использование данных принципов также будет соответствовать основным положениям

построения модульных систем и реализации требований по мобильности, что позволит своевременно доставлять предлагаемые технические решения к месту использования. Однако мало доставить предлагаемые технические решения к месту их использования, они также должны удовлетворять требованиям, предъявляемым к устройствам энергоснабжения железнодорожной автоматики и телемеханики и работать в различных условиях обстановки. Исходя из этого, в данной статье представлен один из возможных вариантов обеспечения гарантированного энергоснабжения устройств автоматики и телемеханики размещённый в контейнерном блок-модуле.

## II. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Систему обеспечения бесперебойного энергоснабжения необходимо формировать на основе принципа модульности систем, предназначенных для восстановления регулирования движения поездов. Гарантированное бесперебойное энергоснабжение необходимо для эксплуатации универсального восстановительного комплекса автоматики и телемеханики (УВК-ШЧ-ТМ) [1]. На наш взгляд комплекс должен состоять из двух контейнеров:

контейнер УВК-ШЧ-ТМ с размещённой в нём релейно-процессорной аппаратуры для осуществлению функций регулирования движения поездов (РДП);

контейнерный блок модуль энергетический (КБМЭ) который предназначен обеспечивать гарантированное энергопитание железнодорожной автоматики, телемеханики и связи (рис. 1).

Контейнер УВК-ШЧ-ТМ может быть поделён на отсек связи и отсек автоматики. Отсек связи должен содержать в себе: телеграфный аппарат (ТГА), подключаемый к телеграфной линии связи (ТЛГС); аппаратуру уплотнения и разуплотнения проводной связи (АУР), подключаемую к проводной линии связи (ПЛС); радиостанцию, которая обеспечивает радиотелемеханический канал (РТК); аппаратуру волоконно-оптической линии связи (АпВОЛС); телефонный аппарат и автоматический коммутатор. В отсеке автоматики размещается аппаратура систем РДП (блок 4), а также рабочее место дежурного по станции. В данном отсеке должно находится устройство ввода-вывода, для подключения и телеуправления устройствами автоматики. Подключение необходимо осуществлять через шины: гарантированного питания (ШГП), негарантированного питания (ШНП) и шину телеуправления устройствами автоматики телемеханики и связи.

Контейнер КБМЭ также должен быть поделён на два отсека:

отсек контроля с выносной панелью управления и мониторинга дизель-генераторной установки и устройств бесперебойного питания;

отсек с дизель-генераторной установкой.

В качестве прототипа контейнерного блок-модуля энергетического следует принять известный энергетический блок-модуль, включающий размещенный в контейнере дизель-генератор, щит управления, нагреватель, устройство вентиляции в виде поворотных жалюзийных решеток, открывающихся при пуске и закрывающихся при остановке дизель-генератора. Маневрирование решетками осуществляется с помощью привода. С запуском дизель-генератора электропитание поступает к потребителям через шину электропитания [3]. Щит управления представляет собой релейно-контактное устройство, осуществляющее подачу электропитания потребителям.

Недостатком подобного решения является то, что возможны перебои, связанные с возникновением неисправностей в дизель-генераторе или его остановки для технического обслуживания [4].

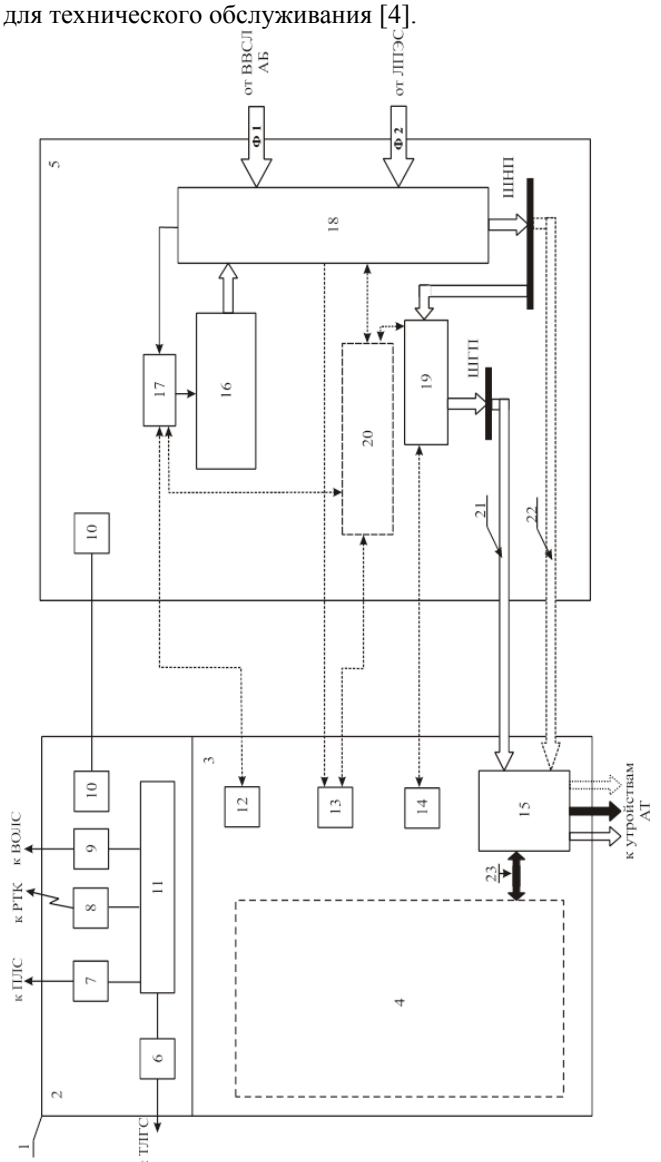



*Рис.1. Вариант построения УВК-ШЧ-ТМ*

На рисунке цифрами обозначены:

1 УВК-ШЧ-ТМ;
2 отсек связи;
3 отсек автоматики;
4 аппаратура ЭЦ;
5 контейнерный блок-модуль энергетический (КБМЭ);
6 телеграфный аппарат (ТГА);
7 аппаратура уплотнения проводной связи (АУР);
8 радиостанция (РСТ);
9 аппаратура волоконно-оптической линии связи (АпВОЛС);
10 телефонный аппарат (ТФА);
11 автоматический коммутатор;
12 выносная панель управления и мониторинга дизель-генераторной установки (ВПУ ДГУ);
13 персональный компьютер (ПК);
14 выносная панель управления и мониторинга устройства бесперебойного питания (ВПУ УБП);
15 устройство ввода-вывода (УВВ);
16 дизель-генераторная установка (ДГУ);
17 пульт управления ДГУ (ПУ ДГУ);

Блок-модуль энергетический включает размещенные в контейнере дизель-генераторную установку (ДГУ), пульт управления (ДГУ), нагреватель, устройство вентиляции с приводом (на схеме не показаны) и шину электропитания ответственных потребителей (второй категории), согласно [4, 7]. КБМЭ дополнительно должен содержать шкаф переключения питания (ШПП), устройство бесперебойного электропитания (УБП), блок датчиков температуры воздуха и шину гарантированного питания (ШГП) электропитания особо ответственных потребителей (первой категории). Первый выход ШПП соединен с первым входом ДГУ. К первому входу ШПП необходимо подключать основную внешнюю электросеть (фидер 1) от высоковольтно-сигнальной линии автоблокировки (ВВСЛ АБ), к его второму входу требуется подключение резервной внешней электросети (фидер 2) от линии продольного энергоснабжения (ЛПЭС), к его третьему входу будет подключен выход ДГУ. Ко второму выходу ШПП подключается ШНП, через которую он соединяется с ИБП. В свою очередь при таком подключении с выхода ИБП будет сниматься напряжение, подаваемое на ШГП потребителей первой категории.

В качестве ШПП следует использовать любое известное устройство для переключения источников электропитания, например, применяемая в комплексе средств железнодорожной автоматики и телемеханики панель ПВ2-ЭЦ [5].

В качестве устройства бесперебойного питания может быть использовано, например, известное устройство, SU 2221320 C2 [6].

В качестве нагревателя может использоваться масляный электрорадиатор (один или более) с терморегуляторами. Устройство вентиляции должно содержать один или более приточных и вытяжных электровентиляторов и встраиваемые в вентиляционные окна воздушные клапаны-жалюзи (на чертеже не показаны), управляемые электроприводом.

Для устойчивой работы КБМЭ дополнительно должен содержать кондиционер воздуха, который должен быть снабжен настраиваемым терморегулятором.

В таком исполнении КБМЭ будет работать следующим образом. ШПП при наличии напряжения в основной Ф1 и дополнительной Ф2 электросети ШПП подключает к ней пульт управления ДГУ, ШНП и ШГП. Наличие напряжения внешней сети и на ПУ ДГУ является сигналом, запрещающим его запуск ДГУ. Шина является шиной гарантированного электропитания и к ней подключены устройство бесперебойного электропитания, потребители второй категории по средствам ШПП подключены как к внешней сети, так и ДГУ. Шкаф переключения питания обеспечит:

- подачу электропитания к нагревателю и кондиционеру;
- управление электропитанием привода устройства вентиляции по сигналам датчиков температуры воздуха, установленных внутри контейнера. Диапазон требуемой температуры задается установками датчиков температуры (+15...+25°С).

Напряжение с выхода устройства бесперебойного электропитания поступает на ШГП, к которой подключены потребители первой категории, одновременно осуществляется подзаряд аккумуляторных батарей устройства.

При исчезновении или выходе параметров напряжения основной внешней электросети Ф1 ШПП отключает электросеть и подключает резервную внешнюю электросеть Ф2.

При отсутствии напряжения как в основной, так в резервной электросетях Ф1 и Ф2 автоматически запускается ДГУ. Сигналом для запуска ДГУ является отсутствие напряжения внешней сети на пульте управления ДГУ. После запуска и выхода на номинальный режим работы ДГУ ШПП подключает шину на электропитание от ДГУ.

При восстановлении напряжения электросети Ф1 или Ф2 осуществляется переключение электропитания на исправную электросеть, а ДГУ останавливается.

Непрерывность электропитания потребителей первой категории во время переключений источников электропитания (внешних электросетей Ф1, Ф2 и ДГУ)

обеспечит устройство бесперебойного электропитания. В этом случае потребители второй категории будут обесточены.

При реализации предлагаемого варианта КБМЭ возможно использование готовых типовых элементов, материалов и заводского оборудования. Это свидетельствует о соответствии предлагаемого технического решения критерию «промышленная применимость».

## III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, предлагаемый вариант контейнера блок-модуля энергетического (КБМЭ), может являться составной частью мобильного комплекса УВК-ШЧ-ТМ, а также может использоваться как самостоятельное э техническое решение, которое обеспечит энергопитание потребителей и технических систем предназначенных для восстановления регулирования движения поездов, нарушенного в результате боевых действий, техногенных аварий или стихийных бедствий:

- гарантированное обеспечение бесперебойного электропитания ответственных потребителей электроэнергии, не допускающих перерыва в электропитании (потребителей первой категории);
- перерыв в электропитании ответственных потребителей (второй категории) происходит лишь кратковременно (до 5... 9 сек.) во время запуска дизель-генератора;
- повышение надежности электропитания при работе в сложных климатических условиях;
- снижение трудозатрат на восстановление работоспособного состояния систем железнодорожной автоматики и телемеханики.

## ЛИТЕРАТУРА

[1] А. Б. Никитин, М. Г. Яшин, Р. А. Пантелеев, „Транспортабельные модули электрической централизации как средство восстановления систем управления движения поездов“, Автоматика на транспорте. – 2015. – №2 – С. 127-142.

[2] М. Г. Яшин, „Система интервального регулирования движения поездов на железных дорогах фронта на основе счета осей подвижного состава“, Канд. Дис. ВТУ ЖДВ, 2008. – 128 с.

[3] М. И. Цыркин, А. Я. Гольдинер, „Дизель-генераторные агрегаты резервного электропитания“, Монография – СПб.: 2004, – 242 с.

[4] ПУЭ Правила устройства электроустановок. Издание 7-ое издание.

[5] Д. А. Коган, М. М. Молдавский, „Аппаратура электропитания железнодорожной автоматики“, Учебник для вузов - М.: ИКЦ «Академкнига», 2003, - 289 с.

[6] Устройство бесперебойного электропитания многоканальное стабилизирующее // Информационно-поисковая система ФИПС [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: http://www1.fips.ru/wps/portal/_Ru#1480995877133.

[7] Эксплуатационные основы автоматики и телемеханики: Учебник для вузов ж.-д. транспорта / Вл.В. Сапожников, И.М. Кокурин, В.А. Кононов, А.А. Лыков, А.Б. Никитин; под ред. проф. Вл.В. Сапожникова. М.: Маршрут, 2006. – 247 с.

.

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Синтез многоступенчатого механического привода методом многокритериальной оптимизации

# Synthesis of a Multi-Stage Mechanical Drive by the Method of Multi-Criteria Optimization

Александр Широкоухов[1]
*ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия*[1]
shiroukhov75@mail.ru [1]

***Резюме:*** *В статье рассматриваются возможные способы определения сочетания параметров элементов многоступенчатых механических приводов, при котором достигается оптимальное значение заданного параметра привода в целом. Задача по проектированию привода рассматривается как многокритериальная оптимизационная задача синтеза сложной механической системы. В качестве способа свертки критерия используется мультипликативная свертка. В результате расчетов проведенных для приводов с разными передаточными отношениями, при условии обеспечения одинаковых характеристик на выходе выявлены закономерности, которые следует учитывать при проектировании подобных устройств.*
***Ключевые слова:*** *железнодорожный транспорт; восстановление железнодорожной инфраструктуры; транспортабельный модуль, автоматика, телемеханика.*

***Abstract:*** *The article discusses possible ways to determine the combination of the parameters of the elements of multi-stage mechanical drives, in which the optimal value of the given drive parameter is achieved as a whole. The task of designing a drive is considered as a multi-criteria optimization task for the synthesis of a complex mechanical system. As a method of convolution of the criterion, a multiplicative convolution is used. As a result of calculations performed for drives with different gear ratios, provided that the output characteristics are the same, regularities are revealed that should be taken into account when designing such devices.*
***Keywords:*** *railway transport; mechanical drive, quality criterion, combined random search method, multi-criteria optimization problem.*

## I. ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

В настоящее время привод (конструкция, предназначенная для передачи и преобразования вращательного движения от двигателя к исполнительному механизму) подавляющего большинства механизмов осуществляется от электрических двигателей посредством передачи вращательного движения через одну или несколько ступеней механических приводов. Количество ступеней и типы применяемых приводов зависят от требуемых характеристик на выходе привода, характеристик источника энергии (двигателя), производственных и эксплуатационных требований.

Стоимость изготовления подобных конструкций может составлять до 30% от стоимости всего механизма или устройства. Так же эксплуатационные затраты на последующее обслуживание данного привода составляют внушительный процент от себестоимости.

В статье рассматриваются возможные способы определения сочетания параметров элементов многоступенчатых механических приводов, при котором достигается оптимальное значение заданного параметра привода в целом

## II. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Немаловажным фактором, оказывающим влияние на стоимости изготовления, становятся массовые и габаритные показатели его элементов (ступеней). Если рассматривать эксплуатационную составляющую, то существенное влияние на стоимость эксплуатации оказывает энергетическая эффективность конструкции, которая обуславливается коэффициентом полезного действия. Конструктивные особенности ремонтопригодности конструкций в данном случае не следует рассматривать, поскольку данная характеристика является более субъективной, чем остальные. То есть, при проектировании привода приходится выбирать сочетание характеристик ступеней для достижения требуемых параметров всего привода, но зачастую характеристики элементов становятся взаимоисключающими, т.е. улучшение одного показателя приводит к ухудшению другого.

Таким образом, задачу по проектированию привода можно рассматривать как многокритериальную задачу синтеза сложной механической системы. В данном случае следует рассматривать как структурный, так параметрический синтез. Особую роль в синтезе привода следует отводить взаимному влиянию параметрического аспекта ступеней и структурной составляющей.

Если проектирование многоступенчатого механического привода рассматривать как многокритериальную оптимизационную задачу, в которой в качестве целевой функции используется зависимость $P$, описывающую параметр привода как совокупности параметров j–ой ступени, то в качестве критериев оптимизации (критериев качества) того же привода могут выступать требования, предъявляемые к j–ой ступени привода (срок службы, габариты, вес, энергоэффективность, стоимость изготовления, стоимость эксплуатации и т.д.), которые, целесообразно разделить на несколько функциональных групп:

$$P = f(S_j,\ V_j, N_j, T_j), \qquad (1)$$

где $S_j$ - группа конструктивных критериев, к данной группе следует отнести критерии нормирующие диапазоны передаточных отношений $S_j^1$, скоростней элементов $S_j^2$, передаваемых мощностей $S_j^3$, реализуемых крутящих моментов $S_j^4$, коэффициентов полезного действия $S_j^5$, и т.д ;

$V_j$ - группа массогабаритных критериев, к данной группе следует отнести критерии, нормирующие массовые показатели $V_j^1$ и габаритные показатели $V_j^2$;

$N_j$ - группа технологических критериев, к данной группе следует отнести критерии нормирующие технологичность (в конечном итоге стоимость) производства $N_j^1$, стоимость материалов $N_j^2$;

$T_j$ - группа эксплуатационных критериев, к данной группе следует отнести критерии нормирующие сроки службы $T_j^1$, стоимость эксплуатационных затрат $T_j^2$, стоимость ремонтно-восстановительных работ $T_j^3$.

При необходимости конкретизировать (или сузить) поле оптимизации возможно добавление необходимых или изъятие неактуальных критериев.

Таким образом задачи синтеза привода сводится к задачи оптимизации в которой необходимо определить отдельные ступени привода с оптимальным сочетанием параметров, обеспечивающих установленные требования к конструкции в целом.

Одними из эффективных способов решения подобных задач является градиентный метод и комбинированный метод случайного поиска [1]. Алгоритмы, основанные на данных методах, могут успешно применяться для оптимизации характеристик механических приводов по одному из критериев качества, например:

$$I_{11} = \max_i S_j,\quad I_{12} = \min_i V_j,\quad I_{13} = \min_i N_j,\quad I_{14} = \min_i T_j\ . \qquad (2)$$

но вышеперечисленные методы являются недостаточными для случаев, когда оптимизация проводится по сочетанию ряда критериев типа минимаксного (3) или Байесовского [2]. Данные критерии могут использоваться при синтезе структурно сложных систем привода, работающих в различных режимах. В этих случаях критерий качества приобретает комплексный характер:

$$I_2 = \max_i \min_k \Lambda_{ik}, \qquad (3)$$

где $\Lambda_{ik}$ – значения скалярной суммы векторных критериев качества ( $S_j, V_j, N_j, T_j$ ) при $i$-ом режиме работы привода (например, определенном сочетании вращающего момента и скорости вращения вала) и $k$-ом варианте сочетания оптимизируемых параметров.

Таким образом, встает вопрос о способе свертки критериев. Анализируя возможные сочетания можно прийти к выводу, что аддитивная свертка векторных критериев качества в скаляр не даст объективных результатов, так как при этом нельзя компенсировать ухудшение результата оптимизации при изменении одного из параметров за счет изменения другого. Таким образом, в качестве способа свертки критерия целесообразно рассмотреть мультипликативную свертку. В этом случае задача оптимизации должна быть решена таким образом, чтобы найденные характеристики были бы оптимальными для всего или

определенной части множества предъявляемых требований.

В рассматриваемых задачах векторной оптимизации характеристик привода имеют место противоречия между отдельными скалярными критериями качества $\lambda_i$. Как правило, эти противоречия являются нестрогими, т.е. внутри множества возможных решений (значений оптимизируемых параметров) $U$ можно выделить области согласия $U_c$, где каждое решение $U_i \in U$ может быть улучшено без снижения уровней любого из скалярных критериев, и область компромиссов $U_k$, в которой улучшение качества оптимизируемого параметра привода по одним скалярным критериям приводит к его ухудшению по другим. При этом, очевидно:

$$U = U_c \cup U_k \qquad U_c \cap U_k = \emptyset \tag{4}$$

Следовательно, что оптимальное решение по векторному критерию всегда лежит в подмножестве компромиссов $U_k$, то для сужения области поиска целесообразно выделить это подмножество из множества возможных решений $U$. Эта задача может быть решена путем оптимизации характеристик механических приводов по каждому из рассматриваемых скалярных критериев $\lambda_i$ с помощью предлагаемых выше алгоритмов. Найденные таким образом точки $U$ будут ограничивать область $U_k$, выход за пределы которой будет приводить к ухудшению всех скалярных критериев или к нарушению наложенных ограничений. В этом случае задача синтеза должна быть решена таким образом, чтобы найденные характеристики были бы оптимальными для всего или определенной части множества режимов эксплуатации привода.

Проектировании привода, представленное как многокритериальная оптимизационная задача, необходимо проводить по двум направлениям (рис. 1) - структурной составляющей (определение оптимальной конструкции каждой ступени и их сочетание), и параметрической (определение параметров отдельных ступеней).

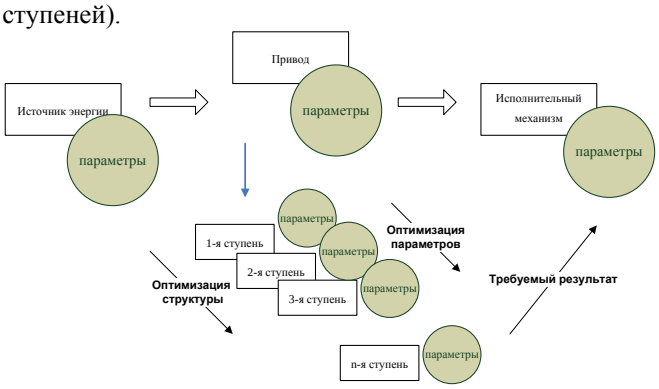



*Рис. 1. Схема синтеза механического привода*

Подобный подход к проектированию позволит получать заданные выходные параметры и структуру приводов при соблюдении требований выраженных через критерии. Учитывая современные реалии производства, когда промышленностью выпускается широкий спектр элементов приводов (редукторы, цепные и ременные передачи и т.д.) с различными характеристиками, создание более сложных приводных систем сводится к подбору элементов каждой ступени при условии соблюдения критериальных оценок к приводу в целом, что существенно снижает сроки проектирования и изготовления.

Для объективной иллюстрации подобного подхода к проектированию рассмотрим задачу оптимизации стоимости изготовления трехступенчатого механического привода по одному из критериев – значение передаточного числа ступени. В качестве примера рассматривается механический привод от трехфазного асинхронного двигателя переменного тока, состоящий из трех ступеней: ременная передача, зубчатый редуктор, цепная передача. Таким образом, в качестве критериев оптимизации рассматривается показатель передаточных значений привода в целом и его отдельных ступеней и общей стоимости конструкции.

$$I_{11} = \max_i S_j^1, \quad I_{13} = \min_i (N_j^1, N_j^2) \tag{5}$$

Значения передаточных отношений каждой ступени рассматриваются в рекомендованном диапазоне для данного типа передачи [3,4], т.е. накладываются некоторые ограничения на диапазон параметров:

$$\begin{aligned} S_{j\,min}^1 \le S_j^1 \le S_{j\,max}^1 \\ N_{j\,min}^1 \le N_j^1 \le N_{j\,max}^1 \\ N_{j\,min}^2 \le N_j^2 \le N_{j\,max}^2 \end{aligned} \tag{6}$$

В результате расчетов проведенных для приводов с разными передаточными отношениями, при условии обеспечения одинаковых характеристик на выходе, а так же анализа стоимости подобной конструкции выявлены определенные следующие закономерности (рис. 2).

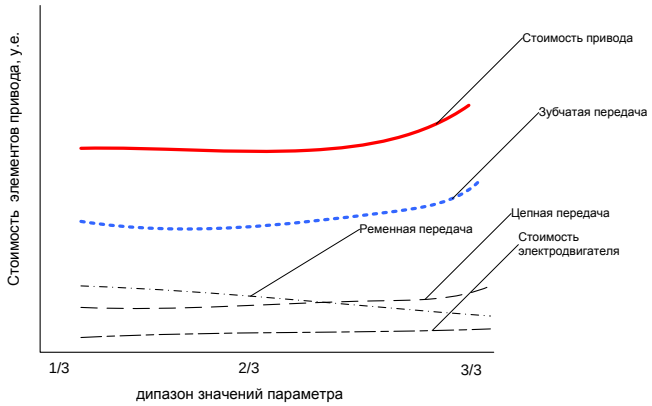



*Рис. 2. Зависимость стоимости привода от передаточного числа*

Как видно из графика, проведённые расчёты показывают, что:

при выборе значений передаточных чисел из первой трети диапазона существенного снижения стоимости привода не происходит;

при выборе значений передаточных чисел из средней части диапазона наблюдается снижение стоимости привода;

при выборе значений передаточных чисел из последней трети диапазона наблюдается существенное увеличение стоимости привода;

изменение стоимости двигателя, а также вида привода (ременного или цепного) существенного влияния на общую стоимость не оказывают.

## III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, из проведенного оптимизационного анализа следует, что для снижения стоимости привода необходимо значение передаточных чисел входящих в него ступеней выбирать из средней части диапазона значений и в первую очередь ориентироваться на стоимость наиболее дорогостояще составляющей – зубчатого редуктора. Фактически целевая функция принимает оптимальное значение при выборе значения критерия качества из определенной области.

Использование данного подхода может быть использовано для расчёта машин и механизмов, применяемых на железнодорожном транспорте.

## ЛИТЕРАТУРА

[1] С. В. Емельянов, и др., „Модели и методы векторной оптимизации“, Техническая кибернетика // М., Т. 5. 1973.

[2] А. В. Широухов, К. С. Иванов, „Эмпирические критерии качества виброзащитных систем пожарно-спасательной техники“, Широухов А.В., Иванов К.С. // Проблемы управления рисками в техносфере». – СПб.: СПб УГПС МЧС России.-2014 г.- № 3, .-191 с., ISSN 1998-8990.

[3] М. Н. Иванов, „Детали машин“, учеб. для студентов Вузов/Под ред. В.А. Финогенова. – М.: Высшая школа, 2003-383 с.

[4] П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов, „Конструирование узлов и деталей машин“, Москва: Издательский центр «Академия», 2003-536 с.

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Анализ динамических нагрузок на пожарные автомобили в сложных дорожных условиях

# Analysis of Dynamic Loads on Fire Trucks in Difficult Road Conditions

Константин Иванов

*ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия*

ooni@igps.ru

***Резюме:*** *В статье рассмотрены статистические методы анализа динамических нагрузок, действующих на пожарные автомобили при движении по дорогам. При этом дорожные возмущения и вызванные ими колебания пожарных автомобилей рассматриваются как случайные процессы. Показано обоснование максимально-допустимых скоростей движения пожарных автомобилей по дорогам на базе положений теории выбросов случайных процессов выше допустимого уровня. Результаты расчётов могут быть использованы при проектировании узлов подвески пожарных автомобилей, а также при разработке инструкций по эксплуатации в условиях бездорожья.*
***Ключевые слова:*** *пожарные автомобили, динамическая нагрузка, теория колебаний, дорожные возмущения, статистические характеристики нагрузок.*

***Abstract:*** *The article discusses statistical methods for analyzing dynamic loads acting on fire engines when driving on roads. In this case, road disturbances and the vibrations of fire engines caused by them are considered as random processes. The rationale for the maximum permissible speeds of fire trucks on roads based on the provisions of the theory of emissions of random processes beyond the permissible level is shown. The calculation results can be used in the design of suspension units of fire trucks, as well as in the development of operating instructions in off-road conditions.*
***Keywords:*** *fire trucks, dynamic load, oscillation theory, road disturbances, statistical characteristics of loads.*

## I. ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

При модернизации существующих и проектировании новых пожарных автомобилей (ПА), предназначенных для тушения лесных пожаров для обеспечения высокой надежности и эффективности их применения расчеты оборудования, механизмов крепления, упругих систем и других конструктивных элементов должны проводиться на максимально допустимые динамические нагрузки, которые могут на них действовать при движении ПА по разбитым грунтовым проселочным дорогам с максимально возможными скоростями.

В статье рассматриваются обоснование максимально-допустимых скоростей движения пожарных автомобилей по дорогам на базе положений теории выбросов случайных процессов выше допустимого уровня. Результаты расчётов могут быть использованы при проектировании узлов подвески пожарных автомобилей, а также при разработке инструкций по эксплуатации в условиях бездорожья.

## II. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Анализ показывает, что при отсутствии частых «пробоев» подвески и отрывов колес от грунта процессы динамических нагрузок, действующих на ПА при движении по дорогам, можно рассматривать как нормальные, стационарные, эргодические случайные процессы. При этом определение максимальных динамических нагрузок должно проводиться на основе статистических методов. Применение детерминистических подходов, например, методов гармонического анализа или правила «трех сигм», применяемого в теории вероятностей, как правило, приводит к существенным погрешностям.

При движении ПА по дорогам на их конструктивные элементы действуют весьма интенсивные динамические нагрузки, величины которых могут превзойти допустимые значения (например, допустимые ускорения $\ddot{z}_{\text{доп}}$). В связи с этим режимы движения ПА должны выбираться такими, чтобы максимальные расчетные значения ускорений $\ddot{z}_{max}$ конструктивных элементов, чувствительных к динамическим нагрузкам, не превосходили бы допустимых величин, т.е. должно соблюдаться условие:

$$\ddot{z}_{max} \leq \ddot{z}_{\text{доп}} \qquad (1)$$

В статистическом смысле условие (1) может быть записано в виде:

$$\sigma_{\ddot{z}} \leq \sigma_{\ddot{z}\text{доп}} \qquad (2)$$

где $\sigma_{\ddot{z}\text{доп}}$ – допустимое среднеквадратическое отклонение ускорений.

Величина допустимой дисперсии $D_{\ddot{z}\text{доп}}$ определяется выражением:

$$D_{\ddot{z}\text{доп}} = \frac{\ddot{z}_{\text{доп}}}{\left[2ln\frac{Tv_{\text{Э}}}{2\pi ln\frac{1}{P_0}}\right]^{\frac{1}{2}}} \qquad (3)$$

где $P_0$ – доверительная вероятность, при которой выполняется условие (1).

Вероятность $P_0$ может рассматриваться как вероятность безотказной работы конструкции автомобиля при движении по дорогам, исходя из условия непревышения действующими динамическими нагрузками со средними квадратическими отклонениями $\sigma_{\ddot{z}\text{доп}}$ допустимых пределов $\ddot{z}_{\text{доп}}$ в течение времени $T$. При этом

$$\text{T} = \frac{L}{V} \qquad (4)$$

где L – пробег автомобиля по дороге данного типа.

Рассмотрим методику определения максимально допустимых скоростей движения ПА по дорогам при условии непревышения действующими на автомобиль динамическими нагрузками со средними квадратическими отклонениями $\sigma_{\ddot{z}\text{доп}i}$ допустимых пределов $\ddot{z}_{\text{доп}i}$. .

В основу методики могут быть положены условие (2) и зависимость (3).

Далее необходимо определить зависимость допустимого среднего квадратического отклонения $\sigma_{\ddot{z}\text{доп}i}$ от скорости при движении ПА по $i$ – ому типу дороги. Для этого подставим (3) в (2).
После преобразования получим:

$$\sigma_{\ddot{z}\text{доп}i} = \frac{\ddot{z}_{\text{доп}}}{\left[2ln\frac{L_i v_{\text{Э}}}{2\pi V_i ln\frac{1}{P_0}}\right]^{\frac{1}{2}}} \qquad (5)$$

Анализ показывает, что ПА типа АЦ-2,5/40 (131) 548 с колесной формулой 6х6 по условиям динамического нагружения оборудования и водителя может двигаться по разбитой грунтовой дороге со скоростью, как правило, не более 20…25 км/ч. При движении на больших скоростях с высокой вероятностью ($P_0$=0,95) возможно превышение динамическими нагрузками допустимых пределов ($\ddot{z}_{\text{доп}}$=25 м/с$^2$ (2,5g)), что может привести к поломке или опрокидыванию автомобиля. В аналогичных условиях скорости движения многоопорных ПА (например, АА-15/80-100/3 (790912) ПМ- 539) и могут быть более 60 км/ч.

При известных максимально допустимых скоростях движения ПА по $i$-ым типам дорог $V_{\text{доп}i}$ могут быть определены средние скорости движения $V_{cp}$.

При этом:

$$V_{\text{ср}} = \frac{1}{\sum\frac{P_{ni}}{b_i V_{\text{доп}i}}} \qquad (6)$$

где $P_{ni}$ - коэффициенты распределения пробега по различным дорогам;

$b_i$ - коэффициенты, зависящие от типа дорог и географических условий. Согласно [2] значения этих коэффициентов находятся в пределах: $b_i$ =0,35-0,65.

Скорости движения ПА по лесным и проселочным дорогам могут также ограничиваться «пробоями» упругих элементов подвески, которые приводят к резкому возрастанию динамических нагрузок.

Скорости движения ПА по лесным и проселочным дорогам могут также ограничиваться «пробоями» упругих элементов подвески, которые приводят к резкому возрастанию динамических нагрузок.

Условия «пробоев» упругих элементов могут быть записаны в виде:

$$f_{max} \leq f_{\text{доп}} \qquad (7)$$

$$\text{Или } \sigma_f \leq \sigma_{f\text{доп}}, \qquad (8)$$

где $f_{max}$ - максимальный динамический прогиб упругих элементов подвески;

$f_{\text{доп}} = f_{\text{п}} - f_{\text{ст}}$- допустимый динамический прогиб;

$\sigma_f$ - среднее квадратическое отклонение прогибов упругих элементов подвески при движении ПА по дороге;

$\sigma_{f\text{доп}}$ - допустимое среднее квадратическое отклонение прогибов упругих элементов, при котором с вероятностью $P_0$ условие (7) будет выполнено, т.е. «пробои» не произойдут.

Зависимость для среднего квадратического отклонения $\sigma_{f\text{доп}}$ при условии центрирования процесса динамических прогибов упругих элементов подвески $f(t)_\partial$ с учетом (4) получим:

$$\sigma_{f\text{доп}i} = \frac{f_{\text{доп}}}{\left[2ln\frac{L_i v_{\text{э}fi}}{2\pi V_i ln\frac{1}{P_0}}\right]^{\frac{1}{2}}} \qquad (9)$$

Основными характеристиками упругих элементов подвески являются: коэффициенты жесткости рессор $c_p$ и шин $c_ш$, коэффициенты демпфирования $h_p$ , прогибы рессор $f_p$ .

Результаты анализа влияния характеристик подвески на максимальные значения амплитудно-частотных характеристик колебаний ПА в областях низкочастотного, высокочастотного резонансов и в межрезонансной областях позволяют определить пути снижения динамических нагрузок. Весьма большое влияние на величины ускорений оказывает жесткость рессор $c_p$, так как при её уменьшении жесткости, а, следовательно, и собственной частоты подрессоренной массы ω, ускорения уменьшаются как в областях резонансов, так и в межрезонансной области. Однако, следует иметь в виду, что при уменьшении жесткости увеличивается статический прогиб рессор $f_{ст}$, т.к.:

$$f_{ст} = \frac{Mg}{c_p}, \qquad (10)$$

где $M$ – подрессоренная масса, приведенная к данной подвеске;

$g$ – ускорение свободного падения.

В этом случае при фиксированном полном прогибе рессор $f_n$ будет уменьшаться их динамический прогиб $f_\partial$, а это может привести к «пробоям» упругих элементов и к резкому увеличению ускорений. Опыт проектирования и эксплуатации автомобилей [3] показывает, что конструктивные параметры прогибов упругих элементов подвески могут иметь следующие значения:

$f_n$ =0,30…0,40 м; $f_{ст} = f_д = 0{,}15 \ldots 0{,}20$ м

Увеличение полного $f_n$ и динамического $f_\partial$ прогибов упругих элементов подвески, возможное уменьшение в связи с этим собственной частоты и исключение «пробоев» подвески может быть достигнуто при применении систем подъема корпуса ПА. При независимой подвеске колес эта система позволяет не только увеличить прогибы упругих элементов, но и обеспечивает увеличение дорожного просвета ПА, что в свою очередь позволяет значительно повысить проходимость автомобиля особенно при движении по лесу, вне дорог, при проезде упавших стволов деревьев, больших камней, глубоких канав и других препятствий.

Уменьшение собственной частоты колебаний подрессоренных масс может быть достигнуто также при применении упругих элементов подвески с нелинейными выпукло-вогнутыми характеристиками, которые имеют небольшую жесткость в средней части в области основных рабочих деформаций и резкое возрастание жесткости на крайних участках для недопущения частых «пробоев» подвески. Таким образом, приведённая методика обоснования предельно допустимых скоростей движения пожарных автомобилей по дорогам позволяет определить допустимые скоростные режимы их движения по неровным проселочным дорогам, исходя из условий их динамического нагружения. Методика дает возможность определить целесообразные значения параметров упругих элементов подвески пожарных автомобилей, систем упругого закрепления их узлов и приборов, обосновать основные направления совершенствования их конструкций.

## III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, рассматриваемая задача решена на основе теории выбросов случайных процессов выше допустимого уровня.

Рассмотренные методы позволяют на основе теоретических подходов определить характеристики динамических нагрузок, действующих на ПА при движении по различным дорогам, в том числе максимальные их значения, определить максимально-допустимые и средние скорости движения автомобилей. На основе предложенной методики могут быть определены пути снижения динамических нагрузок, действующих на ПА. Уменьшение динамических нагрузок и, как следствие этого, увеличение скоростей движения ПА по неровным дорогам может быть достигнуто, в первую очередь, за счет совершенствования их динамических систем, систем подвески моторно-ходовых баз и упругого закрепления оборудования ПА. Данный подход может быть использован для расчётов при проектировании машин и механизмов, применяемых на железнодорожном транспорте.

## ЛИТЕРАТУРА

[1] Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров., „Теория вероятностей и ее инженерные приложения: Учебное пособие для втузов“, 2-е изд. М.: Высшая школа, 2000.- 480 с.

[2] Е. В. Грачев, и др., „Статистическое исследование возмущающих функций дорог“, Автомобильная промышленность № 12, 1979.

[3] Р. В. Ротенберг, „Подвеска автомобиля“, М.: Машиностроение, 1972.

[4] В. А. Светлицкий, „Статистическая механика и теория надежности“, Учебник для студентов, обучающихся по спец. «Динамика и прочность машин»- М.: Изд-во МГТУ, 2002.- 303 с.

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Ресурсосберегающая сантехника для подвижного состава и инфраструктуры на железной дороге

## Saving Facility Sanitary Technology for Rolling Stock and Infrastructures on Railway

Александр Семенов

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия*

agentnomer117@mail.ru

***Резюме:*** *Предложена замена транспортных гидравлических сантехнических узлов (ватерклозетов, клапанов) на более совершенные (главным образом, в отношении экономии расхода воды), прежде всего в подвижном парке и в стационарных путевых хозяйствах (то есть в инфраструктуре) на железной дороге. Инновационные предложения базируются на авторских запатентованных в последние годы системах/устройствах нового поколения. Руководитель проектов – В.С. Гурьянов и др., Санкт-Петербург. Техническая суть и принципиальное отличие санитарно-технического комплекса (ватерклозета) заключается в организации слива водой под давлением существенно выше атмосферного, с использованием пневматической пружины, компенсирующего воздушного клапана и «опрокидывающего» гидравлического клапана, а также реализации принципа двухфункциональности. Эффективность предлагаемой модернизации подтверждена экспериментально как в лабораторных условиях, так и на практике – в государственных учреждениях и в частном секторе на примере мобильных и стационарных установок. Работы проводились с привлечением инвестиций и собственных средств разработчиков.*
***Ключевые слова:*** *Транспорт, железная дорога, подвижной состав, сантехническое оборудование, ватерклозет, гидравлический клапан.*

***Abstract:*** *Offered change the transport hydraulic sanitary nodes (the water toilet, valve) on more making (mainly, in respect of spare consumption of water), in movable park first of all and in stationary travel facilities (that is to say in infrastructure) on railway. The Leading offers are based on the author's patented in the last years' system/device of the new generation. The Leader project - V.S. Guriyanov and others, Saint Petersburg. The Technical essence and principle difference sanitary-technical complex (the water toilet) is concluded in organizations plum by water under pressure greatly above atmospheric, with use the pneumatic spring, compensating air valve and "overturning" hydraulic valve, as well as realization of the principle of the joining function. Efficiency proposed modernizations is confirmed experimental both in laboratory condition and in practice - in state institutions and in the private sector on example of the mobile and stationary installation. Work was conducted with attraction investment and own facilities developer.*
***Key words:*** *Transport, railway, rolling stock, sanitary equipment, water toilet, hydraulic valve.*

## I. ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

Излагаемый материал относится к сантехническим устройствам (ватерклозетам) для транспортно-технологических комплексов, прежде всего подвижного состава и стационарных объектов на железной дороге. Однако здесь имеют место общие корни с проблематикой стационарных сантехнических устройств бытового назначения в жилых домах и общественных («присутственных») местах (в учреждениях, на предприятиях, в гостиницах, общежитиях и т.д.), где важны шесть ее компонентов [1], [2]:

- ничтожный их КПД – в пределах 1%, ибо в традиционном ватерклозете воду для слива под магистральным давлением в стояках величиной 1,0-2,5 атм. подают в негерметичный сливной бачок объемом 9-

12 л и уже под рабочим, гидростатическим плюс атмосферном давлением, величина которого на два порядка ниже исходного в стояке, спускают в унитаз;

- для организации автоматического забора и ручного спуска воды из бачка в унитаз до сих пор бачок «нашпигован» механизмами, которые неизбежно подвергаются коррозии, засору и регулярно ломаются с «завидной» регулярностью и зачастую сознательно вандалами;
- как следствие первой особенности, потребный расход воды на один смыв составляет порядка 8-12 л. даже при новом, исправном устройстве, а как следствие второй особенности, при неисправном механизме аварийные утечки несопоставимо выше;
- смывной поток в магистрали структурно нерационален и не использует потенциальные возможности газожидкостных смесей в повышении качества смыва и автоматической очистки унитаза от загрязнения ржавчиной и прочими отложениями;
- конфигурация сливной магистрали и чаши унитаза все еще остается неоптимизированной;
- эксплуатационный цикл (пришел, решил физиологическую проблему, выполнил санитарно-гигиенические требования, ушел) не автоматизирован или автоматизирован частично.

На транспорте первые две проблемы не столь актуальны из-за применения системы слива под давлением, создаваемым гидронасосом. Но остальные продолжают стоять «в полный рост», в то время как именно на транспорте проблема снижения потребного запаса воды, экономного ее расхода и энергосбережения вообще имеет существенно большее значение, чем в стационарных системах. Даже в научно-технической литературе железнодорожные системы все еще далеки от снятия перечисленных проблем [3].

Очевидна назревшая задача инновационного решения: повышение технико-эксплуатационных и экономических характеристик (ТЭиЭХ) сантехнических устройств (ватерклозетов), прежде всего для эксплуатации на железнодорожном и ином (автомобильном, водном, воздушном) транспорте.

## II. ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Предлагается капитальная модернизация сантехнического хозяйства, в данном случае на железной дороге, на основе устройств нового поколения (инновационных предложений), разработанных с научно-техническим обоснованием, длительной экспериментальной проверкой с убедительным и существенным положительным эффектом, а также экспертным подтверждением мировой новизны и изобретательского уровня [1], [2], [4], [5], [6], [7], [8].

Пионером разработок в этом направлении по-праву можно считать изобретателя Валерия Сергеевича Гурьянова (Санкт-Петербург).

Спектр принципиально новых технических решений можно пояснить на обобщенных схемах стационарного (рис. 1) и транспортного (рис. 2) сантехнических устройств.

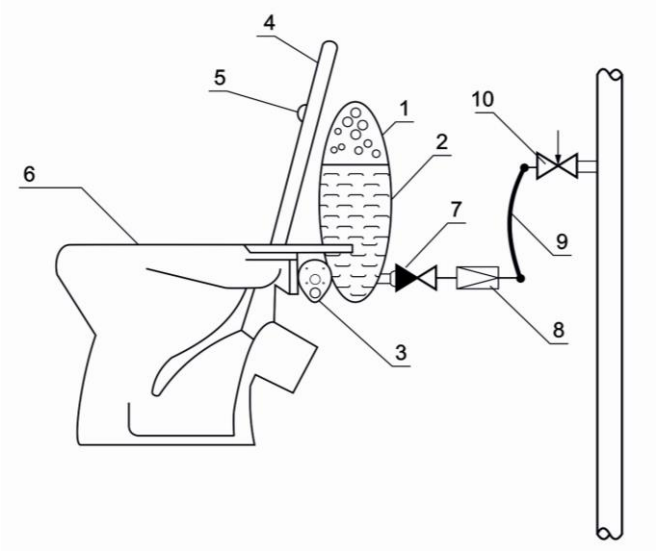



*Рис. 1. Обобщенная схема сантехнического агрегата:*

*1 – воздушная подушка; 2 – сосуд-накопитель с водой и воздухом; 3 – клапан подачи воды в чашу унитаза; 4 – крышка унитаза; 5 – сенсор; 6 – собственно унитаз; 7 – обратный клапан; 8 – клапан давления; 9 – гибкая подводка; 10 – вентиль подачи воды от стояка (в стационарном варианте) или от бака с насосом (в транспортном варианте)*

Перечислим основополагающие технические решения:

1) смывной бачок выполнен в виде гидроаккумулятора (герметичного сосуда-накопителя для сливной порции воды при повышенном давлении воды и воздушной пробки - «пневмопружины»), впускной патрубок которого соединен с источником воды под давлением, в транспортном варианте – с гидронасосом (привод которого не показан), а в стационарном – со стояком магистральной гидросистемы под давлением 1,0-2,5 атм.;

2) выпускной патрубок сосуда-накопителя соединен с впускным патрубком унитаза через соленоидный клапан с «опрокидывающимся» потоком с качественно новым газодинамическим эффектом (с полезной кавитацией) по смыву и очистке в пределах чаши унитаза и эффективности удаления фекальных масс;

3) предусмотрен автоматический компенсатор потерь воздуха в «пневмопружине»;

4) оптимизированная, с адаптацией к конкретным параметрам нагнетательной подсистемы и клапану с «опрокидывающимся» потоком, форма сливной гидровоздушной магистрали;

5) полная автоматизация на основе ИК-датчика присутствия пользователя на определенной дистанции.

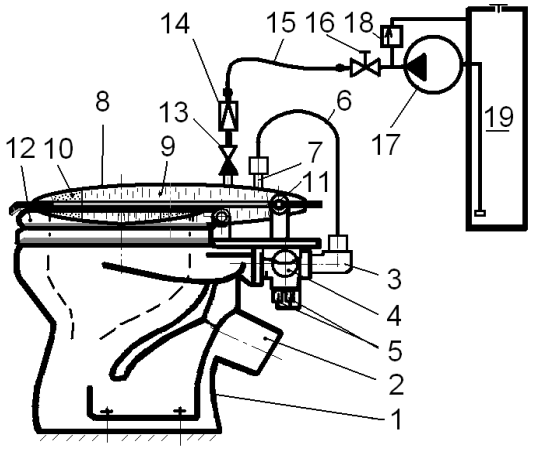



*Рис. 2. Обобщенная схема транспортногосантехническогоустройства*:

1 – унитаз; 2 – выходной патрубок унитаза; 3 – входной патрубок уни таза (спускного гидроклапана); 4 – спускной гидроклапан; 5 – соленоид(ы) спускного гидроклапана; 6 –подводка выпускной магистрали; 7 – выпускной патрубок сосуда-накопителя; 8 – герметичный сосуд-накопитель (он же – крышка унитаза); 9 – сливная порция воды под давлением; 10 – «пневмопружина» под давлением; 11 – шарнир поворота сосуда-накопителя; 12 – стульчак; 13 – заборный патрубок сосуда-накопителя; 14 – заборный клапан с устройством компенсации потери воздуха; 15 – подводка впускной магистрали; 16 – заборный вентиль; 17 – гидронасос; 18 – перепускной клапан; 19 – бак

Устройство и работа ватерклозета в транспортном (железнодорожном) варианте исполнения очевидны для специалистов из рис. 2.

Последний этап совершенствования ватерклозетов увенчался созданием

– модели «Раскладушка» – компактного сантехнического комплекса (и для транспортных, и для стационарных ватерклозетов), особенностью которого является конструктивно-функциональное совмещение сосуда-накопителя с крышкой унитаза (рис. 2) [6];

– универсального гидравлического клапана с «опрокидывающимся» потоком оптимизированной конфигурации (рис. 3) [7].

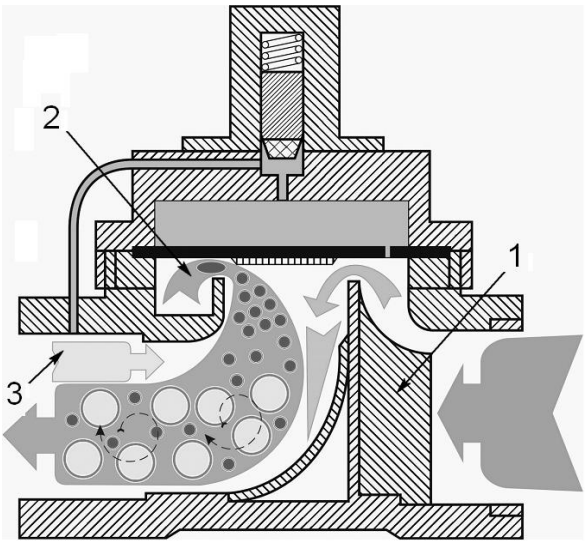



*Рис. 3. Устройство и схема работы клапана с «опрокидывающимся» потоком (продольное сечение):*

1 – рассекатель; 2 – «опрокидывающийся» поток; 3 – инжектируемый воздух

Использование предложения позволяет устранить большинство «родных» недостатков ватерклозетов «текущего» поколения, в частности, снизить только смывной расход воды до 2,0-2,5 л (показатели, достигнутые авторами в 2016 году).

Экспериментальная проверка работоспособности и эффективности устройств (включая длительные ресурсные испытания и оценку водосбережения и надежности) подтвердила оптимистические прогнозы.

Устройства апробированы авторами [1], [2], [8]-[10] и запатентованы в РФ [4]-[7].

В ознакомительном плане рекомендуются также источники информации [11]-[17].

## III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложения по переоснащению подвижного состава и стационарных объектов на железной дороге ватерклозетами нового поколения базируются на запатентованных и ограниченно-внедренных авторами в последние годы системах/устройствах (бачок с воздушной «подушкой», компенсатор потери воздуха в воздушной «подушке», клапан с «опрокидывающимся потоком», электронная автоматическая система управления, оптимальная геометрия унитаза, многофункциональные устройства и др.).

ЛИТЕРАТУРА

[1] В. С. Гурьянов, «Санитарно-техническое устройство», Инновационная политика и изобретатели (Россия – начало XXI века): Материалы Межрегиональной науч.-практич. конф. изобретателей и Каталог изобретений. 28-29 апреля 2009 г., СПбГПУ / Под общ. ред. Ю.Г. Попова и А.Г. Семенова. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, с. 195-197, 2010.

[2] В. С. Гурьянов, „Разработка и поставка на рынок принципиально новой конструкции сантехнического устройства *INNOSAN* для туалета“, Изобретатели в инновационном процессе России: Материалы науч.-практич. конф. с международным участием. 20-21 дек. 2013 г., СПбГПУ / Под ред. Ю.Г. Попова и А.Г. Семенова. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, с. 342-344, 2014.

[3] Пат. 2176965 С1 (РФ). Сантехнический комплекс транспортного средства. / В.Д. Черняк, В.С. Рузавин. МПК B61D 35/00, E03D 3/10, E03D 5/012, B60R 15/00. Заяв. № 2001107623/28 от 23.03.2001; опубл. 20.12.2001, Бюл. № 5.

[4] Пат. 2007108709 А (РФ). Санитарно-техническое устройство туалета, работающее при повышенном давлении с обратно включенной воздушной «подушкой». / Ю.К. Рахметулов, А.Ю. Рахметулов, В.С. Гурьянов. МПК E03D 3/00; Заяв. № 2007108709/03 от 02.03.2007; опубл. 10.09.2008, Бюл. № 25.

[5] Пат. 2461684 А (РФ). Устройство автоматического смыва для унитаза. / В.С. Гурьянов, В.В. Шевелев. МПК E03D 3/00; Заяв. № 2011111368/13 от 17.03.2011; опубл. 20.09.2012, Бюл. № 26.

[6] Пат. 2557720 С1 (РФ). Санитарно-техническое устройство / В.С. Гурьянов, А.Г. Семенов. МПК E03D 1/00; Заяв. № 2014129098/13 от 15.07.2014; опубл. 27.07.2015, Бюл. № 21.

[7] Пат. 2569034 С1 (РФ). Устройство смыва для унитаза / В.С. Гурьянов, А.Г. Семенов. МПК E03D 3/00; Заяв. № 2014135735/13 от 15.07.2014; опубл. 20.11.2015, Бюл. № 32.

[8] В. С. Гурьянов, А. Г. Семенов, „Инновации на железных дорогах: переоснащение подвижного состава и стационарных объектов ватерклозетами нового поколения“, Материалы Международной науч.-технич. конф. «Транспортные и транспортно-технологические системы», 14.04.2016, Тюмень, ТюмГНГУ, с. 103-107, 2016.

[9] В. С. Гурьянов, „ИнноСан – победитель конкурса инноваций“, Facility Manager. Управление и эксплуатация недвижимости, № 2 (02), с. 3-4, 2013.

[10] В. С. Гурьянов, „Новый унитаз с отличными качествами смыва“, Журнал Сантехника, Отопление, Кондиционирование (С.О.К.), № 3, 2015, OpenMP: сайт. – URL: https://www.c-o-k.ru/articles/novyy-unitaz-s-otlichnymi-kachestvami-smyva.

[11] Слив – дело хитрое / Андрей Королев. СПб.: Радиостанция «Свобода», 04 февраля 2016. OpenMP: сайт. – URL: http://www.currenttime.tv/content/article/27473768.html; https:// youtu.be/H_1HIM4d-zI.

[12] OpenMP: сайт. – URL: http://www.c-o-k.ru/articles/pochemu-b-lshaya-chast-kompaktunitazov-s-evropeyskoy-sistemoy-sliva-ne-obespechivaet-ego-udovletvoritelnogo-kachestva (дата обращения 01.07.2017).

[13] Система смыва в унитазе // Для журнала "100% ванные" (приложение к журналу "Интерьер+Дизайн"), - 2003. OpenMP: сайт. – URL: http://gausy.narod.ru/html/smyv-unitaz.html.

[14] Съемное устройство регулирования объема воды для туалета со смывом водой под давлением (варианты): пат. Рос. Федерация / Бех Т.П. (США). – № 2001132962; приоритет 06.12.02; опубл. 20.08.03.

[15] Ю. И. Чупраков, „Наполнительная арматура для смывных бачков, адаптированная к российским условиям эксплуатации“, Журнал Сантехника, Отопление, Кондиционирование (С.О.К), № 7, 2016, OpenMP: сайт. – URL: https://www.c-o-k.ru/articles/napolnitelnaya-armatura-dlya-smyvnyh-bachkov-adaptirovannaya-k-rossiyskim-usloviyam-ekspluatacii.

[16] Ю. И. Чупраков, „Почему большая часть компакт-унитазов с европейской системой слива не обеспечивает его удовлетворительного качества?“, Журнал Сантехника, Отопление, Кондиционирование (С.О.К.),№ 8, 2016, OpenMP: сайт. – URL: https://www.c-o-k.ru/articles/pochemu-b-lshaya-chast-kompaktunitazov-s-evropeyskoy-sistemoy-sliva-ne-obespechivaet-ego-udovletvoritelnogo-kachestva.

[17] Ю. И. Чупраков, „Какие гидроредукторы давления следует устанавливать в квартирах и почему?“, Журнал Сантехника, Отопление, Кондиционирование (С.О.К), № 5, 2016, OpenMP: сайт. – URL: https://www.c-o-k.ru/articles/kakie-gidroreduktory-davleniya-sleduet-ustanavlivat-v-kvartirah-i-pochemu

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Primena optičkih mreža na železnici

## The Fiber Optic Networks Application on Railways

Goran Zajić[1], Nikola Slavković[2]
*The ICT College of Applied Studies, Belgrade, Serbia[1,2]*
goran.zajic@ict.edu.rs[1], nikola.slavkovic@ict.edu.rs [2]

***Apstrakt:*** *Širina primene optičkih mreža u svetskim komunikacionim sistemima može se povezati sa stepenom tehnološke razvijenosti društva. Moderne železnice u svetu svoje poslovanje baziraju na brzim konunikacijama zbog potreba raznih sistema bezbednosti na železnici, potreba pri realizaciji autonomnih sistema transporta, i potreba za isporukom internet servisa u okviru sistema železnice. Razvoj IoT-a za potrebe železnice, železničkih sistema koji rade u realnom vremenu i implementacije sistema mobilnih komunikacija poslednje generacije uslovljava realizaciju bazne komunikacione infrastrukture na železnici čiju osnovu čine optičke mreže zbog brzine prenosa i mogućnosti istovremene isporuke velikog broja digitalnih servisa. U ovom radu predstavljeno je nekoliko realnih primena implementacije optičkih mreža u svetskim železničkim sistemima koje omogućavaju realizaciju pouzdanog i bezbednog transporta, ali i profitabilnost sistema kroz razne biznis modele isporuke internet servisa.*
***Ključne reči:*** *Železnica, optičke mreže, komunikacije, internet servisi, bezbednost.*

***Abstract:*** *The wideness of the application of optical networks in global communications systems can be linked to the degree of technological development of a society. Modern railways in the world base their business operations on fast communications due to the needs of various railway safety systems, autonomous transport systems implementation, and internet services delivered within the railway system. The development and implementation of the railway IoT, real-time railway safety systems and the implementation of the latest generation of mobile communications systems necessitates the realization of basic communications infrastructure on the railway, based on optical networks due to the speed of transmission and the possibility of simultaneous delivery of a large number of digital services. This paper presents several real-world applications of fiber optic network implementation in world rail systems that enable the realization of reliable and safe transport, as well as the profitability of the system through various business models of Internet service delivery.*
***Key words:*** *Railway, fiber optic networks, communication, internet services, safety.*

## I. UVOD

Železnica predstavlja bezbedan, energetski efikasan transport putnika i robe koji se intenzivno razvija poslednjih godina. Nove tehnološke inovacije u pogledu brzine prenosa, isporuke raznih digitalnih servisa i bezbednosti značajno menjaju tradicionalnog shvatanja mreže za prenos podataka u okviru ovih sistema [1]. Mogućnost isporuke novih digitalnih servisa, daje mogućnost železničkim kompanijama razvoj nove profitne infrastrukture koja može da ubrza razvoj poslovanja, racionalizaciju troškova i poveća bezbednost celog sistema. Povećavanje brzine kretanja na železnici uslovljava implementaciju novih informacionih transportnih mreža koje obezbeđuju visoku pouzdanost, malo kašnjenje i visoku efikasnost. Predstavićemo dva primera uspešne realizacije transportne optičke mreže na železnici. Prvi primer je Huawei transportna mreža koja omogućava racionalizaciju poslovanja na železnici i isporuku novih servisa u okviru sistema, a drugi primer je RailTel provajder digitalnih servisa u Indiji čiju okosnicu infrastrukture čini železnička mreža Indije.

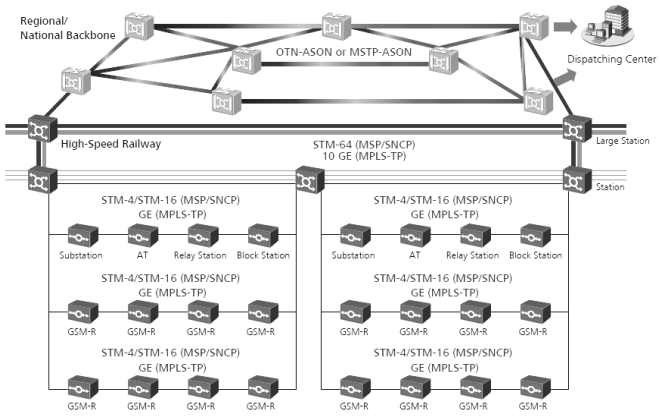
## II. HUAWEI TRANSPORTNA MREŽA

Železnički sistemi svoju funkcionalnost zasnivaju na širokom dijapazonu operacionih i korisnički orijentisanih aplikacija. Svaka od ovih aplikacija ima posebne zahteve za pouzdanošću, zavisno od važnosti procesa kojim upravljaju. Naravno, pored pouzdanosti svaka od pomenutih aplikacija ima određene zahteve i po pitanju kvaliteta servisa (Quality

of service, QoS), propusne moći odnosno brzine protoka podataka na mreži i kašnjenu [2]. Neophodno je da transportna mreža, kao infrastrukturna platforma obezbedi univerzalni pristup i transport za sve servise obezbeđujući im visoku dostupnost, nisko kašnjenje i visoku efikasnost. Transportna mreža treba da objedini kontrolu vozova (*Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA) sistemi, signalizacija, alarmi), Putničke servise (prodaju karata, informacije za putnike, javni pristup internetu), sisteme za operativnu komunikaciju glasom, razmenu podataka GSM-R (*Global System for Mobile Communications - Railway*) / LTE (*Long-Term Evolution*), dispečarska telefonija, telefonija za hitne pozive) i bezbednosne sisteme (video nadzor, kontrola pristupa, kontrola šina).

Velike brzine kojima se kreću moderni vozovi uslovljavaju brojne izazove. Visoka dostupnost transportne mreže mora da obezbedi garanciju transporta kritičnih servisa vezanih za proces železničkog transporta i upravljanje hitnim situacijama. Velike brzine protoka transportne mreže treba da obezbede IP (*Internet Protocol*) servisima nesmetan rad u realnom vremenu. Veliki broj aplikacija je razvojem tehnologije i servisa preša na IP komunikaciju pa samim tim transportna mreža da obezbedi dodatne IP interfejse. Fleksibilnost transportne mreže je važna kakao za stare TDM (*Time-Division Multiplexing*) sisteme, tako i za nove IP sisteme koji se mora obezbediti pristup mreži. Dodatni izazov predstavlja jednostavna upotrebe, administracija i održavanje. Tradicionalne transportne mreže nisu u stanju da se nose sa ovim izazovima.

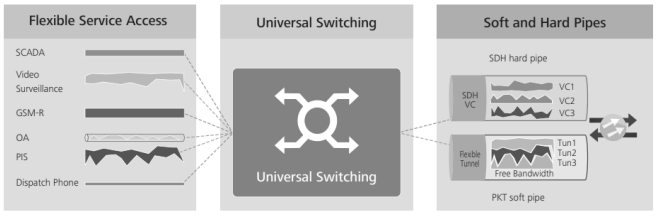
Imajući u vidu ovako visoke zahteve po pitanju performansi, kompanija Huawei je razvila univerzalno transportno rešenje sa mnogim inovacijama koje su uvedene u cilju pouzdanosti i efikasnosti prenosa. Na slici 1 predstavljena je realizacija jedne transportne mreže za potrebe železnice.




*Slika 1. Huawei rešenje za transportnu mrežu[3]*

Kao što se može videti na slici 1, za potrebe regionalnih/ nacionalnih glavnih vodova (*backbone*), implementirane su OTN (*Optical Transport Network*) mreže velikog kapaciteta ili hibridne MSTP (*Multi/Service Transform Platform*) mreže preko kojih se odvija saobraćaj između reginalnih/nacionalnih čvorova većeg značaja. Sa druge strane, primena ASON (*Automatic Switch Optical Network*) mreža unapređuje pouzdanost mreže. Kada se razmatra implementacija za železnicu velikih brzina hibridna MSTP mreža se može implementirati u dva sloja. Pristupni sloj je realizovan u topologiji prestena da bi se malim stanicama i sekcija obezbedio pristup različitim servisima.

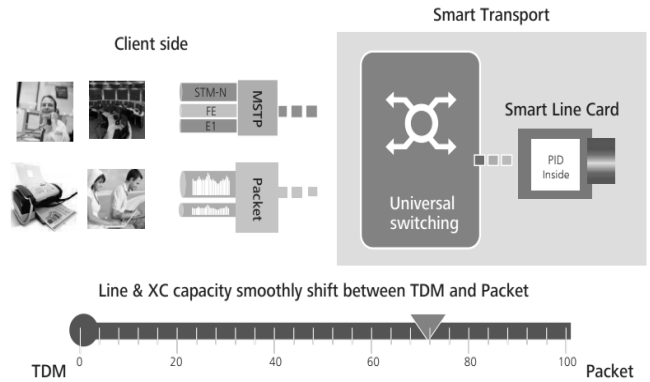
Prednosti ovakve realizacije transportne mreže su višestruke. Vreme propagacije kroz mrežne uređaje, mrežu, zaštitu na servisnom nivo i vreme svičovanja je ispod 50ms što odgovara potrebama prenosa saobraćaja u realnom vremenu. Topologija ASON mreže je tipa *mesh*, koja omogućava mreži robustnost na višestruke otkaze u sistemu i pouzdanost drži na nivou od 99.9999%. Omogućena je fuzička izolacija segmenata mreže. Sa druge strane obezbeđena je konvergencija mrežnih tehnologija. Za potrebe OTN mreža implementirana je MS (*Multi-Service*) – OTN koja omogućava univerzalno svičovanje za λ (*Wavelength*) / ODUk (*Optical Layer Unit Sublayer*) / VC (*Virtual Circuit*) / PKT (*Packet*) tehnologije sa brzinom protoka u opsegu 10G-8T preko jednog para fiber optičkih vlakana. Sa druge strane za potrebe železnice velikih brzina realizovan je hibridni MSTP transport u vidu dva različita toka, *soft* tok za potrebe MPLS-TP (*Multiprotocol Label Switching, Packet Transport Technology based on MPLS*) prenosa i *hard* tok za potrebe SDH VC (*Synchronous Digital Hierarchy Virtual Circuit*) prenosa sa ugrađenim PCM (*Pulse-Code Modulation*) prenosom. Brzine protoka za ovakvu realizaciju prenosa imaju oznaku *Smart 40G* preko jednog para optičkih fiber vlakana. Implementacija ovakve transportne mreže omogućila je objedinjeni menadžment za OTN i hibridni MSTP, dobru vizuelizaciju putem grafičkog interfejsa i *end-to-end* podršku za servise.




*Slika 2. Objedinjeni paketski i TDM transport [3]*

Na slici 2. prikazan je objedinjeni transport paketskog i TDM saobraćaj u transportnoj mreži. Kao što se može videti obezbeđen je fleksibilni pristup servisima mreži koji se preko univerzalnog sviča usmeravaju u dva toka, *soft* i *hard*. *Hard* tok je realizovan SDH tehnologijo uz mogućnost fizičke izolacije. Obezbeđuje visok kvalitet prenosa, visok stepen bezbednosti, rezervaciju brzine protoka, a u okviru toka nalaze se servisi kao što su SCADA prenos, GSM-R prenos i dispečarske telefonske linije. *Soft* tok baziran je na MPLS-TP tehnologiji sa mogućnošću logičke izolacije. Na

ovaj način se dobila visoka efikasnost u prenosu i deljenje protoka. MPLS-TP je protokol dizajniran za paketski trasnport, a nastao je kao podskup MPLS u odnosu na koji su isključene sve karakteristike koje nisu pogodne za transportnu mrežu, a nasleđene su ili optimizovane neke tradicionalne funkcionalnosti transportne mreže (npr. OAM (*Operating, Administration and Management*) i zaštita). MPLS omogućava OAM sličan SDH tehnologiji koji omogućava kompleksniju funkciju dijagnostike nego MPLS OAM. MPLS-TP prsten zaštita obezbeđuje <50ms svičing zaštitu paketske prstenove u slučaju otkaza linkova ili čvorova. Na ovaj način obezbeđuje se visok kvalitet paketskih servisa. Dakle, MPLS-TP predstavlja jedan od IP/MPLS profila sa paketom koji je podskup MPLS-a (IP/MPLS-L3) i transportnom logikom koja je slična SDH OAM i zaštiti.




*Slika 3. Inteligentna logika deljenja protoka podataka [3]*

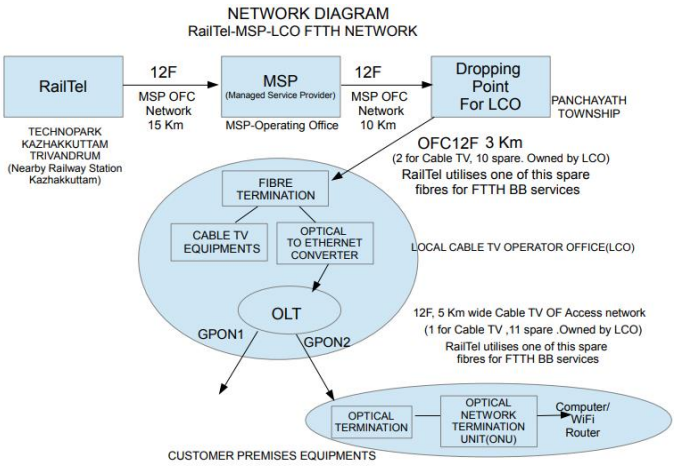
Na slici 3 prikazano je rešenje za *Smart 40G* prenos koje omogućava veliku brzinu protoka uz veliku efikasnost i smanjnje troškova. Suština rešenja je da se paketski i TDM saobraćaj mešaju, a brzina se protoka se menja između TDM i paketskog prenosa čime se dobila velika efikasnost i ušteda protoka na transportnoj mreži.

Ugrađeni PCM saobraćaj u suštini predstavlja podršku za telefonske i SCADA sisteme koji su još uvek u funkciji u železničkim sistemima. Integracijom MSTP i PCM opreme dobila se velika ušteda u investicijama i prostoru.

Jedna od skorijih primena HUAWEI transportnih sistema u železnici jeste realizacija transportne mreže za kompaniju *Austrian Federal Railways* (ÖBB) baziranu na DWDM (*Dense Wavelength Division Multiplexing*) tehnologiji [3]. Ova tehnologija obezbeđuje brzinu protoka od 100Gbit/s visokih performansi sa mogućnošću vrlo efikasnog proširenja. Upotrebom arhitekture bazirane na OTN odvojenim linijama dobila se maksimizacija kapaciteta linkova, pristup različitim vrstama servisa i unapređena je fleksibilnost konfiguracije servisa. Ova transportna mreža koristi MS-OTN, virtuelna kola (VCs) i paketske ceoss-connections čime se omogućava end-to-end menadžment svih tipova servisa. U novom sistemu brzina protoka je povećana na 100Gbit/s po talasnoj dužini, sa mogućnošću povećanja do 8 Tbit/s po paru fiber vlakna. Primenom naprednih tehnika kontrole i upravljanja u Huawei transportnim mrežama kao što su (FD) *Fiber Doctor* i OD (*Optical Doctor*) izvršena je automatizacija održavanja čime se svi sistemi održavaju u optimalnom stanju. Mehanizmi zaštite na električnom i optičkom sloju omogućaja brzo prebacivanje na alternativu čime se eliminisala mogućnost prekida isporuke servisa. Sa ovom karakteristikom, transportne mreže bazirane na DWDM tehnologiji mogu se koristiti za prenos važnih podataka povezanih sa bezbednošću unutar železničkog sistema.

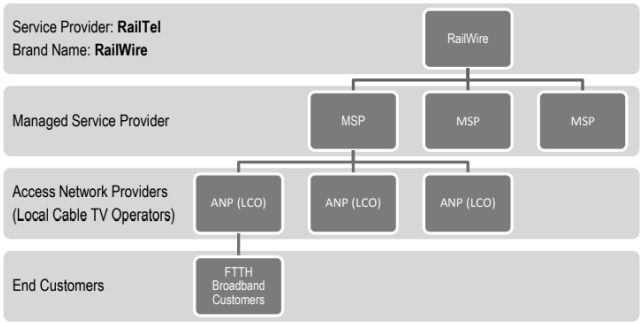
## III. RAILTEL PROVAJDER

RailTel korporacija predstavlja jednu od najvećih neutralnih telekomunikacijskih provajderskih infrastruktura u Indiji [4]. Ova kompanija primarno obezbeđuje pokrivanje zemlje širokopojasnim i multimedijalnim distributivnim servisima. Pored pomenute profitne delatnosti, RailTel se bavi modernizacijom rada železnice i administracijom mrežne infrastrukture. Mrežu RailTel-a čine višestruki 10G/2.5G prstenovi bazirani na STM-64/16 sistemu. U okviru ove mreže više od 10500 km mreže je pokriveno DWDM sistemima sa 100G/400G kapacitetom sa namerom da se obezbedi još 14000 km ove infrastrukture sa kojom bi se pokrili svi veći gradovi u državi. RailTel poseduje i MPLS mrežu sa kapacitetom od 10G u koru i implementiranim NGN (*New Generation Networks*) sistemima koji obezbeđuju podršku za različite IP servise.




*Slika 4. RailTel FTTH mreža [5]*

Na slici 4 prikazana je tipična mrežna infrastruktura RailTel-a [5]. Kompletna mrežna infrastruktura RailTel-a je postavljena duž železničke infrastrukture, a RailTel predstavlja globalnog provajdera koji isporučuje servise lokalnim provajderima (*Local Cable Operator*, LCO). Zajedničko korišćenje infrastrukture sa železnicom rešeno je na nivou države. Ovakav model poslovanja obezbedio dostupnost digitalnih servisa do krajnjih korisnika širom zemlje, čak i u ruralnim predelima.




*Slika 5. RailTel biznis model za širokopojasne servise [5]*

Na slici 5 prikazan je biznis model RailTel provajdera. Raitel predstavlja servis provajdera koji obezbeđuje servise i distribuira ih MSP (*Managed Service Providers*) provajderima koji predstavljaju globalne probajdere koji od strane nacionalne agencije za davanje licenci dobijaju kvote za pokrivenost tržišta. Sledeći nivo su provajderi pristupne mreže, ANP (*Access Network Provider*) koji predstavljaju lokalne kablovske operatere LCO. Krajnji korisnik na kraju dobija FTTH (*Fiber to the Home*) servis. Realizacijom ovog biznis modela izbegao se monopol, i omogućio se pristup većem broju provajdera digitalnim servisima po fer uslovima. Glavni nosioc infrastrukture je i dalje RailTel i železnica Indije. Provajderska uloga RailTel-a omogućila je dodatne prihode železnici od isporuke digitalnih servisa krajnjim korisnicima, što omogućava lakše planiranje, investiranje i razvoj železničke infrastrukture.

## IV. ZAKLJUČAK

Ubrzani razvoj mrežne infrastrukture železnice i povećanje brzine na železnicama otvorio je potrebu za implementacijom brzih transportnih mreža za prenos podataka u okviru železničkih sistema. Optičke mreže su jedino rešenje koje obezbeđuje dovoljno brz protok podataka i povezivanje delova železničkog sistema. Međutim, pored modernizacije, optimizacije i racionalizacije poslovanja implementacija optičkih transportnih mreža može obezbediti dodatni profit železničkim kompanijama i razvoj odgovarajućeg biznis modela za dugotrajno stabilno finansiranje.

## LITERATURA

[1] https://www.railengineer.co.uk/2019/05/06/telecoms-innovations-for-tomorrows-railway/ [Accessed 10.11.2019]

[2] https://e.huawei.com/topic/leading-new-ict-en/obb-optical-transport-network-case.html [Accessed 10.11.2019]

[3] https://actfornet.com/HUAWEI_TRANSPORT_DOCS/Transport%20Network%20Solution%20for%20Railway%20Brochure.pdf [Accessed 10.11.2019]

[4] https://www.railtelindia.com/profile/about-us.html [Accessed 10.11.2019]

[5] http://sneaindia.com/files/Technical%20Circulars/General/Railtel%20-%20BSNL%20study%20report/RailTel%20Vs%20BSNL%20Dr%20Sabu.pdf [Accessed 10.11.2019]

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Rizici u transportu opasne robe železnicom

## Risks in the Transport of Dangerous Goods by Rail

Nemanja Deretić[1], Sanja Ilić[2], Goran Mihajlović[3]

*Belgrade Business Academy for Applied Studies, Belgrade, Serbia[1],*
*Rico Training Centre, Belgrade, Serbia[2],*
*Independent University Banja Luka, Faculty of Economics, Bosnia and Herzegovina[3]*

nemanja.deretic@bpa.edu.rs[1], sanja.ilic@ricocentre.com[2], info.goranm@gmail.com

***Apstrakt:*** *Svakodnevno se različiti proizvodi prepoznati kao opasne robe prevoze širom Evropske Unije i širom sveta drumom, železnicom, vodom i vazduhom. Prevoz opasnih roba je od velikog značaja za privredni i industrijski sektor svake zemlje. Kako sektor transporta ima globalnu prirodu, međunarodno usklađeno zakonodavstvo povećava sigurnost i efikasnost. Ovaj rad sadrži kratak pregled međunarodnog zakonodavstva o prevozu opasnih roba i mesto propisa za prevoz železnicom. Drugo, pomenuta je klasifikacija opasne robe prema odgovarajućoj konvenciji o železničkom saobraćaju. Treće, dati su neki od statističkih podataka za broj nezgoda i količinu prevezene robe u železničkom saobraćaju. Takođe, za pojam analize rizika transporta su date neke osnovne pretpostavke.*
***Ključne reči:*** *železnički transport, analiza rizika, statistika.*

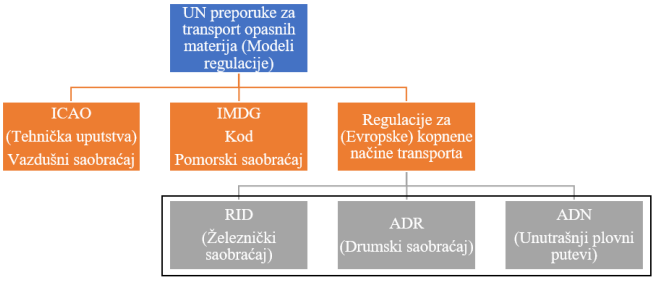
***Abstract:*** *Every day, different products recognized as dangerous goods are transported across the EU and worldwide by road, rail, water and air. The transport of dangerous goods is of considerable importance to the commercial and industrial sector of each country. As the transport sector has a global nature, internationally harmonised legislation increases safety and efficiency. This paper contains brief review on international legislation about dangerous goods transport and place of regulations for transport by rail. Second, the classification of dangerous goods under the relevant convention on rail transport was mentioned. Third, some of the statistics for the number of accidents and the quantity of goods transported by rail are given. Also, some basic assumptions are given for the concept of analysis of transport risks.*
***Key words:*** *rail transport, risk analysis, statistics.*

## I. UVOD

U poslednjih nekoliko godina povećao se obim saobraćaja, posebno opasnih roba, koje se prevoze železnicom. Bezbednost postaje pitanje koje zabrinjava. Propisi i preventivne mere predstavljaju snažno sredstvo za povećanje bezbednosti i efikasnosti prevoza opasnih roba. Trenutno svaki način prevoza, [1] i [2], koji se koristi za prevoz opasnih roba, ima sopstvene propise za pravilne i ispravne načine manipulacije, pakovanja, označavanja i prevoza opasnih roba (Slika 1).

Opasne robe se u Evropskoj uniji prevoze na tri načina: drumom, železnicom i unutrašnjim plovnim putevima.

Struktura Pravilnika RID (Regulation concerning the International Carriage of Dangerous Goods) je podeljena u sedam delova, od kojih je svaki podeljen na poglavlja, a zatim na odeljke i paragrafe. U skladu sa uslovima utvrđenim u RID-u, [1], opasne robe su podeljene u devet klasa opasnosti (Tabela 1).




*Slika 1. Propisi za međunarodni prevoz opasnih roba [2]*

Opasne robe mogu prouzrokovati akcidente i dovesti do požara, eksplozija i hemijskog trovanja ili sagorevanja sa

znatnom štetom prema ljudima i životnoj sredini. Akcidenti u kojima su uključene opasne robe često zahtevaju intervencije različitih hitnih službi države. Iz tih razloga, neophodne su procedure za međusobnu razmenu informacija i za uspostavljanje pravovremene koordinacije.

Tabela 1. Klasifikacija opasnih roba

| Klasa | Opasna robe |
|---|---|
| 1 | Eksplozivne materije i predmeti sa eksplozivnim materijama |
| 2 | Gasovi |
| 3 | Zapaljive tečne materije |
| 4.1 | Zapaljive čvrste materije, samoreagujuće materije i čvrsti desenzitivisani eksplozivi |
| 4.2 | Materije sklone samozapaljenju |
| 4.3 | Materije koje u dodiru sa vodom emituju zapaljive gasove |
| 5.1 | Oksidirajuće materije |
| 5.2 | Organski peroksidi |
| 6.1 | Otrovne materije |
| 6.2 | Infektivne materije |
| 7 | Radioaktivne materije |
| 8 | Korozivne (nagrizajuće) materije |
| 9 | Ostale opasne materije i predmeti |

Dok broj putovanja na srednjim relacijama ostvaren železničkim saobraćaj raste, prvi i poslednji kilometri putovanja ostvaruju se drumskim saobraćajem, što obeležava promene načina prevoza u unutrašnjim terminalima.

## II. STATISTIČKI PODACI

Prema [3], tokom 2013. godine, u 48 železničkih saobraćajnih nezgoda u EU-28 i 667 u Sjedinjenim Američkim Državama (SAD) desili su se akcidenti sa opasnim robama. Odgovarajući dizajn rasporeda za kontejnere sa opasnom robom koji se prevoze u železničkom saobraćaju će povećati bezbednost i operativnost železničkog saobraćaja, izbegavajući nesreće kao što je Tianjin (2015).

U svetu je prisutan trend povećanja transporta robe železnicom. U narednom delu teksta su navedeni statistički pokazatelji za EU, SAD, Rusku Federaciju i Kinu.

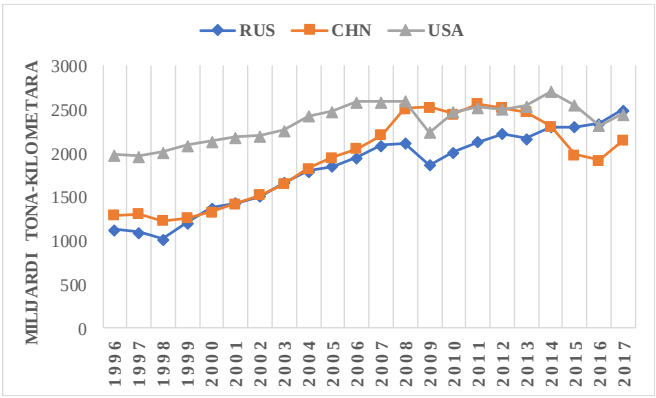
U EU-28, prema [4], od 1995. do 2016. godine, prevoz robe železnicom je porastao za 6,1% (od 388 milijardi tona-kilometara (tkm) u 1995. godini do 412 milijardi tkm u 2016. godini). Broj saobraćajnih nezgoda u železničkom saobraćaju u kojima je vršen prevoz opasnih roba za područje EU28 je prikazan u tabeli 2.

Tabela 2. Broj saobraćajnih nezgoda u železničkom saobraćaju (prevoz opasnih roba) za područje EU28

| Godina | Broj nezgoda - EU28 |
|---|---|
| 2011 | 29 |
| 2012 | 23 |
| 2013 | 21 |
| 2014 | 35 |
| 2015 | 16 |
| 2016 | 22 |
| 2017 | 27 |
| 2018 | 60 |

Izvor: EuroStat. Rail accidents involving the transport of dangerous goods (ERA data) https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=tran_sf_raildg&lang=en

U slučaju Sjedinjenih Američkih Država (SAD), prema [5], od 1996. do 2017. prevoz roba železnicom je porastao za 23% (sa 1.979 milijardi tkm u 1996. na 2.445 milijardi tkm u 2017. godini). U slučaju Ruske Federacije, prema [6], od 1996. do 2017. prevoz roba železnicom je porastao za 120% (sa 1.131 milijardi tkm u 1996. na 2.491 milijardi tkm u 2017. godini). U slučaju Kine, prema [7], od 1996. do 2017. prevoz roba železnicom je porastao za 66% (sa 1.292 milijardi tkm u 1996. na 2.146 milijardi tkm u 2017. godini), gde je maksimum zabeležen 2011. godine sa 2.562 milijardi tkm. Podaci o transportu robe železnicom (u milijardama tkm) za Kinu, Rusku Federaciju i SAD za period 1996-2017 su dati na slici 2.




*Slika 2. Transport robe železnicom u milijardama tona-kilometara: Kina, Ruska Federacija, SAD (1996-2017) [5], [6], [7]*

## III. ISKUSTVA IZ EVROPE I SVETA

Kada se govori o prevozu opasnih roba, praćenje i nadzor nisu samo stvar inteligentne i efikasne logistike. Oni takođe podrazumevaju aspekte povezane sa sigurnošću i bezbednošću, što je predstavlja zajedničku zabrinutost kod svih zainteresovanih strana (uključene industrije i vlasti).

Iz tih razloga, praćenje i pronalaženje pošiljaka opasnih roba zahteva efikasno, pravovremeno i precizno prikupljanje informacija o različitim operacijama. Pored toga, pouzdanost

je osnovni zahtev, posebno u slučaju intermodalnog transporta u kome su uključeni različiti operatori i modaliteti. U tom pogledu, [8], tehnologija satelitske navigacije je ključni element, jer omogućava:

- Kontinuiranu lokalizaciju, kontrolu i praćenje prometa robe tokom transporta.
- Prikupljanje podataka koje treba dalje analizirati radi statističkog izveštavanja i sprečavanja akcidenata.Različite prethodne i tekuće evropske inicijative se bave pitanjima upotrebe evropske satelitske navigacije (EGNSS, European Global Navigation Satellite System), počevši od EGNOS-a (European Geostationary Navigation Overlay Service) i u pogleda Galileo. Među tim inicijativama je i projekat SCUTUM (SeCUring the EU GNSS adopTion in the dangeroUs Material transport, www.scutumgnss.eu) zaključen u 2011. godini. Navedeni projekat, u skladu sa [8], je iscrpno i uspešno pokazao da EGNOS precizno i pouzdano pruža lokalizaciju i praćenje, pa je stoga posebno pogodan za nadgledanje prevoza opasnih roba.

Prema [9], ministarstvo transporta Kanade je 2014. godine ovlastilo kanadske železnice da procene rizik za prevoz opasnih roba duž koridora koji se smatraju kritičnim na osnovu vrste i količine opasnih roba koji se prevoze. Ova uredba je bila rezultat zabrinutosti javnosti povezane sa nedavnim železničkim saobraćajnim nezgodama koje su uključivale oslobađanje opasnih roba u životnu sredinu i povećanu količinu nafte koja se prevozi putem železnicom. Deo procene rizika uključuje analizu i procenu opasnosti, što omogućava razvoj strategija upravljanja opasnostima i procenu resursa potrebnih za njihovo ublažavanje, gde je to potrebno. Najčešći uzroci nastanka saobraćajnih nezgoda u železničkom saobraćaju su dati u tabeli 3. Postoje alati za analizu rizika koji su razvijeni za potrebe železničke industrije. Sistem upravljanja rizikom na železničkim koridorima (Rail Corridor Risk Management System - RCRMS) se trenutno koristi u SAD, a prema [10].

Tabela 3. Najčešći uzroci nastanka saobraćajnih nezgoda u železničkom saobraćaju sa pripadajućim kodovima [9]

| Kod | Objašnjenje |
|---|---|
| C1 | Oprema: Osovine |
| C2 | Oprema: Kočnice |
| C3 | Oprema: Sistem veza |
| C4 | Oprema: Nadgradnja i lokomotiva |
| C5 | Oprema: Točkovi |
| C6 | Pruga: Geometrija |
| C7 | Pruga: Šine i pragovi |
| C8 | Pruga: Skretnice |
| C9 | Pruga: Prepreke |
| C10 | Opasnost od vremenskih uslova (voda i led) |
| C11 | Nenamerne radnje |
| C12 | Saobraćajne nezgode na pružnim prelazima |
| ostalo | |

## IV. ANALIZA RIZIKA TRANSPORTA

Rizik povezan sa prevozom opasnih roba može biti značajan. Opasnost se uglavnom odnosi na stanovništvo koje se nalazi u riziku u području udara (rute mogu prelaziti ili prolaziti kroz gradove i naselja). Razmera nezgode je uglavnom ograničena veličinom kontejnera za prenos opasnih roba. Sa teorijskog stanovišta, [11], analiza rizika transporta (TRA - Transportation Risk Analysis) jednostavno je izvedena iz metodologije kvantitativne analize rizika (QRA - Quantitative Risk Analysis), koja je razvijena za industriju hemijskih procesa.

Tipičan postupak za preduzimanje analize rizika transporta, [11], uključuje sledeće korake:

(i) identifikovanje brojnih mogućih scenarija puštanja opasnih roba;

(ii) procenu učestalosti pojavljivanja svakog scenarija puštanja opasnih roba;

(iii) procena verovatnoće da će se svaki scenario puštanja opasnih roba razviti u moguće slučajeve opasnih situacija (mlazna vatra, požar u bazenu, toksični oblak, itd.);

(iv) određivanje područja uticaja relevantnog za svaki mogući slučaj ishoda, izračunato za odgovarajući skup vremenskih uslova;

(v) procenu očekivanog broja smrtnih slučajeva za stanovništvo u području uticaja.

U radu [12], predložen je pristup analizi rizika za prevoz opasnih roba u drumskom i železničkom saobraćaju, koji se zasniva na upotrebi geografskih informacionih sistema (GIS - Geographic Information Systems) za upravljanje teritorijalnim informacijama, zajedno sa bankom podataka o proizvodima u alatu za procenu rizika. Da bi se izvela tačna analiza rizika transporta, znanje teritorijalnih informacija koje imaju uporedivu tačnost je od najveće moguće važnosti. Konkretno, potrebni su podaci o lokalnoj distribuciji kretanja stanovništva, stopama nezgoda i vremenskim uslovima. Verovatno, najbolji način za upravljanje ovim informacijama je pomoću odgovarajućeg geografskog informacionog sistema. GIS sistemi omogućavaju povezivanje podataka koji su od interesa za geografske koordinate. Dostupno je više različitih komercijalnih baza podataka GIS-a, ali ne pokrivaju sve potrebne informacije (na primer, stope nezgoda ili broj nezgoda i podaci o saobraćaju). Takođe, deo potrebnih podataka koji su dostupni (na primer, stanovništvo ili vremenski uslovi) uglavnom nije prilagođen za potrebe analize rizika transporta, gde bi informacije koje zanimaju donosioca odluka trebalo da budu zasnovane na ruti. Iz navedenog, može se zaključiti da je potrebno razviti posebne postupke koji će omogućiti postizanje ovog cilja. Mogućnosti GIS alata uključuju i korisne funkcije, poput opcije „usmeravanja“, koja omogućava jednostavan izbor maršuta unošenjem polaznog i krajnjeg odredišta.

## V. ZAKLJUČAK

Upotreba analize rizika transporta, kao alata za odlučivanje, koju koriste menadžeri rizika i predstavnici vlasti kako bi dali dozvole ili ograničili aktivnosti koje uključuju prevoz opasnih roba su poželjne.

Ali, u većini slučajeva iz prakse, ove analize još uvek nisu dovoljno usvojene. U stvari, poteškoće u prikupljanju, organizovanju i analizi potrebnih podataka i veliki broj proračuna koje treba izvesti čine ovu vrstu analize veoma dugom i obeshrabruju njenu upotrebu.

U železničkom saobraćaju postoji više vrsti rizika i pretnji koje bi trebalo uzeti u obzir. Posebna pažnja se mora posvetiti transportu opasnih roba, što može da bude rizično. Prevoz opasnih roba može imati katastrofalne posledice po ljude, životnu sredinu i imovinu. Bezbednost, kao najvažniji element u pogledu prevoza opasne robe, smanjuje se povećanjem nivoa rizika. Upravljanje rizikom omogućava upoznavanje područja sa najvećim rizikom, prepoznavanje pojedinačnih rizika, izražavanje njihove vrednosti i procenu pomoću različitih metoda i postupaka.

## LITERATURA

[1] Convention concerning International Carriage by Rail (COTIF), Appendix C – Regulations concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Rail (RID) https://otif.org/fileadmin/new/2-Activities/2D-Dangerous-Goods/RID_2017_E.pdf

[2] A. Galieriková, J. Sosedová, A. Dávid, M. Bariak, M.. „Transport of dangerous goods by rail“. In MATEC Web of Conferences (Vol. 235, p. 00004). EDP Sciences, 2018.

https://www.researchgate.net/publication/329095618_Transport_of_dangerous_goods_by_rail

[3] F. E. Santarremigia, G. D. Molero, S. Poveda-Reyes and J. Aguilar-Herrando, „Railway safety by designing the layout of inland terminals with dangerous goods connected with the rail transport system“. Safety science, 110, 2018, pp. 206-216.

[4] European Union Road Federation, 2019. Road Statistics Yearbook, 2019.

http://erf.be/statistics/freight-transport-2019/

[5] The World Bank, Railways, goods transported (million ton-km) – United States.

https://data.worldbank.org/indicator/IS.RRS.GOOD.MT.K6?locations=US

[6] The World Bank, Railways, goods transported (million ton-km) – Russian Federation.

https://data.worldbank.org/indicator/IS.RRS.GOOD.MT.K6?locations=RU

[7] The World Bank, Railways, goods transported (million ton-km) – China.

https://data.worldbank.org/indicator/IS.RRS.GOOD.MT.K6?locations=CN

[8] A. Di Fazio, D. Bettinelli, E. Louette, J. P. Mechin, M. Zazza, P. Vecchiarelli, and L. Domanico, „European pathways to introduce EGNOS and Galileo for dangerous goods transport“. Transportation Research Procedia, 14, 2016, pp. 1482-1491.

[9] R. Macciotta, S. Robitaille, M. Hendry, and C. D. Martin, „Hazard ranking for railway transport of dangerous goods in Canada“. Case studies on transport policy, 6(1), 2018, pp. 43-50.

[10] Association of American Railroads.

https://www.aar.org/article/freight-rail-first-responders/

[11] R. Bubbico, S. Di Cave, and B. Mazzarotta, „Risk analysis for road and rail transport of hazardous materials: a simplified approach“. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 17(6), 2004, pp. 477-482.

[12] R. Bubbico, S. Di Cave, and B. Mazzarotta, „Risk analysis for road and rail transport of hazardous materials: a GIS approach“. Journal of Loss prevention in the Process Industries, 17(6), 2004, pp. 483-488.

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Rekonstrukcija vagon cisterni za prevoz naftnih derivata u vlasništvu NIS a.d. Novi Sad na sistem za punjenje i pražnjenje sa zatvorenom cirkulacijom para (podno punjenje)

## Reconstruction of Tank Wagons for Transportation of Petroleum Products Owned by NIS A.D. Novi Sad to a System for Filling and Discharging with Vapour Circulation System (Bottom Loading)

Vlajko Kalkan
*NIS a.d. Novi Sad, Serbia*
vlajko.kalkan@nis.eu

***Apstrakt:*** *Razvijanjem železničkog transporta na globalnom nivou došlo je do pojave novih sistema upravljanja železničkim voznim parkom imaoca železničkih kola, a u cilju racionalnijeg i efikasnijeg iskorišćenja voznog parka i povećanja bezbednosti rada osoblja koje učestvuje u procesu utovara i istovara naftnih derivata iz vagon cisterni. U cilju unapređenja razvoja kolskog parka Kompanije NIS a.d. Novi Sad u skladu sa strategijom razvoja povećane opreme derivata iz Rafinerije nafte Pančevo i unapređenjem procesa rada izvršava prilagođavanje sopstvenih kapaciteta u skladu sa evropskim normama koje definišu oblast punjenja i pražnjenja vagon cisterni. Izvršenje radova na rekonstrukciji vagon cisterni na sistem za podno punjenje podrazumeva rekonstrukciju sistema za utakanje i istakanje derivata gde se izvršava ugradnja novih sklopova i prilagođavanje armature suda za potrebu utovara ili istovara na pretakalištima gde je ugrađen sistem za povraćaj gasne faze.*
***Ključne reči:*** *rekonstrukcija vagona cisterni, rafineraija nafte.*

***Abstract:*** *With the development of rail transport globally, new systems of rolling stock fleet management have emerged in order to make the fleet more rational and efficient and to increase the safety of personnel involved in the loading and unloading of petroleum products from tank wagons. In order to advance the development railway park of NIS j.s.c. Novi Sad and in accordance with the strategy of development of increased transport of petroleum products from Oil Refinery Pančevo and improvement of the work process, it is necessary to make an adjustment of its own rail fleet capacities in accordance with European standards defining the area of loading and unloading of tank wagons. Performing works on reconstruction of tank wagons to the bottom loading system involves the modification and reconstruction of the system for loading and unloading derivatives where implements installation of new parts of the tank is required for loading or unloading at fuel storages where a vapor return unit is installed.*
***Key words:*** *Reconstruction of tank wagons, Oil Refinery.*

## I. UVOD

Kompanija NIS a.d. Novi Sad u vlasništvu poseduje 232 vagon cisterne za prevoz belih i crnih derivata nafte (121 vagon cisterna sa grejačima + 111 vagon cisterni bez grejača). Sve vagon cisterne su sa sistemom za utakanje derivata preko manloha, a istakanje preko centralnog i bočnih ventila. Pregled sa osnovnim karakteristikama vagon cisterni je prikazan u Tabeli 1.

Tabela 1. Vagon cisterne u vlasništvu NIS a.d. Novi Sad

| Serija VC | Kom. | Godina proizvodnje | Proizvođač suda | Pisana tara (kg) | Zapr. (м3) | Unutr. izolac. | Spolj. izolac. | Uređaj za grejanje | Materijal suda | Naziv. deblj. suda (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 795 90 | 1 | 1983 | GOŠA | 22,450 | 65 | NE | NE | DA | Č 0562 | 6 |
| 796 30 | 35 | 1981-1983 | GOŠA | 21,000 | 65 | DA | NE | NE | Č 0563 | 6 |
| 796 60 | 28 | 1988 | FVK | 21,500 | 77 | DA | NE | NE | Č 0564 | 6 |
| 796 61 | 45 | 1993 | FVK | 21,500 | 77 | DA | NE | NE | Č 0563 | 6 |
| 796 62 | 3 | 1993-1994 | FVK | 21,500 | 77 | DA | NE | NE | Č 0563 | 6 |
| 798 90 | 57 | 1981-1987 | GOŠA | 22,500 | 62 | NE | NE | DA | Č 0562 | 6 |
| 798 91 | 18 | 1987 | GOŠA | 22,500 | 62 | NE | NE | DA | Č 0562 | 6 |
| 799 30 | 45 | 1984 | FVK | 23,700 | 65 | NE | NE | DA | Č 0361 | 7 |
| 799 31 | 47 | 1993-1994 | FVK | 25,000 | 75 | NE | DA | DA | Č 0563 | 6 |
| Ukupno | 279 | | | | | | | | | |

Razvijanjem železničkog transporta na globalnom nivou, došlo je do pojave novih sistema upravljanja železničkim voznim parkom imaoca vagona, a u cilju racionalnijeg i efikasnijeg iskorišćenosti voznog parka. Podno punjenje vagon cisterni podrazumeva modifikaciju i rekonstrukciju sistema za utakanje i istakanje derivata na vagon cisternama u vlasništvu Kompanije NIS a.d. Novi Sad za prevoz belih derivata. U prvoj fazi izvođenja aktivnosti izvršeno je projektovanje za rekonstrukciju sistema za utakanje i istakanje derivata po principu podnog punjenja „bottom loading“. Projekat je potom pregledan i izvršeno je ocenjivanje usaglašenosti sa zahtevanim standardima od strane imenovanog tela za isptivanje suda pod pritiskom. Trenurno, izvođenje radova na rekonstrukciji se izvršava prilikom redovnog održavanja vagon cisterni obima „Velika opravka“ i „Kontrolni pregled“ u Remontnim radionicama u Republici Srbiji sa kojima Kompanija NIS a.d. Novi Sad ima zaključene ugovore.

Na vagon cisternama za prevoz belih derivata nafte izvršava se rekonstrukcija uređaja za punjenje i pražnjenje sa zatvorenom cirkulacijom para čija konstrukcija odgovara seriji usvojenih standarda SRPS EN 12561 od 1 do 8 i UIC 573. Glavni delovi instalacije uređaja su projektovani u skladu sa standardom SRPS EN 12561-2 - uređaji za pražnjenje tečnih materija koji se nalaze sa donje strane cisterne, uključujući povratni vod gasne faze.

## II. PUNJENJE VAGONA CISTERNI

Vagon cisterne u vlasništvu NIS-a su namenjene za prevoz svetlih i tamnih derivata nafte Klase 3 i 9 po RID-u. Vagon cisterne zadovoljavaju propise: UIC, RID, JUS i sposobne su da bez prekoračenja dopuštenih napona i trajnih deformacija izdrže sva opterećenja u normalnoj eksploataciji u okviru navedenih propisa. Glavni sklopovi vagon cisterne su postolje kola, obrtno postolje, osovinski sklopovi, tegljenički uređaj, odbojnički uređaj, vazdušna kočnica, pritvrdna kočnica, oprema, uzemljenje i nadgradnja vagon cisterne koju čine kotao, veza kotla sa postoljem i uređaj za punjenje i pražnjenje cisterne.

Vagon cisterne trenutno ne odgovaraju standardu EN 12561-2 u delu linije za rekuperaciju pare i opremljene su uređajem za punjenje i pražnjenje proizvodnje FVK i Goša bez sistema za zatvorenu cirkulaciju para, koji se globalno sastoji od sledećih komponenti:

1. Protočni ventil DN 150,
2. Grlo ventila sa polužjem,
3. Ispusna cev T-oblika, DN150/100, DN 150/150
4. Loptasta slavina DN100, pljosnati zasuni DN150, 2 komada, sa nastavnim grlom i navojnom kapom.

Uređaj ispunjava opšte zahteve UIC 573 u pogledu dimenzija, ispunjava zahteve RID-a, stav 6.8.2.2. koji definiše zahteve opreme.

Rezervoar (kotao ili sud) je proračunat na probni pritisak od 3 ili 4 bara u zavisnosti od serije vagon cisterne i materijala izrade. Cilindrični deo rezervoara je sastavljen iz više prstenova od limova debljine 6 ili 7 mm, a danca su od lima minimalne debljine 8 ili 9 mm. Rezervoari su opremljeni ventilom sigurnosti dvosmernog dejstva i sa gornje strane se nalazi inspekcijski dom (manloh) DN 500. Rezervoar je opremljen unutrašnjim i spojnim stepenicama i stazom platformom.

Punjenje vagon cisterni se vrši preko inspekcijskog doma (manloha) DN 500. Rezervoar je opremljen odgovarajućim uređajem za pražnjenje kod koga se podni ventil aktivira sa

bočnih strana ili sa gornje strane rezervoara a bočni ventili se aktiviraju sa bočnih strana. Trenutno se utakanje derivata vrši preko manloha vagon cisterne koji se nalazi na vrhu vagon cisterne. Manipulant utovara ubacuje ruku za utakanje, nakon čega se pokreće utovar. Nakon završetka utovara manipulant izvlači utakačku ruku i dolazi do ispuštanja pare gasa u atmosferu, što je prikazano na slici 1.



*Slika 1. Proces utovara derivata u Rafineriji nafte Pančevo*

Istakanje derivata vrši se otvaranjem manloha vagon cisterne, gde tokom trajanja istovara dolazi do ispuštanja pare gasa u atmosferu. Utakanje i istakanje derivata može se ograničiti iz razloga povećane koncentracije štetnih gasova oko utakačkih i istakačkih derivata i trenutno se ograničava utovar derivata „EP BMB“ u Rafineriji nafte Pančevo u skladu sa meteorološkim uslovima.

Otvaranjem podnog ventila sadržina iz rezervoara ulazi u cevnu konstrukciju i gravitaciono dolazi do bočnih ventila čija je ulazna strana sa prirubnicom prilagođena da se priključi na cev za istakanje, gde je na fotografiji br. 2 prikazano trenutno stanje otvaranja centralnog i bočnih ventila.




*Slika 2. Centralni i bočni ventil vagon cisterne pre rekonstrukcije*

## III. DETALJAN OPIS RADOVA NA REKONSTRUKCIJI SA USLOVIMA VEZANIM ZA KVALITET I KONTROLNIM ISPITIVANJIMA

Uređaj za punjenje i pražnjenje sa zatvorenom cirkulacijom para, sa unutrašnjim zatvaranjem sastoji se od sledećih komponenata: podni ventil tečne faze, kućište centralne komande, mehanizma za ručno aktiviranje, mehanizma za prinudno aktiviranje, dva ventila tečne faze sa navojnim priključkom i kapom, izlazne horizontalne cevi T tipa, parnog ventila DN 80 smeštenog na vrhu kotla, mehaničke raskidne veze podnog ventila sa ventilom gasne faze, lučne cevi koji povezuje horizontalnu cev gasne faze sa ventilom gasne faze, dve brze spojke gasne faze, vakumskog ventila sigurnosti za podpritisak koji se nalazi na vrhu kotla i vakumskog ventila sigurnosti za podpritisak na horizontalnoj cevi gasne faze na donjoj strani ispod kotla.

Aktivnosti koje se izvršavaju tokom izvođenja radova na rekonstrukciji su:

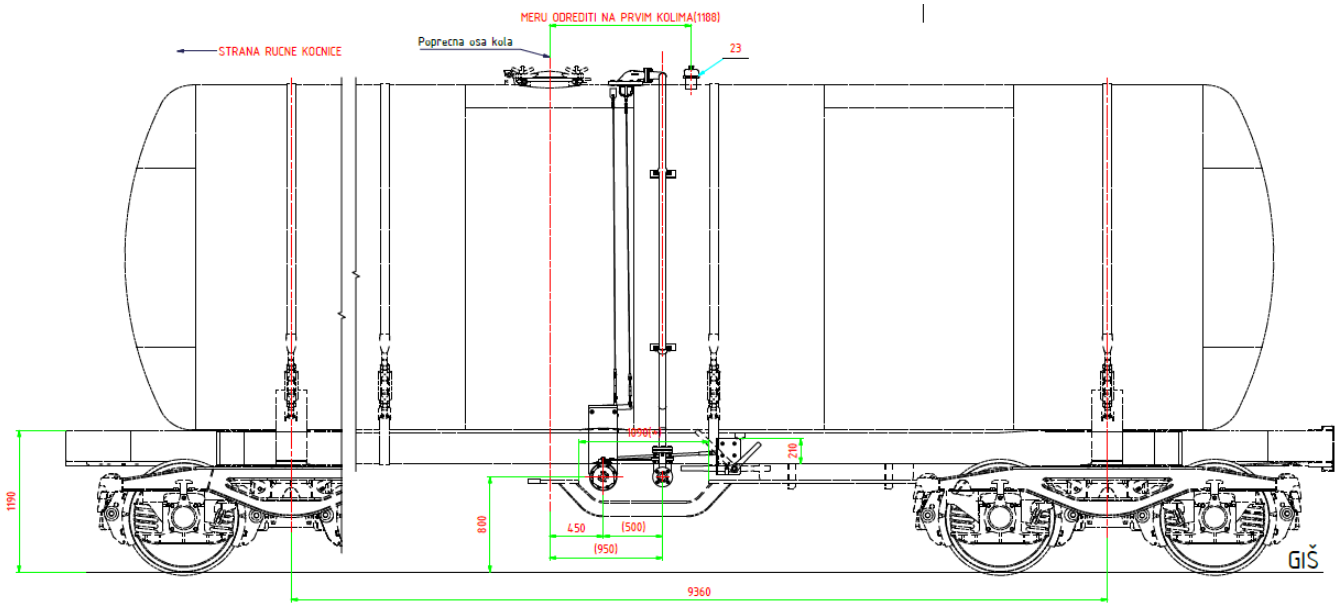
- skidanje postojećih bočnih slavina, "T" cevi, aktivacionog mehanizma za otvaranje i zatvaranje podnog ventila i odgovarajućih nosača i držača.
- isecanje otvora na omotaču za podnu prirubnicu i pripadajući lim omotača prema crtežnoj dokumentaciji koja se dostavlja, dimenzija 500h500 mm. Isecanje se može raditi gasno s tim da se ivice na rezervoaru moraju obraditi i skinuti cunder,
- na pripremljenom limu u kvalitetu i debljini kao na samom rezervoaru iseći otvore za podnu prirubnicu novog uređaja sa pripremom za zavarivanje i izvršiti njenu montažu odgovarajućim privarivanjem. Lim za pripremu preporučujem da se savije tabla širine 500mm na prsten spoljnog prečnika fi 2900mm.Prsten obezbediti od gubljenja geometrije, na njemu iseci otvore prečnika podne prirubnice, obraditi izrez i zatim zavariti podnu prirubnicu prema odgovarajućoj tehnologija zavarivanja.
- postavljanje dela omotača 500x500mm i podne prirubnice prema tehnologiji postavljanja i izvršiti zavarivanje.Za postavljanje ovog lima sa prirubnicom treba pripremiti odgovarajući alat za pozicioniranje podne prirubnice i sprečavanje deformacija usled zavarivanja.
- nakon zavarivanja uraditi ispitivanje zavarenih spojeva UZ ili radiografijom u obimu 100% i penetrantima na spoju podne prirubnice i dodatog lima.
- prosecanje otvora na omotaču za aspiracioni ventil. Prethodno ukloniti sa te pozicije postojeći aspiracioni ventil DN65 sa otvorenom cirkulacijom ili ventil sigurnosti DN80.
- prosecanje otvora na omotaču za aspiracioni ventil. Prethodno ukloniti sa te pozicije postojeći aspiracioni ventil DN65 sa otvorenom cirkulacijom ili ventil sigurnosti DN80.

- postavljanje i zavarivanje prirubnice aspiracionog ventila u odgovarajućoj napravi koja grantuje propisane tolerancije. Zavarene spojeve proveriti penetrantima u obimu 100%.
- prosecanje otvora na omotaču rezervoara za postojeći ventil sigurnosti koji mora da bude izmešten na novu poziciju, prema instrukcijama sa crteža. Ivice posle gasnog rezanja očistiti od cundera.
- postavljanje i zavarivanje priključka ventila sigurnosti na već urađeni otvor, zavarene spojeve ispitati penetrantima u iznosu 100 %
- izrada "T" cevi tečne faze DN 100. Montažu izvršiti obavezno u napravi koja garantuje mere posle zavarivanja. Ispitivanje hidrauličnim pritiskom na 0,4MPa kao posebnog sklopa i kontrola zavarenih spojeva penetrantima.
- izrada horizontalne cevi za gasnu fazu kao podsklopa sa priključkom za lučnu cev i ventil sigurnosti. Montažu i zavarivanje izvršiti u napravi koja garantuje mere i oblik posle zavarivanja. Ispitivanje izvršiti hidrauličnim pritiskom na na 0,4MPa, a zavarene spojeve penetrantima u iznosu 100%.
- montaža podnog ventila sa kućištem centralne komande. Montažu ovih sklopova uraditi prema uputstvu za montažu isporučioca opreme. Pre montaže podnog ventila unutrašnjost rezervoara mora biti očišćena i isprana od svih mehaničkih ostataka koji mogu oštetiti zaptivku podnog ventila.
- montaža polužnog sistema (mehanizma) koji unutar rezervoara povezuje aspiracioni ventil sa podnim ventilom tečne faze. Ovu montažu uraditi prema uputstvu, obezbediti potrebne zazore i prazne hodove,
- montaža aspiracionog ventila i njegovo povezivanje sa mehanizmom podnog ventila prema uputstvu za montažu isporučioca opreme.
- montaža horizontalne T- cevi sa odgovarajucim nosačima.Obavezno proveriti horizontalnost ove cevi,
- izrada lučne cevi gasne faze. Montažu delova izvrši na samom rezervoaru, privariti delove ovog sklopa a zatim u napravi izvršiti zavarivanje. Posle zavarivanja ispitati pentrantima spojeve cevi i izvršiti hidraulično ispitivanje na 0,4MPa.
- montaža lučne cevi; njeno pričvršćivanje drzačima za omotač rezervoara i povezivanje sa aspiracionim ventilom i horizontalnom cevi za gasnu fazu.Dozvoljeno je termičko zagrevanje do 400 C radi postizanja mera u sklopu.
- montaža vakuumskog ventila DN50 i brzih spojki (adapteri) na horizontalnu cev gasne faze.
- montaža " T" cevi tečne faze njeno učvršćenj za omotač rezervoara preko odgovarajućih nosača i veznih limova, i povezivanje preko komandne poluge za kućište centralne komande,
- montaža bočnih kuglastih slavina sa krajnjim zatvaračima, prema uputstvu proizvođača,
- montaza ventila sigurnosti dvosmernog dejstva na rezervoar,
- rekonstrukcija delova vagon cisterne koji su smetnja montazi tečne i gasne faze. Ovde se prvenstveno misli na polužje kočnog sistema i delove gornje platforma za prolaz lučne cevi.
- hidro proba vagon cisterne na 0,4MPa uz prisustvo ovlašćenog tela.
- proba nepropusnosti na 0,15 MPa uz prisustvo ovlašćenog tela.

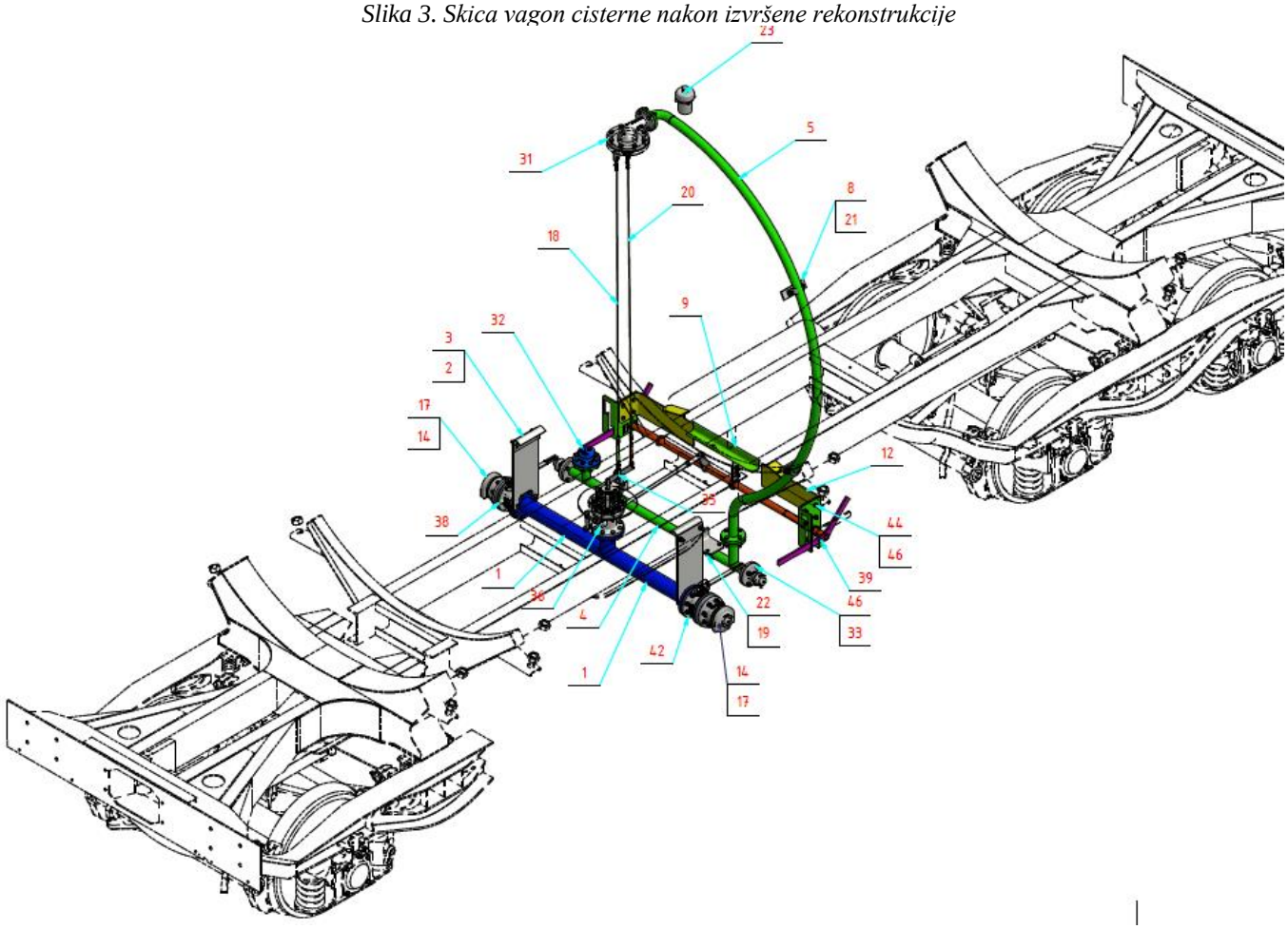
Ugradnja ovih uređaja zahteva intervenciju na rezervoaru vagon cisterne intervenciju zbog nekompatibilnosti FVK i GOŠA podnih ventila sa podnim ventilima evropskih proizvođača. Spoljni prečnik podne prirubnice FVK podnog ventila je 350 mm, dok je spoljni prečnik evropskih proizvođača 240 mm, a što podrazumeva isecanje podnog dela rezervoara u dimenziji 500x500 mm da bi mogla da se ugradi prirubnica prečnika 240 mm.

U slučaju kolizije novo ugrađenih delova gasne faze sa kočnom kiflom ili paralelogramom izvršava se rekonstrukcija istih. Kod montaže aktivacionog mehanizma izvršava se pomeranje pomoćnog vazdušnog rezervoara kočnice za oko 80 mm.

Nakon završetka svih radova izvršava se merenje sopstvene težine vagon cisterne. Novoizmerenu vrednost sopstvene težine uporediti sa kategorijama prenosnih odnosa kočnog polužja. U slučaju promene kategorije sopstvene težine izvršiti rekonstrukciju kočnog polužja, zavariti stare otvore i otvoriti nove saglasno novoj kategoriji. Na slikama br. 3 i 4 prikazana je skica opreme nakon izvršene rekonstrukcije u 2D i 3D modelu.




*Slika 3. Skica vagon cisterne nakon izvršene rekonstrukcije*




*Slika 4. Skica vagon cisterne nakon izvršene rekonstrukcije*

## IV. ZAKLJUČAK

Modifikacija sistema za utakanje i istakanje derivata po principu podnog punjenja „bottom loading“ ima brojne prednosti u eksploataciji i upotrebi kao što su:

- Utakanje i istakanje derivata bez rada na visini od strane manipulanata,
- Sistem u skladu sa evropskim normama za utovar i istovar lako isparljivih derivata,
- Smanjenje emisije štetnih gasova u atmosferu, zatvoren sistem utovara i istovara derivata,
- Povraćaj gasne faze u VRU jedinice, gde se isparljivi gasovi prerađuju ponovo u gotov produkt,
- Bez ekoloških ograničenja utovara i istovara derivata, pogotovu na lokacijama gde su gusto naseljeni objekti,
- Ugrađivanje sistema „brze spojke“, gde je otvaranje bočnih ventila moguće izvršiti isključivo sa crevom za utakanje i istakanje derivata,
- Smanjenje mogućnosti neovlašćene manipulacije sa bočnim ventilima.

## LITERATURA

[1] Z. Minović, „VAGONCIS Kraljevo“, Agencija za inzenjerski dizajn i konsalting, Tehnički opis rekonstrukcije vagon cisterne za prevoz benzina vlasnništvo NIS a.d. Novi Sad, 2018. 01-04-0107

[2] Serija standarda SRPS EN 12561 od 1 do 8

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Video nadzor u železničkom transportu termoelektane Nikola Tesla

## Video Surveillance in Railway Transport in Thermal Power Station Nikola Tesla

Danijela Štajcar[1], Saša Trivić[2], Goran Stojadinović[3], Milan Kuzmanović[4]

*Thermal Power Station "Nikola Tesla", railway transport, Obrenovac, Serbia*[1,2,3,4]

danijela.stajcar@eps.rs[1], sasa.trivic@gmail.com[2], goran.stojadinovic@eps.rs[3], milan.kuzmanovic@eps.rs[4]

***Apstrakt:*** *Ovaj rad predstavlja sistem video nadzora koji je implementran na ŽT TENT i obuhvata kamere koje su instalirane duž pruge, na utovarnim i istovarnim stanicama, putnim prelazima i mostovima, a oslanja se na novoizgrađenu infrastrukturu telekomunikacionog sistema koja je postavila temelj razvoja informacionih i komunikacionih tehnologija.*
*Potreba za uvođenjem video nadzora, pre svega, se javila zbog učestalih vandalizama i krađi na otvorenoj pruzi i neposednutim stanicama.*
*Drugi razlog jeste mogućnost ubrzavanja saobraćaja na taj način što će dispečer u svakom trenutku znati kako se odvija utovar/istovar vozova, pa na osnovu toga planirati saobraćaj.*
*Predstavljamo Vam sistem koji svojom arhitekturom obezbeđuje visku pouzdanost i veliku skalabilnost, pri čemu veliki broj raspoloživih funkcija omogućuje sve neophodne elemente za praćenje i kontrolu događaja na Železničkom transportu, pri čemu se monitoring obavlja u centru daljinskog upravljanja saobraćajem.*
***Ključne reči:*** *video, nadzor, ŽT TENT.*

***Abstract:*** *This paper represents a video surveillance system implemented on RT TENT and includes cameras installed along the railway, at loading and unloading stations, road crossings and bridges, and relies on the newly built telecommunication system infrastructure that laid the foundation for the development of information and communication technologies.*
*The need to introduce video surveillance, first of all, arose because of frequent cases of vandalism and theft on open rail and unloading stations.*
*The second reason is the possibility of speeding up the traffic so that the dispatcher will know at any time how the loading/unloading of trains is going, and on that basis plan the traffic.*
***Key words:*** *video, surveillance, RT TENT.*

## I. UVOD

Sistemi koji se projektuju i instaliraju za video nadzor omogućavaju praćenje i snimanje u kontinuitetu bilo kakvog pokreta u prostoru koji se nadzire. Odlikuju se mogućnošću kvalitetnog kako dnevnog tako i noćnog nadziranja i snimanja, nadziranja putem lokalne računarske mreže, ugradnje velikog broja osetljivih kamera, visokog kvaliteta prikazivanja i snimanja slike i drugim važnim osobinama.

Postoje tri vrste kamera, koje se mogu podeliti po sistemu funkcionisanja na: analogne, HD-CVI/HD-TVI i IP mrežne kamere.

Analogne kamere su najviše korišćen i najduže zastupljen vid video nadzora. Karakteriše ih jednostavnost i pristupačna cena. Međutim, tehnička ograničenja koja ne mogu da isprate savremene potrebe u prenosu signala su najveći nedostatak i često ne mogu da omoguće snimak u visokoj rezoluciji. Upotreba kablova većih dužina često prouzrokuje smetnje, a i njihova instalacija je komplikovana pa dolazi do gubitaka u prenosu analognog signala. Ipak, bez obzira na navedeno analogne kamere se često koriste za manje sisteme video nadzora, tamo gde visoka rezolucija snimka nije neophodna.

Vremenom je video nadzor dostigao jedan viši i ozbiljniji nivo, zasnovan na Internet Protokolu (IP) tako da su

današnje megapikselne kamere kvalitetnije i preciznije nego ikada, a softver za IP video nadzor ima bezbroj mogućnosti koje zadovoljavaju i najzahtjevnije korisnike.

Mrežne kamere (IP kamere) predstavljaju najsavremeniji vid kamera. Za svoje funkcionisanje koriste postojeće računarske mreže što pojednostavljuje projektovanje instalacija svih dužina. Za njihov rad nije neophodan snimač i nemaju ograničenja vezano za visku rezoluciju snimanja. Glavni nedostatak im je viša cena koštanja i komplikovanije podešavanje sistema ali bez obzira na to najviše se koriste tamo gde je visoka rezolucija snimanja neophodna.

HD-CVI i HD-TVI kamere funkcionišu na skoro identičan način i predstavljaju najbolju kombinaciju dobrih strana rada analognih i mrežnih kamera. Uz pristupačnu cenu, projektovane su tako da se rad analognog video nadzora na najbolji način približi savremenim potrebama i mrežnom nadzoru. Funkcionišu tako što se izlazni signal moduliše pre prenosa što na većim razdaljinama omogućava snimanje u visokoj rezoluciji (do Full HD 1080p) i prenos signala bez gubitaka. Upotrebom i korišćenjem ove kamere u mnogim slučajevima mogu veoma uspešno da zamene mrežne. Veoma bitna informacija je da koriste instalaciju od analognih kamera tako da ako se vrši zamena analognih sa HD-CVI i HD-TVI kamerama nije potrebna nova instalacija.

Jedan od važnih kriterijuma pri izboru sistema video nadzora jeste njihova namena. Kamere se razlikuju i prema tome da li su predviđene za noćno snimanje ili ne, da li se mogu koristiti za snimanja pod vodom ili ne.

## II. ŽT TENT

Sistem video nadzora na ŽT TENT predviđa kamere na utovarno/istovarnim mestima, telekomandovanim stanicama Stubline i Brgule, na putnim prelazima, i na mostovima. Potreba za uvođenjem video nadzora, pre svega, se javila zbog učestalih vandalizama i krađi na otvorenoj pruzi i neposednutim stanicama.

Drugi razlog jeste mogućnost ubrzavanja saobraćaja na taj način što će dispečar u svakom trenutku znati kako se odvija utovar/istovar vozova, pa na osnovu toga planirati saobraćaj.

Za potrebe ŽT TENT sistem za video nadzor je integrisan u okviru jedinstvenog sistema sistema video nadzora u TENT-u. Ovaj sistem, svojom arhitekturom obezbeđuje visku pouzdanost i veliku skalabilnost, pri čemu veliki broj raspoloživih funkcija omogućuje sve neophodne elemente za praćenje i kontrolu događaja na Železničkom transportu. Pored monitoringa u CDU, signali sa kamera se, radi arhiviranja video materijala, prosleđuje i na video server koji se nalazi u data centru na TENT A. Ovo je obezbeđeno slanjem dva nezavisna signala od IP kamera (dual stream), jedan za snimanje u data centru TENT-a i drugi signal za monitoring na ŽT TENT. Pored monitoringa na CDU, ova funkcionalnost je omogućena i u Kontrolnom nadzornom centru za video nadzor TENT-a, u kojem se nalazi osoblje odgovorno za fizičko obezbeđenje kompanije.

Iza ovoga stoji tehnička podrška za čitav sistem u smislu infrastrukture na Železnici. Izgradnja novog telekomunikacionog sistema na novoizgrađenoj telekomunikacionoj infrastrukturi (optički kabl) postavila je temelj razvoja informacionih i komunikacionih tehnologija, podrškom modernih i neophodnih servisa koji će doprineti boljem, savremenijem i lakšem odvijanju prevoza uglja prema obrenovačkim elektranama.

Sistem video nadzora objekata i sredstava u okviru sistema TENT Železnicki transport predviđen je za potrebe prevencije, evidencije kao i zbog daljih istraživanja i akcije nadležnih službi preduzeća i nadležnih državnih organa u smislu aktivne borbe protiv:

- Nedozvoljenog otuđivanja materijala i opreme sa objekata i infrastrukture preduzeća (materijalni gubici, ugrožavanje osnovne funkcionalnosti i stabilnosti objekata i ugrožavanje operativnosti Železnickog transporta sa kasnijim posledicama na proizvodni proces elektrana TENT A i TENT B).
- Vandalizma na pružnim prelazima (nedozvoljeni prelazi koji ugrožavaju železnički i drumski saobraćaj sa mogućim materijalnim gubicima kao i gubicima ljudskih života, lomljenje i krađa rampi).
- Vandalizma na objektima železnickih stanica i kompozicijama voza (lomljenje prozora, vrata, kamenovanje, grafiti i dr.).
- Mogućeg terorističkog akta za onesposobljavanje objekata i ljudstva koje radi na objektima i sredstvima Železničkog transporta.

Sistem video nadzora omogućava 24/7/365 nadgledanje objekata i postrojenja na TENT Železnicki transport. Pokazao se kao odličan u tehnološkom procesu praćena utovara/istovara uglja. Dispečar preko sistema video nadzora bez ikakve dodatne komunikacije ima uvid u tekući utovar, odnosno istovar vozova. A na osnovu toga može da planira raspodelu vozova.

## III. VIDEO NADZOR NA UTOVARNIM I ISTOVARNIM STANICAMA

### A. TENT A - lstovarna stanica Obrenovac

U istovarnoj stanici OB1 za sistem video nadzora montirane su dve kamere na spoljašnji zid prostorije otpravnika vozova na spratu i namenjene su za monitoring istovarnih mesta. U prizemlju zgrade u TT relejnoj prostoriji nalazi se postojeći 19“ rack orman u kome je smeštena komunikaciona oprema. U TT relejnoj prostoriji projektom je predviđena ugradnja razvodnog ormana za napajanje kamera u objektu.

U istovarnoj stanici OB2 su za sistem video nadzora montirane dve kamere na spoljašnji zid prostorije otpravnika vozova na spratu i namenjene su za monitoring istovarnih mesta. U prostoriji otpravnika na spratu se nalazi postojeći 19“ rack orman u kome je smeštena komunikaciona oprema.

B. TENT B - lstovarna stanica Vorbis

U istovarnoj stanici Vorbis za sistem video nadzora montirane su dve kamere na spoljašnji zid prostorije otpravnika vozova na spratu i namenjene su za monitoring istovarnih mesta. U TT prostoriji u prizemlju nalazi se postojeći 19“ rack orman u kome je smeštena komunikaciona oprema.




*Slika 1. Video nadzor istovara u stanici Vorbis*

C. Stanica Stubline

U staničnoj zgradi Stubline predviđeni sistem video nadzora sastoji se od 5 kamera, jedne koja je montirana na spoljašnji zid objekta u prizemlju i služi za monitoring postrojenja za sekcionisanje i četiri kamere koje su montirane na spoljašnji zid prostorije otpravnika vozova na spratu i namenjene su za monitoring železničkih koloseka. U Relejnoj TT prostoriji u prizemlju nalazi se postojeći 19“ rack orman u kome je smeštena komunikaciona oprema.

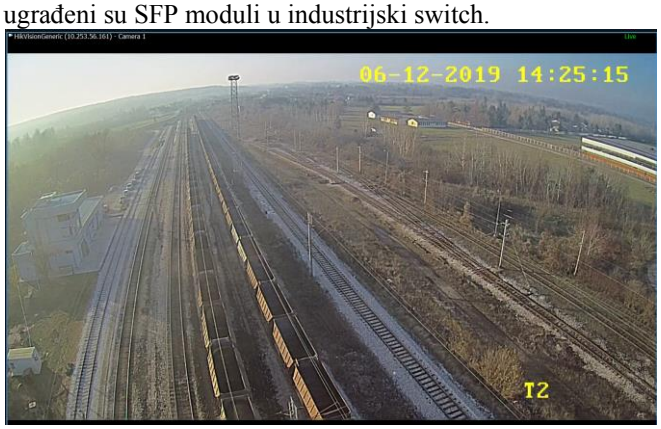
D. Stanica Brgule

U staničnoj zgradi Brgule predviđeni sistem video nadzor sastoji se od 4 kamere od kojih su 2 kamere montirane na spoljašnji zid prostorije otpravnika vozova na spratu, a 2 kamere na postojeći stub rasvete i namenjene su za monitoring železničkih koloseka. U TT prostoriji u prizemlju nalazi se postojeći 19“ rack orman u kome je smeštena komunikaciona oprema..

Za Elektrovučnu podstanicu (EVP) Brgule predviđeni sistem video nadzora sastoji se od 4 kamere. Ove kamere su namenjene za monitoring postrojenja i prilaza objektu. Dve kamere su montirane na postojeći stub rasvete pored ulazne kapije dok su druge dve kamere montirane na novi stub koji je postavljen pored ograde na suprotnoj strani parcele. Kablovska instalacija do kamera je položena u rovu kroz zaštitne cevi PE Ø40 i PVC Ø110 na prelazima. Od rova do pozicije kamere na stubu kablovi su vođeni kroz zaštitne SAPA cevi na stubu. U TT prostoriji u objektu nalazi se postojeći 19“ rack orman u kome je smeštena komunikaciona oprema.

E. Stanica Tamnava

U Utovarnoj stanici Tamnava predviđeni sistem video nadzora sastoji se od 3 kamere koje su namenjene za monitoring utovarnih mesta i železničkih koloseka. Kamere su montirane na zgradi utovarne stanice iznad utovarnih mesta. Od stanične zgrade do utovarnih mesta kablovska instalacija je vođena u postojećoj kablovskoj kanalizaciji i u rovu kroz zaštitne cevi PE Ø40 i cevi PVC Ø110 na prelazima. Po konstrukciji utovarnog mesta kablovska instalacija je vođena kroz zaštitne SAPA cevi, a unutar zgrade utovarne stanice kroz rebrasto crevo. U zgradi utovarne stanice montiran je razvodni orman u kome su smešteni industrijski switch za povezivanje kamera i patch panel, jer je na ovoj lokaciji položen preterminisani optički kabl. U TT prostoriji u prizemlju stanične zgrade Tamnava nalazi se postojeći 19“ rack orman u kome je smeštena komunikaciona oprema. Za povezivanje optičkog kabla koji vodi do udaljenog utovarnog mesta i aktivne opreme ugrađeni su SFP moduli u industrijski switch.




*Slika 2. Video nadzor utovara u stanici Tamnava*

F. Stanica Vreoci

U Utovarnoj stanici Vreoci predviđen je sistem video nadzora od 4 kamere koje su namenjene su za monitoring udaljenih utovarnih mesta i železničkih koloseka. Kamere su montirane na konstrukciju iznad utovarnih mesta. Od stanične zgrade do utovarnih mesta kablovska instalacija je vođena u rovu kroz zaštitne cevi PE Ø40 i cevi PVC Ø110 na prelazima. Po konstrukciji utovarnog mesta kablovska instalacija je vođena kroz zaštitne SAPA cevi. Na konstrukciji utovarnog mesta montirani su razvodni ormani u kojima su smešteni industrijski switch za povezivanje kamera, ZOK za završavanje optičkog kabla za vezu sa staničnom zgradom i patch panel. U TT prostoriji u prizemlju stanične zgrade nalazi se postojeći 19“ rack orman u kome je smeštena komunikaciona oprema. Za povezivanje optičkih kablova koji vode do udaljenih utovarnih mesta i aktivne opreme ugrađeni su SFP moduli u industrijski switch.

## IV. VIDEO NADZOR NA PUTNIM PRELAZIMA

Na svakom od **Putnih prelaza** na stacionažama: km 1+162, km 5+413, km7+ 709, km 13+800 i km 26+ 700, km 28+500 i km 31+800 za sistem video nadzora su montirane po dve kamere za nadzor samog prelaza i železničke opreme. Kamere su montirane na postojeće kapije od železničkih šina. Ormani sa komunikacionom opremom su u kućicama putnih prelaza. Od kućice putnog prelaza do stuba na koji se montira kamera kablovska instalacija je vođena u rovu kroz zaštitne cevi PE Ø40 i cevi PVC Ø110 na prelazima.




*Slika 3. Video nadzor na PP km 28+498*

## V. VIDEO NADZOR NA MOSTOVIMA

Video nadzorom su za sada obuhvaćena dva mosta na stacionažama km 15+300 i km 24+000 gde su montirane po dve kamere. Ormani sa komunikacinom opremom su za ugradnju na betonsko postolje za spoljašnju montažu, sa mehaničkom zaštitom IP 55 ili IP66.




*Slika 4. Video nadzor na Tamnavskom mostu PP 15+300*

## VI. OPIS SISTEMA ZA KRAJNJEG KORISNIKA

Za monitoring na ŽT TENT se ukupno koriste 4 monitora dijagonale 32" (tip LG 32SM5KC Digital Signage LED TV) koji su montirani u prostoriji za CDU OV–TK dispečera.

Na svim mestima na kojima su postavljene kamere video snimanje je kontinualno. Kapacitet medija za skladištenje video materijala je dimenzionisan tako da omogućava čuvanje video materijala do 30 dana. Parametri za snimanje po jednoj kameri su 1920x1080 rezolucija i 25 slika u sekundi, uz primenu H.264 kodeka za kompresiju slike.

Sistem HDD medija za skladištenje video materijala podržava rad u RAID-5 modu omogućavajući redundantnost u slučaju otkaza nekog od HDD-a. Operater ima mogućnost pregleda snimljenog materijala po datumu/vremenu, alarmu, detekciji pokreta, itd. Snimljeni video materijal ima zaštitu autenticnosti. Video sistem obezbeđuje mogućnost automatskog presnimavanja starih snimaka u slucaju popune HDD-a.

Na objektima ŽT TENT su postavljene IP kamere u kućištima za spoljašnju montažu sa grejačem. Kamere su montirane na postojeću infrastrukturu (zidovi, stubovi osvetljenja, postojeće konstrukcije itd). Montirane su kamere tipa HIKVISION DS-2CD4625FWD-IZ(H)(S). Napajanje kućišta za kamere ostvareno je preko PoE portova switch-eva sa kojih se napajaju i same kamere.

## VII. ZAKLJUČAK

Zaključak sadrži mogućnosti video nadzora i primenu u budućnosti. Dakle, pored svega nabrojanog sistem video nadzora nam omogućava:

a. Proširenje sistema dodavanjem novih licenci za kamere bez dodatnih izmena na sistemu,
b. Automatski back-up baze podataka,
c. Beleženje svih događaja u sistemu (alarm, logovanje, otkazivanje uređaja, itd.),
d. Vremensko podešavanje snimanja unapred,
e. Definisanje redosleda prikazivanja video signala na monitorima,
f. Analizu video sadržaja pomoću video analitike (pretraga snimaka po različitim parametrima kao što su vreme, veličina objekta, smer kretanja objekta, boja objekta, itd.),
g. Korisnički interfejs sa osnovom stanice sa prikazanim položajem za svaku kameru,
h. Prikaz slike sa bilo koje kamere klikom na poziciju kamere na mapi,
i. Podešavanje veličine slike na monitoru za svaku kameru ponaosob,
j. Podešavanje parametara video signala po svakoj kameri (FPS, rezolucija ...),
k. Jednostavno izdvajanje bilo kog dela video snimka i njegovo presnimavanje na CD/DVD, USB ili prenosni disk.

## LITERATURA

[1] Internet prezentacija Telefonkabl a.d. http://www.tkb.rs/

[2] Projekat izvedenog objekta za izvođenje radova na uvođenju sistema video nadzora na Železničkom transportu TENT – Logo d.o.o.

**RAIL TRANSPORT IN THE MODERN WORLD**
High Railway School of Vocational Studies Belgrade, Serbia
College of Railway Transport of the USURT faculty, Yekaterinburg, Russian Federation

# Социально-экономические факторы повышения благосостояния народонаселения России

## Socio-Economic Factors Improve the Welfare Russian Population

Лавров Владимир[1], Бурцева Татьяна[2], Семенюк Ксения[3]
*Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия[1,2,3]*
lavrov1946@yandex.ru[1], burtseva@yandex.ru[2], ksenia.semenjuk@gmail.com[3]

***Резюме:*** *в статье проведен анализ и предложена классификация видов и направлений сохранения и повышения благосостояния в зависимости от степени значимости главных потребностей народонаселения. Выявлены факторы повышения качества потребляемых товаров и услуг, а также определены пути повышения качества экономического роста ВВП народнохозяйственного комплекса России. Обращено внимание на необходимость сохранения эколого-экономической безопасности населения и всё возрастающей роли государства (правительства) по улучшению условий жизнедеятельности и качества образа жизни субъектов хозяйственной деятельности за счет совершенствования уровня планирования инновационно-инвестиционной деятельности. Показаны некоторые основные блоки и инструменты более эффективного управления экономикой страны. Выделены основные проблемы социально-экономического развития страны, по которым не стихают дискуссии в среде ученых-экономистов.*
***Ключевые слова:*** *потребности, благосостояние, сбережения народонаселения, качество экономического роста, качество факторов производства, политические и идеологические потребности и виды благосостояния, трёхсекторная модель смешанной экономики, нерыночный сектор экономики, абсолютные (вечные) и относительные истины, экономические законы и закономерности, социальная защищённость малоимущих и среднего класса.*

***Abstract:*** *In the article the analysis and classification of species and areas of conservation and welfare depending on the degree of importance of the main population needs. Factors improving the quality of consumable goods and services, as well as identify ways to improve the quality of economic growth in the GDP of the national economic complex of Russia. Attention is drawn to the need to preserve the environmental and economic security of the population and the ever-increasing role of the state (government) to improve the lifestyle and quality of life conditions of business entities by improving the level of planning innovation and investment. Showing some of the basic building blocks and tools to better manage the country's economy. The main problems of socio-economic development of the country, which does not subside debate among academic economists.*
***Key words:*** *needs, wealth, population savings, quality of economic growth, the quality of production factors, political and ideological needs and types of welfare trëhsektornaya model of a mixed economy, the non-market sector of the economy, the absolute (eternal) and relative truths, economic laws and regularities, social protection the poor and middle class.*

## I. ВВЕДЕНИЕ

Прежде чем попытаться определить основные направления и составить план (программу) сбережения населения Российской Федерации, необходимо выделить и научно обосновать элементы (факторы), условия и предпосылки системного механизма (модели) сохранения и повышения конкурентоспособности экономики страны.

С позиции методологических обоснований, требуется ответить на вопрос: каковы экономические,

политические и идеологические цели развития народнохозяйственного комплекса российского государства? Ответить на самый главный стратегический вопрос: куда идёт Россия? Лишь после этого следует рассуждать на тему, какими путями, способами, инструментами и механизмами можно сохранить или даже повысить благосостояние населения.

Гносеологическое и онтологическое изучение данных вопросов и проблем предполагает начать и остановиться более подробно на структурно-функциональной классификации субъективно-объективных потребностей людей как субъектов хозяйственной деятельности общества и государства. Индивид, являющийся носителем человеческого капитала, априори исторически имеет следующие основные виды потребностей, удовлетворение которых и составляет главные направления повышения благосостояния: а) материально-денежное благосостояние; б) экологическое благосостояние; в) духовное благосостояние; г) политическое благосостояние; д) идеологическое благосостояние.

Для профессионально мыслящей части населения последние два вида являются определяющими. Речь в данном случае идёт не только об элементах количественного роста материальных и духовных (политико-идеологических) благ, но, в первую очередь, о качестве «образа жизни» индивидов и социумов, а значит об уровне качества жизнедеятельности малоимущих и среднего класса населения городов и провинций.

В гносеологическом плане логично обратиться к экономической теории благосостояния [1], начиная со времен написания религиозных работ отцов христианской церкви [2], избранных работ Джереми (Иеремия) Бентама [3], классиков трудовой теории стоимости [4], представителей центрально-европейского [5] и шведского социализма [6]. Что касается вклада в научную теорию и практику экономического благосостояния российских ученых так называемого «серебряного века», то вполне достаточно упомянуть таких великих ученых и государственных деятелей, как Д.И.Менделеев, С.Ю. Витте, а также П.А.Столыпин и П.Б. Струве. Достаточно подробно социальный и экономической вклад этих ученых в развитие российской экономики и государственности представлен в большой монографии «История русской экономической мысли» профессора Стожко К.П. [7]

Мировой опыт последних двух веков свидетельствует о том, что главные, определяющие функции регулирования, планирования, стимулирования экономических процессов в стране реализовывать, то есть осуществлять, кроме государства, некому. Если исходить из предположения американских экономистов о том, что в любом государстве экономика включает минимум три сектора: частный, государственный и корпоративный, то следует сделать вывод о том, что никаких стопроцентно рыночных экономик и даже секторов не бывает в реалиях и по существу.

Следовательно, на практике можно вести анализ хозяйственной деятельности частного сектора, опирающегося на частную собственность, государственного сектора, основой которого является государственная собственность, и корпоративного сектора, в котором присутствуют элементы рыночного хозяйствования. Частный сектор можно назвать чисто рыночным, так как субъекты хозяйствования используют и исповедуют принципы рынка, определяющим среди которых является принцип самоокупаемости. Государственный сектор можно определить как частично рыночный, потому что здесь имеются сотни и даже тысячи предприятий, институтов, в том числе отраслей, которые априори исторически приносить прибыль и работать «по рыночному уставу» не могут. Отсюда получается, что в государственном секторе экономику следует назвать смешанной, то есть частично рыночной. Что касается корпоративного сектора, где собственность полугосударственная или получастная, то такие крупные акционерные предприятия и даже транснациональные корпорации (ТНК) необходимо определять как полурыночные, как и весь данный сектор экономики страны.

В целом экономику страны (государства) правильнее, на наш взгляд, квалифицировать как «трёхсекторную модель смешанной экономики». Достаточно перечислить специфические функции государственного регулирования, чтобы понять, что они монопольно принадлежат только государству и никто другой (никакой другой субъект хозяйствования) – ни субъект частного сектора, ни субъект корпоративного сектора – должным образом выполнить не смогут.

Специфические функции государства в экономической политике можно свести к семи-восьми. К ним относятся: 1) стабилизация производства; 2) финансирование НТП; 3) дотация социально значимых отраслей; 4) выравнивание уровней экономического развития различных регионов; 5) государственная поддержка конкуренции; 6) стабилизация и оздоровление денежной системы; 7) преодоление чрезмерной имущественной дифференциации населения; 8) социальная эколого-экономическая защита малоимущих и среднего класса (малый и средний бизнес).

Очень важной проблемой для развития народнохозяйственного комплекса нашей страны является повышение качества экономического роста.

Решение данных вопросов требует проведения четвертой индустриально-технологической революции в России. Повышение качества прироста ВВП напрямую зависит от повышения (изменения) и роста качества используемых и потребляемых ресурсов, тех, которые принято называть факторами производства и воспроизводства. Внедрение ресурсосберегающей, экологической, чистой, малоотходной и безотходной технологии требует новой логистики и эколого-экономической культуры.

Реализация названных задач и вопросов создает дополнительные противоречия, трансакционные издержки и даже негативные последствия. Роботизация, которая становится естественным следствием ускорения научно-технического прогресса, имеет свою обратную сторону. Речь идет о сокращении рабочих мест и, соответственно, росте безработицы в промышленно развитых странах к середине 30-х годов XXI века. Интеллектуальные факторы конкурентоспособности на уровне предприятий, отраслей и народнохозяйственного комплекса страны выдвигаются на первое место. Поэтому обязанность государственных институтов своевременно озаботиться и внести поправки в разработку экономических, политических и идеологических планов развития страны на ближайшую пятилетнюю и пятнадцатилетнюю перспективу.

В этой связи может пригодиться опыт советского периода по организации общественных работ, объявлению больших и великих строек века, как, например, БАМ, ВАЗ, КАМАЗ, новых гидроэлектростанций и даже проект переброски и продажи воды северных рек в южно-азиатские государства.

Одним из важных направлений повышения благосостояния и сбережения народонаселения России могла бы стать политика снижения налогообложения субъектов хозяйственной деятельности, физических и юридических лиц. К сожалению, приходится констатировать, что реформа налогообложения народонаселения проводится с чисто фискальной целью и предполагает усиление налоговой нагрузки на граждан, не учитывая, что реальные доходы населения не растут уже более пяти лет и даже по некоторым видам имеют тенденцию к снижению. Опыт управления экономикой посредством налогового механизма во всех случаях в странах индустриального типа свидетельствует лишь об одном: увеличение налоговой нагрузки для народонаселения (среднего класса и малоимущих) сокращает доходы граждан и вследствие этого уменьшает величину совокупного спроса. Как известно, ещё Джон Мейнард Кейнс – великий английский экономист (можно сказать классик экономики XX века) убедительно доказал в своей работе «Общая теория занятости, процента и денег» (опубликована в 1936 году), что спрос населения (совокупный спрос) является инвестиционным фактором развития экономики в любом государстве в любую эпоху.

Что касается реформы здравоохранения и образования в нашей стране, то становится слишком очевидным наличие тренда развития этих нерыночных по определению отраслей услугопроизводства. Все нерыночные (нерентабельные) институты и институции должны развиваться за счет бюджета федерального и регионального уровней, как это происходит в странах с социально-рыночной экономикой. И опять, к сожалению, члены правительства дело ведут к тому, чтобы эти два направления, поддерживающие и повышающие качество человеческого капитала, субсидировались за счет в основном внебюджетных средств. На практике это означает повышение стоимости и платности медицины и образования для граждан страны за свой собственный счет. При нынешнем низком уровне доходов народонаселения повышение платности медицинских и образовательных услуг ведёт к обнищанию определенной части граждан, или деградации человеческого капитала.

Названная проблема стала главным предметом экономических дискуссий последнего десятилетия развития социально-экономических противоречий и результатов доминирования монетарных инструментов управления экономикой нашей страны [9].

Таким образом, коренной пересмотр структурно-функциональной политики управления экономикой страны (управления поведением субъектов хозяйственной деятельности) становится не просто актуальной проблемой нынешнего правительства Российской Федерации, но требует своевременных решений. В противном случае запаздывание в решении «назревших и перезревших» проблем приведет к многократному увеличению «эффекта» издержек, что очень не хотелось бы, когда страна совершает прорывы в решении международных военно-политических, а значит и экономических, проблем [10].

Оценка сбережения народонаселения России на практике представляет собой наличие безопасной жизнедеятельности. С учетом некоторой условности безопасность жителей-резидентов страны можно классифицировать в следующей последовательности: 1) экономическая безопасность; 2) идеологическая безопасность; 3) политическая безопасность; 4) образовательно-информационная безопасность; 5) медицинско-фармакологическая безопасность; 6) экологическая безопасность; 7) этнографически-генетическая безопасность; 8) ядерно-биологическая безопасность; 9) климатическая безопасность страны; 10) опасность пределов глобализации; 11) ментально-

культурная безопасность традиций и опыта; 12) продовольственная безопасность.

Если эти вопросы не решаются или решаются медленно и бессистемно, то необходимо выделить главную текущую и самую опасную для страны безопасность. Руководителям страны наконец стало понятно, откуда и как формируется главная опасность для политической и экономической систем. Главной и основной проблемой для нашей страны было и существует на сегодняшний день идеологическая безопасность, которую принято называть «мягкой силой». Отсутствие научно проверенной и обоснованной идеологии развития вечных, относительных и специфических ценностей, отсутствие их глубинного, сущностного осознания завело страну к концу 80-х годов прошлого века в большой тупик, из которого по-настоящему мы не выбрались до сих пор. Если рассматривать идеологию как науку о системе идеалов и ценностей общества, то необходимо определить также и закономерности изменения (трансформации) этих идеалов, ценностей и относительных истин. Вечные ценности, то есть абсолютные истины, мы выносим в данном рассмотрении за скобки. Разработка программы понимания, расшифровки и научного обоснования идеологических принципов, положений и футурологических идеологем, связанных с методами достижения справедливого распределения произведенных благ, отвечающих ментальным особенностям и чаяниям большинства народонаселения, является первейшей и важнейшей задачей. А может, и целью, миссией, стратегией, которую в ближайшем будущем должны подготовить ученые и государственные деятели России.

## ЛИТЕРАТУРА

[1] История экономических учений: Учеб.пособие под ред. В.Автономова, О.Ананьина, Н.Макашевой. – М: ИНФРА-М, 2007. – с. 237-254

[2] И. М. Кичанова, „Философия Фомы Аквинского“, Вопросы философии, No. 3, 1958.

[3] И. Бентам, „Введение в основание нравственности и законодательства (1879 г.)“, Большая экономическая энциклопедия. - М: ЭКСМО, с. 60, 2007.

[4] А. В. Аникин, „Юность науки: жизнь и идеи мыслителей-экономистов до Маркса“, 3-е изд. – М., с. 86-189, 1979.

[5] Л. Эрхард, „Благосостояние для всех“, Пер. с нем. – М.:Начала-Пресс, с. 336, 1991.

[6] Г. К. Мюрдаль, „Азиатская драма. Исследование о бедности народов» (1968 г.)“, Большая экономическая энциклопедия. – М: ЭКСМО, с. 393, 2007.

[7] К. П. Стожко, „История русской экономической мысли“, Монография. – Екатеринбург: изд-во Уральского гос.университета, с. 318-415, 2008.

[8] Кейнс Дж.М. Избранные произведения: пер.с англ. – М.: Экономика, с. 224-518, 1993.

[9] С. И. Пономарёва „Политэкономический анализ финансовой природы капитализма начала XXI века (статья)“, Известия УрГЭУ, No. 3-4, с. 22-28, 2013.

[10] О. А. Рущицкая, Е. С. Куликова, „Маркетинговая концепция стратегии развития территорий“, Аграрный вестник Урала, No. 10 (140), с. 90-92, 2015.

# S P O N S O R S

## Institut Mihajlo Pupin D. O. O.
Address: Volgina 15, Beograd
Phone: (+381 11) 277-62-22
E- mail: info@pupin.rs

## MIP-RŠV D. O. O.
## Preduzeće za remont šinskih vozila
Address: Železnička 8-10, Ćuprija
Phone: (+381 35) 885-66-56
E- mail: miprsv@gmail.com

## AŽD Saobraćajni sistemi D. O. O.
Address: Bulevar kralja Aleksandra 24, Beograd
Phone: (+381 11) 323-98-47
E- mail: sigut.rene@azd.cz

## Trioprojekt D. O. O.
Address: Kneginje Zorke 70, Beograd
Phone: (+381 11) 245-72-46
E- mail: info@trioprojekt.biz

## Signaling D. O. O.
Address: Vojvode Stepe 496E, Beograd
Phone: (+381 11) 394-83-21
E- mail: signaling@signaling.rs

## NCL - Neo Cargo Logistic D. O. O.
Address: Šesnaestog Oktobra 38, Beograd
Phone: (+381 11) 343-20-40
E- mail: office@nclserbia.rs

## INTER - MEHANIKA D. O. O.
Address: Goranska 12, Smederevo
Phone: (+381 26) 463-16-97
E- mail: inter@inter-mehanika.com

## Galeb Signalizacija D. O. O.
Address: Pocerska 111, Šabac
Phone: (+381 11) 314-80-54
E- mail: signalizacija@galeb.com

## ŽIT - Železnički integralni transport
Address: Hajduk Veljkov venac 4/1, Beograd
Phone: (+381 11) 361-83-04
E- mail: direktor@zitbgd.rs

## Eurorail Logistics D. O. O.

Address: Kralja Milana 15, Beograd
Phone: (+381 11) 334-04-60
E- mail: office@eurorail.rs

## Tatravagonka Bratstvo D. O. O.

Address: Bikovački put 2, Subotica
Phone: (+381 24) 566-300
E- mail: info@tvbratstvo.rs

## Elnos Group D. O. O.

Address: Majora Zorana Radosavljevića 372, Beograd
Phone: (+381 11) 618-42-22
E- mail: officebg@elnosgroup.com

## Lokomotiva D. O. O.



Address: Ive Lole Ribara BB, Beograd
Phone: (+381 11) 258-07-53
E- mail: office@lokomotiva.rs

CIP - Каталогизација у публикацији

Народна библиотека Србије, Београд

656.2(082)(0.034.2)

**INTERNATIONAL Symposium Rail Transport in The Modern World (1 ; 2019 ; Beograd)**

Proceedings [Elektronski izvor] / I International Symposium Rail Transport in the Modern World, Belgrade, 12th -13th December 2019. ; [organizer] High Railway School of Vocational Studies, Belgrade, Serbia [with co-organizer] College of Railway Transport of the USURT Faculty, Yekaterinburg, Russian Federation ; [editor Zoran Bundalo]. - Belgrade : High Railway School of Vocational Studies, 2019 (Belgrade : High Railway School of Vocational Studies). - 1 elektronski optički disk (CD-ROM) ; 12 cm

Sistemski zahtevi: Nisu navedeni. - Nasl. sa naslovne strane dokumenta. - Radovi na srp., rus. i engl. jeziku. - Tiraž 100. - Bibliografija uz svaki rad. - Abstracts.

ISBN 978-86-81101-32-2

а) Железнички саобраћај -- Зборници

COBISS.SR-ID 281572108

