

ВИСОКА ТЕХНИЧКА ШКОЛА СТРУКОВНИХ СТУДИЈА У НОВОМ САДУ,
ОДСЕК ЗАШТИТЕ,
НОВИ САД, РЕПУБЛИКА СРБИЈА

ТЕХНИЧКИ УНИВЕРЗИТЕТ У ЗВОЛЕНУ
ТЕХНОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ ЗА ПРERAДУ ДРВЕТА
ОДСЕК ЗАШТИТЕ ОД ПОЖАРА,
ЗВОЛЕН, РЕПУБЛИКА СЛОВАЧКА

УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА
ДЕПАРТМАН ЗА ГРАЂЕВИНАРСТВО И ГЕОДЕЗИЈУ
НОВИ САД, РЕПУБЛИКА СРБИЈА

ЗБОРНИК РАДОВА PROCEEDINGS

4. МЕЂУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЈА

БЕЗБЕДНОСНИ ИНЖЕЊЕРИНГ

ПОЖАР, ЖИВОТНА СРЕДИНА, РАДНА ОКОЛИНА, ИНТЕГРИСАНИ РИЗИЦИ

И

14. МЕЂУНАРОДНА КОНФЕРЕНЦИЈА

ЗАШТИТЕ ОД ПОЖАРА И ЕКСПЛОЗИЈЕ

4th INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE ON

SAFETY ENGINEERING

FIRE, ENVIRONMENT, WORK ENVIRONMENT, INTEGRATED RISK

AND

14th INTERNATIONAL CONFERENCE ON

FIRE AND EXPLOSION PROTECTION

Нови Сад, 02-03. октобар 2014.

Novi Sad, October 2-3, 2014

Издавач:

ВИСОКА ТЕХНИЧКА ШКОЛА
СТРУКОВНИХ СТУДИЈА У
НОВОМ САДУ
21000 Нови Сад, Школска 1
Србија

Publisher:

HIGHER EDUCATION TECHNICAL
SCHOOL OF PROFESSIONAL
STUDIES, NOVI SAD
21000 Novi Sad, Školska 1
Serbia

За издавача:

Проф. др Бранко Савић,
директор Школе

For the publisher:

Prof. PhD Branko Savić
General menanger of the School

Одговорни уредници Зборника:

Проф. др Верица Миланко
Доц. др Мирјана Лабан
Инг. др Ева Мрачкова

Editors:

Prof. PhD Verica Milanko
Ass. Prof PhD Mirjana Laban
Ing. PhD. Eva Mračkova

Техничка припрема и дизајн:

Ак.Спец. Наташа Субић

Prepress:

Ac.Spec. Nataša Subić

Дизајн корица:

Денис Иванов

Cover design:

Denis Ivanov

Штампа:

Штампарија Високе техничке школе
струковних студија
у Новом Саду

Printed by:

Higher Education Technical School Of
Professional Studies
Novi Sad

Тираж:

150 примерака

Circulation:

150 copies

Нови Сад, 2014.

Novi Sad, 2014

ОРГАНИЗАТОРИ КОНФЕРЕНЦИЈЕ



**ВИСОКА ТЕХНИЧКА ШКОЛА
СТРУКОВНИХ СТУДИЈА
у Новом Саду**

Висока техничка школа струковних студија у Новом Саду основана је 1959. године. Мисија Школе је остваривање циљева високог струковног образовања, стручног рада и истраживања у циљу трансфера и примене стечених знања.

Школа образује инжењере на четири одсека, на 20 акредитованих програма основних и специјалистичких струковних студија.

На Одсеку заштите реализују се студијски програми:

- Заштита од пожара,
- Безбедност и здравље на раду,
- Заштита животне средине, и
- Цивилна заштита и спасавање у ванредним ситуацијама.

Од 2010. Заштита од пожара и Информациона технологија су акредитовани студијски програми учења на даљину.

Савремени научни, технички и технолошки ниво процеса рада и пословања доприноси сталном повећању укупног квалитета рада у Школи.



TECHNICKÁ UNIVERZITA VO ZVOLENE

Основна мисија Техничког универзитета из Зволена је пружање универзитетског образовања на акредитованим студијским програмима, као и развој научно-истраживачког рада у разним областима индустрије. Технички универзитет у Зволени чине четири факултета: Шумарски, Технолошки за прераду дрвета, Факултет за екологију и Факултет за еколошку и производну технологију. Одсек за заштиту од пожара је при Технолошком факултету за прераду дрвета.



Универзитет
у Новом Саду



**ФАКУЛТЕТ
ТЕХНИЧКИХ НАУКА
У НОВОМ САДУ**

Факултет техничких наука Универзитета у Новом Саду је високошколска и научно-истраживачка установа, основана 1960. године, чија је мисија реализација висококвалитетних образовних процеса, развој научних дисциплина и трансфер знања у привреди.

Студије се реализују у четири научна поља (техничко-технолошко, природно математичко, друштвено-хуманистичко и уметност), на 13 департмана и 88 студијских програма, на свим нивоима академских и струковних студија.

Департман за грађевинарство и геодезију организује наставу из Грађевинарства, Геодезије и Управљања ризиком од катастрофалних догађаја и пожара (дипломирани и мастер инжењери заштите од катастрофалних догађаја и пожара).

ORGANIZERS OF THE CONFERENCE



The Higher Education Technical School of Professional Studies in Novi Sad, Serbia, founded in 1959, fulfills its mission in higher education, fields of expertise and research in order to apply the acquired knowledge.

It educates engineers at four Departments in 20 accredited study programme of professional bachelor and specialist studies.

In the Department of Protection Engineering the following areas are studied:

- Fire protection,
- Occupational health and safety,
- Environmental protection, and
- Civil protection and emergency rescue.

Since 2010 Fire Protection and IT studies are accredited distance learning programme. The continual application of modern scientific, technical and technological processes of production and business increases the quality of activities in the School.



TECHNICKÁ UNIVERZITA VO ZVOLENE

The main mission of the Technical University from Zvolen is to provide university education in accredited study programme as well as to develop scientific research in different fields of industry. The Technical University in Zvolen comprises four faculties: the Faculty of Forestry, the Faculty of Wood Sciences and Technology, the Faculty of Ecology and Environmental Sciences, and the Faculty of Environmental and Manufacturing Technology.

The continual application of modern scientific, technical and technological processes of production and business increases the quality of activities at the University. Department of Fire Protection is at the Faculty of Wood Sciences and Technology.



The Faculty of Technical Sciences in Novi Sad is an institution of higher education and scientific research founded in 1960, whose mission is to realize high quality educational programme, develop scientific disciplines and apply the acquired knowledge in economy and society.

There are four disciplinary-related science and educational fields implemented by the FTS:

- engineering and technology,
- natural science and applied mathematics and
- human sciences and applied art.

Faculty consists of 13 departments implementing 88 study programme at the undergraduate and postgraduate levels.

The Department of Civil Engineering and Geodesy offers a comprehensive study programme in the field of civil engineering, survey (geodesy) and disaster and fire risk management: Disaster management and Fire Safety B.Sc. Honours and M.Sc. Qualification levels. Disaster Risk Reduction Centre established in 2007, has the mission to promote and contribute to the culture of resilience by dissemination of the latest research results of hazard, vulnerability and risk-related indicators.

ПРОГРАМСКИ ОДБОР КОНФЕРЕНЦИЈЕ

Председник:

Верица Миланко, Висока техничка школа струковних студија у Новом Саду, Србија

Чланови:

Бранко Савић, Висока техничка школа струковних студија у новом саду, Нови Сад, Србија

Даница Качикова, Технички универзитет, Зволен, Словачка

Ђорђе Лађиновић, Факултет техничких наука, Нови Сад, Србија

Ева Мрачкова, Технички универзитет, Зволен, Словачка

Антон Освалд, Факултет специјалног инжењерства, Жилина, Словачка

Дубравка Бјеговић, Грађевински факултет, Загреб, Хрватска

Љубов Давидова, Санктпетербуршки универзитет, Државна противпожарна служба министарства за ванредне ситуације, Санкт Петербург, Русија

Мери Цветковска, Грађевински факултет, Скопље, Македонија

Драган Карабасил, Висока техничка школа струковних студија у новом саду, Нови Сад, Србија

Жарко Јанковић, Факултет заштите на раду, Ниш, Србија

Слободан Крњетин, Факултет техничких наука, Нови Сад, Србија

Ласло Комјати Универзитет одбране, Будимпешта, Мађарска

Јован Вучинић, Велеучилиште у Карловцу, Хрватска

Сергеј Кондратјев, Санктпетербуршки универзитет, Државна противпожарна служба министарства за ванредне ситуације, Санкт Петербург, Русија

Ивета Маркова, Факултет природних наука, Банска Бистрица, Словачка

Сулејман Мета, Факултет примењених наука, Тетово, Македонија

Предраг Илић, ЈНУ Институт за заштиту и екологију Републике Српске, Бања Лука, Босна и Херцеговина

Властимир Радоњанин, Факултет техничких наука, Нови Сад, Србија

Мирјана Лабан, Факултет техничких наука, Нови Сад, Србија

Анита Петровић Гегич, Висока техничка школа струковних студија у новом саду, Нови Сад, Србија

Саша Спанић, Висока техничка школа струковних студија у новом саду, Нови Сад, Србија

Борислав Симендић, Висока техничка школа струковних студија у новом саду, Нови Сад, Србија

Бранко Бабић, Висока техничка школа струковних студија у новом саду, Нови Сад, Србија

Душан Гавански, Висока техничка школа струковних студија у новом саду, Нови Сад, Србија

Петра Тановић, Висока техничка школа струковних студија у новом саду, Нови Сад, Србија

ОРГАНИЗАЦИОНИ ОДБОР КОНФЕРЕНЦИЈЕ

Председник:

Бранко Савић, Висока техничка школа струковних студија у новом саду, Нови Сад, Србија

Заменици председника:

Драган Карабасил, Висока техничка школа струковних студија у новом саду, Нови Сад, Србија

Даница Качикова, Технички универзитет, Зволен, Словачка

Ђорђе Лађиновић, Факултет техничких наука, Нови Сад, Србија

Чланови:

Тима Сегединац, Висока техничка школа струковних студија у новом саду, Нови Сад, Србија

Слободан Пурић, Висока техничка школа струковних студија у новом саду, Нови Сад, Србија

Бранко Милисављевић, Висока техничка школа струковних студија у новом САДУ, Нови Сад, Србија

Весна Петровић, Висока техничка школа струковних студија у новом саду, Нови Сад, Србија

Звонимир Букта, Висока техничка школа струковних студија у новом саду, Нови Сад, Србија

Бранка Петровић, Висока техничка школа струковних студија у новом саду, Нови Сад, Србија

Наташа Субић, Висока техничка школа струковних студија у новом саду, Нови Сад, Србија

Варвара Лазаревић, Висока техничка школа струковних студија у новом саду, Нови Сад, Србија

Весна Маринковић, Висока техничка школа струковних студија у новом саду, Нови Сад, Србија

Татјана Божовић, Висока техничка школа струковних студија у новом саду, Нови Сад, Србија

PROGRAMME COMMITTEE

President:

Verica Milanko, Higher Education Technical School of Professional Studies, Novi Sad, Serbia

Members:

Branko Savić, Higher Education Technical School of Professional Studies, Novi Sad, Serbia

Danica Kačikova, Technical University, Zvolen, Slovakia

Đorđe Ladinović, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia

Eva Mračková, Technical University, Zvolen, Slovakia

Anton Oswald, Faculty of Special Engineering, Zilina, Slovakia

Dubravka Bjegović, Civil Engineering Faculty, Zagreb, Croatia

Ljubov Davidova, Sankt-Petersburg University, EMERCOM of State Fire, St. Petersburg, Russia

Meri Cvetkovska, Civil Engineering Faculty, Skopje, Macedonia

Dragan Karabasil, Higher Education Technical School of Professional Studies, Novi Sad, Serbia

Žarko Janković, Faculty of Occupational Safety, Niš, Serbia

Slobodan Krnjetin, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia

László Komjáthy, University of Defense, Budapest, Hungary

Jovan Vučinić, University of Applied Sciences, Karlovac, Croatia

Sergey Kondratyev, Sankt-Petersburg University, GPS MČS, St. Petersburg, Russia

Iveta Marková, Faculty of Natural Sciences, Banská Bystrica, Slovakia

Sulejman Meta, Faculty of Applied Sciences, State University of Tetovo, Macedonia

Predrag Ilić, JNU "Institute for protection and ecology of the Republic of Srpska",

Banja Luka, Bosnia and Herzegovina

Vlastimir Radonjanin, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia

Mirjana Laban, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia

Anita Petrović Gegić, Higher Education Technical School of Professional Studies, Novi Sad, Serbia

Saša Spaić, Higher Education Technical School of Professional Studies, Novi Sad, Serbia

Borislav Simendić, Higher Education Technical School of Professional Studies, Novi Sad, Serbia

Branko Babić, Higher Education Technical School of Professional Studies, Novi Sad, Serbia

Dušan Gavanski, Higher Education Technical School of Professional Studies, Novi Sad, Serbia

Petra Tanović, Higher Education Technical School of Professional Studies, Novi Sad, Serbia

ORGANIZING COMMITTEE:

President:

Branko Savić, Higher Education Technical School of Professional Studies, Novi Sad, Serbia

Vice-president:

Dragan Karabasil, Higher Education Technical School of Professional Studies, Novi Sad, Serbia

Danica Kačikova, Technical University, Zvolen, Slovakia

Đorđe Ladinović, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia

Members:

Tima Segedinac, Higher Education Technical School of Professional Studies, Novi Sad, Serbia

Slobodan Purić, Higher Education Technical School of Professional Studies, Novi Sad, Serbia

Branko Milisavljević, Higher Education Technical School of Professional Studies, Novi Sad, Serbia

Vesna Petrović, Higher Education Technical School of Professional Studies, Novi Sad, Serbia

Zvonimir Bukta, Higher Education Technical School of Professional Studies, Novi Sad, Serbia

Branka Petrović, Higher Education Technical School of Professional Studies, Novi Sad, Serbia

Nataša Subić, Higher Education Technical School of Professional Studies, Novi Sad, Serbia

Varvara Lazarević, Higher Education Technical School of Professional Studies, Novi Sad, Serbia

Vesna Marinković, Higher Education Technical School of Professional Studies, Novi Sad, Serbia

Tatjana Božović, Higher Education Technical School of Professional Studies, Novi Sad, Serbia

ПРЕДГОВОР

Висока техничка школа струковних студија у Новом Саду традиционално, организује научне и стручне скупове на највишем нивоу у земљи из области заштите од пожара и експлозије. Са поносом истичемо лидерску позицију у образовању када је у питању струка заштите од пожара.

Давне 1976. године у Новом Саду је одржано 1. Југословенско саветовање заштите од пожара и експлозије, на Пољопривредном факултету у Новом Саду. Окупило је најеминентније стручњаке из области заштите од пожара тадашње Југославије. Одржана су још два саветовања, такође у Новом Саду: 1984. године на „СПЕНС-у“, и 1989. године у хотелу „Путник“.

Од 1994. године, када је организовано 4. Југословенско 1. Међународно саветовање заштите од пожара и експлозија, овај стручни скуп прераста у међународни. Помоћ су нам пружили колеге и стручњаци из Украјине, Пољске и Мађарске. Од тада се саветовање организује сваке друге године, а 2006. године, која је била и година јубиларног десетог саветовања, оно прераста у конгрес струке.

Конференција од 2008. године постаје међународни научни скуп, који се организује у сарадњи с Факултетом техничких наука из Новог Сада и Техничким универзитетом из Зволена, из Републике Словачке и окупља стручњаке из области безбедности и заштите из Србије и иностранства.

Са истим тимом организујемо и 4. Међународну научну конференцију и 14. Међународну конференцију заштите од пожара и експлозија, ове, 2014. године, и то 2. и 3. октобра у Високој техничкој школи струковних студија у Новом Саду. Циљ конференције је размена најновијих научних сазнања и искустава стручњака из области инжењерства безбедности, а основна тема заштите од пожара се допуњује темама из области инжењерства заштите животне средине, безбедности и здравља на раду и цивилне заштите.

У циљу ефикаснијег управљања ризичним ситуацијама, потребно је извршити идентификацију стања, опасности, изучити узроке ризичних догађаја и изградити стратегију спречавања развоја и последица ризичних догађаја.

Укључивањем научних радника и стручњака који се баве инжењерством безбедности у управљањем процесима у животној и радној околини, могу се очекивати позитивни резултати. Размена мишљења и сазнања је неопходна и један је од корака који доприносе позитивном помаку.

Организациони одбор

PREFACE

The Higher Education Technical School of Professional Studies in Novi Sad, traditionally organizes scientific and professional conferences on the highest level in the country in the field of fire and explosion protection. We proudly emphasize our leading position in education when it comes to professions concerning fire protection.

In 1976, 1st Yugoslav conference of fire and explosion is held at the Faculty of Agriculture in Novi Sad. It gathers the most eminent experts in the field of fire of the former Yugoslavia. Then, there are two more conferences, also held in Novi Sad in 1984, at "SPENS", and in 1989 at the "Putnik" Hotel.

In 1994, when 4th Yugoslav and 1st International conference of fire and explosion is organized, this conference grows into an international meeting with the help of our colleagues and experts from Ukraine, Poland and Hungary. Since then, the conference is organized biannually, and in 2006, on its 10th anniversary, it grows into the congress of the profession.

In 2008 the conference is organized as an international scientific meeting prepared in cooperation with the Faculty of Technical Sciences from Novi Sad and the Technical University in Zvolen from the Slovak Republic, bringing together experts in the field of safety and protection from Serbia and abroad.

With the same team, 4th International scientific conference and 14th International conference on fire and explosion is organized this year at the Higher Education Technical School of Professional Studies in Novi Sad on 2nd and 3rd October 2014. The aim of the conference is the exchange of the latest scientific knowledge and experience of experts in the field of safety engineering, and the main topic of fire protection is complemented by topics in the field of environmental engineering, occupational health and safety, and civil protection.

In order to efficiently manage risk situations, it is necessary to identify conditions and hazards, study the causes of risk events and build a strategy for preventing their development and consequences.

Positive results can be expected by involving scientists and experts dealing with safety engineering and process management in the living and working environments. The exchange of opinions and knowledge is essential and one of the steps contributing to progress

Organizing committee

САДРЖАЈ:

БЕЗБЕДНОСТ ОД ПОЖАРА/FIRE SAFETY ENGINEERING

| | |
|---|----|
| <i>Dubravka Bjegović, Ivana Banjad Pečur, Bojan Milovanović</i> ENERGY EFFICIENCY AND FIRE SAFETY OF HIGH-RISE BUILDINGS | 1 |
| <i>Meri Cvetkovska, Milivoje Milanović</i> FIRE RESISTANCE OF DIFFERENT TYPES OF SIMPLY SUPPORTED FLOOR STRUCTURES | 12 |
| <i>Marija Jelčić Rukavina, Dubravka Bjegović, Enes Seferović</i> INFLUENCE OF HIGH FIRE TEMPERATURES ON FIBRE REINFORCED CONCRETE | 21 |
| <i>Радинко Костућ</i> ОТПОРНОСТ НА ДЕЈСТВО ПОЖАРА ПРЕГРАДНОГ "ПЛАСТБАУ" ЗИДА У РЕАЛНИМ УСЛОВИМА ИСПИТИВАЊА | 29 |
| <i>Rose Smileski, Verica Milanko, Zoran Neshkoski</i> FUNCTIONAL DEPENDENCE OF THE HAZARDS AND MEASURES FOR FIRE SAFETY IN CORRELATION WITH THE FIRE LOAD | 40 |
| <i>Ivana Banjad Pečur, Ivan Gabrijel, Bojan Milovanović, Ivana Carević</i> ISPITIVANJE NA POŽAR NOVOG INOVATIVNOG PREDGOTOVLJENOG FASADNOG ELEMENTA | 46 |
| <i>Slobodan Šupić, Suzana Vukoslavčević, Mirjana Laban</i> VULNERABILITY OF PRECAST INDUSTRIAL BUILDINGS EXPOSED TO FIRE | 54 |
| <i>Iveta Marková, Jozef Lauko,</i> TEST OF FIRE OF OIL PRODUCT BS95 - WATCHING THE SPEED OF BURNING | 61 |
| <i>Vladimir Mozer, Jozef Klucka</i> ESTABLISHING ECONOMIC IMPACT OF FIRE | 74 |

| | |
|---|-----|
| <i>Андреј Мокряк, Анна Мокряк</i> | |
| EXPERT ANALYSIS OF MOLTEN COPPER CONDUCTORS FORMED BY OVERCURRENT | 82 |
| <i>Eva Mračková</i> | |
| FIRE PROTECTION OF BUILDINGS FOR MOTOR VEHICLES WITH DRIVES LPG, CNG AND LNG | 92 |
| <i>Зоран Ловрековић, Драган Карабасил</i> | |
| КОМПЈУТЕРСКА ИГРА ЗА ВАТРОГАСЦЕ | 103 |
| <i>Sergey Kondratyev, Anna Vorontsova, Natalia Petrova, Tatiana Kuzmina</i> | |
| APPLICATION OF INFORMATIVE TECHNOLOGIES AND CALCULATIVE METHODS IN THE FORENSIC NORMATIVE EXPERTISE AND IN PROFESSIONAL EDUCATION OF FORENSIC EXPERTS | 110 |
| <i>Darko Jocić, Mirjana Laban</i> | |
| PRIMENA INFORMACIONIH SISTEMA ZA IZBOR OPTIMALNE PUTANJE KRETANJA VATROGASNIH ЕКИПА DO МЕСТА АКЦИДЕНТА | 119 |
| <i>Слободан Крњетин, Олга Крњетин</i> | |
| АНАЛИЗА ПАРАМЕТАРА У МОДЕЛОВАЊУ ЕВАКУАЦИЈЕ ЉУДИ У ПОЖАРУ | 126 |
| <i>Биљана Гемовић, Наташа Субић</i> | |
| ПРИМЕНА CAD (COMPUTER AIDED DESIGN) АПЛИКАЦИЈА У ОБРАЗОВАЊУ ЗАШТИТЕ ОД ПОЖАРА | 134 |
| <i>Zsolt Noskó, Alexandra Kiss, László Komjátyhy</i> | |
| ANDROID-BASED DECISION SUPPORT IN ACCIDENTS INVOLVING THE TRANSPORTATION OF DANGEROUS GOODS | 143 |
| <i>Драган Карабасил, Зоран Николић</i> | |
| ЕВАКУАЦИЈА ЉУДИ ИЗ ОБЈЕКТА ЗАХВАЋЕНИХ ПОЖАРОМ | 148 |
| <i>J Frank D. Stolt</i> | |
| FIRE SAFETY AND INVESTIGATION OF FIRES IN BUSES | 153 |
| <i>Татјана Божовић, Мирјана Лабан, Верица Миланко, Саша Богданов</i> | |
| МОГУЋНОСТ ПРИМЕНЕ ВОДЕНОГ СТАКЛА ЗА ЗАШТИТУ ДРВЕНИХ КОНСТРУКЦИЈА У ПОЖАРУ | 167 |
| <i>Jaroslav Flachbart, Vladimír Mózer, Anton Osvald</i> | |
| FIRE SAFETY SYSTEMS MINIMISE ECONOMIC LOSS | 175 |

Miroslava Vandličková
EFFICIENCY OF ACTIVE FIRE PROTECTION SYSTEMS 183
Darko Nešković
IMPROVEMENT OF SYSTEM FOR FIRE PROTECTION IN FACILITIES WITH
EXTREME WORK CONDITIONS WITH THERMAL IMAGING AND VIDEO
SURVEILLANCE 189

Радинко Костић
ТАКТИКА ГАШЕЊА ПОЖАРА МОТОРА
ПУТНИЧКИХ ВАЗДУХОПЛОВА 198

Nada Marstijepović, Velizar Čađenović
NAPON PARA I TAČKA PALJENJA KAO OSNOV ZA ODREĐIVANJE
PREVENTIVNIH MERA ZAŠTITE OD POŽARA I EKSPLOZIJE ZAPALJIVIH
TEČNOSTI 206

Зоран Благојевић, Душица Пешић, Дарко Зигар
РЕКОНСТРУКЦИЈА СТАЦИОНАРНЕ ИНСТАЛАЦИЈЕ ЗА ГАШЕЊЕ
ПОЖАРА УГЉЕН-ДИОКСИДОМ И ПРЕДНОСТИ НОВОГ УГРАЂЕНОГ
СИСТЕМА У ХЕ "БЕРДАП 1" 212

Ивана Пејачки, Мирјана Лабан
ДОБРОВОЉНА ВАТРОГАСНА ДРУШТВА У ВОЈВОДИНИ 218

Љубица Крњачић
ДОБРОВОЉНО ВАТРОГАСТВО ШАНСА ДРЖАВЕ И ПОЈЕДИНЦА 225

**ЦИВИЛНА ЗАШТИТА И СПАСАВАЊЕ У ВАНРЕДНИМ
СИТУАЦИЈАМА
CIVIL PROTECTION AND EMERGENCY RESCUE**

Dragutin Jovanović, Branko Babić, Dragan Babić
THE DEVELOPMENT OF CIVIL PROTECTION IN THE REPUBLIC OF
SERBIA 235

Alexander Matveev, Alexander Maximov, Andrey Perlin
THE RESOURCE POTENTIAL OF EMERCOM OF RUSSIA: CONCEPT AND
PROSPECTS OF USE 242

Драган Млађан, Предраг Марић, Ђорђе Бабић
ШТАБСКИ НАЧИН РУКОВОЂЕЊА У ЗАШТИТИ И СПАСАВАЊУ 245
БЕЗБЕДНОСТ И ЗДРАВЉЕ НА РАДУ/
OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH

| | |
|--|-----|
| <i>Мира Пуцаревић, Петра Тановић, Љиљана Ђурчић</i> ТЕШКИ МЕТАЛИ У СУСПЕНДОВАНИМ ЧЕСТИЦАМА ПРАШИНЕ У ШТАМПАРИЈАМА | 257 |
| <i>Весна Петровић, Борислав Симендић, Весна Маринковић</i> ДЕКОМПОЗИЦИЈА АЗБЕСНО ЦЕМЕНТНИХ КРОВНИХ ПЛЮЧА ПРИ ТЕРМИЧКОМ ТРЕТМАНУ | 264 |
| <i>Жарко Јанковић, Срђан Глишовић</i> СМАЊЕЊЕ РИЗИКА ПРИ ПРОЈЕКТОВАЊУ ОПРЕМЕ ЗА РАД | 273 |
| <i>Божо Илић, Бранко Савић</i> ЗАШТИТА ОД СТРУЈНИХ УДАРА УЗРОКОВАНИХ ЛУТАЈУЋИМ СТРУЈАМА | 281 |
| <i>Zoran Vučinić, Nenad Mustapić, Jovan Vučinić</i> UTJECAJ NOĆNOG RADA NA RADNIKA | 289 |
| <i>Michal Belcik, Karol Balog, Zuzana Szabova, Pavol Cekan, Richard Kuracina</i> FACTORS AFFECTING HUMAN PERFORMANCE AND METHOD OF THEIR APPLICATION IN HUMAN RELIABILITY ASSESSMENT | 297 |
| <i>Nenad Mustapić, Zoran Vučinić, Igor Burić</i> ZAŠTITA OD BUKE U POSTROJENJIMA TVORNICE MINERALNIH GNOJIVA | 304 |
| <i>Јован Перовић, Смиља Матић</i> ОПАСНОСТИ И (НЕ)БЕЗБЕДНОСТ ПОЛИЦИЈСКИХ СЛУЖБЕНИКА | 312 |
| <i>Звонимир Букта, Цвијо Шмања</i> ПОВЕЋАЊЕ БЕЗБЕДНОСТИ НА РАДУ ПРИМЕНОМ БЕЗБЕДНОСНИХ МЕТОДА РАДА | 320 |
| <i>Душан Гавански</i> БЕЗБЕДАН РАД НА РАВНАЛИЦИ | 326 |
| <i>Dario Bognolo, Mensur Ferhatović, Mladen Šćulac</i> OUTSOURCING U VATROGASTVU | 334 |

РИЗИЦИ ОД КАТАСТРОФАЛНИХ ПОЖАРА/ DISASTER RISK ASSESSMENT

Борко Ђ. Булајић, Миодраг И. Манић, Ђорђе Лађеновић
ON THE APPLICATION OF uniform hazard spectra IN EARTHQUAKE
ENGINEERING 341

Владимир М. Цветковић, Бојан Јанковић, Божидар Бановић
ГЕОПРОСТОРНА И ВРЕМЕНСКА ДИСТРИБУЦИЈА ЦУНАМИЈА КАО
ПРИРОДНИХ КАТАСТРОФА 352

Душан Врањеш
СТАЊЕ И МЈЕРЕ ЗАШТИТЕ ОД ПОПЛАВА НА ПОДРУЧЈУ ГРАДА
ПРИЈЕДОРА 361

Зоран Благојевић, Станимир Живановић, Дејан Крстић, Дарко Зигар
АНАЛИЗА ВЕТРА НА ПОДРУЧЈУ НЕГОТИНА СА АСПЕКТА
УГРОЖЕНОСТИ ШУМА ОД ПОЖАРА 372

Александар Бабић, Предраг Илић
ЗНАЧАЈ И УЛОГА ПЛАНА ЗАШТИТЕ И СПАСАВАЊА ОД
ЕЛЕМЕНТАРНЕ НЕПОГОДЕ И ДРУГЕ НЕСРЕЋЕ 382

Душан Врањеш
ПРОЦЕНА УГРОЖЕНОСТИ ОД ПОЖАРА ПОДРУЧЈА ГРАДА ПРИЈЕДОРА
ПО МОДЕЛУ РИЗИКО БАЗИРАНОГ ДИМЕНЗИОНИРАЊА 388

Горан Ђорђевић, Михајило Раткнић, Соња Бранковић, Милан Петровић
КОНЦЕПТ ИЗРАДЕ ПЛАНОВА ЗАШТИТЕ ШУМА ОД ПОЖАРА -
ПРЕДЛОГ ДОПУНЕ ПОСТОЈЕЋЕГ ПРАВИЛНИКА ЗА ИЗРАДУ ПЛАНОВА
ЗАШТИТЕ ОД ПОЖАРА 397

ЗАШТИТА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ/ ENVIRONMENTAL PROTECTION

Biljana Škrbić, Vesna Marinković, Verica Milanko, Saša Spaić, Ana Senderak
BENZENE IN COMBUSTION PRODUCTS AND THERMAL
DECOMPOSITION PRODUCTS OF POPLAR WOOD SAWDUST 411

Peter Rantuch, Karol Balog, Jozef Martinka
DETERMINATION OF ACTIVATION ENERGY VIA CONCENTRATION OF
CARBON MONOXIDE IN COMBUSTION GASSES 420

Петра Балабан
ЕКОЛОШКО ВРЕДНОВАЊЕ ГРАФИЧКЕ АМБАЛАЖЕ 432

Иван Ђуковић
ГАШЕЊА ПОЖАРА ЕКОЛОШКИМ СРЕДСТВИМА 441

Љиљана Лучић
СЕДМИ ОПШТИ ЕКОЛОШКИ АКЦИОНИ ПРОГРАМ ЕУ: ЖИВЕТИ ДОБРО
УНУТАР ОГРАНИЧЕЊА КОЈЕ ПОСТАВЉА НАША ПЛАНЕТА И
ОЗЕЛЕЊАВАЊЕ ПРИВРЕДЕ И ЗАПОШЉАВАЊА 449

Иван Билић
УВОЂЕЊЕ УПРАВЉАЊА ЗЕЛЕНОМ УЧИОНИЦОМ У РАДНО
ОКРУЖЕЊЕ 459

Петра Тановић, Дуња Мандић
СВЕСТ ЗАПОСЛЕНИХ У ШТАМПАРИЈАМА У ПОГЛЕДУ ОЧУВАЊА
ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ 469

Anđelina Kuzmanović, Goran Prolić
ENERGETSKI EFIKASNA REŠENJA U SISTEMU RAVNIH I KOSIH
KROVOVA SA POSEBNIM OSVRTOM NA ZAŠTITU OD POŽARA 476

ЛЕГИСЛАТИВА ИЗ ОБЛАСТИ ЗАШТИТЕ/ SAFETY LEGISLATION

Славиша Богунковић
ТЕХНИЧКА РЕГУЛАТИВА У ОБЛАСТИ БЕЗБЕДНОСТИ ОД ПОЖАРА
ФАСАДНИХ ЗИДОВА 489

ОБРАЗОВАЊЕ У ОБЛАСТИ ИНЖЕЊЕРСТВА ЗАШТИТЕ И БЕЗБЕДНОСТИ/ SAFETY ENGINEERING EDUCATION

Милан Срдановић, Љубица Крњић, Верица Миланко
ЕДУКАЦИЈЕ ИЗ ОБЛАСТИ ЗАШТИТЕ ОД ПОЖАРА УЧЕНИКА У
СРЕДЊИМ ШКОЛАМА 499

Маријола Божовић
ВАСПИТНО ОБРАЗОВНА И ИНФОРМАТИВНА ДЕЛАТНОСТ У
ФУНКЦИЈИ ЗАШТИТЕ И БЕЗБЕДНОСТИ 507

ИСКУСТВА ИЗ ПРАКСЕ/ EXPERIENCES FROM PRACTICE

| | |
|--|-----|
| <i>Бранко Ђукић, Драган Карабасил, Славко Смиљанић</i> ПЕНИЛА ЗА ГАШЕЊЕ ПОЖАРА, КВАЛИТЕТ, ПРИМЕНА И ПОТРОШЊА | 517 |
| <i>Радован Јованов</i> НУЖНОСТ ОДОБРЕЊА ЛОКАЦИЈЕ ЗА ИЗГРАДЊУ ОБЈЕКТА ЗА СМЕШТАЈ ОСАМ БОЦА ОД ПО 35 kg. ТНГ-А | 525 |

*Међународна научна конференција
Безбедносни инжењеринг*



Нови Сад, 2-3. октобар, 2014.

БЕЗБЕДНОСТ ОД ПОЖАРА

*International Scientific Conference
on Safety Engineering*



Novi Sad, October 2-3, 2014.

FIRE SAFETY ENGINEERING

За садржај радова и квалитет језика одговорни су сами аутори.

The authors themselves are responsible for the content and language quality of the papers.

Dubravka BJEGOVIĆ¹
Ivana BANJAD PEČUR²
Bojan MILOVANOVIĆ³

Original scientific paper

ENERGY EFFICIENCY AND FIRE SAFETY OF HIGH-RISE BUILDINGS

Abstract: Design of sustainable buildings is nowadays in the focus of interest of the entire professional and general public worldwide. Energy efficiency and the need for sustainable buildings have significantly increased the use of different thermal insulation systems, together with increasing their thickness. External thermal insulation composite systems (ETICS) are just one of the possible solutions for reducing energy requirements of buildings, while at the same time ensuring satisfactory climate conditions within the building. The new approach to the design of the building's envelope is to prescribe the required properties of the facade system depending on the specific use for which it is intended for. This especially applies to fire safety in high-rise buildings, where there is a risk of fire spread on the facade. Engineers educated and trained in the field of fire protection should definitely be part of the teams designing the new and/or retrofit of existing building's in terms of energy efficiency. This paper presents an example of testing of three different types of ETICS system regarding their fire performance according to the BS 8414

Key words: high-rise buildings, building envelope, ETICS, fire performance testing

ENERGETSKA UČINKOVITOST I POŽARNA SIGURNOST VISOKIH ZGRADA

Sažetak: Projektiranje održivih zgrada je danas u fokusu interesa cjelokupne kako stručne tako i opće javnosti u svijetu. Energetska učinkovitost i potreba za održivim zgradama uzrokovali su znatnijim povećanjem uporabe toplinsko-izolacijskih sustava i to kao značajno povećanje njihove debljine. ETICS sustavi na ovojnici zgrade su jedan od dobrih rješenja za smanjenje potrebne energije u zgradama te osiguranje zadovoljavajuće klime unutar zgrade. Novi pristup je projektiranje ovojnice zgrade na način da se propišu zahtijevana svojstva sustava ovisno o različitim primjenama. To se naročito odnosi na sigurnost od požara u visokim zgradama gdje postoji opasnost prijenosa požara po fasadi. Inženjeri educirani u području zaštite od požara svakako trebaju biti dio tima u procesu projektiranja novih i/ili obnove postojećih zgrada u pogledu energetske učinkovitosti. Ovaj rad prikazuje primjer ispitivanja tri različita tipa ETICS sustava u pogledu njihove otpornosti na požar prema BS 8414-1.

Ključne riječi: visoke zgrade, ovojnica zgrade, ETICS, ispitivanje otpornosti na požar

1 Prof.dr.sc., University of Zagreb, Faculty of Civil Engineering, Kaciceva 26, 10000 Zagreb, Croatia
dubravka@grad.hr

2 Prof.dr.sc., University of Zagreb, Faculty of Civil Engineering, Kaciceva 26, 10000 Zagreb, Croatia
banjadi@grad.hr

3 Dr.sc., University of Zagreb, Faculty of Civil Engineering, Kaciceva 26, 10000 Zagreb, Croatia
bmilovanovic@grad.hr

1. INTRODUCTION

The first high-rise buildings were constructed in the United States in the 1880s. They arose in urban areas where increased land prices and great population densities created a demand for buildings that rose vertically rather than spread horizontally, thus occupying less precious land area. According (1) high-rise building, also called high-rise, multi-storey building tall enough to require the use of a system of mechanical vertical transportation such as elevators. The skyscraper is a very tall high-rise building. Another definition (2) is that a high-rise is defined as a structure at least 35 metres or 12 stories tall. There are 134 cities with 100 or more high-rise buildings in the world. Facades are the first aesthetical feature of a building which distinguishes one building from another. Development in facades has made it more functional, providing designers with the flexibility to create high performance solutions, which are visually exciting, both internally and externally. The building facade provides the separation between the inside and the outside environments but is also required to provide acceptable light levels and a visual connection with the outside in the form of views out of the building (3-5). Nowadays, after big high rise buildings service life experience it could be said that the facade has to fulfill the basic aspects like protection against fire and burglary, climatic influence and environmental pollution. Hall (6) in *the report provides an overall statistical perspective on the fire experience in high-rise buildings, including analysis and discussion of risk in high-rise vs. other properties. According to (6) in USA from 2007 till 2011, an estimated 15,400 reported high-rise structure fires per year resulted in associated losses of 46 civilian deaths, 530 civilian injuries, and \$219 million in direct property damage per year. An estimated 3% of all 2007-2011 reported structure fires were in high-rise buildings. The Arab Gulf countries are home to some of the most spectacular high-rise towers in the world, but some building experts say that many of those towers are sheathed in a highly flammable material that puts occupants at risk. Law in (7) reported that in the UAE has estimated that 70% of the high-rise buildings there have panel facade cladding made of a combustible thermoplastic core held between two sheets of aluminium. When the panel ignites, fire spreads rapidly, racing to the top of the building and sending flaming debris hurtling to the streets below. "Like a Roman candle" is how one observer described it.*



Figure 1 – Tamweel Tower blaze in Dubai (7)

Tamweel Tower's, Fig 1. aluminum cladding filled with PUR insulation burned downwards in the early hours of Sunday morning, with abundance of burning droplets, making hundreds of residents homeless.

The Western Balkan countries are now in progress to build high rise buildings which should at the same time to fulfil the energy efficiently requirements. Also there are a lot of

public buildings that should be repaired on the way to fulfil the energy efficiency requirements according EU EPBD II directive (8). ETICS systems are just one of the possible solutions for reducing energy requirements of buildings, while at the same time ensuring satisfactory climate conditions within the building. The facade constructed with ETICS system reduces the heating and cooling energy needs, and additionally gives the new look to the existing buildings that have gone through the refurbishment process. However, it should be noted that the same concept and the design elements that are being used as energy efficient are often in conflict with the requirements of safety regulations. One such example relates to the use of combustible materials as a part of ETICS and other facade systems.

The project called “Façade Fire Testing” (FFT) consisting of the team of experts from Sweden, Slovenia and Croatia together with representatives from Fire Safety Europe worked on through 2013 and 2014 with the aim to disseminate the need of more knowledge in façade systems design. Some of the fire resistance testing results will be presented in this paper. The paper presents an example of testing of three different types of ETICS system regarding their fire performance according to the BS 8414 standard. The conclusion of the FFT project is that engineers educated and trained in the field of fire protection should definitely be part of the teams designing the new and/or retrofit of existing building's in terms of energy efficiency and more work should be done for better fire facade testing procedures.

2. ROLE OF FAÇADE IN BUILDING

The façade of a building also called building envelope is an important part of the building. The façade remains one of the most important exterior elements for building functionality. While the façade is an elegant component that helps to define the unique architectural aesthetics of the building, it also has the critical role related to energy performance and interior function of a building. The National Institute of Building Sciences (NIBS) is one of the organizations working to define these needed metrics, baselines, benchmarks and verification strategies, specifically with respect to the building envelope (9).

As technology continues to improve, different options for improvement become available for incorporation into building facades. These elements are geared toward improvement of the building envelope performance. High performance in the building sector is most often calibrated to energy efficiency, more specifically, energy efficiency during the operations phase of a building. Human health and productivity are also frequent considerations of contemporary architecture, and certainly essential to the high-performance building dialogue, Fig 2. Energy performance, health and productivity are also fundamental elements of sustainability. In fact, a review of the literature reveals that high performance is often regarded as synonymous with sustainability. While energy consumption and resulting emissions are a central issue, comprehensive assessment of building performance yields a far more complex set of considerations. New buildings today are often erroneously labelled high performance. Buildings that do legitimately qualify for high-performance standing may not meet the true measure of sustainability. Energy performance, health and productivity are also fundamental elements of sustainability. In fact, a review of the literature reveals that high performance is often regarded as synonymous with sustainability. While energy consumption and resulting emissions are a central issue, comprehensive assessment of building performance yields a far more complex set of considerations. New buildings today are often

erroneously labeled high performance. Buildings that do legitimately qualify for high-performance standing may not meet the true measure of sustainability. A more concise definition is required to bring clarity to these various ambiguities.

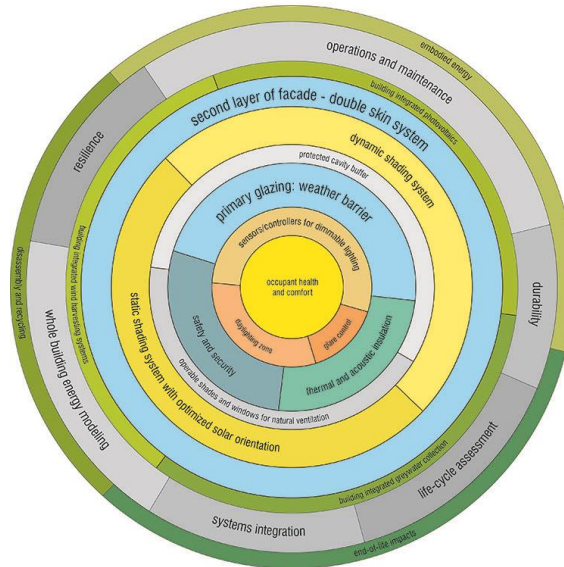


Figure 2 – Attributes for Determining Performance of the Building Façade (9)

Consequently, a high-performance green building is a high-performance building that outperforms similar buildings in the following areas:

- Item 1: resource efficiency, including energy and water
- Item 2: indoor environmental quality, including thermal comfort, lighting and acoustics “that affect occupant health and productivity”
- Item 3: environmental impacts to air and water, waste generation
- Item 4: use of bio based, recycled and nontoxic materials
- Item 5: reuse and recycling
- Item 6: systems integration
- Item 7: reduced environmental impacts resulting from transportation
- Item 8: consideration of human and environmental health impacts.

Fire safety is not the predominant consideration, as Bill Duncan mentioned during his presentation at International seminar on façade fire safety in Civil Engineering Faculty, University of Zagreb (10).

New facade materials and processing techniques are continually being developed in the search for better facade performance, making the design and procurement of the building envelope a highly technical and complex process – yet one that is still immensely creative. With sustainability now a key regulatory requirement, facade engineers carefully analyse the environmental ‘behaviour’ of different facade designs using advanced techniques such as thermal modelling, wind analysis, acoustic design, solar and glare studies. As engineers

develop new and leading facade design, it is important to develop an understanding of how various components of the facade and the facade orientation can also influence fire performance.

3. SOME EXAMPLES OF FIRE ON FAÇADES

There are both national and international reports of several fires involving the facades of buildings, with the result that there has been a lively debate on the use of flammable insulation in exterior walls. This raises the question of what our regulations have to say, and whether they can be interpreted in different ways. However, one thing that could be said for certain is that this is an area in which more research is required, and that international cooperation is essential if the design and construction of robust fire resistant facades is to be ensured.



Figure 3 – Fire in a freshly constructed apartment building in Moscow [11]



Figure 4 – Mermoz Tower, Roubaix, France, May, 2012.[12]

Fire happened in 2009 in a freshly constructed apartment building in Moscow, Fig. 3 but luckily wasn't still habitable. The question that arose was: what are they making the building's facade from for it to burn like a torch? One person died and ten others were injured in a fire that spread rapidly upwards from a second floor flat to the top of an 18 storey tower block in Roubaix, France, apparently via its flammable outer cladding, penetrating other apartments, Fig. 4.

Front façades on two of the seven buildings damaged in the Front Street Fire in Georgetown, SC, USA, on Sep 25, 2013, Fig.5. The fire started in one building, and then went up into the shared attic and spread building-to-building. Ten buildings in total were affected and one building is complete gone after the front façade collapsed Fig. 6.



Figure 5 – Fire in the Front Street Fire



Figure 6 – Collapsed building after fire (13)

The New York Fire Department reported that the concentrated reflections from the shiny stainless steel are so hot that they caused fires on the roofs of several nearby buildings over the course of the last few weeks, including the Verizon Tower (shown below), Pace University and New York Downtown Hospital. Fortunately, no one was injured during any of the incidents.



Figure 7a)

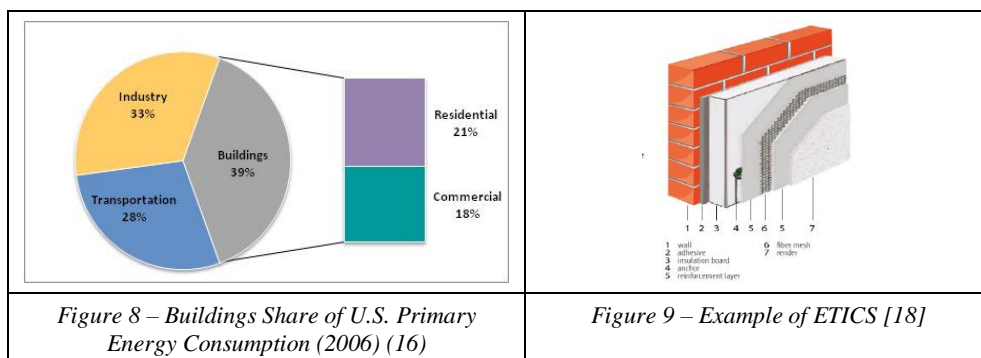
Figure 7b)

Figure 7 – Gehry's Insanely Shiny Façade [14]

4. ETICS SYSTEM

Buildings are responsible for the approximately 40% of the primary energy consumption in EU (15) and USA, Fig. 8. (16). Building energy performance needs to be significantly improved in order to reduce overall energy demand and, importantly, reduce carbon dioxide emissions in line with the cost-effective potential and Europe's GHG emissions objectives. The question for policymakers is how to proceed. Energy efficient buildings (new constructions or renovated existing buildings) can be defined as buildings that are designed to provide a significant reduction of the energy need for heating and cooling, independently of the energy and of the equipments that will be chosen to heat or cool the building. The huge potential of energy efficiency in buildings has been recognised. Progress can begin immediately because knowledge and technology exist today to slash the energy buildings use, while at the same time improving levels of comfort. By using well-proven energy efficiency measures, 70 to 90 % of a building's energy need for heating or cooling can be cut. A strategy for improved energy efficiency of existing buildings is a necessity if the energy consumption is to be reduced significantly over a limited period of time. The life time of buildings ranges from 50 to 100 years and improvement of the existing building stock will thus have much higher impact than the tightening of requirements for new buildings.

That façade present a challenge in terms of energy efficiency and fire protection is well known. But there are some problems particularly nowadays with growing demands for the use of flammable materials not only on the surface of façades but also within the structure of exterior walls.



Flammable insulation, such as EPS, can be used to provide a simple and cost effective solution that meets the energy targets. However, at the same time, the applicable requirements for fire protection must be fulfilled, making it important to handle the material in the light of its potential fire risks.

The fire protection target under building law for the outer wall of the building must be to prevent a spread of the fire across more than 2 storeys above the one where the fire started before the fire brigades start the fire-fighting. Endangerment of the emergency services through falling burning droplets of the façade or large parts of the outer wall which fall down must be prevented, said Kotthoff (17). ETICS is the solution and can be used to improve the energy efficiency of both new and existing buildings, Fig. 9.

ETICS significantly reduces thermal transmission through outer walls and therefore helps to reduce the heating and cooling costs by 50% or more. They also greatly improve living comfort – both in hot and cold climates. Moreover, thanks to warm and dry interior surfaces of walls, ETICS also improve hygienic standards in the interior of the building and help prevent the formation of mildew.

The extensive use of combustible insulation materials in ETICS without proper fire protections and barriers were believed to contribute to the uncontrollable fire spread in the high-rise buildings. Characteristics of the spread of fire at the façade of the building are explained in the paper at this conference (19).

5. FFT PROJECT

With the increasing use of combustible material in façade to reach energy performance of buildings fire safety of façade is a growing issue. Although many believe that façades have no or little impact on the spread of fire in buildings, a large scale test carried out in May 2014 by the team of experts from Sweden (SP Technical Research Institute of Sweden), Slovenia (ZAG - Slovenian National Building and Civil Engineering Institute) and Croatia (University of Zagreb, Faculty of Civil Engineering, Laboratory for Thermal Measurements - LTM) and representatives from Fire Safety Europe and HUZOP (Croatian Association for Fire Protection). Through the testing of three different types of ETICS system regarding their fire resistance according to the BS 8414 standard has revealed that façade fires can in fact spread very rapidly depending on the type of materials used. British Standards BS 8414

simulates the development of a fire in the two-story building, which starts in a room and spreads out of the window onto facade. Three specimens were constructed (Fig. 10), where three different types of thermal insulation systems (Table 1) were erected on the brick wall.



Figure 10 – Erecting the specimens (left), finished specimens (right)

The same rendering was used for all three samples, i.e. organic rendering (acrylic render) was used. Insulation thickness used was 15 cm for all three samples, while on the insulation layer, reinforcing mesh together with render base coat and render finishing coat were applied. The quantity of rendering on MW and EPS insulation was controlled and was applied in the same quantity for all three specimens. All details were executed according to the manufacturers' specifications. Around the window opening, flange was insulated with the insulation thickness of 5 cm, while all the corners and edges were executed with the aluminium corner elements or metal edge strips, respectively. Specimen S2 had MW insulation above the window (barrier at the Lintel of openings), as shown on Fig. 11.

Table 1 Description of the test specimens

| Specimen label | S1 | S2 | S3 |
|----------------------|--|--|---|
| Specimen description | ETICS with combustible insulation (EPS) + organic render | ETICS with combustible insulation (EPS) + organic render With fire barriers around the openings (German standard) | ETICS with non-combustible insulation (MW) + organic render |



Figure 11 – Barrier at the lintel of opening – specimen S2

Measurements of the temperature change was performed according to BS 8414 on all three specimens, by using Type K thermocouples (Chromel – Alumel) mineral insulated, 1.5 mm nominal diameter with insulated junctions. While additional temperature measurements were performed by using plate thermometers, together with 1 mm and 3 mm thermo couples, respectively. Load cells were installed under the wood cribs of all three specimens in order to monitor the change of the mass of the cribs, i.e. the change in the energy of the cribs. Additionally, the specimens were monitored and the temperature was measured by using the infrared thermography, Fig. 12.

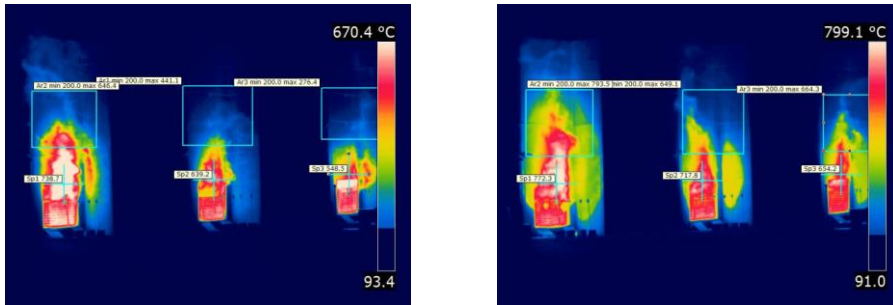


Figure 12 – Thermograms of the specimens: 9 minutes after the fire start (left), 15 minutes after the start of fire (right)

The test (Fig. 13) showed how the ETICS with EPS as insulating material, a type of cheaper combustible thermal insulation nowadays extensively used, can behave devastatingly in a fire. However the ETICS using only noncombustible, insulation had minimal fire damage only to the finish layer, and even more importantly the fire did not spread onto the neighboring floors, Fig. 14.



Figure 13 Specimens during testing



Figure 14 Specimens after the test

This is a particularly important factor in buildings where, in case of fire, the safe and quick evacuation of large number of people is paramount. This need to be taken into account both in new constructions and energy renovation projects, especially for public buildings such as shopping malls, schools, hospitals or care homes.

However, Lars Boström from the Swedish Institute SP after the end of the test, who has besides a set of measurements according to this standard, conducted many additional ones, said that 'existing standardized full scale fire tests do not cover all essential parameters for

the development of a fire. These additional measurements will give valuable information to supplement and update existing fire tests standards'.

6. CONCLUSION

The conclusion of the FFT project is that engineers educated and trained in the field of fire protection should definitely be part of the teams designing the new and/or retrofit of existing building's in terms of energy efficiency and more work should be done for better fire facade testing procedures. Bill Duncan from Fire Safe Europe (FSEU), explained that this test highlights a paramount problem: whilst fires are the same all over the world, while fire protection regulations differ substantially. Our goal is to work with policy makers and regulators to ensure that fire safety rules are drastically improved across the entire EU. This includes ensuring that harmonized EU-wide rules are put in place to make sure that construction products and practices consistently meet appropriate, higher and more rigorously enforced fire safety standards. Tomislav Skušić, expert from LTM, express the whole project team hopes that this test will contribute to further improvements in the regulations relating fire protection products and will provoke our citizens and legislators in Croatia to think about the importance of fire safety.

7. REFERENCES

- [1] <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/265364/high-rise-building>)
- [2] http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_cities_with_the_most_high-rise_buildings
- [3] Winfried Heusler and Dirk U Hindrichs, *Facades: Building Envelopes for the 21st Century*, Birkhauser, Mar 2010, ISBN: 9783764399597, pp 568.
- [4] Ajla Aksamija, *Sustainable Facades: Design Methods for High-Performance Building Envelopes*, Wiley, May, 2013, ISBN-13: 978-1118458600 ISBN-10: 1118458605, pp 256
- [5] Keith Boswell , *Exterior Building Enclosures: Design Process and Composition for Innovative Facades*, Wiley, ISBN: 978-0-470-88127-9, August 2013, pp 616
- [6] John R. Hall, Jr., *High-rise building fires*, Report, September 2013, National Fire Protection Association Fire Analysis and Research Division
- [7] Bill Law, *Towering inferno' fears for Gulf's high-rise blocks*, Gulf analyst, BBC News <http://www.bbc.com/news/world-middle-east-22346184>
- [8] European Parliament and the Council, 2010. Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast). , p.23
- [9] *High-Performance Facades | Part Three: Performance Attributes — What to Consider & Measure*, Facades+ Conference in New York City, April 11-12., http://www.enclos.com/news_page/high_performance_facades_part_three_performance_attributes
- [10] Bill Duncan, *Why fire safety merits action in the EU*, presentation in International seminar on façade fire safety, May 28 2014, Zagreb, Croatia, <http://www.grad.unizg.hr/fft/galerija>

- [11] http://izismile.com/2009/08/10/fire_in_a_freshly_constructed_apartment_building_24_pics.html/28-08-2014.
- [12] <http://www.firegeezzer.com/2012/05/15/spectacular-high-rise-fire-in-france/firefighters-attempt-to-extinguish-a-fire-at-the-mermoz-building-tower-in-roubaix/28-08-2014>.
- [13] WMBF News Staff, <http://www.foxcarolina.com/story/23523095/fire-crews-fighting-raging-flames-on-front-st-in-georgetown-county>, Sep 30, 2013.
- [14] Jessica Dailey, New York by Gehry's Insanely Shiny Facade Sets Fire to Local Buildings, <http://inhabitat.com/nyc/new-york-by-gehrys-insanely-shiny-facade-sets-fire-to-local-buildings>, 04/01/11
- [15] Energy efficiency in buildings, <http://www.isover.com/Our-commitment-to-sustainability/Energy-efficiency/Energy-efficiency-in-buildings/28.08.2014>.
- [16] Buildings and Emissions: Making the Connection, Center for Climate and Energy Solutions, Buildings Overview, CLIMATE TECHBOOK, May 2009, 1-9.
- [17] I. Kotthoff, Fire performance of external thermal insulation composite systems (ETICS) in Buildings, presentation at the 4th Global insulation conference, 2.-3. 11.2009 in Prague, <http://www.eumeps.org/show.php?ID=4767&psid=xwctaave/01.09.2014>.
- [18] About ETICS, European Association for External Thermal Insulation Composites System, <http://ea-etics.eu/~run/views/etics/about-etics.html/1.9.2014>.
- [19] Miodrag Drakulić, dipl.ing.stroj, Milan Carević, Bojan Milovanović, Karakteristike širenja požara po fasadama, 14th International Conference on Fire and Explosion Protection, Novi Sad, October 2-3, 2014.

Meri CVETKOVSKA¹
Milivoje MILANOVIĆ²

Original scientific paper

FIRE RESISTANCE OF DIFFERENT TYPES OF SIMPLY SUPPORTED FLOOR STRUCTURES

Abstract: This paper presents the numerically achieved results for the fire resistance of several types of floor structures which are mostly used in our buildings, as: solid RC slabs and semi-prefabricated reinforced concrete slabs system FERT and STIRODOM (with infill of extruded polystyrene -XPS). Using the software SAFIR and FIRE, the effect of the intensity of the permanent and variable actions and the effect of the thermal isolation on the fire resistance of simply supported slabs were analyzed. The fire resistance was defined with respect to the criteria of usability of the structures in fire conditions, according to Eurocodes and the standards in force.

Key words: floor structure, simply supported slab, fire resistance, thermal isolation

ПОЖАРНА ОТПОРНОСТ РАЗЛИЧИТИХ ТИПОВА СЛОБОДНО ОСЛОЊЕНИХ МЕЃУСПРАТНИХ ПЛОЧА

Резиме: У овом раду је анализирана пожарна отпорност неколико типова међуспратних конструкција које су најзаступљеније у нашем грађевинарству, а то су: пуна (масивна) АБ плоча и полумонтажне АБ плоче система ФЕРТ и СТИРОДОМ (са испуном од екструдираног полистирена-ХПС). Помоћу софтвера SAFIR и FIRE анализиран је утицај интензитета сталног и променљивог оптерећења, као и утицај термичке изолације на пожарну отпорност слободно ослоњених таваница. Анализа пожарне отпорности је извршена у односу на критеријум употребљивости третиране конструкције у пожарним условима према Еврокодovima и важећим прописима за пројектовање конструкција.

Кључне речи: међуспратна конструкција, пожарна отпорност, термичка изолација

¹ Prof. PhD, Faculty of Civil Engineering, Ss. Cyril and Methodius University in Skopje, Macedonia, cvetkovska@gf.ukim.edu.mk

² Assist. Mr, State University of Novi Pazar, Novi Pazar, Serbia, pbarhisnp@gmail.com

1. INTRODUCTION

Floor structures, as horizontal elements, have a very important role in providing bearing capacity, usability and stability of the building as a whole. Their proper selection and design, when they are exposed to different types of loads (mainly: permanent and variable), should provide stable and safe structure during the exploitation period.

In case of fire floor structures do not have only load bearing function. In most cases they are used as elements for separating the fire compartment. Where compartmentation is required, the elements forming the boundaries of the fire compartment, including joints, shall be designed and constructed in such a way that they maintain their separating function during the relevant fire exposure [1]. This shall ensure, where relevant, that integrity failure does not occur, insulation failure does not occur, thermal radiation from the unexposed side is limited.

The criterion Integrity (E) expresses the ability of the separating element of the building construction, when exposed to fire on one side, to prevent the passage through it of flames and hot gases and to prevent the occurrence of flames on the unexposed side. The criterion Insulation (I) expresses the ability of the separating element of the building construction when exposed to fire on one side, to restrict the temperature rise of the unexposed face below specified levels and the criterion Load bearing function (R) expresses the ability of the structure or the member to sustain specified actions during the relevant fire, according to defined criteria. Criterion "I" may be assumed to be satisfied where the average temperature rise over the whole of the non-exposed surface is limited to 140 K, and the maximum temperature rise at any point of that surface does not exceed 180 K [1].

Does the floor structure meet the required fire resistance criteria mainly depends on: mechanical and thermal characteristics of the materials used for the construction; initial loading level; support conditions; dimensions of the cross section; steel ratio; concrete cover thickness and fire scenario.

The fire resistance of the most frequently used floor structures in the multi story residential buildings and in the individual housing construction is analyzed in this paper. Mainly, the massive simply supported or continuous reinforced concrete slabs with different thickness are used for the multi story residential buildings. For the individual housing construction semi-prefabricated reinforced concrete slabs system FERT and STIRODOM (with infill of extruded polystyrene-XPS) are usually used [2]. These types of slabs have load bearing capacity only in one direction and from that reason only simply supported slabs are analysed in this paper.

A durable structure shall meet the requirements of serviceability, strength and stability throughout its design working life, without significant loss of utility or excessive unforeseen maintenance. In fire conditions, as a result of a large number of real fire tests and corresponding numerical analyzes, it was found out that the moment of failure of the floor structure is always followed by significant deformation (deflection). If the structure is close to the limit state, after the cooling phase the residual deflections are so great that it cannot be used without significant rehabilitation. For these reasons, during the fire action, the deformation (deflection) of the slab is limited to prescribed value. According to the ISO standard, this limit value is $L/30$ (L is the span of the slab) [3].

The actual deformations may differ from the estimated values, particularly if the values of applied moments are close to the cracking moment. The differences will depend on the dispersion of the material properties, on the environmental conditions, on the load history, on the restraints at the supports, etc.

For design of floor structures with defined fire resistance, the proper thermal characteristics of the applied materials should be taken into account. Comparing with the traditional one, the new contemporary materials are lightweight and have better thermal and acoustic properties, but it doesn't mean that in case of fire the higher fire resistance should be achieved. Some of these materials (Styrodur, Styrofoam, etc) are thermally unstable when exposed to high temperatures. From that reason and based on corresponding numerical and experimental analysis, the general recommendations on how to use these materials and the need for the fire protection of the floor structures should be provided.

This paper presents the numerically achieved results for the fire resistance of three types of floor structures that are mostly used in our buildings: solid RC slabs and semi-prefabricated reinforced concrete slabs, system FERT and STIRODOM. For comparison, all three types of slabs were analysed as simply supported slabs and were exposed to ISO standard fire from the bottom side, as most critical fire scenario. The RC slabs and the slabs system STIRODOM were constructed with and without thermal insulation at the bottom side of the slabs and the positive effect of the thermal insulation was confirmed. Based on the numerically achieved results, certain conclusions that can be useful for meeting the prescribed fire resistance of these types of floor structures were obtained.

2. FIRE RESISTANCE OF SIMPLY SUPPORTED FLOOR STRUCTURES

The computer programs SAFIR (University of Liege, Belgium) and FIRE (Cvetkovska, Ss. Cyril and Methodius University in Skopje, Macedonia), based on Finite Element Method, were used for the fire resistance analysis of the simply supported floor structures treated in this paper. Both programs are capable of conducting the nonlinear and transient heat flow analysis and nonlinear stress-strain response associated with fire.

The program FIRE [4] consists of two modulus. The modulus FIRE-T solves the governing differential equation of heat transfer in conduction by taking into account the fire boundary conditions modeled in terms of both convective and radiating heat transfer mechanisms. The response of a reinforced concrete elements and plane frame structures exposed to fire is predicted by modulus FIRE-S. This modulus accounts for: dimensional changes caused by temperature differences, changes in mechanical properties of materials with changes in temperature, degradation of sections by cracking and/or crushing and acceleration of shrinkage and creep with an increase of temperature.

The cross sections and the dimensions of the three different types of simply supported floor structures were defined according to the current standards (rulebook BAB) and the technical characteristics of the producers (Figure 1). The following parameters, characteristics and conditions were assumed:

- The slabs were exposed to ISO 834 Standard fire only from the bottom side,
- A separate stripes with dimensions: $b = 1$ m, $L = 6$ m (typical section) were analysed,

- The temperature dependent physical and mechanical properties of the siliceous aggregate concrete (compressive strength $f_c=30\text{Mpa}$) and the reinforcement (yield strength $f_y=400\text{Mpa}$) were assumed according to EC2, part 1-2,
- Physical properties of other materials at ambient temperature were taken according to the values provided by the producers and are given in Table 1.

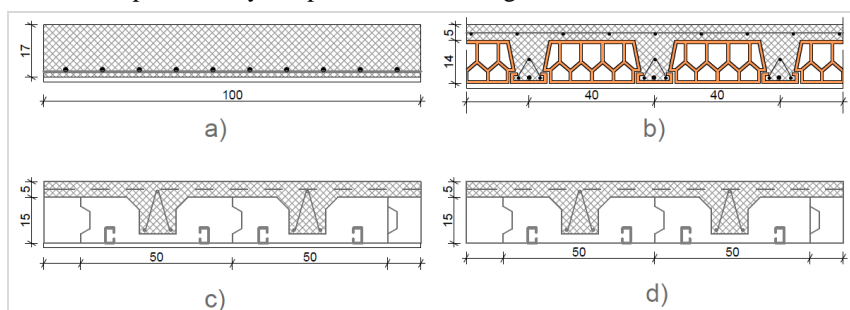


Figure 1 – Different types of floor structures: a) RC slab; b) slab system FERT; c) slab system STIRODOM with plasterboard as thermal insulation; d) slab system STIRODOM

Table 1 – Thermal properties of insulation materials

| Properties/material | | brick | Plaster-board | EPS | Concrete | Reinforce-ment |
|----------------------|-------------------|-------|---------------|-------|----------|----------------|
| density | kg/m ³ | 1500 | 1000 | 30 | 2400 | 7800 |
| thermal conductivity | W/mK | 0.80 | 0.21 | 0.035 | 2.0 | 54 |
| specific heat | J/kgK | 920 | 1090 | 1450 | 960 | 440 |
| Surface emissivity | | 0.93 | 0.85 | 0.90 | 0.92 | 0.69 |

As first case study the criterion Load bearing function (R) was analysed. For all types of floor structures the design loads (permanent and variable) at ambient temperatures were assumed to be the loads that cause vertical deformation equal to $L/250$ [1]. These loads were considerably lower than the ultimate loads.

For the selected types of floor structures the fire resistance in time domain is presented in Figure 2. The design loads that at ambient temperatures cause vertical deformation equal to $L/250$ are taken as 100%. All other loads are given as a percentage of these limited design loads (84%, 67% and 50%). Differences in the fire resistance of the certain types of floor structures are not significant except for the slab system STYRODOM with ceiling of plasterboard. This type of floor structure is more resistant to the effects of temperature and the fire resistance is much higher than for the other types of floor structures. The same structure, but without plasterboard at the bottom (ceiling) side (only thin plaster layer), has the lowest fire resistance. The reason for that is the melting of the infill of extruded polystyrene-XPS caused by temperatures over $T=300^{\circ}\text{C}$. At temperatures $T=450-500^{\circ}\text{C}$ the infill is completely burned and the temperatures in the cross section of the slab are much higher than in other three cases. Consequently, the deflection rapidly increases much more over the limited value $L/30$.

Time dependant bending deformations (deflections) of the analysed floor structures are presented in Figure 3. As a result of the excellent insulation properties of the plasterboard lining, the slab system STYRODOM with plasterboard at the bottom side has the highest fire resistance and smallest vertical deflection. During the heating period $t = 60$ min, as a result of the initial stiffness, the STYRODOM slab without plasterboard has small initial deflection, but after this time period, as a result of melting of the infill, the bending deformation (deflection) rapidly increases and after $t=70$ min reaches the limited value $L/30$. When fire exposure is less then 40 min the RC slab has higher stiffnes and lower diflection then the slab system FERT. The thermal conductivity of concrete is twice higher than of the brick, respectively the temperatures in the cross section of the RC slab are higher then of the slab system FERT, respectively the stiffness of the RC slab decreases faster and after $t=90$ min both structures simultaneously reach the limited deflection $L/30$ (Figure 3).

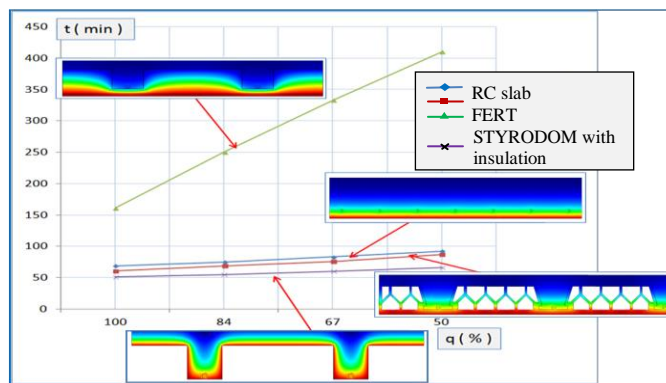


Figure 2 – Fire resistance of different types of simply supported floor structures, as function of the applied loads expressed as percentage of the design loads that cause deflections $L/250$

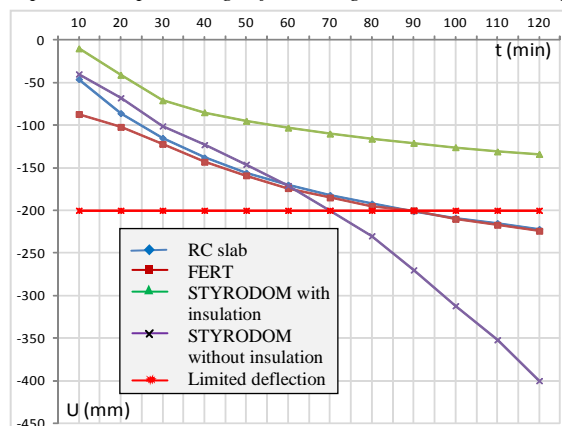


Figure 3 – Time dependent vertical deflections of different types of simply supported floor structures exposed to fire from the bottom side

As a second case study the Insulation criterion (I) was analysed. For fulfillment of this criterion the average temperature rise over the whole of the non-exposed surface was limited

to 140°C, that means the temperature was limited to 160°C (the ambient temperature before action of fire was 20°C) and the maximum temperature at any point of that surface was limited to 200 °C. The numerically achieved results for the temperatures in characteristic points of the cross sections of the slabs are presented on Figures 4, 5, 6 and 7. The average temperature of 160°C at the non-exposed surface of the RC slab (Figure 4) was reached after t=250 min.

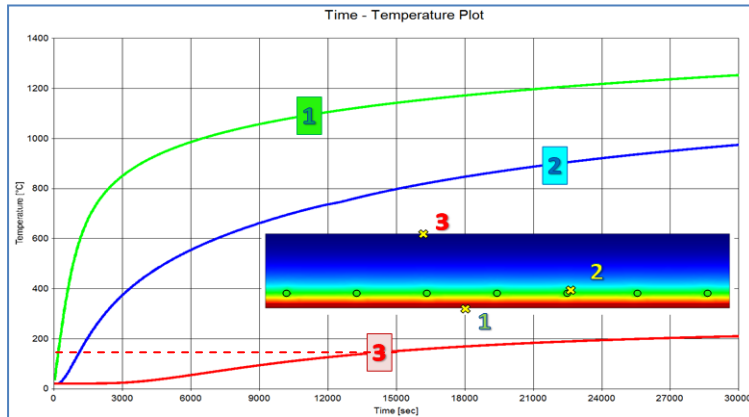


Figure 4 – Temperatures in characteristic points of the cross section of RC slab

In case of slab system FERT the temperatures of points 3 and 4 at the upper part of the slab were different. Point 3 is over the concrete rib and point 4 is over the infill of brick. Crucial role for the lower temperature in point 4 has the trapped air in the brick cavities because it is an excellent insulator. The maximum temperature of 200°C was reached after t=300 min (point 3 at Figure 5) and average temperature of 160°C (point 4) was reached after t=200 min.

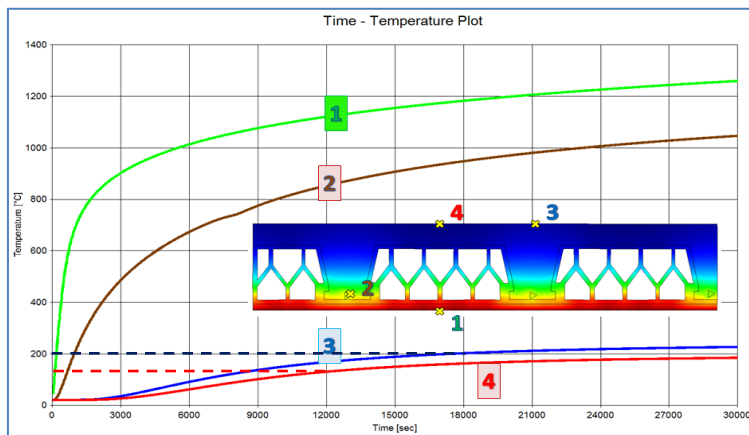


Figure 5 – Temperatures in characteristic points of the cross section of slab system FERT

In case of slab system STYRODOM without plasterboard at the bottom side the temperatures in the cross section were highest (Figure 6). The reason for that was the melting of the infill of extruded polystyrene-XPS caused by temperatures over $T=300^{\circ}\text{C}$. The speed of melting was 4-6,4 mm/sec. At temperatures $T=450-500^{\circ}\text{C}$ the infill was completely burned. The maximum temperature of 200°C was reached after $t=40$ min (point 2 at Figure 6) and the average temperature of 160°C was reached after $t=35$ min. At point 3 the temperature was lower than at point 2 because of the thickness of the concrete rib. In case when thermal insulation of 1.5cm plasterboard was applied at the bottom side of the slab, the moment of melting was postponed and temperatures of the cross section were less then in case without plasterboard (Figure 7). The maximum temperature of 200°C was reached after $t=70$ min (point 2) and the average temperature of 160°C was reached after $t=50$ min.

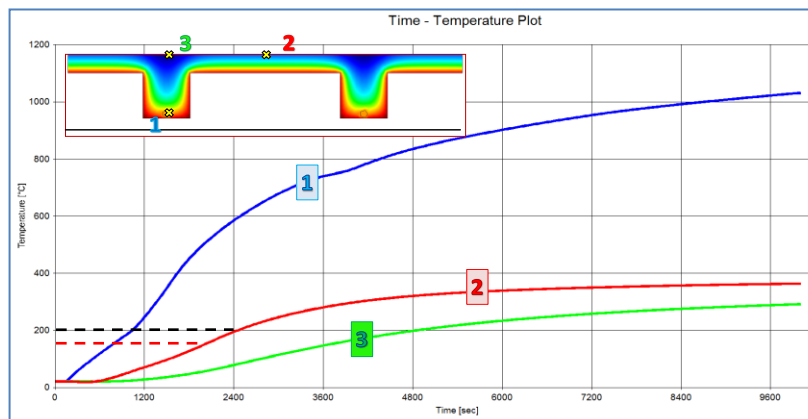


Figure 6 – Temperatures in characteristic points of the cross section of slab system STYRODOM without plasterboard at the bottom side

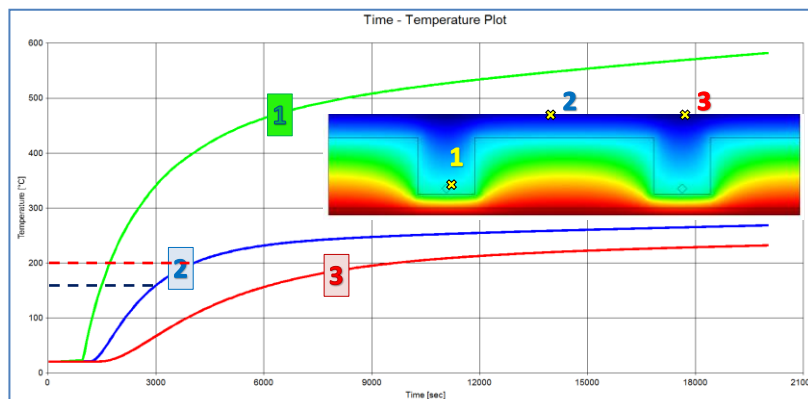


Figure 7 – Temperatures in characteristic points of the cross section of slab system STYRODOM with plasterboard as thermal insulation at the bottom side

The analysis presented in this paper show that from all three types of floor structures the RC slabs have the best performance at ambient temperature, as well as in case of fire.

Concerning the Insulation criterion (I) for RC slabs no further improvements are needed, but in most cases the Load bearing function (criterion R) is not sufficient. Therefore further investigations were done and the influence of the concrete cover thickness and of the thermal insulation on fire resistance of the simply supported RC slabs was analysed. The following values were used: span $L=5.0\text{m}$, height of the slab $h=16\text{cm}$, reinforcement $\phi 12/12.5\text{cm}$, yielding strength $f_y=400\text{Mpa}$, siliceous aggregate concrete with compressive strength $f_c=30\text{Mpa}$, permanent load $g=4.4\text{KN/m}^2$, variable load $p=2\text{KN/m}^2$. The concrete cover thickness was varied: $a=2\text{cm}$, 2.5cm and 3cm without changing the height of the slab (the lever arm was changed and consequently the initial stresses and initial deflections were different). For the case of concrete cover thickness $a=2.0\text{cm}$ a plasterboard with thickness $d=1.25\text{cm}$ was added as thermal insulation from the bottom side and the fire resistance of the slab was compared. The results for all four cases are presented in Figure 8. For the same thickness of the slab and the same permanent and variable actions, the initial deflections increase with increase of the concrete cover thickness. In case of fire it is opposite. For $a=2.0\text{cm}$ the plastic hinge at the mid span of the slab is formed after 1.55 hours (93 min) of fire action, while the limited deflection of $L/30$ is reached after 46 min. In case of $a=2.5\text{cm}$ the plastic hinge is formed after 1.9 hours (114 min) and the limited deflection is reached after 53 min. In case of $a=3.0\text{cm}$ the plastic hinge is formed after 2.25 hours (135 min) and the limited deflection is reached after 60 min. If plasterboard of 1.25cm thickness is used at the bottom of the slab, the fire resistance is significantly increased and the limited deflection is reached after 3.46 hours (210 min).

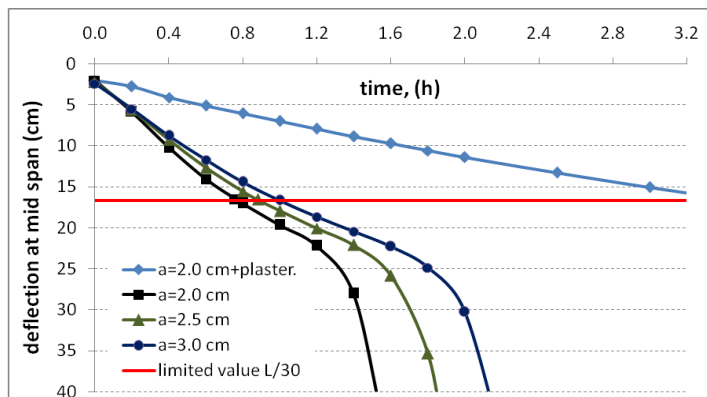


Figure 8 – Deflection at the mid span of a simply supported RC beam exposed to fire from the bottom side, as function of the concrete cover thickness “a”

3. CONCLUSION

The analysis presented in this paper shows that from all three types of floor structures the RC slabs have the best performance at ambient temperature, as well as in case of fire. The performance of the slab system FERT when exposed to fire is satisfactory too, but we should not neglect its lower stiffness and greater deflections at ambient temperatures. The fire resistance of the contemporary floor structures (STYRODOM, ITONG, etc.) depends on the thermal insulation of the slab. The infill of extruded polystyrene-XPS is sensitive on

temperatures over 300°C, therefore we should not avoid these structures, but it is necessary to provide protective measures. Findings in this paper underline the positive effect of using a thicker concrete cover thickness or thermal insulation on increasing the fire resistance of simply supported RC slabs.

4. REFERENCES

- [1] EN 1992-1-2 (2004): Design of concrete structures - Part 1-2: General rules. Structural fire design
- [2] Sorić, Z. and Morić, D. (1990): Eksperimentalna i teorijska istraživanja polumontažnih stropnih konstrukcija, *JUDIMK Simpozijum o istraživanjima i primeni savremenih dostignuća u našem građevinarstvu u oblasti materijala i konstrukcija*, Novi Sad
- [3] Building Research Establishment Ltd (2005): The integrity of Compartmentation in Buildings During a Fire
- [4] Cvetkovska, M. (2002): Nonlinear Stress Strain Behaviour of RC Elements and Plane Frame Structures Exposed to Fire, *Doctoral dissertation*, Ss Cyril and Methodius University in Skopje, Macedonia

Marija JELČIĆ RUKAVINA¹
Dubravka BJEGOVIĆ²
Enes SEFEROVIĆ³

Original scientific paper

INFLUENCE OF HIGH FIRE TEMPERATURES ON FIBRE REINFORCED CONCRETE

Abstract: This paper presents the results obtained by testing of concrete with the addition of polypropylene fibers (1 and 2 kg/m³) in order to evaluate the suitability for use in the secondary tunnel lining. The main focus has been given to the testing of the elements of the secondary tunnel linings under fire conditions. Testing specimens were exposed to rising temperature in accordance with RWS (Rijkswaterstaat) curve, which presents the most rigorous conditions of fire loading for tunnel constructions. The study confirmed that the addition of polypropylene fibers in concrete mixtures reduces the risk of explosive spalling and occurrence of cracks in concrete elements and provides cost-effective fire protection for tunnel linings

Key words: polypropilene fibers, fibre reinforced concrete, tunnel linings, explosive spalling

UTJECAJ VISOKIH POŽARNIH TEMPERATURA NA MIKROARMIRANI BETON

Abstract: U radu su prikazani rezultati dobiveni ispitivanjem betonskih mješavina s dodatkom polipropilenskih vlakana (1 i 2 kg/m³) u usporedbi sa rezultatima dobivenim na referentnoj mješavini bez dodatka vlakana, a s ciljem ocjene prikladnosti spomenutih betona za uporabu za sekundarnu tunelsku oblogu. Glavni osvrt je dan na ispitivanje armiranobetonskih elemenata sekundarne tunelske obloge u uvjetima požara. Uzorci su izloženi porastu temperature koji prati RWS krivulju, a koja predstavlja najstrožije uvjete opterećenja požarom za tunelske konstrukcije. Ispitivanjem je potvrđeno da dodatak polipropilenskih vlakana u betonsku mješavinu smanjuje pojavu pukotina i eksplozivnog pucanja u armirano-betonskim elementima sekundarne tunelske obloge te predstavlja ekonomski prihvatljivo rješenje za poboljšavanje svojstava betona u uvjetima požarnog opterećenja.

Ključne riječi: polipropilenska vlakna, mikroarmirani beton, tunelska obloga, eksplozivno pucanje

¹PhD, Civ.E. University of Zagreb, Faculty of Civil Engineering, Kaciceva 26, 10000 Zagreb, jmarija@grad.hr

²Prof. PhD, Civ.E University of Zagreb, Faculty of Civil Engineering, Kaciceva 26, 10000 Zagreb, dubravka@grad.hr

³MSc, Civ.E CSS d.o.o., Savska cesta 144A, 10000 Zagreb, enes.seferovic@zg.t-com.hr

1. INTRODUCTION

It is well-known that normal strength concrete (up to C50/60) have good resistance in the case of fire exposure, because it is inorganic and non-combustible material. However, under the impact of fire, different physical, chemical and mechanical processes in concrete can cause degradation of the mechanical properties and explosive spalling of protective layer of the reinforcement [1].

Due to the complexity of the phenomenon there is no generally accepted physical model for the occurrence of an explosive spalling, but in the available literature there are two main processes (shown in Figure 1), that are responsible for it. On the one hand, it is believed that the explosive spalling is the consequence of high pore pressure in the microstructure of concrete as a result of evaporation of water, which in turn causes a tensile stresses. When tensile stresses in concrete material reach the value of its tensile strength, an explosive spalling occur (Figure 1-1). On the other hand, the limited thermal deformations creates biaxial compressive stresses parallel to the exposed surface of the concrete, which causes a tensile stresses in a direction perpendicular to the exposed surface of the concrete element (Figure 1-2) [2,3].

In both cases, the main property of concrete is its tensile strength. In addition to the tensile strength, the following factors can influence the occurrence and intensity of explosive spalling: the moisture content of concrete, its pore structure and permeability properties, heating rate, maximum temperature reached etc. Occurrence of explosive spalling usually occurs in the first 7 - 30 minutes from the start of exposure to high temperatures [3].

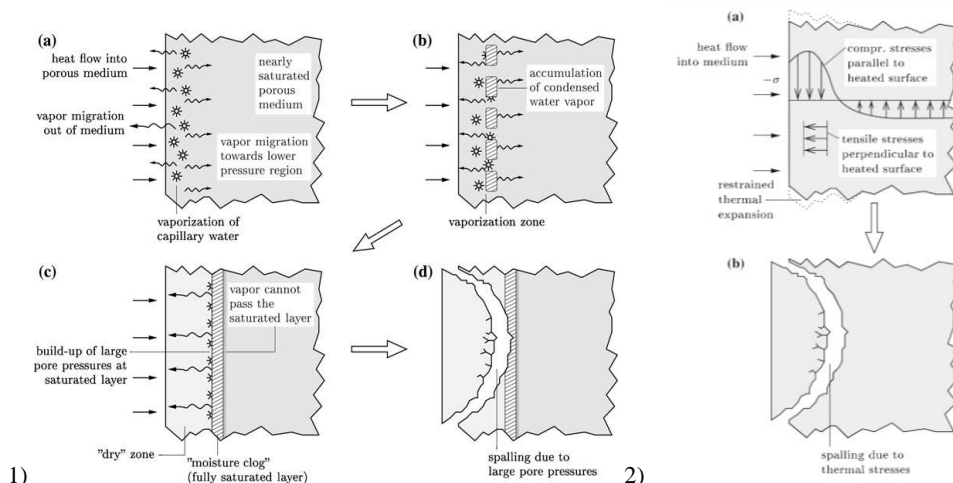


Figure 1 – Illustration of explosive spalling influenced by 1) thermo-moisture processes; 2) thermo-mechanical processes [3]

Tunnel structures are particularly exposed to explosive spalling of concrete cover (Figure 2), because temperature caused by fire develops much faster (up 250°C/minute) than in other types of constructions (20-30°C/minute in buildings). Furthermore, the initial moisture content of concrete (about 75%) is higher in tunnels than in buildings (about 55%).

According to PIARC document (Chapter VII. 4.3), explosive spalling can occur in the tunnel lining after reaching a temperature of 200°C [4].



Figure 2 –Damages of secondary tunnel linings caused by explosive spalling of concrete [5,6]

The research in this area have shown that the risk of occurrence of an concrete explosive spalling can be reduced or even completely eliminated by the addition of polypropylene (PP) fibers in the concrete mixtures. Polypropylene fibers melt at temperature of approx. 160°C and evaporate at temperature of approx. 340°C, creating tiny chanells in the concrete material that allow pore pressure to be released [7,8].

This article presents the results of tests of reinforced concrete element for secondary tunnel lining, which confirm the positive effect of polypropylene fibers in the concrete mix at the resistance to explosive spalling. It also presents the results of tests of mechanical properties (compressive and tensile strength bending) mixture at room temperature in order to show how the initial mechanical properties have an effect on resistance to high temperatures.

2. EXPERIMENTAL SET-UP

2.1.Mix compositions

The experimental study, presented in this paper were carried out on specimens made of 3 different normal - strength concrete mixtures (denoted with OPC, PP1 and PP2) whose mixture proportions are given in Table 1.

Table 1 Mixture proportions, per 1 m³

| | M1 - OPC | M2 - PP1 | M3 - PP2 |
|--|----------|----------|----------|
| Cement | 360 | 360 | 360 |
| Limestone aggregates [0 – 4 (50%) and 8 – 16 m](50%) | 2364,9 | 2364,9 | 2364,9 |
| Water | 165,6 | 165,6 | 165,6 |
| Admixture (0,5 % per cement weight) | 1,8 | 1,8 | 1,8 |
| PP fibres | - | 1 | 2 |

Proposed concrete mixtures consisted of cement type CEM II/B – S 42,5 N, crushed limestone aggregate with the maximum particle size of 16 mm, and the superplasticizer as an admixture. In mixtures denoted with PP1 and PP2, polypropylene fibres (l = 6 mm, ϕ = 16 μ m) were added at dosage of 1 kg/m³ and 2 kg/m³ respectively.

2.2. Mechanical properties of concrete at room temperature

Testing of mechanical properties at room temperature included compressive and bending strength that were carried out in accordance with current Croatian standards [9,10], as well as testing of flexural toughness in accordance with ASTM 1018 [11].

2.3. Fire testing

Fire tests were carried out in accordance with RWS (Rijkswaterstaat) curve, the highest testing requirements for tunnels with heating rate in the range of 100-200°C/min. The curve rapidly reaches 1200°C and peaks 1350°C (the melting temperature of concrete) after 60 minutes of fire exposure and then decreases gradually to 1200°C at 120 min [12].

Special testing device was constructed for these fire tests (Figure 3). Four specimens with dimensions 60x50x30 cm were prepared for testing (thickness corresponds to the design thickness of the secondary tunnel lining). Two specimens were made of concrete with polypropylene fibers (PP1 and PP2) while two control sample were made of plain concrete (OPC). All four specimens had 40 mm cover placed over steel reinforcement mesh at exposed side of elements. Testing was simultaneously performed on the two elements made of different mixtures divided with rock wool stripes from each other (Figure 3). Fire test were performed using one-side fire exposure where area of heated surface was cca 0,45 m³.

Unstressed specimens were placed on the top of the furnace and directly heated from the bottom side. The thermocouples for monitoring the temperature profile through the specimens were embedded prior to concrete casting at three depths (40, 100 and 150 mm) from exposed surface (Figure 4), while one thermocouple was provided for monitoring temperature inside the furnace.

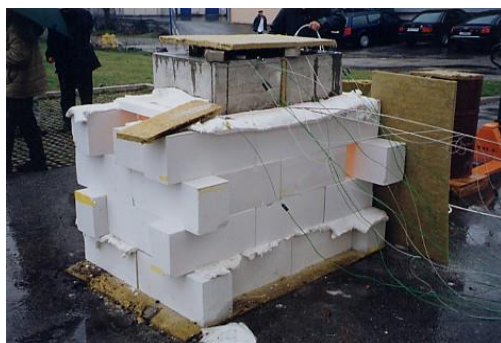


Figure 3 Testing device



Figure 4 Placement of thermocouples before concrete casting

After 120 minutes of fire exposure, hot specimens were cooled down with water simulating "thermal shock" conditions. These conditions especially influence the concrete with the limestone aggregate which expand when free lime combined with moisture form expansive Ca(OH)₂ and further increase the rate of spalling [1].

3. EXPERIMENTAL RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Results of mechanical testing before fire exposure

The compressive and bending strength of concrete is not influenced by the addition of PP fibres which is showed by the results presented in Table 2.

Table 2 Results of compressive and bending strength of tested concretes

| Mixtures | 28 – day compressive strength [MPa] | 28 – day bending strength [MPa] |
|-------------|-------------------------------------|---------------------------------|
| OPC | 40,5 | 6,1 |
| PP1 and PP2 | 38,0 | 7,5 |

The same results were obtained on concrete specimens from mixtures PP1 and PP2 as it can be seen in Table 2.

Results of obtained flexural toughness for specimens with and without PP fibres are presented in Figure 4. It can be seen that the occurrence of the first crack was followed by the brittle fracture of the tested element made of concrete without PP fibres, while on the specimen with PP fibres bearing capacity is observed after the occurrence of first crack.

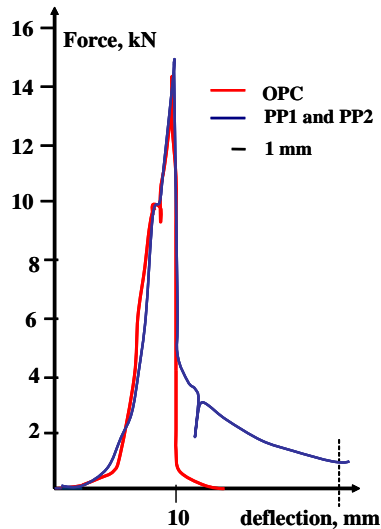


Figure 5 Diagram of obtained flexural toughness for specimens without and with PP fibres

3.2. Results of fire testing

In the following tables (Table 3 and Table 4), observations noted during fire testing are presented.

Table 3 Observations on specimens OPC during fire tests

| Time [min] | Observation |
|------------|---|
| 0 | Start of the fire test |
| 3 | Crisping noises indicating spalling |
| 5 | The first cracks were visible |
| 7 | The great amount of reinforcement was released at the exposed surface |
| 8 | The reinforcement hung free |
| 13 | Spalling abated |
| 15 | Incandescent reinforcement |
| 20 | The end of spalling |
| 45 | Areas of steam condensation were decreased |
| 50 | Melting of reinforcement |
| 120 | Heating stopped - end of testing |

Table 4 Observations on specimen PP1 and PP2 during fire tests

| Time [min] | Observation |
|------------|--|
| 0 | Start of the fire tests |
| 3 | First cracks occurred (4 – 5 cm) |
| 10 | Steam outflow through cracks |
| 45 | Areas of steam condensation were decreased |
| 120 | Heating stopped - end of testing |

These observations pointed out that first cracks occurred after just 3 minutes of fire exposure.

Figure 6 presents developed temperatures through specimens recorded during fire testing. Since the two OPC specimens were made of the same concrete mixture and were exposed to the same heating conditions, they showed the same behaviour; here results are presented just for one specimen.

As it can be seen from the figure, at the same distances from the exposed surface, developed temperatures in the concrete specimens OPC were much higher compared to temperatures in the both samples with PP fibres. On the other hand, when compare specimens made of concrete with different dosage of polypropylene fibres, at depth of 40 mm (lower reinforcement level), higher temperatures were obtained in specimen with 2 kg/m³ of PP fibres. It was totally unexpected and should be confirmed by further testing. In depth of 100 mm and 150 mm, similar temperatures were obtained.

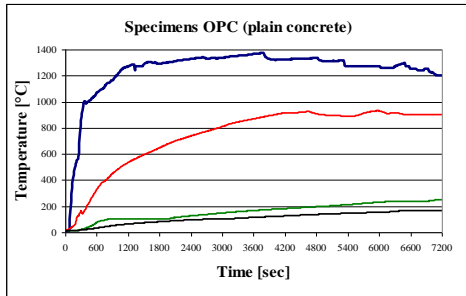


Figure 6a)

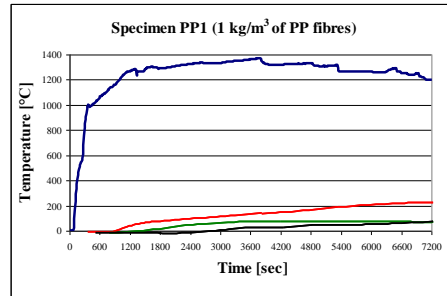


Figure 6b)

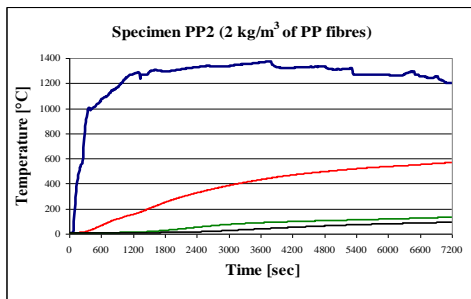


Figure 6c)

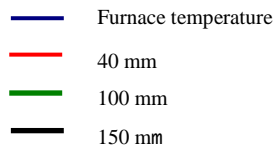


Figure 6 Temperature distribution in testing furnace and through tested specimens a) OPC, b) PP1 and c) PP2

After cooling down with the extinguishing water, the specimens were visually inspected (Figure 7). It can be seen that only small spalling and some crumbling varying from 1 to 2 cm in depth have occurred on surface of specimens made with PP fibres (PP1 and PP2), while the average thickness of 11 cm of concrete was destroyed and spalled on specimens OPC.



Figure 7a)



Figure 7b)



Figure 7c)

Figure 7 Fire exposed surface of specimen a) OPC, b) PP1 and c) PP2

4. CONCLUSIONS

The positive influence of fibres on fire resistance was confirmed by study described in this paper. After fire testing in accordance with RWS curve, only small amount of spalling and some crumbling varying from 1 to 2 cm in depth have occurred on specimens made with 1 and 2 kg/m³ of PP fibres, while the average thickness of 11 cm of concrete was destroyed and spalled on specimens made of plain concrete.

This leads to a conclusion that an addition of polypropylene fibres in concrete mixture at the dosage of just 1 kg/m³ is an effective measure to prevent risk of spalling and consequently to protect the reinforcing steel from high temperatures.

Since the mechanical testing were carried out on concrete unexposed to fire, in order to evaluate the complete suitability of proposed concrete mixture in secondary tunnel lining, further physical and mechanical testing of post-fire concrete properties should be required.

5. REFERENCES

- [1] Khoury G.A, Anderberg Y., Both K., Fellingner J., Hoj N.P. & Majorana C: Fib Bulletin 38, Fire design of concrete structures – materials, structures and modelling - State of art report, June 2007. 106 pp.
- [2] Bazant, Z.P.: Concrete creep at high temperature and its interaction with fracture: Recent progress, Concreep 7 Conference: Creep, Shrinkage and Durability of concrete and concrete structures. 2005.
- [3] Zeiml, M., Lackner, R. & Mang, H.A. Experimental insight into spalling behavior of concrete tunnel linings under fire loading, Acta Geotechnica, 3, 2008. pp. 295 - 308.
- [4] PIARC: Fire and Smoke Control in Road Tunnels, Chapter VII.4.3.,1999;
- [5] Brux G.: Brand im Eurotunnel, Ursachen, Schaden und Sanierung [Fire in the channel tunnel, causes, damage, and repair measures] (in German). Tunnel 16(6):31, 1997.
- [6] Tunnel Talk, Fire damage rebuild of Mont Blanc road link, www.tunneltalk.com/Fire-safety-Jun01-Mont-Blanc-highway-fire-reconstruction.php, 23.8.2014.
- [7] Bildeau A., Kodur V.K.R., Hoff G.C: Optimisation of the type and amount of polypropylene fibres for preventing the spalling of lightweight concrete subjected to hydrocarbon fire, Cement Concrete Composite 26 (2), 2004. pp 163–174.
- [8] Sullivan et al.: Deterioration and spalling of high strength concrete under fire, Offshore technology report 2001/074. 2004.
- [9] HRN EN 12390-3 Testing hardened concrete -- Part 3: Compressive strength of test specimens (EN 12390-3:2009)
- [10] Testing hardened concrete -- Part 5: Flexural strength of test specimens (EN 12390-5:2009)
- [11] ASTM C 1018 Flexural Toughness and First-Crack Strength of Fiber-Reinforced Concrete (Using Beam With Third-Point Loading)
- [12] Dekker, J., IBBC, TNO: Tunnel Protection Fire Test Procedure, TNO Rapport, September 1986.



Радинко КОСТИЋ¹

Оригинални научни рад

ОТПОРНОСТ НА ДЕЈСТВО ПОЖАРА ПРЕГРАДНОГ "ПЛАСТБАУ" ЗИДА У РЕАЛНИМ УСЛОВИМА ИСПИТИВАЊА

Резиме: У раду се изложени резултати испитивања отпорности на дејство пожара, преградног зида, урађеног по технологији система "Пластбау". Испитивање је спроведено на троспратном моделу (П+2), укупне подне површине једног спрата од 62,54 m² (степениште, предсобље, ходник и три собе), са истовјетним распоредом просторија по спратовима. Пожар је изведен на I спрату средње просторије, подне површине 13,79 m² образујући исте топлотне услове у двије сусједне собе, ходнику и фасади објекта. За масено пожарно оптерећење од 50 kg/m² одабране су дрвене јелове гредице, са мање од 12 % влаге.

Кључне ријечи: "Пластбау", пожар, отпорност на дејство пожара, преградни зид, температура.

THE FIRE RESISTANCE OF "PLASTBAU" PARTI-WALL TESTED UNDER REALISTIC CONDITIONS

Abstract: The Paper presents the results of fire-resistance tests performed on parti-wall which was built by using "Plastbau" technology. The testing was conducted on a three-story model (GF + 2), of 62,54 m² total floor area for each story (staircase, foyer, hallway and three bedrooms), and the same story layouts. The fire was set on the first story in the middle room of 13,79 m² floor area, forming the same thermal conditions in two adjoining rooms, hallway and facade. Fir beams, with less than 12% moisture were selected for 50 kg/m² fire load.

Key words: "Plastbau", fire, fire-resistance, temperature.

¹ Проф. др ЗОП-а, Факултет за пословни менаџмент у Бару "LARS FIRE" д.о.о. Карађорђева 5, Подгорица, Црна Гора, kosticr@t-com.me

1. УВОД

Технологија система "Пластбау" представља један од најсавременијих система за изградњу армирано-бетонских конструкција, пројектованих по свим правилима грађевинске статике, урађених од елемената експандираног полистирена (ЕПС-а)¹, густине 20 до 25 kg/m³, са додатком ретарданта (успоривача сагоријавања), чиме му се обезбјеђује самогасивост² [2]. Елементи овог система се не уграђују у носеће конструкције, већ се користе у саставу високотехнолошких оплата за наливање бетона и армираног бетона, непосредно на градилишту [2]. У фабрици су дорађени на ниво комплетних конструктивних компоненти префабрикованих панела, а након изливања носећих конструкција на градилишту се обострано прекривају слојем продужног малтера, у два слоја, преко поцинчане мреже, у функцији заштите од механичких оштећења и пожара³. Екструдирањем⁴, је могуће, зависно од намјене, произвести ЕПС елементе различите конфигурације и димензија (7,0 до 8,0 m, па и више), уобичајене ширине до 2,4 m, и дебљине до 0,3 m.

У пракси се израђују и користе различити типови ЕПС елемената:

- зидни ЕПС елементи (ободни и преградни) и
- ЕПС елементи за подне, међуспратне и кровне конструкције.

За елементе од ЕПС-а, карактеристичне су сљедеће особине:

- дуготрајност, собзиром да експандирани полистирен запреминске масе 20 до 30 kg/m³ посједује задовољавајућу чврстоћу и димензионалну стабилност (не упија влагу и трајно посједује изванредна термичка и звучна изолациона својства) и
- мала тежина, што олакшава транспорт и омогућава једноставнију уградњу.

Систем има све предности савременог концепта градње зграда са ЕПС елементима, а то се огледају у:

- потпуној елиминацији оплата за бетонирање,
- високој механичкој отпорности,
- високој отпорност на дејство пожара,
- потпуној елиминацији термичких мостова,
- елиминацији ризика од значајних оштећења малтера и зидова-завјеса, при дејству земљотреса (армирани су и спојени са главном конструкцијом) и

¹Ако се ЕПС производи по лиценци реномиране Њемачке фирме БАСФ, комерционално се назива стиропор, а први је пут престављен свјетској јавности на сајму у Десулдорфу 1952. год, само двије године након патентирања [1].

³Термин "самогасиви" не треба идентификовати са појмом "несагориви". Самогасивост ЕПС-а је његово својство (додатком халогено-органичних једињења) да се у контакту са спољашњим извором топлоте (пламеном) упали и почне да сагоријева, али непосредно након уклањања спољашњег извора топлоте, сам од себе се гаси.

³Могућ је такође и други вид заштите: керамичке плочице, цигле, опеке или гипсано-картонске плоче.

⁴Континуирани начин производње.

- носећа конструкција није префабрикована сувим поступком већ је монолитно бетонска конструкција која је изливена на градилишту.

2. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИСПИТИВАЊЕ

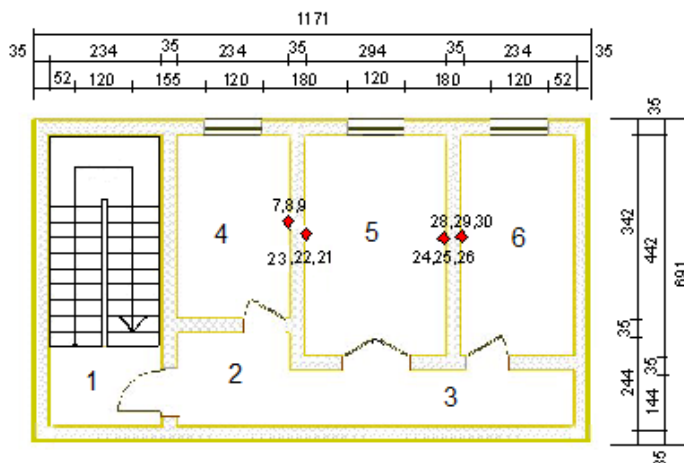
Иако конструктивно рјешење модела у потпуности одговара општеприхваћеној технологији система "Пластбау", неопходно је дати нека објашњења његових карактеристичних особина, која могу бити од већег утицаја на резултате спроведених испитивања [3]:

- Носећу скелетну конструкцију експерименталног модела чине спољашњи и унутрашњи армирано-бетонски и бетонски стубови, урађени путем армирања и накнадног бетонирања вертикалних шупљина самогасивих ЕПС панела спољашњих и унутрашњих зидова.
- ЕПС панели зидова и међуспратних конструкција, обострано су са спољашњих страна торкетирањем¹ заштићени слојем продужног малтера од кречно-цементно-пјешчаног раствора, дебљине 30 mm. Малтер је нанијет преко просјечене поцинковане металне мреже, дебљине 1 mm, са отвором преграда од 10 x 10 mm. Мрежа је причвршћена металном жицом дебљине 1 до 1,5 mm, за анкере који просијецају масу ЕПС-а, фиксирани једним крајем у бетонским или армиранобетонском стубовима зида или у међуспратној конструкцију фиксирани у армиранобетонску масу између панела, са кораком од 300 mm.
- Експериментално испитивања отпорност на дејство пожара, извршено је на грађевинско армиранобетонском моделу, спратности П+2², са основом приказаној на слици 1, изграђеног по технологији система "Пластбау", са:
 - истовјетним распоредом просторија по спратовима (степениште, предсобље, ходник и три собе) укупно подне површине једног спрата од 62,54 m² и
 - по једним уграђеним типским дрвеним прозором димензија 178 x 120 cm у свакој соби као и на стајалиштима степеништа, застакљеним термопан стаклом.
- Пожар је изведен на I спрату средње просторије, (соба бр. 5, подне површине од 13,79 m²), која је добила назив соба "жаришта пожара", при чему је на површини пода нанесен заштитни слој од цементног раствора дебљине 30 до 35 mm, што скупа са армиранобетонском плочом чини дебљину од 60 до 65 mm. ЕПС у зидовима и међуспратној конструкција са стране дејства ватре заштићен је слојем продужног малтера дебљине 35 mm, преко двије поцинчане мреже.
- Ради заштите ЕПС-а од дејства ватре, у просторији "жаришта пожара", између прозорског и вратног оквира (рама) уграђени су улошци од ватроотпорног материјала на бази лаког керамозит-бетона дебљине 60 mm.

¹ Наношење малтера машинским путем, под дејством компримованог ваздуха на припремљену подлогу.

² Управо овакав распоред просторија обезбјеђује могућност распрострањања пламена и гасовитих продуката-та сагоријевања како по вертикали тако и по хоризонтали свих спратова.

- Масено пожарно оптерећење од 50 kg/m^2 , распоређено је на целокупној подној површини собе "жаришта пожара", а сачињавале су га дрвене (јелове) гредице димензија $50 \times 50 \times 800 \text{ mm}$, чија влажност није прелазила 12% . На горњој површини међуспратне конструкције, изнад собе "жаришта пожара" (на поду собе бр. 5, на II-ом спрату), на шест дрвених палета равномјерно је распоређено механичко пожарно оптерећење (бетонски блокови) од 250 kg/m^2 .
- Улазна врата испитног модела, и врата која повезују степенишни простора и предсобље у приземљу и на свим спратовима, у току испитивања су отворена, док су врата на свим просторијама приземља и II спрата затворена. Врата на свим просторијама I спрата, укључујући и собу "жаришта пожара", су су отворена¹. За степен њихове отворености усвојена је вриједност од $1/3$. Сви прозори, на подесту степенишног простора, и у свим просторијама на спратовима су застворени.



Слика 1. Схематски приказ основе експерименталног модела (1171 x 691cm):

- | | |
|--|--|
| 1 - степенишни простор $14,54 \text{ m}^2$ | 4 - сусједна соба "жаришта пожара" $9,11 \text{ m}^2$ |
| 2 - предсобље $5,52 \text{ m}^2$ | 5 - соба "жаришта пожар" $13,79 \text{ m}^2$ |
| 3 - ходник $8,60 \text{ m}^2$ | 6 - сусједна соба "жаришта пожара" $10,98 \text{ m}^2$ |

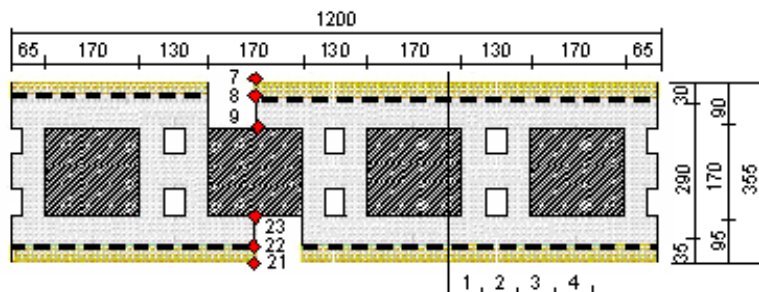
Ради добијања прецизније слике о понашању ЕПС-а и бетонских стубова у преградним зидовима у току пожара, температуре су праћене на контактної површини малтера и ЕПС-а, и ЕПС-а и бетонског стуба, како са стране изложене дејству пожара, тако и са не изложене стране зида (сусједне собе бр. 4 и 6).

¹ Овакав распоред отворености врата модела урађен је са циљем обезбјеђивања што већег дотока кисеоника, са струјом свежег ваздуха у соби "жаришта пожара", а тиме и интензивнијег сагоријевања присутног масеног пожарног оптерећења.

Температура у одабраним мјерним тачкама преградних зидова, пратила се хром-алуминијумским термоелементима, и то:

Са неизложене стране пожара (у сусједној соби бр. 4), по вертикалној симетријалној пресеку дијагонала преградног зида, у попречном пресеку зида на 68 см испод површине међуспратне конструкције, термоелементи број:

- 7 на површину зида,
- 8 на 3 см испод малтера (на контактної површини малтера и ЕПС-а) и
- 9 на 9 см испод малтера (на контактної површини ЕПС-а и бетонског стуба), са циљем праћења промјене температуре по попречном пресеку неизложене стране пожара, зидног панела сусједне собе жаришта пожара.
- Са изложене стране пожара (у соби "жаришта пожара" бр. 5), по вертикалној симетријалној пресеку дијагонала преградног зида, у попречном пресеку зида на 68 см испод површине међуспратне конструкције, термоелементи број:
 - 21 на површину зида,
 - 22 на 3 см испод малтера (на контактної површини малтера и ЕПС-а) и
 - 23 на 9 см испод малтера (на контактної површини ЕПС-а и бетонског стуба), са циљем праћења промјене температуре на површини, као и по попречном пресеку зида, са стране дејства ватре.



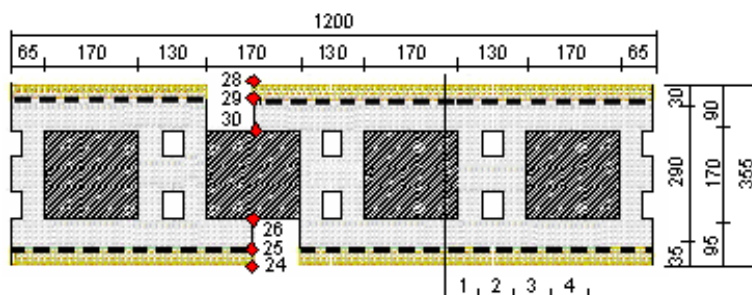
Слика 2. Схема пресека зидног панела са позицијама термоелемената између соба 4 и 5

1 – заштитни слој малтера 3 – зидни панел ЕПС-а
2 – поцинкована мрежа 4 – бетонски стуб

- Са неизложене стране пожара (у сусједној соби бр. 6), по вертикалној симетријалној пресеку дијагонала преградног зида у попречном пресеку зида на 68 см испод површине међуспратне конструкције, термоелементи број:
 - 28 на површину зида,
 - 29 на 3 см испод малтера (на контактної површини малтера и ЕПС-а) и
 - 30 на 9 см испод малтера (на контактної површини ЕПС-а и бетонског стуба), са циљем праћења промјене температуре по попречном пресеку неизложене стране пожара, зидног панела сусједне собе жаришта пожара.
- Са изложене стране пожара (у соби "жаришта пожара" бр. 5), по вертикалној симетријалној пресеку дијагонала преградног зида, у попречном пресеку зида на 68 см испод површине међуспратне конструкције, термоелементи број:
 - 24 на површину зида,



- 25 на 3 смм испод малтера (на контактної површини малтера и ЕПС-а) и
- 26 на 9 см испод малтера (на контактної површини ЕПС-а и бетонског стуба), са циљем праћења промјене температуре на површини, као и по попречном пресеку зида, са стране дејства ватре.



Слика 3. Схема пресека зидног панела са позицијама термоелемената између соба 5 и 6

- 1 – заштитни слој малтера 3 – зидни панел ЕПС-а
2 – поцинкована мрежа 4 – бетонски стуб

3. РЕЗУЛТАТИ ИСПИТИВАЊА

У току трајања испитивања од 150 мин., по резултатима термоелемената емпературна зависност у функцији времена приказана је у табели 1, а графички илустрована на сликама 4, 5, 6 и 7 [4].

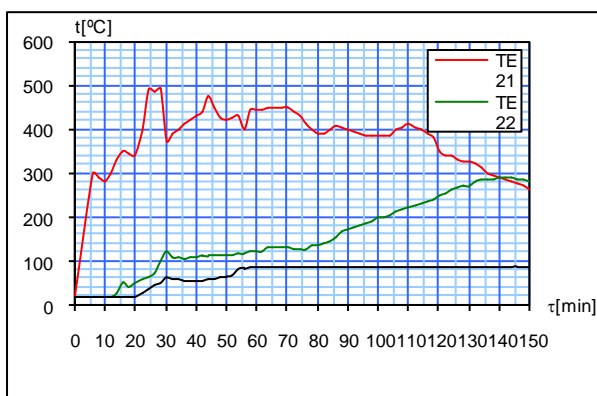
Табела 1. Температурна зависност у функцији времена у току испитивања

| Р.бр. ТЕ | Вријеме, [min] | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 90 | 120 | 150 |
| ТЕ21 | 16 | 260 | 280 | 340 | 340 | 495 | 374 | 410 | 430 | 463 | 420 | 417 | 440 | 400 | 350 | 260 |
| ТЕ22 | 18 | 18 | 18 | 30 | 50 | 72 | 120 | 108 | 110 | 113 | 116 | 116 | 120 | 170 | 247 | 282 |
| ТЕ23 | 15 | 15 | 15 | 15 | 17 | 40 | 60 | 58 | 53 | 59 | 63 | 80 | 86 | 86 | 86 | 85 |
| ТЕ24 | 16 | 258 | 279 | 326 | 343 | 530 | 445 | 394 | 410 | 435 | 459 | 459 | 440 | 400 | 370 | 258 |
| ТЕ25 | 18 | 18 | 18 | 18 | 60 | 106 | 165 | 100 | 102 | 102 | 102 | 106 | 110 | 160 | 270 | 242 |
| ТЕ26 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 58 | 80 | 90 | 97 | 96 | 96 | 96 | 96 |
| ТЕ7 | 16 | 16 | 16 | 18 | 24 | 47 | 70 | 76 | 82 | 101 | 103 | 107 | 110 | 110 | 102 | 94 |
| ТЕ8 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 19 | 20 | 24 | 36 | 52 | 52 | 54 | 54 | 56 | 52 | 44 |
| ТЕ9 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 18 | 30 | 47 | 25 | 50 | 47 |
| ТЕ28 | 16 | 16 | 16 | 19 | 28 | 48 | 70 | 83 | 88 | 102 | 110 | 108 | 106 | 104 | 108 | 93 |
| ТЕ29 | 18 | 18 | 18 | 18 | 19 | 21 | 24 | 28 | 36 | 46 | 54 | 54 | 54 | 56 | 36 | 36 |
| ТЕ30 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 17 | 31 | 40 | 38 | 46 | 48 |

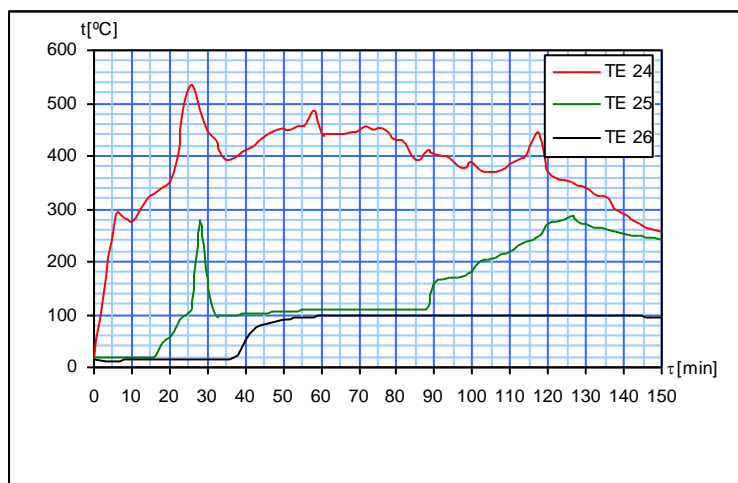
- Термоелемент број 21, у 6-ом min. регистровао температуру од 300 °С, да би од 6-ог до 10-ог min. она опала до 280 °С. Од 6-ог до 24-ог min. температура

постепено расте до 496 °C, а у 31-ом min. опада до 370 °C. Надаље, расте до 44-ог min. до 480 °C, и до краја испитивања лагано опада до 260 °C.

- Термоелемент број 22, прву промјену температуре регистровао је у 12-ом min., од 18 °C, да би до 30-ог min. она континуирано расла до 120 °C. До 80-ог min. температура се повећава до 138 °C и до краја испитивања лагано расте до 282 °C.
- Термоелемент број 23, прву промјену температуре регистровао је у 17-ом min., од 17 °C, да би до 30-ог min. она порасла до 60 °C. Од 30-ог до 60-ог min. температура континуирано расте до 85 °C, и до краја испитивања задржава се на том нивоу.

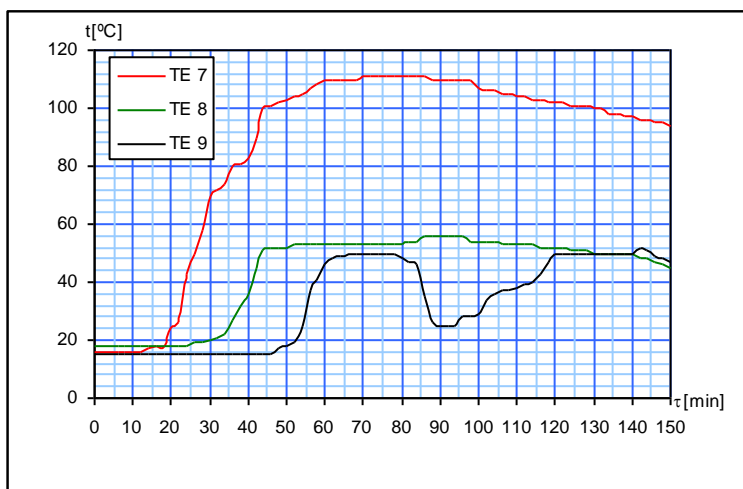


Слика 4. Температуре измјерене у преградном зиду (између собе бр. 5 и 4) са стране дејства пожара



Слика 5. Температуре измјерене у преградном зиду (између собе бр. 5 и 6) са стране дејства пожара

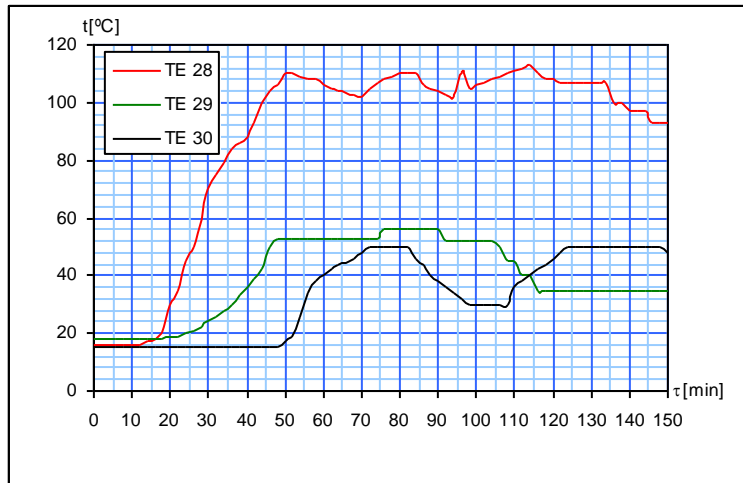
- Термоелемент број 24, у 6-ом min. регистровао температуру од 294 °C, да би од 6-ог до 10-ог min. она опала до 279 °C. Од 10-ог до 26-ог min. температура расте до 534 °C, и до краја испитивања лагано опада до 261 °C.
- Термоелемент број 25, прву промјену температуре регистровао је у 16-ом min. од 18 °C, да би до 28-ог min. она порасла до 280 °C. Надаље, температура опада до 33-ег min. на 98 °C, а на 25-ом min. расте до 100 °C. На том нивоу уз мале осцилације задржава се до 88-ог min., и до краја испитивања лагано расте до 242 °C.
- Термоелемент број 26, прву промјену температуре регистровао је у 37-ом min. од 16 °C. До 60-ог min. температура континуирано расте до 99 °C, да би се тај теренд наставио до краја испитивања.



Слика 6. Температуре измјерене у преградном зиду (између собе бр. 5 и 4) са неизложене стране пожара

- Термоелемент број 7, је регистровао прву промјену температуре у 11-ом min., од 17 °C, да би од 11-ог до 80-ог min. она порасла до 117 °C. Од тада континуирано опада, до краја испитивања када износи 94 °C.
- Термоелемент број 8, је регистровао прву промјену температуре у 25-ом min., од 19 °C, да би од 25-ог до 50-ог min. она порасла до 52 °C. На том нивоу се задржава до 80-ог min., а у 90-ом min. опада до 25 °C. Тај тренд наставља до краја испитивања, када износи 44 °C.
- Термоелемент број 9, је регистровао прву промјену температуре у 46-ом min., од 16 °C, да би од 46-ог до 60-ог min. она порасла до 47 °C. На том нивоу се задржава до 80-ог min., а у 90-ом min. опада на 25 °C. До краја испитивања лагано расте до 47 °C.
- Термоелемент број 28, је прву промјену температуре регистровао у 12-ом min., од 17 °C. Од 12-ог до 50-ог min. температура расте до 110 °C, да би уз благе осцилације остала на том нивоу до 135 °C. До краја испитивања опада до 93 °C.

- Термоелемент број 29, је прву промјену температуре регистровао у 18-ом min., од 19 °С. Од 18-ог до 47-ог min. температура расте до 46 °С, и на том нивоу се задржава до 105-ог min. До 115-ог min. опада до 36 °С, и до краја испитивања остаје на том нивоу.
- Термоелемент број 30, је прву промјену температуре регистровао у 48-ом min., од 17 °С. Од 48-ог до 72-ог min. температура расте до 50 °С, а затим опада у 98-ом min. до 30 °С. Надаље, расте до 125-ог min. на 49 °С, и на том нивоу задржава се до краја испитивања.



Слика 7. Температуре измјерене у преградном зиду (између собе бр. 5 и 6) са неизложене стране пожара

4. ДИСКУСИЈА РЕЗУЛТАТА

У затвореном простору непосредно након почетка пожара, док је још у фази развоја, он има карактеристике пожара на отвореном простору. То стање престаје да важи када степен граничних услова почиње да утиче на његов даљи развој.

У фази развоја долази до сталног ширења жаришта, а као резултат физичко-хемијских процеса долази до емитовања свјетлости, образовања продуката сагореивања и ослобађања топлоте која има за последицу пораст просторне температуре. Пренос топлоте која се ослободи сагореивањем масеног пожарног оптерећења на гасовиту околну средину остварује се путем конвекције и зрачења, а на елементе грађевинске конструкције и путем кондукције.

У свим контролним тачкама "собе жаришта" пожара у 6-ом min. дошло је до наглог застоја температуре, а до 9-ог min. она је константно опадала. Овако стање објашњава се чињеницом да је у атмосфери собе "жаришта пожара" на рачун учешћа у бурној егзотермној реакцији сагореивања масеног пожарног оптерећења дошло до смањене концентрације кисеоника у ваздуху, а као последица таквог стања долази до успоравања процеса сагореивања и опадања просторне температуре.

Вријеме од 18 min. од почетка експеримента је узето као почетак друге фазе развоја пожара, коју карактерише стално присуство пламена, константна брзина сагоријевања масеног пожарног оптерећења, повећање температуре и континурана брзина изгарања масе. У овом периоду температура на површини преградних зидова достиже вриједност од 540 °С, док у исто вријеме на граничној површини малтера и ЕПС-а она се креће око 100 °С, што доводи до образовања фронта притиска пара-гасовите смјеше. У структури испод малтера образује се нестабилни градијент притиска и он управо постаје главни потенцијал за изазивање поремећаја масе, на контактної површини малтера и ЕПС-а. У граничном слоју усљед јаких кодуктивних топлотних струја долази до образовања водене паре из унутрашње површине попречног пресека малтера, која се кондензује на површини ЕПС-а, па ту додатну воду ЕПС не може да апсорбује, пошто су отвори његових пора 2 до 5 % од укупне запремине. У том случају водена пара има температуру од 90 °С, и она проузрокује трошење форме (могуће и са дјелимичним топљењем), и ЕПС локално постаје компактни, па не пропушта ни житку влагу ни водену пару. Као резултат интензивног довођења топлоте из "жаришта пожара", притисак паре у граничном слоју се стално повећава, паре се прегријавају, и то стање доводи до топљења ЕПС-а. При даљем повећању притиска истопљена опна ЕПС-а се рапада, што проузрокује нагли пад притиска. При стању повишених температура око 280 °С, ЕПС може да се топи, а као посљедица таквог стања образују се продукти термичке деструкције. Но, процес високих температура је кратковремен, а могуће је, да и тако стање може довести до разлагања дјелимичне количине ЕПС-а.

На контактної површини ЕПС-а и бетонског стуба термоелементи на 30-ом min. региструју вриједност температуре од 45 °С, да би на 60-ом min. она износила 90 °С, и на том нивоу се задржала до краја испитивања. Очигледно да ове температуре не утичу на деструкцију и трошење форме ЕПС-а, а отпорност на пожар бетонских стубова у конструкцији система "Пластбау" практично је неограничена.

Стишавање пожара⁷, након 90-ог min., карактерише се лаганим опадањем брзине сагоријевања још увијек несагорелог масеног пожарног оптерећења, елемената грађевинске конструкције и њиховог догоријевања у виду тињања.

5. ЗАКЉУЧАК

На основу резултата испитивања изложених у овом раду, може се закључити, да:

- са свим елементима пожарног ризика и са условима који дефинишу прекид испитивања, пожар се фазно одвијао по предвиђеном режиму, до потпуног стишавања након 150 min.,
- општа пожарна ситуација у току извођења експерименталног испитивања практично се није разликовала од ситуације у типичном стамбеном троспратном објекту, при пожару у једној од просторија, изграђеном од традиционаланих грађевинских материјала,

⁷ Kada srednja vrijednost temperature plamena i dimnih gasova u prostoriji "žarišta požara" opadne na oko 0,8 % od maksimalno postignute smatra se da počinje "dogorijevanje", odnosno treća faza razvoja požara.



- у току извођења испитивања и 24 h након његовог завршетка, није запажена значајнија деформација изолационо заштитног слоја малтера, како у соби "жаришта пожара", тако и у сусједним собама,
- у цјелини, анализирајући развој температуре, како у соби "жаришта пожара", тако и у осталим контролним тачкама модела у току трајања експерименталног испитивања, уочени су закономјерни процеси, који су сагласни са преносом топлоте ослобађне при сагоријевању масеног пожарног оптерећења у затвореном простору. Кинетика ових процеса зависи од више фактора, а првенствено од: конфигурација објекта, распоред унутрашњих просторија, количине и карактера присутног пожарног оптерећења, броја и величина отвора за улазак кисеоника са ваздухом итд.

На основу предходно утврђених релевантних чињеница, сагласно одредбама СРПС-а У.Ј1.240 ("Сл. лист СРЈ", бр. 83/94), може се извести општи закључак да грађевинска конструкција израђена технологијом система "Пластбау", испуњава захтијевну отпорност на дејство пожара предвиђену за објекте ИВ-ог степена отпорности.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] БАСФ-Актиенгеселлсхафт 67056 Лудвигсхафен, Деутсхланд, Разни каталози; производња, примјена у грађевинарству, заштита од пожара и сл.
- [2] Инструкция по проектированию, строительству и эксплуатации жилых зданий системы Пластбау, Киев ЗНИИ-П Мининвестстро - Украин - Киев, 1992.
- [3] Отчет по теме: Провести огневые испытания фрагмента здания системы Пластбау, Москва-Казань, 1996.
- [4] Р. Костић: Отпорност на дејство пожара армиранобетонских конструкција зграда са испунама од експандираног полистирена, Докторска дисертација, Факултет заштите на раду, Ниш, 2005.

Rose SMILESKI¹
Verica MILANKO²
Zoran NESHKOSKI³

Professional paper

FUNCTIONAL DEPENDENCE OF THE HAZARDS AND MEASURES FOR FIRE SAFETY IN CORRELATION WITH THE FIRE LOAD

Abstract: The analysis of the dangers of fire and explosions have determined the level and category of endangerment of buildings and open spaces. From the calculations of the total and specific fire load, the total value of the released thermal energy is obtained in terms of fire or explosion. Therefore, there is a need for continuous monitoring of the change of the fire load for facilities and open spaces. Fire load can increase or decrease depending on many factors. The design and construction of new buildings on vacant land or construction on the site of demolished old buildings, completely change the living and working environment. Previously established values of the danger of fire and explosions i.e. fire load, is changing in those area. That is correlated with the use of preventive technical measures for protection against fire and explosions, extinguishing the existing fire, rescuing people and material values etc.

Keywords: *analysis, fire, protection*

ФУНКЦИОНАЛНА ЗАВИСНОСТ РИЗИКА И МЕРА БЕЗБЕДНОСТИ ОД ПОЖАРА У КОРЕЛАЦИЈИ СА ПОЖАРНИМ ОПТЕРЕЋЕЊЕМ

Апстракт: Анализа опасности од пожара и експлозије утврђује ниво и категорију угрожености објеката и отвореног простора. Из прорачуна укупног и специфичног пожарног оптерећења, добија се укупна вредност ослобођене топлотне енергије у пожару или експлозији. Дакле, постоји потреба за континуираним праћењем промене пожарног оптерећења за објекте и отворене просторе. Пожарно оптерећење се може повећати или смањити у зависности од многих фактора. Пројектовање и изградња нових објеката на празном простору или изградња на локацији порушених старих зграда, у потпуности мења животну и радну средину. Раније установљене вредности опасности од пожара и експлозије, тј. пожарно оптерећење, мењају се у тим областима. То је у корелацији са коришћењем превентивних техничких мера за заштиту од пожара и експлозије, гашењем постојећих пожара, спасавањем људи и материјалних добара, итд.

Кључне речи: анализа, пожар, заштита

¹Prof.PhD,Military Academy "General Mihailo Apostolski" - Skopje, rose.smileski@ugd.edu.mk

²Prof.PhD,Higher Technical School of Professional Studies, Novi Sad, milanko@vtsns.edu.rs

³ MA, MOI of RM, Dimče Mirčev bb, 1000 Skopje, zoran_neskoski@moi.gov.mk

1. INTRODUCTION

Fire protection is a complex process that presents a set of preventive-technical measures to prevent or reduce the risks and consequences of fires for people, working facilities, environment and others.

Determining the extent of dangers of fires through values of the fire load also is a complex process that often includes analyzes and determination of potential fire hazard. Also, very important are the data for the degree of resistance of structural elements of buildings, degree of technical fire safety, etc.

It implies analysis and anticipation of fire occurrence and consequences of it. Thus, it regards monitoring of the change of the fire load of the objects and open spaces. The risks of fire and extent of the fire load can be guided through the following basic questions: what, when, where, how, why, what is the likelihood of fire occurrence and what consequences can be expected?

Application of modern methods and use of new technical-technological achievements and information technologies facilitate obtaining necessary values for specific fire load. All data are important for determining the degree of preventive measures for protection, planning tactical performance of firefighters to extinguish a possible fire occurrence etc.

2. CATEGORY OF DANGERS OF FIRE

Category of technological processes of objects [12] according to the dangers of fire is divided into C1, C2, C3, C4 and C5, and are shown in Table 1.

Table 1- Category of dangers of fire

| Category of dangers of fire | Objects and technological processes |
|-----------------------------|---|
| C1 | <ul style="list-style-type: none">- plants that work with material that can burn or explode under the influence of water and oxygen;- highly flammable liquids with a flash point below 23 °C and gases and vapors whose lower explosive limit is below 10% (V / V);- plants that work with metallic sodium or potassium, and phosphorus carbide;- production plants and warehouses for explosive materials;- plants for production of viscose fibers, extraction of petrol, petrol storage, ether, acetone, etc. |
| C2 | <ul style="list-style-type: none">- plants that work with highly flammable liquid with a flash point between 23 °C and 100 °C and flammable gases whose lower explosive limit is above 10% (V / V);- plants that process solid inflammable substances, which develops explosive dust, especially plants and pump stations for liquid substances whose flash point is between 23 °C and 100 °C;- plants which create carbon dust, wood dust, flour, powdered sugar, etc. |
| C3 | <ul style="list-style-type: none">- plants that work with flammable liquids with a flash point from 100 °C to 300 °C and solids with ignition temperature up to 300 °C;- plants for mechanical wood processing, paper manufacturing, textiles; |

| | |
|-----------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> - plants for recycling of lubricating oil; - storages for fuel and oil, closed storage for coal; - pump stations for liquid with a flash point of 100 °C to 300 °C; - garages for public housing and business facilities that can accommodate more than 500 people. |
| C4 | <ul style="list-style-type: none"> - plants that work with solids, liquids with flashpoint above 300 °C and materials that are processed in a heated, soft or melted condition, that emit heat accompanied by sparks and flame e.g. plants for melting, casting and metal processing, gas-generating stations, boiler rooms, transformer stations; - plants that burn solid, liquid and gaseous fuel; - public housing and business facilities that can accommodate more than 500 people. |
| C5 | <ul style="list-style-type: none"> - plants that work with non burning materials and cold and wet material; - plants for mechanical processing of metals, compressor stations; - plants for production of non burning gases; - facilities for obtaining and processing of minerals; - plants for processing fish, meat and dairy products; - objects that can accommodate 20 to 100 people. |

3. ASSESSMENT OF FIRE HAZARD

In certain regions or areas there are potential dangers of fire or explosion, and their occurrence depends on a number of factors [1]. Expectation and systematization of the dangers of fire occurrence is different for urban, industrial areas and open spaces. In urban areas where there are old buildings and facilities, it is realistic to expect more dangers and consequences of fire occurrence [2]. Unlike the old, the new urban areas with new residential buildings or other new structures that are built in harmony with the new building regulations which have contemporary technical fire protection installed, expected dangers and consequences of fire are smaller [3]. Also, in parts of the urban communities where there is a difference in percentage of population according to the age limit (old and young citizens), is another prerequisite for potential or anticipated dangers of fire.

Thus, for a given area more factors and data for assessment and anticipation of the dangers of fire occurrence can be taken into consideration. In the technical practice there is development of the following factors that shape the potential danger of fire [11]:

- characteristics, types, schedule and quantities of the materials and objects;
- surface of the base, the height of the buildings, openings and distance of the objects;
- age and type of the construction of the buildings;
- exposure of the objects to fire;
- demographic profile;
- geography, topography and road infrastructure;
- statistics on fires, material damage and burnt areas and
- fire load.

All these factors as potential dangers of fire should be processed individually or combined, depending on the area in urban community [10].

4. PROBABILITY OF FIRE OCCURENCE

Probability of fire occurrence in practice often is analyzed on basis on the data on the frequency of fires that have occurred in a certain area in a certain period of time [8]. The research and analytical processing of the data on occurred fires and explosions in certain areas may be used in many ways of firefighting. Depending on the source and accuracy of the data, they may be used for: the number and types of interventions of fires, material damage, causes and time of the occurrence of fires, required time for localization and extinguishing the fire, the number of needed fire engines and firefighters, etc., allows designing, planning, dimensioning and continuous upgrading of the fire safety.

In the same direction of the investigation of the probability of occurrence of fire or explosion [6] for certain areas, in practice there are analytical approaches on 5 levels [5] as shown in Table 2.

Table 2 - Levels of probability

| <i>Description</i> | <i>Level</i> | <i>Particularities</i> |
|-----------------------|--------------|---|
| <i>Rare</i> | 1 | - may occur in exceptional circumstances - no incidents in the past 15 years |
| <i>Unlikely</i> | 2 | - could occur at some time, especially if circumstances change occur - 5 to 15 years since last incident |
| <i>Possible</i> | 3 | - might occur under current circumstances - 1 incident in the past 5 years |
| <i>Likely</i> | 4 | - will probably occur at some time under current circumstances - multiple or recurring incidents in the past 5 years |
| <i>Almost Certain</i> | 5 | - expected to occur in most circumstances unless circumstances change - multiple or recurring incidents in the past year |

Intensity of the incidents as information about a certain area is to be used as a general guideline for determining the level of the dangers of fire [9]. For the same purpose, it is useful to make comparisons of data from other studies and analyzes of fires from similar areas in the urban areas of living e and working.

5. CALCULATION OF FIRE LOAD

From the basic definition of the fire load which is the amount of thermal energy that can be released during combustion of the total amount of the fuel per unit area of the fire in the firefighting sector. Specific fire load is calculated according to formula 1, and is expressed via heat that can be developed in a certain area of the object [7].

$$P_i = \frac{\sum \rho_i \cdot H_i \cdot V_i}{S_i} \quad (1)$$

Where:

P_i = specific fire load (J/m²);

ρ_i = apparent density of the material (kg/m^3);
 V_i = volume of the matter (m^3);
 H_i = thermal power (J/kg);
 S_i = surface of the base (m^2).

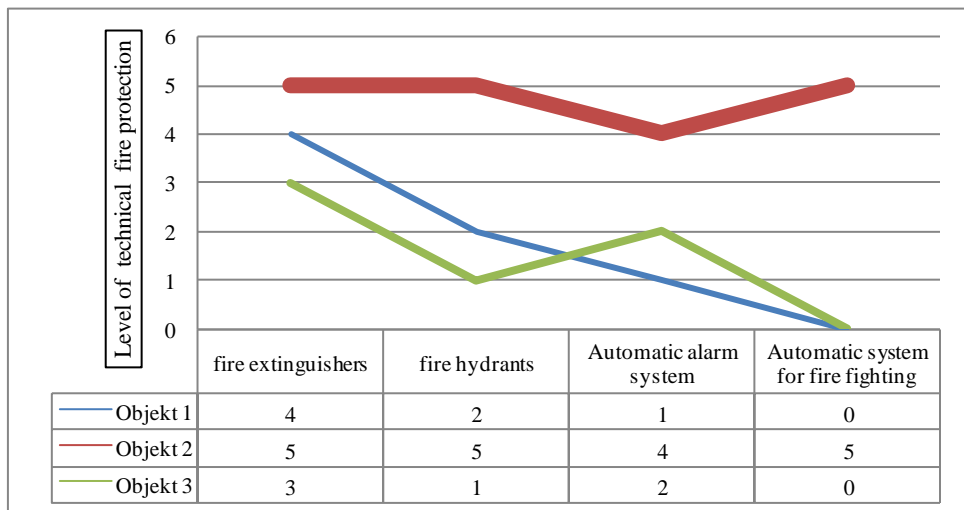
Specific fire load is divided into three groups:

- Low fire load up to 1 GJ/m^2 ;
- Middle fire load from 1 to 2 GJ/m^2 ;
- High fire load over 2 GJ/m^2 .

If the category of the object is taken into consideration according to the danger of technological process, assessment of risks and the likelihood of fire occurrence and value (by calculation) of the fire load, it can be said that they are in a functional dependence for determining the degree of danger of fires. These results would represent the real basis for proposing and undertaking the necessary preventive measures for fire safety.

6. PREVENTIVE-TECHNOLOGICAL MEASURES FOR FIRE PROTECTION

The diagram 1 shows (optional) different values of the level of technical protection for three types of objects that belong to the same category of dangers of fire.



Dijagram 1 - Level of technical fire protection

According to the values shown in the diagram and the curves of objects from the same category of fire danger and same fire load, but different preventive-technical fire protection, it is evident that they have different level of protection in case of fire. Object-2 has the highest level of technical protection and in case of fire, damage and consequences are expected to be minimal unlike Object-1 and Object-3.

7. CONCLUSION

By selection and application of the appropriate method for analysis of the dangers of fires and explosions, it is expected the level and category of endangerment of fire of the facilities and open spaces to be determined.

Continuous monitoring of the changes in the urban areas for construction of new buildings on vacant land or construction on the site of demolished old buildings that completely change the living and working environment. With new construction, reconstruction or conversion of the buildings according to the technological process of work, the fire load of those areas changes as well. Likelihood of fire occurrence in certain areas correlates with the degree of application of preventive measures and technical fire safety, planning tactical performance of firefighters to extinguish the fire that may occur, evacuation and rescue of people [4], material values etc.

8. LITERATURE/ REFERENCES

- [1] Smileski R., Research methodology of fires and explosions, Faculty of Security -Skopje,2010 (p.115).;
- [2] Milanko V., Laban M.: Urban residential block fire safety assessment regarding access roads, in Proceedings (ed. Milanko V.) 2nd International Scientific Conference on Safety Engineering, Novi Sad, 21.-22. October 2010.;
- [3] Neshkoski Z.: Fire protection in urban areas, Fire Union of Macedonia, Skopje, 2012 (page 30,31);
- [4] Neshkoski Z.: Health and safety in terms of fire and evacuation, Proceedings of scientific papers, First International Scientific Vocational Conference, Bitola, 2013.;
- [5] X.Strucni Skup, Zbornik radova, Hrvatska Vatrogasna Zajednica, Vatrogasna zajednica Primorsko-Goranske Zupanije, Rijeka, Opatija april 2014 (page 191).;
- [6] Smileski R., Popovski O., Shosholovski Lj.: Unexploded Ordnance (ammunition) as a cause for explosion-fire, Proceedings of scientific papers, First International Scientific Vocational Conference, Bitola, 2013. (page 217);
- [7] Gavaski D, Milanko V., Krnjetin S., Implementacija ocene sprovedenih mera zaštite od požara u Akt o proceni rizika za zatvoreni tip skladišta drvene građe, *Originalni naučni rad*, UDC:614.841.47;
- [8] <http://www.cornwall-online.co.uk/support/firesafety-riskassessment.pdf> (18.7.2014);
- [9] <http://www.nfpa.org/~media/Files/Codes%20and%20standards/nfpa%20news/NFPANews0713.pdf> (15.7.2014);
- [10] https://www.google.com/?gws_rd=ssl#q=Fire+safety+in+purpose-built+blocks+of+flats (20.7.2014)
- [11] https://www.google.com/?gws_rd=ssl#q=Fire+Risk+Sub-Model (20.7.2014).;
- [12] „Sl.vesnik na RM“ br.31/06 (člen 14).

Ivana BANJAD PEČUR¹

Originalni naučni rad

Ivan GABRIJEL²

Bojan MILOVANOVIĆ³

Ivana CAREVIĆ⁴

ISPITIVANJE NA POŽAR NOVOG INOVATIVNOG PREDGOTOVLJENOG FASADNOG ELEMENTA

Rezime: Kao rezultat suradnje hrvatskih znanstvenih institucija i industrije nastao je ECO-SANDWICH® – ventilirani predgotovljeni fasadni element izrađen od betona s recikliranim agregatom, te sloja ventilirane vune proizveden korištenjem održive Ecose® tehnologije. ECO-SANDWICH® se sastoji od dva sloja betona koji su međusobno povezani rešetkastim nosačima od nehrđajućeg čelika i ECOSE® mineralne vune kao izolacijskog sloja. Inovativni dio ovog predgotovljenog elementa je 4 cm ventilirani sloj između mineralne vune i vanjskog sloja betona koji sprječavanja vlaženje izolacijskog materijala. U cilju razvoja proizvoda za tržišnu primjenu i dobivanja CE oznake ECO-SANDWICH® mora ispuniti zahtjev otpornosti na požar. Ovaj rad prikazuje eksperimentalni primjer ispitivanja otpornosti na požar specifičnog predgotovljenog proizvoda koja objedinjuje svojstva ovješnog i vanjskog zida.

Ključne riječi: otpornost na požar, predgotovljeni ventilirani fasadni element, ovješeni element

FIRE RESISTANCE TESTING OF NEW INNOVATIVE PRECAST VENTILATED WALL PANEL

Abstract: In the cooperation with Croatian scientific institutions and industry, ECO-SANDWICH® was made as ventilated precast wall panel that utilises recycled CDW and mineral wool produced using sustainable Ecose® technology. ECO-SANDWICH® consists of two precast concrete layers interconnected through stainless lattice girders and ECOSE® based mineral wool as an insulation layer. Innovation of this precast wall panel lies in 4 cm ventilated layer between mineral wool and outer concrete layer with purpose of preventing damping of insulation material. In order to develop a product ready for marketing application and CE - marking, ECO-SANDWICH® had to fulfil fire resistance requirement. This paper shows the experimental example of fire resistance testing of this specific precast product which unites curtain and external wall.

Key words: fire resistance, precast ventilated wall panel, curtain wall

¹ Prof., PhD, Civ.E University of Zagreb, Faculty of Civil Engineering, Kaciceva 26, 10000 Zagreb, banjadi@grad.hr

² PhD, Civ.E. University of Zagreb, Faculty of Civil Engineering, Kaciceva 26, 10000 Zagreb, gabrijel@grad.hr

³ PhD, Civ.E. University of Zagreb, Faculty of Civil Engineering, Kaciceva 26, 10000 Zagreb, bmilovanovic@grad.hr

⁴ Civ.E. University of Zagreb, Faculty of Civil Engineering, Kaciceva 26, 10000 Zagreb, icarevic@grad.hr

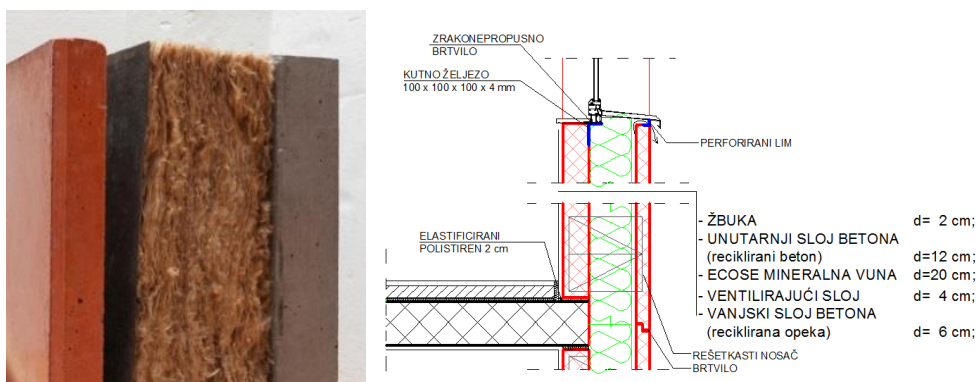
1. UVOD

Građevina u cjelini i njezini odvojeni dijelovi moraju biti prikladni za namjeravanu upotrebu, posebno uzimajući u obzir zdravlje i sigurnost osoba uključenih tijekom životnoga ciklusa građevine [1, 2]. Jedna od temeljnih zahtjeva koje svaka građevina treba zadovoljiti je i sigurnost u slučaju požara (zaštita od požara). Prema Uredbi (EU) br. 305/2011 Europskog parlamenta i vijeća od 9. ožujka 2011 [3] koja propisuje usklađene uvjete trgovanja građevnih proizvoda i ukida Direktive Vijeća za građevinske proizvode (89/106/EEC) [4] cilj novog građevinskog proizvoda je uklanjanje tehničkih prepreka trgovanja te poboljšanje slobodnog kretanja na tržištu što je omogućeno Izjavom o svojstvima i CE oznakom. Za potrebe dobivanja Izjave o svojstvima i CE oznake u ovlaštenom laboratoriju LTM d.o.o. napravljeno je ispitivanje otpornosti na požar novog predgotovljenog ventiliranog fasadnog elementa. Prema [1, 2] otpornost na požar je sposobnost dijela građevine da kroz određeno vrijeme ispunjava zahtijevanu nosivost (R) i/ili cjelovitost (E) i/ili toplinsku izolaciju (I) i/ili drugo očekivano svojstvo u slučaju požara, a iskazuje se kao vrijeme u kojem konstrukcija i elementi moraju očuvati nosivost i druga svojstva odnosno najkraće vrijeme u kojem su zadovoljeni postavljeni zahtjevi.

U radu je dan primjer ispitivanja otpornosti na požar novog građevnog proizvoda koji objedinjuje svojstva i ovještene fasade i vanjskog zida – ECO-SANDWICH[®] ventiliranog predgotovljenog panela prema ispitnoj metodi HRN EN 1364-4 Ispitivanje otpornosti na požar za nenosivi elementi Dio 4: Ovještene fasade (Djelomična ispitna konfiguracija) [5]. Uz eksperimentalni dio prikazani su i sami rezultati ispitivanja.

1.1. Ventilirani predgotovljeni fasadni panel – ECO-SANDWICH[®]

ECO-SANDWICH[®] je ventilirani predgotovljeni fasadni panel izrađen od recikliranog agregata i sloja mineralne vune proizvedene korištenjem održive Ecose[®] tehnologije, čijom se ugradnjom smanjuje potrebna godišnja energija za grijanje i hlađenje u zgradama. ECO-SANDWICH[®] se sastoji od dva sloja betona koji su međusobno povezani rešetkastim nosačima od nehrđajućeg čelika, Slika 1. Unutarnji, nosivi sloj betona izrađen je od recikliranog betonskog loma, dok je vanjski fasadni sloj izrađen od reciklirane opeke kao agregata u betonu. Nakon ispitivanja mehaničkih i trajnosnih svojstava [6], odlučeno je da će se unutarnji sloj ECO-SANDWICH[®] panela sastojati od 50% recikliranog betonskog agregata, a vanjski fasadni sloj od 50% recikliranog agregata opeke. Kao toplinski izolacijski materijal koristi se novorazvijena mineralna vuna izrađena korištenjem Ecose[®] tehnologije koja umjesto formaldehida koristi prirodne smole kao vezivo. Između sloja Ecose[®] mineralne vune i vanjskog sloja betona nalazi se 4 cm ventilirajućeg sloja zraka kojemu je svrha sprječavanje vlaženja izolacijskog materijala. Unutarnji sloj betona je povezan s nosivom konstrukcijom zgrade (stupovima, zidovima) pomoću sustava priključaka od nehrđajućeg čelika.



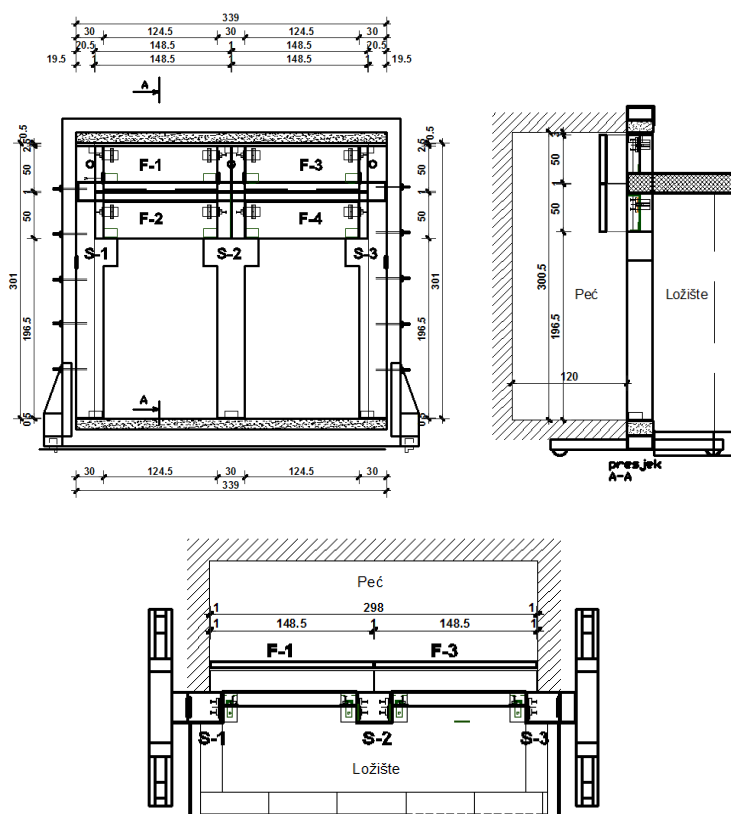
Slika 1 - ECO-SANDWICH® predgotovljeni fasadni panel

Zidni elementi i proizvodni proces projektirani su u skladu s načelima održivog razvoja optimizirajući upotrebu resursa te energijsku učinkovitost, imajući pritom na umu čitav životni vijek konstrukcijskih elemenata. Na taj način se znatno doprinosi težnji reduciranja negativnih utjecaja na okoliš – sprečavanje i umanjivanje zagađenja i onečišćenja, učinkovito gospodarenje otpadom, smanjenje emisije stakleničkih plinova – uz istovremeno poboljšavanje socijalnih i ekonomskih učinaka uparujući financijske prednosti s održivošću. Zbog svoje usklađenosti s Direktivom o energijskom svojstvu zgrada (Energy Performance of Building Directive – EPBD 2002-91-EC) i EPBD II (2010-31-EC) [7] te Okvirnom direktivom o otpadu (2008-98-EC) [8], ECO-SANDWICH® će olakšati njihovu primjenu u građevinskoj praksi. Stvara se tržište za građevinski otpad kao sirovinu, umjesto njegovog odlaganja u prirodu, te se značajno smanjuju potrebe za energijom za grijanje i hlađenje u postojećim zgradama ili u slučaju gradnje novih zgrada korištenjem predgotovljenih panel sustava ECO-SANDWICH®.

2. EKSPERIMENTALNI DIO

ECO-SANDWICH® je inovativni proizvod koji objedinjuje svojstva i ovještene fasade i vanjskog zida. Prilikom faze pripreme uočeno je da navedeni inovativni proizvod ne zadovoljava kriterije niti jedne od postojećih normi za postupak ispitivanja otpornosti na požar. Naime, unutarnji sloj betona s jedne strane povezan je s nosivom konstrukcijom zgrade (stupovima, zidovima) pomoću sustava priključaka od nehrđajućeg čelika dok s druge strane naliježe na podnu konstrukciju i time objedinjuje svojstva i ovještene fasade i vanjskog zida. U konzultaciji s ovlaštenim laboratorijem za ispitivanje otpornosti na požar odlučeno je da se ECO-SANDWICH® ispita prema normi HRN EN 1364-4 Ispitivanje otpornosti nenosivih elemenata na požar – 4. dio: Ovještene fasade – Djelomična postava [5]. Ispitivanje prema normi HRN EN 1364-3 Ispitivanje otpornosti nenosivih elemenata na požar – 3. dio: Ovještene fasade – potpuna postava (cijeli postav) nije moguća jer normom nisu obuhvaćena cjelokupna svojstva ECO-SANDWICH® panela. Druga referentna norma ispitivanja je Ispitivanje otpornosti na požar 1 dio: Opći zahtjevi HRN EN 1363-1 [9].

Ispitni uzorak (S3) se sastojao od četiri zasebna montažna elementa (F-1, F-2, F-3 i F-4) pojedinačnih vanjskih dimenzija 149,0 x 50,0 x 43,0 cm (Slika 2).



Slika 2 - Nacrt, tlocrt i presjek ispitnih uzoraka u ispitnoj požarnoj peći

Vanjski fasadni sloj uzoraka izrađen je od betona razreda tlačne čvrstoće C30/37 s 50% recikliranog agregata od opeke, debljine 6,0 cm. Unutarnji sloj betona izrađen je od betona razreda tlačne čvrstoće C30/37 s 50% recikliranog betonskog agregata, debljine 12,0 cm.

Na unutarnji sloj betona pričvršćena je Ecosse® vuna pomoću sidra za pričvršćenje vanjske toplinske izolacije debljine 20,0 cm dok je između Ecosse® vune i vanjske fasadne ploče ostavljen ventilirajući sloj zraka debljine 4,0 cm. Nosiva veza između vanjske i unutarnje ploče izvedena je pomoću rešetkastih nosača od nehrđajućeg čelika Ø8 mm. Uz to dodatno su postavljene i polimerne spone tipa Standard 8" Tie (ST200) kako bi se utvrdila njihova postojanost u uvjetima požara na montažna elementa F-3 i F-4.

Predgotovljeni elementi su ugrađeni na tri nosiva armiranobetonska stupa (S1, S2 i S3) dimenzija 30,0 x 27,0 x 300,0 cm na način da je pojedini element ugrađen u građevinske otvore koje je nosiva konstrukcija omeđivala sa stropom ispitne peći (armiranobetonska ploča debljine 20,0 cm). Unutrašnjost svih vertikalnih i horizontalnih spojeva ispunjena je ispunom od kamene vune uz dodatno brtvljenje ekspanzirajućim brtvilom otpornim na požar EI90. S prednje strane okvira peći napravljena je požarna komora od blokova pjenobetona.

Požarna peć izrađena je na način da omogući standardnu ispitnu konfiguraciju 1 – prema tablici A.1 norme HRN EN 1364-4. Na taj se način postiže istovremena izloženost ispitanih uzoraka unutarnjem požaru prema logaritamskoj temperaturnoj vremenskoj krivulji (ETK) u skladu s normom HRN EN 1363-1 i vanjski požar prema vanjskoj požarnoj krivulji u skladu s normom HRN EN 1363-2 s obzirom na toplinsku izloženost i pritisak. ETK krivulja definirana je prema slijedećoj formuli:

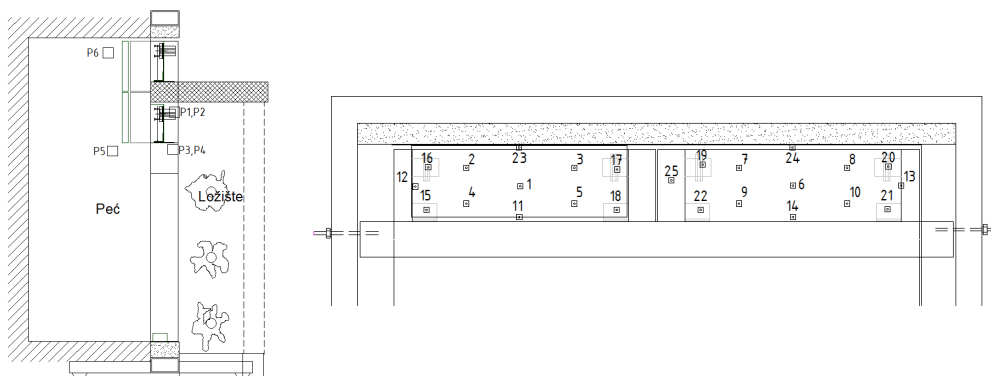
$$T = \log_{10}(8t + 1) + 20 \quad (1)$$

gdje je:

T – prosječna temperatura u peći (°C)

t – vrijeme (min.)

Normiran požar u požarnom prostoru ostvaren je pomoću šest plamenika. Temperatura u peći mjerena je s četiri ravnomjerno raspoređena termoelementa (P1 – P4) u dijelu peći sa standardnom ETK krivuljom i dva termoelementa (P5, P6) u dijelu peći s vanjskom krivuljom na način da nisu u kontaktu s otvorenim plamenom iz plamenika te da su 100 mm udaljeni od vatrom izložene strane ispitnog uzorka. Temperatura na požaru neizloženoj strani uzorka mjerena je sa 24 termometara u skladu s normom HRN EN 1363-1 i to na način da se mjeri povećanje prosječne temperature na neizloženoj strani montažnih elemenata (mjerna mjesta T1-T10), povećanje maksimalne temperature na neizloženoj strani uzorka (mjerna mjesta T1-T14), povećanje maksimalne temperature veznih elemenata (učvršćenja) (mjerna mjesta T15-T22) i povećanje maksimalne temperature brtvljenog spoja između uzorka i podržavajuće konstrukcije (mjerna mjesta T23-T24) – Slika 3 i Slika 4.



Slika 3 - Skica položaja mjernih mjesta temperature i tlaka u peći, te mjernih mjesta na požaru neizloženoj strani uzorka



Slika 4 Detalji ugradnje uzorka u ispitnu požarnu peć i prikaz kontrolne ploče tijekom ispitivanja

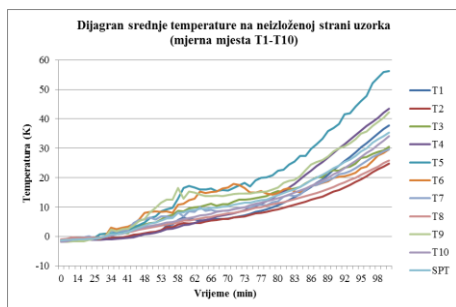
3. REZULTATI ISPITIVANJA

U tablici 1 prikazana su opažanja bilježena tokom ispitivanja, dok slika 5 prikazuje povećanje temperature na požaru neizloženoj strani uzorka.

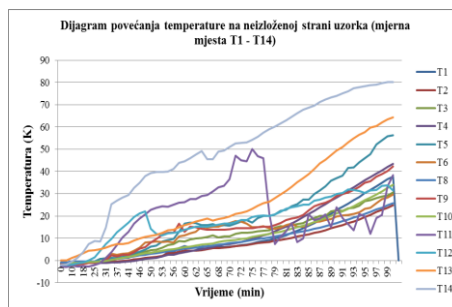
Tablica 1 – Opažanja tijekom ispitivanja ECO-SANDWICH® fasadnih elemenata.

| Vrijeme (min:s) | Strana* | OPAŽANJE |
|-----------------|---------|---|
| 00:00 | | Početak ispitivanja |
| 06:00 | IS | Otpadanje komadića betona sa stropa |
| 11:00 | IS | Topljenje polimernih spona u uzorku |
| 14:00 | IS | Otpadanje dijelova fasade praćeno eksplozijama |
| 18:00 | NS | Pojačano „znojenje“ uzorka |
| 23:00 | IS | Učestalo otpadanje većih komada vanjske fasadne ploče |
| 29:00 | IS | Jaka eksplozija pucanje betona stropne nosive konstrukcije |
| 35:00 | IS | Betonske ploče uzorka (vanjska fasadna ploča) jako oštećene (vidljiva armatura), izolacijska staklena vuna oštećena |
| 71:00 | IS | Otpadanje dijela armature i većeg dijela staklene vune sa fasade |
| 78:00 | NS | Uočen crveni sjaj po spoju vertikalnog nosivog dijela fasade i pokrivne ploče peći |
| 100:00 | | Prekid ispitivanja |

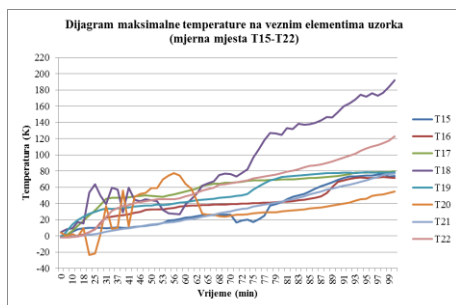
*IS – požaru izložena strana; NS – požaru neizložena strana



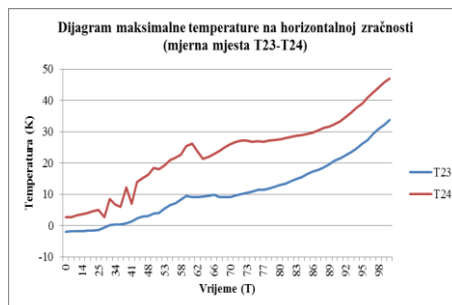
Slika 5a)



Slika 6b)



Slika 7c)



Slika 8d)

Slika 9 – Temperaturni prikazi tijekom ispitivanja na neizloženoj strani uzorka na mjernim mjestima T1–T24

Na dijagramima se uočavaju odstupanja na nekim mjernim mjestima: T11, T18 i T20 koje su uzrokovane reakcijama uzorka na požar (pucanje i eksplozija betona). U skladu s normom HRN EN 1364-4, uočava se da dozvoljeno povećanje temperature na požaru neizloženoj strani (140 K) (Slika 5a), dozvoljeno povećanje maksimalne temperature na požaru neizloženoj strani (180 K) (Slika 5b), dozvoljeno povećanje maksimalne temperature na brtvljenim spojevima uzorka (180 K) (Slika 5c), te dozvoljeno povećanje maksimalne temperature na veznim elementima uzorka (500 K) (Slika 5d) nisu bile prekoračene tijekom 100 minuta ispitivanja.

4. ZAKLJUČAK

U cilju plasiranja novog inovativnog proizvoda na tržište, te dobivanja Izjave o svojstvima i CE oznake, bilo je potrebno ispitati otpornost na požar predgotovljeni ventilirajući fasadni element – ECO-SANDWICH®. Trenutačno u Europskoj Uniji ne postoji norma za ispitivanje otpornosti na požar panela koji imaju svojstva i ovješene fasade i vanjskog zida. U konzultaciji s ovlaštenim laboratorijem odlučno je da se ispitivanje otpornosti na požar napravi prema normi HRN EN 1364-4. Svi dobiveni rezultati ispitivanja predgotovljenog ventilirajućeg elementa upućuju na razred EI90 prema HRN EN 13501-2:

Fire classification of construction products and building elements – Part 2: Classification using data from fire resistance tests, excluding ventilation services [10].

S obzirom na razvoj novih inovativnih proizvoda čija svojstva nisu obuhvaćena harmoniziranim Europskim standardnim, potrebno su dodatna istraživanja, a sve u svojstvu razvoja novih normi.

5. ZAHVALA

Autori se žele zahvaliti Europskoj komisiji na potpori financiranju projekta „Energy Efficient, Recycled Concrete Sandwich Facade Panel – ECO-SANDWICH” kroz program CIP-EIP-Eco-Innovation-2011, čime se omogućilo daljnje istraživanje i usavršavanje ECO-SANDWICH® fasadnih panela.

6. LITERATURA

- [1] Zakon o zaštiti od požara NN br. 92/10
- [2] Pravilnik o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara NN br. 29/13
- [3] Regulation (EU) No 305/2011 of the European parliament and of the council of 9 March 2011 laying down harmonised conditions for the marketing of construction products and repealing Council Directive 89/106/EEC, Official Journal of the European Union L 88/5
- [4] Council Directive 89/106/EEC on the approximation of laws, regulations and administrative provisions of the member states relating to construction products. OJ EC, No I. 40, 1989.
- [5] HRN EN 1364-4 Ispitivanje otpornosti nenosivih elemenata na požar -- 4. dio: Ovješene fasade -- Djelomična ispitna konfiguracija (
- [6] Banjad Pečur, I.; Štirmer, N. and Milovanović, B., 'Durability properties of recycled aggregate concrete', RILEM International workshop on performance-based specification and control of concrete durability, Zagreb, lipanj 2014
- [7] Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast), 2010, Official Journal of the EU L153/13-35
- [8] Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives, 2008, Official Journal of the European Union L312/3
- [9] HRN EN 1363-1 Ispitivanje otpornosti na požar 1 dio: Opći zahtjevi
- [10] HRN EN 13501-2: Fire classification of construction products and building elements – Part 2: Classification using data from fire resistance tests, excluding ventilation services

Slobodan ŠUPIĆ¹

Professional paper

Suzana VUKOSLAVČEVIĆ²

Mirjana LABAN³

VULNERABILITY OF PRECAST INDUSTRIAL BUILDINGS EXPOSED TO FIRE

Abstract: Fire safety design of precast industrial buildings, nowadays, became a very important issue due to increasing frequency of this type of construction. A large number of these buildings are designed to meet both storage and sales function (shopping centers, big specialized stores ...) which is often followed by high fire load. This paper represents an analysis of consequences of fire occurred in May 2013. at “Uradi Sam” business facility, Novi Sad. During the fire, the following were completely damaged: parts of the interior, wirings, roof covering, facade coverings, as well as the entire supporting roof structure, while reinforced concrete columns and facade beams suffered major damages. The aim of this paper is to emphasize vulnerability of this type of building regarding building materialization and construction-system fire performances, as well as the need for apply adequate preventive fire protection measures.

Key words: fire design, precast structures, reinforced concrete, unprotected steel, vulnerability

РАЊИВОСТ ПРЕФАБРИКОВАНИХ ИНДУСТРИЈСКИХ ОБЈЕКТА ИЗЛОЖЕНИХ ПОЖАРУ

Резиме: Пројектовање префабрикованих индустријских објеката отпорних на пожар представља посебан интерес због све веће учесталости овог типа изградње. Велики број оваквих објеката конципиран је тако да задовољи и складишну и продајну функцију (тржни центри, велике специјализоване продавнице...), те је често заступљено високо пожарно оптерећење. У раду је извршена анализа утицаја пожара који је маја 2013. године избио у пословном објекту „Уради сам“ у Новом Саду. У току пожара потпуно су оштећени делови ентеријера, инсталација, кровни покривач и фасадне облоге у објекту, као и комплетна носећа кровна конструкција, док су АБ стубови и фасадне АБ греде претрпели значајна оштећења. Циљ рада је да истакне рањивост овог типа објеката на пожар са аспекта понашања материјала и конструктивног система у пожару, као и потребе примене превентивних мера заштите елемената од пожара.

Кључне речи: пожарни инжењеринг, префабрикована градња, АБ, незаштићени челик, рањивост

1 Ass. MSc CE, University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Department of civil engineering and geodesy, Trg Dositeja Obradovića 6 21000 Novi Sad, ssupic@uns.ac.rs

2 Ass. MSc CE, University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Department of civil engineering and geodesy, Trg Dositeja Obradovića 6 21000 Novi Sad, suzanav@uns.ac.rs

3 Ass. Prof. PhD, University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Department of civil engineering and geodesy, Trg Dositeja Obradovića 6, Novi Sad, mlaban@uns.ac.rs

1. INTRODUCTION

Fire has been our foe for as long as man has walked this earth. Behaviour of a structure in fire is more complex than in ambient temperature conditions, because changes in the material properties and thermal movements cause the structural behaviour to become non-linear and inelastic.

On May 2013, a fire broke out in the “Uradi sam” business facility in Novi Sad. Due to the fire, the following were completely damaged: parts of the interior, wirings, roof covering, facade coverings, as well as the entire supporting roof structure (RC binding rafters and RC main roof carriers), while RC columns and RC facade beams suffered major damages.

An assessment and repair of reinforced concrete structure after the fire were realised in June 2013. After detailed analysis, it was concluded that mechanical characteristics of concrete and reinforcement were not reduced due to effects of the fire, although most of concrete elements suffered serious damages. On the other hand, unprotected steel – tie rod within roof structure deformed, due to the temperature increase, and led to its rapid collapse.

The aim of this paper is to emphasize vulnerability of this type of buildings regarding to building materialization and construction-system behavior in fire, as well as the need for apply an adequate fire protection measures.

2. FIRE SAFETY OF PRECAST INDUSTRIAL BUILDINGS

Prefabricated construction facilitates are more cost-effective than traditionally built ones due to the process of construction which reduces the work engagement and the time of construction. However, it is no longer enough to build cheaply and modularly, neglecting the aesthetics and quality or safety.

Nowadays, in all major cities, buildings built in mounting system are more frequent, coated with sandwich panels, structural aluminum and glass facades. A large number of these facilities is designed to meet the storage and sales function.

This type of construction system, despite the advantages, has its flaws that have emerged with time and frequency of its use. One of them is vulnerability of this type of construction to fire. Considering the possible impacts on the people and material goods, fire protection issues have become most serious problem in the domain of security storage process in general. Uncontrolled fires, with the specter of buildings collapsing, the implied damage, potential injury and loss of life have created very negative image[1].

Fire is an ever present danger that must be addressed for all structures. It represents a catastrophic event in regards to safety as well as cost. When a fire does break out, people rely on the designers decisions to chose the fire safe solutions. It is unspoken expectation of everyone who walks into any building [2].

3. FIRE IN „URADI SAM“ BUSINESS FACILITY

3.1. Basic data on the object

„Uradi Sam“ is single storey industry building, designed to meet the storage and sales function.

The building's dimensions in the base are 86.0x24.0 m. Total height of the hall from the ridge of the roof to the floor of the hall is 9.3 m. Taking into consideration the great length of the object in the middle part, dilatation was placed in the middle in the form of double neighbouring columns and roof carriers. The object is placed on pad foundations. Columns are placed as prefabricated, RC elements, dimensions of 40x60 cm. Facade beams are prefabricated RC elements of G section, leaned directly on the columns. Roof binding rafters are placed as prefabricated RC beams of T section, height 30 cm. The main roof carriers of 24 m spans are placed as composite structure, upper chord is reinforced concrete, cross section 40x30 cm, and the lower chord is steel pipe –sag rod, strutted in the upper chord by steel bracings in quarter spans. The base of the object, cross section and appearance of the object before the fire are given in the Fig 1, 2 and 3.

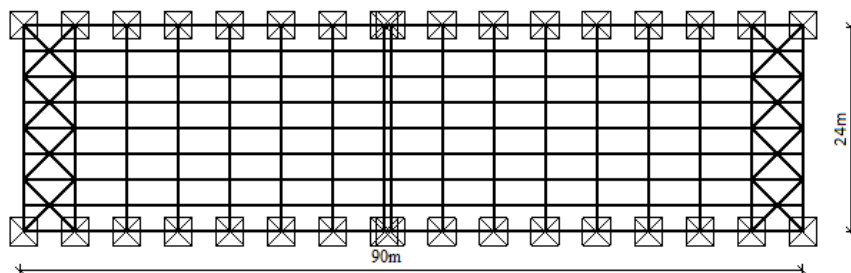


Figure 1 - The building base plan



Figure 2 – Appearance of the building
before the fire

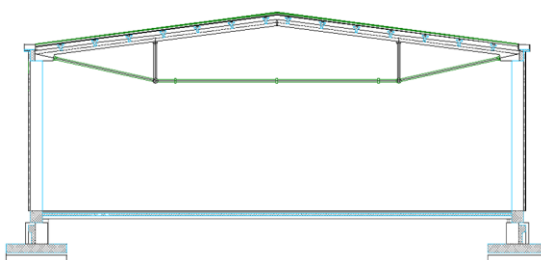


Figure 3 – Cross section of the building

3.2. Materialization of structure elements

The fire resistant qualities of a material cannot be neglected in building construction, as they determine how well the structural integrity of the building will be maintained when

exposed to intense heat and flames. All construction materials progressively lose their ability to support a load when they are heated.

Table 1 presents material specifications by Design plan of main construction elements in “Uradi Sam”.

Table 1 - Material specifications, according to building design documentation

| Concrete elements | | Steel elements | | Other | |
|----------------------------------|---------|----------------------------------|-------------------|-----------------|---------------------------------|
| Columns | C 35/45 | Reinforcement | GA 240/360 | Thermopanel | |
| Facade beams | | | RA 400/500 | | |
| Roof binding rafters | | | MA 500/600 | | |
| Main roof carriers - upper chord | | Main roof carriers - lower chord | Tie rods | Facade covering | Aluminium sheet Mineral wool |
| Floor plate | | | Diagonal bracings | | |
| Foundations | C 25/30 | Roof bracings | Vertical bracings | Roof covering | |

3.2.1. Concrete elements

Concrete structures are known for a good fire resistance and have very often a very high residual strength. The fire-resistant properties of concrete are fairly easy to understand. The components of concrete: cement (limestone, clay and gypsum) and aggregate materials, are chemically inert and therefore virtually non-combustible [3]. Concrete structures generally perform extremely well during and after a fire, resulting in the majority of fire damaged concrete buildings being repaired and reused (Fig 4).

In “Uradi Sam”, after detailed analyse and evaluation of compressive strength of concrete after fire, it was concluded that compact concrete core exists in all of the RC elements, it has satisfactory mechanical properties and designed compressive strength class C35/45 [4].



Figure 4 – Characteristic defects and damages of concrete elements in “Uradi Sam” caused by fire: Peeling of crumbly concrete along the column edges, visible reinforcement, net-like fissures, change in aggregate colour

3.2.2. Steel elements

When considering using steel as a structural element, one of the main factors which influence the design of steel buildings relates to the effects of fire on steel structures and the methods to provide adequate fire protection. The main disadvantage with steel as a material is it is susceptible to high temperatures and when steel is heated it expands and its strength and stiffness decreases. Also structural steel has a high thermal conductivity, meaning that it quickly reaches the temperatures it is subject to, giving limited amounts of time before the structure begins to fail [5].

Steel always requires some form of fire protection to improve its fire resistance. The cause of the steel's reduced performance at higher temperatures can mainly be attributed to a reduction of strength and stiffness. Structural steel typically has a very high ratio of surface to cross-sectional area compared to typical structural concrete members. This combined with steel's high thermal conductivity leads to more rapid heating. A protective coating of concrete or other insulative material can be applied to structural steel members, providing thermal insulation and increasing performance in fire [6].

In "Uradi Sam", according to the presented results from [4], the samples of ribbed steel, taken from RC beam – binding rafter, which remained standing after clearing the demolished roof structure, meet the technical conditions set in standard SRPS C.K6.020.

3.2.3. Other materials

Aluminium has high conductivity (2 to 4 times the conductivity of steel) and low density (one third of that of steel), which cause aluminium alloys to heat quickly. Therefore, most aluminium structures need passive fire protection to meet standard fire resistance requirements. In general, strength and stiffness of aluminium alloys are reduced significantly at moderately elevated temperatures. At a temperature of 350 °C, the strength is already reduced to 30% [7]. Combining with mineral wool, non combustible core with F60 qualified fire performance, can be achieved. However, after the fire it was noticed that panels were filled with pur foam (Fig 5) instead of mineral wool.



Figure 5 – Deformation of aluminium panels



Figure 6 – Collapse of steel pipe

3.3. Construction system behavior

To avoid the collapse of a building structure, the combination of elements and their supporting members must perform their load-bearing function for the duration of the fire. In

many simple structures, collapse of one member will result in total collapse of the structure. As individual members try to expand under heating, they create interactions with the surrounding structure which do not occur under normal temperature conditions. „Uradi sam“ had unprotected lower steel chord within roof structure, that led to its collapse in a fire, leaving the boundary columns cantilevering from the foundations after a fire (Fig 6, 7 and 8). As the roof had collapsed, the fire was no longer ventilation controlled, and the burning rate depended on the surface area of fuel available for combustion. Flexion of columns occurred during the fire, due to fracture and fall of main roof carriers, which were at their ends connected to the columns through two steel anchors. Most of the columns were not deformed, nor was there excess of tension due to bending, because the main roof carrier fell from their supports relatively fast. There was a good connection between the rafter and the columns. Columns bended inwards, which is much less dangerous than outwards collapse.



Figure 7 - Collapse of the roof structure in fire



Figure 8 - Appearance of the building sight after the fire

3.4. Fire protection measures

For structural steelwork the adequacy of fire protection plays an important role in the fire outcome. Although concrete elements met the fire resistance demands, a lack of fire protection measures applied on steel elements within roof structure caused its quick collapse and serious damages on concrete elements.

Steel must be treated, coated or covered to meet fire requirements. Active protection systems such as sprinklers, while effective in some cases, are not the entire solution and can fail to perform at critical moments. This is especially important if materials have been used that rely on sprinklers to slow their combustibility [8]. With the addition of passive fire protection, such as spray-on fireproofing, buildings built in structural steel can sustain stability when exposed to greater temperatures and, therefore, provide additional safety. The best approach is a balanced design that combines active and passive protection systems.

4. CONCLUSION

The crisis has changed the demands of clients in the construction sector. Investors are looking for a faster and cheaper way of building. Precast buildings meet this requirement. But there are more important things that must be considered, such as quality of building that must not suffer and bring human life in danger.

As identified in this report, each building material behaves differently in fire and has its own characteristics and performances related to fire and heat exposure. These need to be considered when designing structures so that a suitable material can be selected and the necessary protection measures implemented. Research into the behavior of structures in fire has been ongoing for many years, however substantial development has been made in recent years, considering the effects of real fires on complete structures as opposed to the individual materials. This can only lead to more consistent safety levels, more robust designs and an increase of the opportunity for new technologies and innovative designs [5].

Due to the high fire load and the presence of a large number of people in these facilities, it is necessary to ensure a sufficient number of properly marked emergency exits. If a fire occurs, one of the best protection systems would be sprinklers, providing the ability to extinguish the fire, while passive protection measures can only prolong the stability of the structure. Also, it is recommended to perform risk analysis by creating scenario of events.

5. REFERENCES

- [1] R. H. R. Tide: Integrity of structural steel after exposure to fire, *Engineering Journal* / First quarter / 1998
- [2] PCI Central Region PRECASTER, Issue 26
- [3] Cancio C: Why is concrete fire resistant?
- [4] Radonjanin V, Malešev M, Lukić I, Šupić S, Vukoslavčević S: The assessment and repair of the precast RC structure exposed to fire, 5th international conference Civil Engineering - Science and Practice, Žabljak, 17-21 February 2014, p.1245-1252
- [5] Dr. Rizgar Salih Amin: Structural appraisal for fire damaged structures, p.11
- [6] Wastney C: Performance of unprotected steel and composite steel frames exposed to fire, Christchurch, New Zealand, February 2002, p.18
- [7] Maljaars J: Fire exposed aluminium structures, *Building Structures and Systems*, Heron volume 5, Delft, the Netherlands, 2005.
- [8] Precast Concrete Fire Prevention: Setting The Record Straight, PCI institute

Iveta MARKOVÁ¹
Jozef LAUKO²

Original scientific paper

TEST OF FIRE OF OIL PRODUCT BS95 - WATCHING THE SPEED OF BURNING

Abstract: The paper describes a methodology by which the experiments were carried out. The theoretical analysis of the problem, we will discuss flammable liquids, their general physical -chemical characteristics and then evaluate the behavior of flammable liquids under the effect of external initiator. The number of existing fires, flammable liquids, we focused on the pool fire. The goal was carried out the experiments out the evaluation behavior of selected flammable liquids in case of fire; end points were the Mass flow rate. The fire models were used to class 21B and 89B for fuel petrol, diesel and ETBE by EN 3. The results show the effect of surface fires in flammable liquids Mass flow rate speed and type of fuel, which reached a top speed of MTBE as a fuel with the lowest density in the experiments.

Key words: oil products, fire, speed of burning, mass flow rate

ISPITIVANJE NA POŽAR NAFTNOG DERIVATA BS95 - PRAĆENJE BRZINE SAGOREVANJA

Резиме: У раду се описује методологија којом су експерименти изведени. У теоријској анализи проблема, разматрају се запаљиве течности, њихове опште физичко-хемијске карактеристике, а затим се процењује понашање запаљивих течности под дејством спољашњег иницијатора. Истраживање је фокусирано на пожаре на резервоару, број постојећих пожара, и запаљиве течности. Циљ експеримената је испитивање понашања одабраних запаљивих течности у случају пожара, а крајњи циљ је масени проток. Пожарни модели коришћени су за класу 2B и 89B за горива бензин, дизел и ETBE по EN 3. Резултати показују утицај површинских пожара на брзине масеног протока запаљивих течности и врсте горива, а максимална брзина је достигнута код MTBE као горива са најнижом густином у експериментима.

Кључне речи: нафтни деривати, пожар, брзина сагоревања, масени проток

¹ Prof. PhD Department of Environment, Faculty of Nature Sciences, Matej Bel University, Tajovského 40, 97401 Banská Bystrica, Slovakia, iveta.markova@umb.sk

² Firefighter, DUSLO ŠALA, Slovakia, Jozef.Lauko@duslo.sk

1. INTRODUCTION

1.1. Flammable liquids

The chemical composition of flammable liquids based on elemental composition. Most of the flammable liquid is made up of carbon, hydrogen and oxygen. This is particularly the substances of organic origin. In addition to these elements may include the head of sulfur, phosphorus, nitrogen, metals, and some of the chemical elements. [1, 2, 3]

Physical properties of flammable liquids supports combustion. In the evaporation of the liquid from the free surface (rated saturation pressure above the free surface), emerging the steam/cuouples, which are mixed with air to form a flammable mixture (based on the diffusion of molecules with a few molecules of oxygen). Flammable liquids in fluid form don't burn, burn only the vapor mixed with air. [3, 4]

Fire or incident is always evolving from a material that interacts with the air or surrounding environment for the presence of a suitable initiator. Flammable materials, particularly flammable liquids such as petroleum products, are permanently present a risk of fire. Flammable liquids are substances with low flash point, low boiling point and low values of vaporization. Those parameters create excellent conditions for ignition, in the establishment and development of fire. The burning of liquids in practice the fires usually occur by external sources of ignition (hot compartment bodies, flame, sparks). The liquid burns the free surface. The conditions of heat transfer and the physico-chemical properties of liquids to produce a different rate of burning liquids. Burning rate depends on [5, 6] the initial temperature, the cylinder diameter, height levels, airflow.

The aim of this paper is to specify the behavior of petroleum product Gasoline Super 95 (BS95) (nonpolar liquid) in the case of external ignition. Present various kinds of Class B fires and track parameters depending on the size and execution time tank fire in the form of large-scale experiments.

1.1.1. Fire of flammable liquids

Type scenarios for flammable liquids storage of specialists singled out for major industrial accidents in the following variants (Table. 1).

Pool fire is evaluated following conditions:

- flammable substance
- bounded / unbounded
- tributary - the inlet velocity greater than the speed of combustion, and a pair of burning the liquid

Table 1 Type scenarios for flammable liquids [5, 7]

| Type of results | Description |
|----------------------|--|
| Pool Fire | Pool Fire - ignited vapors of flammable liquids above the horizontal pool. |
| BLEVE | Boiling Liquid Expanding Vapor explosion Explosion- few boiling liquid. Arises as a consequence of external fire |
| Flash Fire | Burning cloud of flammable vapors, formed in the initiation steam in limiting of flammability. Cloud may also initiate further away from the spill and then flash back. |
| Jet Fire / Jet Flame | Jet Flame - arises from ignition of flammable vapors leaking from the container under pressure through a small hole. Couples/ steam usually entrained along a part of the liquid. Flare leaking material is quite sharp. |
| Boilover | From boiling over (the edge of the tray) |
| VCE | Vapour cloud explosion |
| Fireball | Fireball. Arises as a consequence Bleve effect |
| Scattering | Scattering - Spreading a cloud of flammable vapors downwind and subsequent dilution to concentrations below the lower explosive limit |
| LEL | Lower explosive limit |
| UEL | Higher explosive limit |

1.1.2.Loss Rate Fire of Fire Class B (fire of flammable liquids)

One of the most basic and important data that characterize the combustion of flammable liquids, the flow rate of fire. This parameter is used in evaluating the combustion of flammable liquids. In the literature are often referred to different flow rates of burning the same substance. Under these differences is signed inconsistent methodology for determining this parameter, which is the result of different results from different authors. [5]

The loss rate fire of fire liquid is defined as the amount of liquid per unit time function. Identifies two basic loss rate fire [8]:

- Linear.
- Mass.

Novotny - Tureková [9] emphasize parameter - the flow rate of fire as one of the primary values, we need to calculate the necessary additional data during combustion of flammable liquids. Calculation we can get the values that have practical use in evaluating the combustion of flammable liquids.

For purposes of calculating the rate of fire is necessary to know the following parameters [9,10,11]:

- Fuel type.
- Diameter pool.
- The quantity of the spilled liquid.

Novotny -Tureková [8] were used to calculate the linear loss rate fire correlation study results Babrauskasa [10]. Those makers claim that values are valid for the case of no wind and with minimal fluid overheating. [8.10]. Fire-rescue workers is an important indicator of a reduction in the level of liquid fire from its inception to its extinguishing. [12]

2. EXPERIMENTAL PART

2.1. Characterisation of fire class B samples

For the purposes of the experiment samples were selected specifically flammable nonpolar liquids summarized in Table 3. It was the Super Petrol 95 (BS95). Features BS95 states MSDS. [24]

2.1.1. Experimental model of Fire Class B

For experimental measurements will be created three test models of class B fires from the sample Gasoline Super 95 To implement models of fire class B, test baths were used:

- test bath to a small test fire extinguishing capability according to EN 1568-4 section I.1.1 [25] (labeled MB), mean area fire / create pools $D = 0,565$ m,
- test bath 21B STN EN 3-7 + A1 [26] (labeled 21B), mean area fire / create pools of $D = 0,92$ m (Table 2),
- test bath 89B STN EN 3-7 + A1 [26] (labeled 89B) mean area fire / create pools of $D = 1,89$ m (Table 2).

In each test the tank fuel level of at least 20 mm.

Due to the increasing fuel consumption is also increasing interest in biofuels as renewable energy sources [13, 14, 15].

Most motor fuel are made from crude oil, which are the most important component hydrocarbons. The European Union promotes the use of alternative motor fuels based on vegetable oils and alcohols, synthetically prepared fuels from coal, tar, oil sands, oil and natural gas and their mixtures with hydrocarbon fuels [16]. The EU adopted Directive 2003/30 / EC to encourage the use of biofuels in transport. The Directive requires Member States to replace 2% of diesel and petrol with biofuels in 2005 and by 2010 this had risen to 5.75% [17,18]. EU Strategy for the years 2020 and 2050 are bold, presenting a significant increase in the share of renewable energy sources [18].

2.2. Experimental methods for monitoring fires Class B - Monitoring model fire class B according to EN 3-7 + A1.

The implementation of the Class B fire models, were used test bath (Table 2 and FIG. 1).



Figure 1a) MB



Figure 1b) 21B



Figure 1c) 89B

Figure 1 - Test fire tanks for model class MB, 21B and 89B

Table 2 Characteristics of reservoir modelsof fire class B

| Fire Class B | Characteristic of test baths | | | Labeled of area of the tank (Fire Area) |
|--------------|---|--------------------------------|--|---|
| | Test bath | The diameter of the tank D [m] | Area of the tank (Fire Area) S [m ²] | |
| 1. | The small test fire extinguishing capability according to EN 1568-4 section I.1.1 | 0,565 | 0,25 | MB (FIG. 1a) |
| 2. | The test bath according to 21B STN EN 3-7 + A1 [26] | 0,92 | 0,66 | 21B (FIG. 1b) |
| 3. | The test bath 89B according to STN EN 3-7+A1 [26] | 1,89 | 2,8 | 89B (FIG. 1c) |

For the purposes of the experiment were used fuel gauges presented in Table 3, Measuring conditions are presented in Table 4.

Table 3 Fuel consumption.

| Fire Class B | 21B | MB | spolu |
|------------------------|----------|----------|-----------|
| Super Petrol 95 (BS95) | 10 liter | 25 liter | 136 liter |

Research tracking rate of burning liquids were chosen method combined with the conditions of standard EN 3-8 [27].

Table 4 Conditions for model of Fire Class B, fuel - Super Petrol 95 (BS95)

| Parameters | MB | | | 21B | | |
|--|------|-----|---|------|----|----|
| Temperature of environment [°C] | 10,8 | | | 11,5 | | |
| Weather conditions [m.s ⁻¹] | 1,55 | | | 2,2 | | |
| Density of the fuel [g.cm ³] | 0,78 | | | 0,78 | | |
| Fire Time [min] | 1 | 3 | 5 | 1 | 3 | 5 |
| Volume of fuel mixture: 1,5 l H ₂ O+BS95[l] | 3 | 4,5 | 6 | 6 | 12 | 15 |

By monitoring the fire time and the amount of spent fuel were calculated and compared with the Loss Rates to another model fires of Class B (presented in Table. 2).

After a specified fire time, fire was extinguished by covering a metal lid, which was produced for each tank (test bath). On such phenomena that take place in the tank, it is necessary to accept the tank overheating due to conductive heat transfer to the tank walls. So it is unconditionally necessary when liquids fires immediately cool the tank wall.



Figure 2 (I part) – Overlap tank 21B to tank 89B.



Figure 2 (II part) – Overlap tank 21B to tank 89B.

The experiments were divided into two parts, namely:

- Mass Flow Rate of Fire - were examined many gallons of flammable burned for a given unit area on an experimental test tank.
- On the basis of the calculation were through mathematical calculations derive the following parameters: Loss Rate, Mass Flow Rate of Fire and Linear Flow Rate of Fire (water column function of fuel). When the test was the most difficult task spent of fuel, suffocation by preventing access of air, without causing injury to firefighters (FIG. 2 and FIG.3). On the tank 21B and 89B were produced metal covers that its size overlapped the entire tank. Was prepared lever pivot mechanism that dominated one firefighter and implemented process interruption Fire Class B. Finally, wet fabrics were used as insulation fluid from the air between the lid and the edge of the tank to prevent access of air. At the same time a jet of water were cooled walls of the tank and the lid to prevent the deformation and damage while covering material (FIG. 3).



Figure 3 - Descriptive sample tests which were made of burning the Fires Class 89B.

2.3. Evaluation of the results

On the basis of the experimental data was obtained:

- Amount the flammable liquid remaining after discontinuation of burning and fire time.
- Is calculated:
- Loss Rate Fire in the tank (according to formula 4),
- Mass Loss Rate Fire (the formula 5),
- Linear Loss Rate Fire (according to formula 6).

These data are statistically evaluated, and the average value and standard deviation are calculated from the formulas (4), (5) and (6).

To calculate the Loss Rate Fire was used the relation (4):

$$\dot{m} = \frac{V\rho}{t} \quad (4)$$

Where: \dot{m} Loss Rate Fire [kg.min⁻¹], V Volume of the burning liquid [m³]

ρ Density of liquid, t Fire time [min]

To calculate the Mass Loss Rate Fire was used the relation (5):

$$\dot{m}_h = \frac{\dot{m}}{S} \quad (5)$$

Where: \dot{m}_h Mass Loss Rate Fire [kg min⁻¹ m⁻²], \dot{m} Loss Rate Fire [kg min⁻¹], S Fire Area [m²]

To calculate the Linear Loss Rate Fire was used the relation (6):

$$v_l = \frac{V}{S t} \quad (6)$$

Where: v_l Linear Loss Rate Fire [cm min^{-1}], V Volume of the burning liquid [m^3]
 S Fire Area [m^2], t Fire Time [min]

Amount of fuel (flammable liquid) burned and fire time was determined to always remaining quantity of flammable liquid cover the bottom of the test tank continuous layer, in order to conform to the fire spilled across the surface of the tank.

About the experiment was monitored as turbulent flame as [19,20] were characterized. Experiments were carried out at the fire station ZHU Slovnaft in Bratislava. Repeated twice for material and economic demands. At the same time, carrying out experiments originated annoying black smoke, which infest the surrounding environment. In Table. 5 to tab. 7 are summarized the data from the measurement sample BS95 for two fire area 0.25 m^2 (Fire Class MB) and 0.66 m^2 (Fire Class 21B). For the purpose of seeking context was progressively increased fire time tracking Loss Rate Fire [kg min^{-1}] and the Mass Loss Rate Fire [$\text{kg min}^{-1} \text{ m}^2$], in some literatures referred to as "mass rate of fire spreading" [21]. In the literature [21] provides for petroleum products Mass loss rate fire $2,19 \text{ kg min}^{-1} \text{ m}^2$. Sometimes referred to as a parameter of evaporation (evaporation rates), which in our case also describes the process. For all the monitored area fire comes relatively comparable value.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Experimental results for Fire Class MB and Fire Class 21B

The obtained experimental results are shown in Table 5. Based on the initial volume V_0 and watched the fuel is combusted fuel volume V_H , and the rest after discontinuation of fuel burning V_Z .

Table 5 Experimental data model of fire class B, fuel gasoline Super 95

| No. | Fire Time | Fire Area | | | | | |
|-----|-----------|--------------------------|-------|-------|--------------------------|-------|-------|
| | | MB / Volume fuel [liter] | | | 21B/ Volume fuel [liter] | | |
| | [min] | V_0 | V_H | V_Z | V_0 | V_H | V_Z |
| 1 | 1 | 3 | 0,71 | 2,29 | 6 | 2,8 | 3,2 |
| 2 | | | 1,06 | 1,94 | | 2,64 | 3,36 |
| 3 | | | 1,04 | 1,96 | | 2,73 | 3,26 |
| 1 | 3 | 4.5 | 2,73 | 1,77 | 12 | 7,425 | 4,575 |
| 2 | | | 2,63 | 1,67 | | 8,3 | 3,7 |
| 3 | | | 2,70 | 1,72 | | 7,39 | 4,18 |
| 1 | 5 | 6 | 5,06 | 0,94 | 15 | 13,39 | 1,61 |
| 2 | | | 4,5 | 1,5 | | 12,89 | 2,11 |
| 3 | | | 4,5 | 1,5 | | 13,05 | 1,84 |

From the measured experimental data was calculated Mass Loss Rate Fire \dot{m} and Mass Loss Rate Fire per unit area \dot{m}_H . Averaging and determining the standard deviation is necessary to point out the resulting scattering intensity due to the implementation of the

experiment. As seen from the results obtained with the increase of fire time increases linearly fuel volume (Fig. 4) but the Loss Rate Fire for each fire times are confirmed. It is observed, increase the Loss Rate Fire, depending on the area of the fire (Table 6).

Table 6 Average values of the Flow Area B gasoline Super 95 in the fire class MB and 21B.

| Fire Area B [m ²] | Fire Time t [min] | Amount of Fuel of burning V _H [m ³] | Spent of fuel | |
|-------------------------------|-------------------|--|-----------------------------------|--|
| | | | \dot{m} [kg.min ⁻¹] | \dot{m}_H [kg.m ⁻² .min ⁻¹] |
| MB 0,25 | 1 | 1,01 ± 0,108 | 1,28 ± 0,352 | 5,21 ± 0,561 |
| | 3 | 2,68 ± 0,05 | 1,145 ± 0,0025 | 4,58 ± 0,085 |
| | 5 | 4,78 ± 0,28 | 1,27 ± 0,087 | 4,90 ± 0,285 |
| | X | Average | 1,23 | 4,89 |
| 21B 0,66 | 1 | 2,7 ± 0,090 | 3,48 ± 0,105 | 5,28 ± 0,155 |
| | 3 | 7,905 ± 0,362 | 3,36 ± 0,134 | 5,09 ± 0,28 |
| | 5 | 13,13 ± 0,204 | 3,37 ± 0,178 | 5,105 ± 0,095 |
| | X | Average | 3,40 | 5,02 |

The power ratings depending of the flammable liquid burning on the fire time was provided a graphic linear dependence of the fuel consumption with respect to time, which plays an essential role as the width of the tank, whereas we used only one type of fuel and yet the linear slope of the curve is significantly different (Fig.4). With increasing surface fuel consumption is increasing.

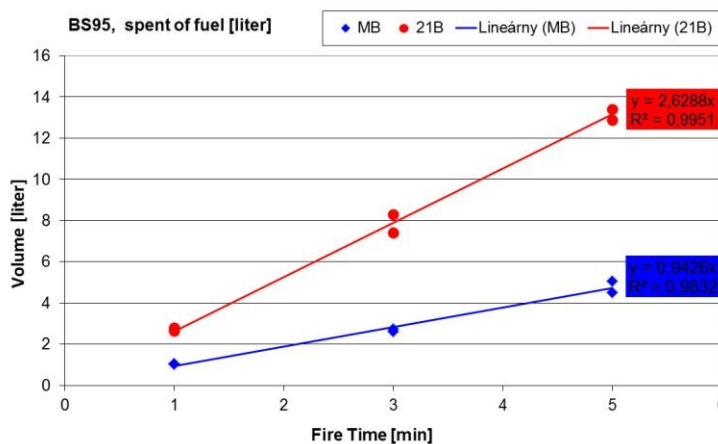


Figure 4 The fuel consumption in Fire Class MB and 21B.

As seen with the increase in the area of fire, there is the enhanced model the fire class 21B of the linear dependence $y = 2,6288x$ (FIG. 4), at the same time as the model of the class of fire MB (of the linear dependence $y = 0,9426x$ (FIG. 4)). From the extrapolated results

may be indicative predicted by fire times the Flow Rate will fuel of burning at appropriate time intervals (Fig. 5).

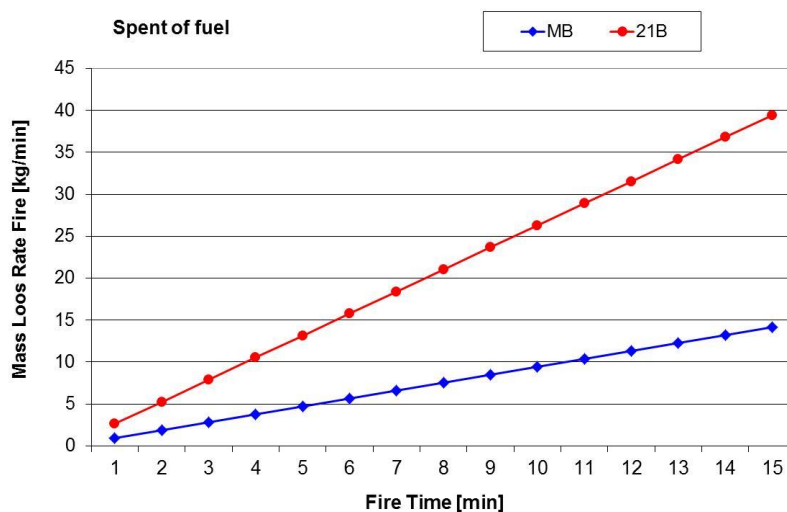


Figure 5 The linear dependence of the Mass Flow Rate gasoline model of fire classes MB and 21B.

When monitoring the evaporation rate would be more favorable parameter $l \text{ min}^{-1}$, "which would indicate the amount of spent fuel per minute (Table 7). For fire MB based rate much smaller, of the order of 1.5 times, an area to fire Class 21B.

Table 7 Evaporation " $ml \text{ min}^{-1}$ " Gasoline for fire models MB and 21B.

| Evaporate/ Linera Flow Rate | MB (Fire Area $0,25m^2$.) | 21B (Fire Area $0,66m^2$) |
|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| $„l \text{ min}^{-1}“$ | $1,1 \pm 0,12$ | $2,63 \pm 0,73$ |

Based on the results of Table 7 again it is possible to create a plot of the behavior of gasoline in the tank when the fire of the quantity of spent fuel (Fig. 6). The above result is important for the assessment of interference resulting fire class B, where the incident commander must consider whether it is worthwhile to join the fire fighting equipment to extinguish a fire, or is already in the advanced stage of the fire and the amount of spent fuel in the tank is minimal, linear velocity high fire, so it is advantageous supervised let Petrol burn (Fig. 6). This fact is illustrated in 15 minutes, the fire brigades range is within 10 min. [22] The commander should have enough time to consider and compare the amount of fuel in the tank. The similar procedure is presented by [28].

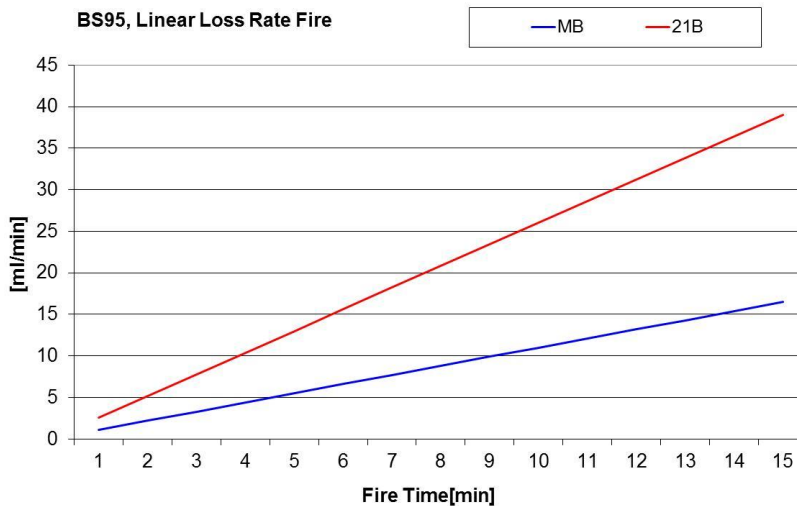


Figure 6 Linear dependence of the evaporation of gasoline in fire class MB and 21B.

3.2. Comparison of mass flow rate and mass flow rate per unit area (mass rate of fire spreading) of gasoline in the fire class MB (fire area 0,25 m²) and 21B (fire area 0,66 m²)

Basically the course of the values is the same for all measurements in the relevant area of fire (Table 7), but three times higher on the average value of 3.40 kg.min⁻¹ value of Flow Rate in MB fire (fire area 0.25 m²) (Table 5) as the 21B (0,66 m² fire area). The fire 21B to obtain values of 1,23 kg.min⁻¹. Result confirms the well-known rule that with increasing area of the fire class B increases the rate of burning. The BS 95 samples with increasing fire area by 2,5 times increase in Flow Rate occurs three times.

When evaluating the obtained value of the resulting mass rate spread of fire were obtained consistent results (Table 5). A positive result is a relative consensus rate spread of fire, which was based on the difference of 0,26 (Table 5).

3.3. Experimental results for Fire Class 89B

For the purposes of monitoring during the fire class B in the model fire area 2,8 m² termed according to EN 3-8 as 89B, it could not proceed as in the previous cases. Since this is a large-scale experiment, which is demanding on technical merit The Fire could not be repeated manner discontinued by covering fire area as it was in previous experiments. On extinguishing of Fire Class 89B was chosen a gradual approach to the entire unburned fuel - petroleum product. As result was monitored the time for which the process is carried out. Again the calculated Mass Flow Rate.

Of burning shows some deviations from the measurement tank under 21B respectively the container to the fire-test MB, which may be due to the way the test was carried out pre-treatment of standard experiments and subsequently was theoretically calculated, according to previous testing, the amount of fuel burning for 2 minutes, and it was then ignited.

4. CONCLUSION

Based on the experimntov it can be stated:

- Gasoline is readily combustible liquid (Class I hazard according Slovak Laws 96/2004 [23])
- The rate of burning gasoline is significantly influenced by the shape and size of the container area level of gasoline
- Implementation of the above experiments is very demanding on the technical design

5. LITERATURE

- [1] MARKOVÁ, I. et al. 2012. *Ochrana osôb a majetku pred požiarom*. Zvolen : ES TU vo Zvolene.
- [2] KAČÍKOVÁ, D. et al. 2007. *Materials in Fire Protection*. Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene, 2005[2006]. - 124 s. ISBN 80-228-1530-6.
- [3] DEMIDOV, P. G. 1963. *Burning and Properties of flammable substances*. Bratislava : SVTL, 1963, 284 s.
- [4] MONOŠI, M. 2009. *Accidents and accident with hazardous substances in the Žilina Region*. In: Environmental and safety aspects of fire and accidents [CD-rom] : conference with international participation, 12th Februára 2009, MtF STU Trnava. - Trnava: AlumnilPress, 2009. - ISBN 978-0-8096-080-3. - S. 117-126.
- [5] LAUKO, J. 2012. *Hodnotenie hasiacej účinnosti ťažkej peny pri jej aplikácii na veľko-rozmerové požiare triedy B nepolárnych kvapalín*: dizertačná práca. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene. Drevárska fakulta. 2012. 170 strán, 7 príloh.
- [6] MARKOVÁ, I. 2004. *Horľavé kvapaliny I. Všeobecná charakteristika*. In: I. vedecko-odborná konferencia s medzinárodnou účasťou Ochrana pred požiarimi a záchranné služby. ŽU Žilina, 4. - 5. máj 2004, CD-room.
- [7] CPR 16E: *Methods for the determination of possible damage to people and objects from releases of hazardous material*, First edition 1992, TNO (The Netherlands Organisation of Applied Scientific Research).
- [8] NOVOTNÝ, M. - TUREKOVÁ, I. 2009. *Štúdium rýchlosti odhorievania etanolu*. In *Požární ochrana 2009 : Sborník přednášek XVIII. ročníku mezinárodní konference*. Ostrava, VŠB-TU 9.-10.9.2009. s. 400--410.
- [9] NOVOTNÝ, M. - TUREKOVÁ, I. 2010. *Rýchlosť odhorievania alkoholov pre malé priemery požiarov*. In *Požární ochrana 2010 : Sborník přednášek XIX. ročníku mezinárodní konference*, Ostrava, VŠB - TU, 8.-9. září 2010. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita v Ostravě, 2010, s. 229--232. ISBN 978-80-7385-087-6.
- [10] BABRAUSKAS, 2002, © SFPE. Naem Iqbal, Mark Henry Salley, *Fire Dynamics Tools (FDTs): Quantitative Fire Hazard Analysis Methods for the U.S. Nuclear Regulatory Commission Fire Protection Inspection Program*, U.S. Nuclear Regulatory Commission, Washington D.C.2004.
- [11] NOVOTNÝ, M. - TUREKOVÁ, I. 2011. *Vplyv výšky hladiny horľavej kvapaliny na rýchlosť odhorievania*. *Spektrum* : Recenzovaný časopis Fakulty Bezpečnostného

- Inženýrství a Sdružení Požárního a Bezpečnostního Inženýrství Roč. 9, č. 2. s. 18--22. ISSN 1211-6920.
- [12] RENHARDT, H., KIRCHHOLF, E. 1976. *Hořlavé kapaliny*. 1976. In: NOVOTNÝ, M. -- TUREKOVÁ, I. 2009. Štúdium rýchlosti odhorievania etanolu. In Požární ochrana 2009 : Sborník přednášek XVIII. ročníku mezinárodní konference. Ostrava, VŠB-TU 9.-10.9.2009. s. 400--410.
- [13] HRONCOVÁ, E. – LADOMERSKÝ, J. – PUSKAJLER, J. 2014. *Emission of pollutants from torrefaction of wood*. In: In: European Journal of Environmental and Safety Sciences. 2014 Vol. 1, Issue 2, p. 19-22. ISSN: 1339-4797.
- [14] MARTINKA, J. – CHREBET, T. – HRUŠOVSKÝ, I. – BALOG, K. 2013. *Assessment of the impact of heat flux density on the combustion efficiency and fire hazard of spruce*. In: European Journal of Environmental and Safety Sciences. 2013 Vol. 1, Issue 1, p. 24-31. ISSN: 1339-4797
- [15] HARTMAN, E. 2008. *A Promising Oil Alternative*. Algae Energy, Washington Post, 2008.
- [16] KVARČÁK, M., ROGOWSKI, J.: Hašení požárů směsných paliv, Spektrum ročník 5, číslo 12/2005.
- [17] Smernica 2003/30/EC
- [18] Final Report about environment. EEA
- [19] KOSEKI, J. A., GRITZO, L. A., KENT, L. A., WIX, S. D. 1994. Actively Cooled Calorimeter Measurements and Environment Characterization in a Large Pool Fire, Fire and Materials, 20 (1996), 2, pp. 69-78.
- [20] J.-Y. Chen., 2008. Pool Fire and Fire Storms, dostupné na : <http://www.me.berkeley.edu/ME140/F07/lab-F07/Lab7.pdf> (10.12.2008)
- [21] HAMINS, A., KASHIWAGI, T., BURCH, R.R. 1996. CHARACTERISTICS OF POOL FIRE BURNING, American Society for Testing and Materials (ASTM), Philadelphia USA, 1996.
- [22] Pokyn Prezidenta HaZZ 39/2006 Z.z. o výpočte síl a prostriedkov pre účinné zdolávanie požiaru.
- [23] Vyhláška MV SR č. 96/2004 Z.z. ktorou sa ustanovujú zásady protipožiarnej bezpečnosti pri manipulácii a skladovaní horľavých kvapalín, ťažkých vykurovacích olejov a rastlinných a živočíšnych tukov a olejov
- [24] KBU Benzín Super 95 [on-line] Dostupné na internete: www.slovnaft.sk/repository/678169.pdf
- [25] EN 1568-4 Fire extinguishing media - Foam concentrates - Part 4: Specification for low expansion foam concentrates for surface application to water-miscible liquids.
- [26] EN 3-7 + A1: 2008. Prenosné hasiace prístroje. Časť 7: Charakteristiky, požiadavky na vlastnosti a skúšobné metódy. Portable fire extinguishers. Part 7: Characteristics, performance requirements and test methods.
- [27] CSN EN 3-8: 2006. Portable fire extinguishers - Part 8: Additional requirements to EN 3-7 for the construction, resistance to pressure and mechanical tests for extinguishers with a maximum allowable pressure equal to or lower than 30 bar
- [28] <https://www.youtube.com/watch?v=6-4zs-rPNC0>

Vladimir MOZER¹
Jozef KLUCKA²

Original scientific paper

ESTABLISHING ECONOMIC IMPACT OF FIRE

Abstract: The main topic of this paper is the economic impact of a fire. By knowing what the expected damage is the stakeholders can take appropriate countermeasures. This may be an installation of a fire protection system, e.g. a sprinkler system, introducing a higher level of compartmentation to the building etc. However, in order to know what the expected fire loss, in monetary terms, is, one needs to know to what size the fire will grow. The solution to this task has two parts. Firstly, the size of the fire needs to be established and secondly, the expected damaged area must be converted into financial loss. Both of these tasks are introduced in this paper and a worked example is provided. In the worked example two scenarios with different levels of fire protection are compared. Probabilistic modeling is used for establishing the size of the fire and the extent of damage. Subsequently, adequate economic tools are applied to assign monetary value to the expected damage.

Key words: probability modeling, fire safety, economic loss, level of safety

ОДРЕЂИВАЊЕ ЕКОНОМСКОГ УТИЦАЈА ПОЖАРА

Апстракт: Главна тема овог рада је економски утицај пожара. Када се зна која је очекивана штета, актери могу да предузму одговарајуће противмере. То може бити инсталација система заштите од пожара, нпр. спринклер система, увођење вишег нивоа компартментације (издељености) у згради итд. Али, да би се знало шта је очекивани губитак у пожару, у финансијском смислу, мора се знати колики ће бити пожар. Решење овог задатка има два дела. Прво, треба одредити величину пожара и друго, мора се утврдити финансијски губитак за очекивану оштећену област. Оба задатка су обрађена у овом раду, а дат је и конкретан пример. У примеру се пореде два сценарија са различитим нивоима заштите од пожара. Пробабилистичко моделовање се користи за утврђивање величине пожара и степена оштећења. Затим се примењују одговарајући економски алати ради одређивања новчане вредности очекиване штете.

Кључне речи: пробабилистичко моделовање, безбедност од пожара, економски губитак, ниво безбедности

¹ Ing. PhD Department of Fire Engineering, Univeristy of Zilina, Faculty of Special Engineering, ul. 1. maja 32, 01026 Zilina, Slovak Republic, vladimir.mozer@fsi.uniza.sk

² Ing. PhD Department of Crisis Management, Univeristy of Zilina, Faculty of Special Engineering, ul. 1. maja 32, 01026 Zilina, Slovak Republic, jozef.klucka@fsi.uniza.sk

1. INTRODUCTION

Probabilistic fire modelling is a well established and widely recognised tool used in fire risk analysis and design [1],[2]. The main objective of this type of analysis is to calculate probabilities of occurrence for selected scenarios or outcomes; this may be area damaged by fire, life loss, injury etc. Unlike in deterministic fire modelling, exact quantities, such as the smoke layer temperature, are not of primary interest. Instead, a more general objectives are used, such as: *What is the probability of fire spread beyond compartment boundaries?*

There may be a number of aspects to a fire risk analysis, depending on the objectives of the individual stakeholders. For the enforcing authority, life safety is of primary importance, however, the investor may be more interested in the economic implications of the design, once the minimum life-safety criteria have been met. The standardised fire engineering design concept, incorporates these objectives, which, once formulated, have to be quantified and assessed for acceptability [3],[4].

Once the probabilities of interest are known, the stakeholders can make the decision, whether the level of risk is acceptable or countermeasures must be incorporated into the design. As mentioned above, some stakeholders may be interested in economic implications and potential fire loss for the proposed design; what level of safety – avoided loss and other benefits– will the funds invested in fire protection measures yield.

2. CALCULATION METHODOLOGY

For the analysis two calculation methods are employed; for risk estimation – the event tree analysis and for economic loss – cost per-area-damaged method.

2.1.Event tree analysis

The analysis is undertaken in the form of event trees. According to [2], event trees are most useful when there is little data on the frequency of outcomes of concern that are very infrequent, e.g. multiple fire deaths. A general form of an event tree is shown in Figure 1.

The frequency of each of the outcomes F_x is then expressed as:

$$F_x = F \cdot \prod P_x \quad (1)$$

where F is the frequency of the initiating event – a fire starting in a given type of occupancy, and P_x represent the probabilities of nodal events occurring.

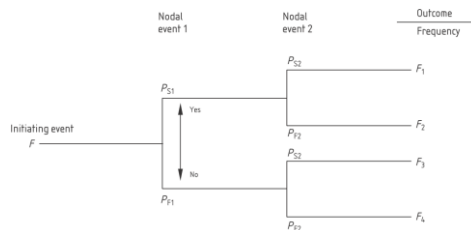


Figure 7 General form of an event tree [2]

The problem with this type of analysis, however, is the limited availability of statistical data of required detail and structure. Whereas the data for deterministic fire models may be acquired via various methods of testing (e.g. [5],[6]) in relatively short periods of time, gathering the necessary statistical data is a long-term process. Engineering judgement and approximation have therefore often to be used.

The primary probability – Initiating event (Fig. 1) – is the probability of a fire starting. This probability is closely tied with the occupancy type – purpose group – of a building. In general, the probability of a fire starting may be expressed as overall or area-dependent. The overall probabilities for selected occupancy types are listed in Tab. 1. Tab. 1 also lists the calculation constants for equation (2), which can be used for the calculation of area-dependent probabilities [2].

$$F_i = a.A_b^b \quad (2)$$

Where:

F_i - probability (frequency) of a fire starting [y^{-1}]

A_b - floor area of building [m^2]

a, b - probability (frequency) calculation constants for particular building type [-]

Table 1 Overall fire occurrence probabilities and area-dependent probability calculation constants

| Occupancy type | Overall probability of fire starting [y^{-1}] | | Probability of fire starting calculation constants [2] | |
|----------------|---|----------------------|--|------|
| | SK [7] | UK [2] | a | b |
| Education | $1,5 \times 10^{-3}$ | $4,0 \times 10^{-2}$ | 0,0002 | 0,75 |
| Hospitals | $3,0 \times 10^{-3}$ | $3,0 \times 10^{-1}$ | 0,0007 | 0,75 |
| Hotels | $1,9 \times 10^{-2}$ | – | 0,00008 | 1,0 |
| Industrial | $8,1 \times 10^{-3}$ | $4,4 \times 10^{-2}$ | 0,0017 | 0,53 |
| Office | $4,1 \times 10^{-3}$ | $6,2 \times 10^{-3}$ | 0,000059 | 0,9 |
| Shops | $8,5 \times 10^{-3}$ | – | 0,000066 | 1,0 |
| Warehouses | – | $1,3 \times 10^{-3}$ | 0,00067 | 0,5 |

2.2. Loss estimation – cost per area damaged by fire

In order to be able to estimate potential fire loss, the expected fire spread must be known. In addition to the area damaged by fire, fire loss is closely tied with value concentration; there is a vast difference between, say a 100 m^2 , fire damaged area in an office and a warehouse.

Similarly to the probability of a fire starting based on the building's floor area (Eq. 2), [2] and [8], give a formula (3) for the calculation of damaged area within the building, based on its floor area; building-dependent constants c and d are given in Table 2.

$$A_d = c.A_b^d \quad (2)$$

Where:

A_d - probable area damaged by fire [m^2]

A_b - floor area of building [m^2]

c, d - fire damaged area calculation constants for particular building type [-]

Although this is a straightforward calculation, it does not give information about the potential mitigation effects of fire protection measures which may be installed above the minimum requirements; standard fire protection level, characteristic for a given type of occupancy is accounted for in coefficients c and d .

Table 2 Probable fire damaged area calculation constants

| Occupancy type | Probable fire damaged area calculation constants [2] | |
|----------------|--|------|
| | c | d |
| Education | 2,8 | 0,37 |
| Hospitals | 5,0 | 0,00 |
| Hotels | 5,4 | 0,22 |
| Industrial | 2,25 | 0,45 |
| Office | 15,0 | 0,00 |
| Shops | 0,95 | 0,50 |
| Warehouses | 3,5 | 0,52 |

As an alternative to the above, and the primary method of calculation, the fire-damaged area is established, together with its occurrence probability, as an outcome of the event tree analysis.

In both cases, the financial loss is then calculated as a product of the fire-damaged area and an arbitrary value density (cost) per unit of area [EUR/m²] for the given type of building.

3. CASE STUDY

3.1. Description of buildings and probability of fire starting

The building in question consists of two compartments, each having a floor area of 1000m²; the total floor area of each building is 2000m². Each compartment is further subdivided into at least two rooms. Three various occupancy types are assumed: office, shop and industrial. There are two levels of fire protection: sprinklered and unsprinklered.

Since the probabilities of a fire starting calculated using Eq. (2) are the most conservative from the available options, they were used in all subsequent calculations and are as follows: *Industrial* – 0,096; *Office* – 0,052; *Shop* – 0,132.

3.2. Event tree analysis formulation

Due to the lack of available statistical data for the Slovak republic, the probabilities from [2] were used. The basic event trees for the sprinklered and non-sprinklered scenarios (values in brackets) with the probabilities for the individual nodal events are shown in Figure 2.

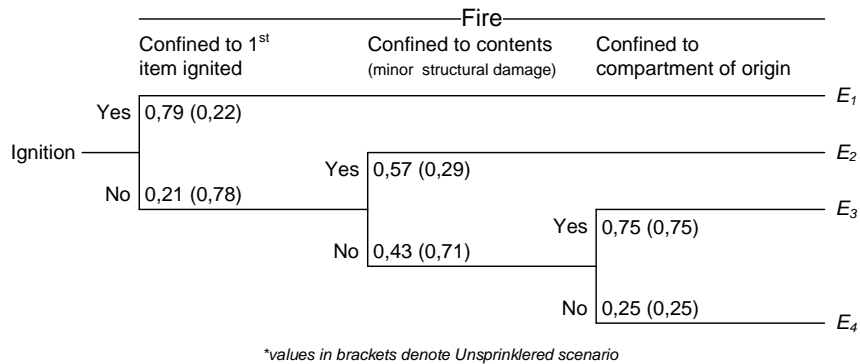


Figure 2 Event trees for modeled fire scenarios

The probabilities of the final node – failure of a compartment boundary – are based on the reliability data for elements of fire protection from [2]. They represent the probability of that the compartment boundary will achieve at least 75% of the designated fire resistance.

Table 3 Extent of fire damage and outcome frequencies for defined fire scenarios

| Fire scenario | Extent of damage | Outcome frequency | |
|---|----------------------|-------------------|---------------|
| | | Sprinklered | Unsprinklered |
| Confined to 1 st item E_1 | max. 5m ² | 0,790 | 0,220 |
| Confined to contents E_2 | 50% of compartment | 0,120 | 0,226 |
| Confined to compartment of origin E_3 | 100% of compartment | 0,068 | 0,415 |
| Spread beyond compartment of origin E_4 | 2x compartment area | 0,023 | 0,139 |

3.3. Determining the probability, extent of fire damage and potential loss

Table 4 lists the probabilities and occurrence intervals for the individual fire scenarios, E_1 – E_4 ; the values were obtained using Equation (1). The most probable outcome for each fire protection level is in bold. It should be realized that the occurrence of a fire does not decrease for the individual fire scenarios E_x , but is rather divided among the possible outcomes.

It is also very important to take into account the expected lifespan of a building, in order to determine whether or not a fire scenario (event) is relevant to the building in question. Remoy [9] states that buildings in Europe and America have an expected lifespan of 50-70 years. This means it is rather unlikely that a fire will grow beyond the first item ignited – 5m² for the sprinklered occupancies. On the other hand, with the exception of the office category, there is a possibility for even the most severe – fire spread beyond the compartment of origin – consequences and damaged area.

Table 4 Probabilities and occurrence intervals for individual fire scenarios

| Occupancy | Fire starting | | E1 | | E2 | | E3 | | E4 | |
|----------------------|-----------------------|----|----------------------------|-----------|----------------------|-----|----------------------------|-----------|----------------------|-----|
| | P | O | P | O | P | O | P | O | P | O |
| Sprinklered | | | | | | | | | | |
| Industrial | 9,6.10 ⁻² | 10 | 7,5.10⁻² | 13 | 1,1.10 ⁻² | 87 | 6,5.10 ⁻³ | 155 | 2,2.10 ⁻³ | 464 |
| Office | 5, 5.10 ⁻² | 18 | 4,4.10⁻² | 23 | 6,6.10 ⁻³ | 151 | 3,7.10 ⁻³ | 268 | 1,2.10 ⁻³ | 803 |
| Shop | 1,3.10 ⁻¹ | 8 | 1,0.10⁻¹ | 10 | 1,6.10 ⁻² | 63 | 8,9.10 ⁻³ | 112 | 3,0.10 ⁻³ | 336 |
| Unsprinklered | | | | | | | | | | |
| Industrial | 9,5.10 ⁻² | 10 | 2,1.10 ⁻² | 48 | 2,2.10 ⁻² | 46 | 4,0.10⁻² | 25 | 1,3.10 ⁻² | 76 |
| Office | 5,5.10 ⁻² | 18 | 1,2.10 ⁻² | 82 | 1,2.10 ⁻² | 80 | 2,3.10⁻² | 44 | 7,6.10 ⁻³ | 131 |
| Shop | 1,3.10 ⁻¹ | 8 | 2,9.10 ⁻² | 34 | 3,0.10 ⁻² | 33 | 5,5.10⁻² | 18 | 1,8.10 ⁻² | 55 |

P – probability [y^{-1}]; O - occurrence [y]

Taking the most likely outcomes into consideration, the fire-damaged area is 5m² and 1000m² for sprinklered and unsprinklered scenario, respectively, regardless of the occupancy type. In comparison, Eq. (2) yields 69m² for industrial premises, 15m² for offices and 50m² for shops, regardless of the level of protection.

Table 5 provides information on economic implications of the fire scenarios and how sprinkler protection significantly decreases the potential total loss and loss per year, despite the seemingly illogical (explained above) shorter time period between fires. These simplified fire scenarios give the stakeholder an overview of consequences, in the orders of magnitude, that may be expected.

Table 5 Probabilities and occurrence intervals for individual fire scenarios

| Occupancy | Value density* | Likely damage | Likely loss | Occurrence interval | Loss per year |
|----------------------|-----------------------|-------------------|-------------|---------------------|---------------|
| | [EUR/m ²] | [m ²] | [EUR] | [y] | [EUR/y] |
| Sprinklered | | | | | |
| Industrial | 300 | 5 | 1500 | 13 | 115 |
| Office | 100 | 5 | 500 | 23 | 22 |
| Shop | 200 | 5 | 1000 | 10 | 100 |
| Unsprinklered | | | | | |
| Industrial | 300 | 1000 | 300000 | 25 | 12000 |
| Office | 100 | 1000 | 100000 | 44 | 2272 |
| Shop | 200 | 1000 | 200000 | 18 | 11100 |

*Fabricated values – for demonstration only

3.4. Life safety

Although not as directly quantifiable as the potential for fire damage and loss, life safety implications may also be predicted. Logically, if the fire is most likely not to extend beyond

the first item ignited for sprinklered buildings, the fire will not pose such a significant threat to the occupants as if it could grow further.

A study by Melinek [10] suggests that a 40% reduction in fatalities and 20% reduction in casualties could be achieved if all fires were sprinklered, however, available statistical data is not sufficient to make such a study for the building type in question.

4. CONCLUSIONS

Establishing economic impact of fire should form a standard part of the decision making process. Since there are often a number of ways of achieving the required / desired level of safety, the stakeholders should be able to make an informed decision as to which of them is the most economically effective.

Probabilistic fire modelling, the Event three analysis in particular, offers a relatively simple way of undertaking such an economic feasibility analysis.

The paper demonstrated an example analysis on a range of occupancies, and the results are in favour of sprinkler protection. Although commonly acknowledged as a superior fire protection measure, initial and maintenance costs are a common reason for reluctance from the investor. The economical benefits – significant drop in total and yearly fire loss – are often not enough, since they are only hypothetical in their nature, whereas the installation and maintenance costs are real. These costs should be compared with the benefits, however, were not available at the time of this study.

From a life safety point of view, sprinkler protection certainly represents an improvement, however, the lack of statistical data makes it difficult to quantify.

5. ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by the Slovak Research and Development Agency under the contract No. APVV-0727-12.

6. REFERENCES

- [1] DiNenno, P. J. ed. *SFPE handbook of fire protection engineering*. 4th ed. vyd. Quincy, Mass. : Bethesda, Md: National Fire Protection Association ; Society of Fire Protection Engineers, 2008. ISBN 9780877658214.
- [2] PD 7974-7: 2003. Part 7 *Probabilistic risk assessment*. London: BSI, 2003.
- [3] BS 7974:2001. *Application of fire safety engineering principles to the design of buildings: code of practice*. London: BSI, 2001.
- [4] ISO/TR 13387-1: 1999, Fire safety engineering - Part 1: *Application of fire performance concepts to design objectives*
- [5] Xu, Q., Zachar, M., Majlingová, A., Jin, C., Jiang, Y.: *Evaluation of plywood fire behaviour by ISO tests* in: European Journal of Environmental and Safety Sciences Vol. 1(1) (2013)

- [6] Martinka, J., Chrebet, T., Balog, K.: *An assessment of petrol fire risk by oxygen consumption calorimetry* in: *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* Vol. 115(3) (2014)
- [7] Mozer, V., Wilkinson, P. *Use of statistical data in fire engineering design – an international comparison*, In: *Journal of Applied Fire Science*, 2014 – submitted for consideration
- [8] Ramachandran, G. *The economics of fire protection*. London: E & FN Spon, 1998. ISBN 0419207805.
- [9] Remoy, H.T.: *Out of Office: A Study on the Cause of Office Vacancy and Transformation as a Means to Cope and Prevent*. Amsterdam: IOS Press, 2010.
- [10] Melinek, S.J.: *Potential Value of Sprinklers in Reducing Fire Casualties* in: *Fire Safety Journal*. Vol. 20(3), (1993).

Андрей МОКРЯК¹
Анна МОКРЯК¹

Original scientific paper

EXPERT ANALYSIS OF MOLTEN COPPER CONDUCTORS FORMED BY OVERCURRENT

Abstract: The influence of process overcurrent different multiplicity damage the copper conductor under an AC voltage of 220 V is considered. The results of the simulation of emergency fire hazard mode overcurrent various ratios in the copper conductors are presented. Morphological and metallographic analysis of traces resulting from overcurrent flowing through the conductor was carried out. Shows the dependence of this traces on the ratio of current overload.

Keywords: forensic fire expertise, overcurrent, morphological analysis, metallographic analysis, bead, copper, current-carrying conductor.

СУДСКА ЕКСПЕРТСКА АНАЛИЗА БАКАРНИХ ПРОВОДНИКА ОШТЕЋЕНИХ УСЛЕД СТРУЈНОГ ПРЕОПТЕРЕЋЕЊЕ

Резиме: У раду се разматра утицај процеса који резултирају различитим степеном оштећења бакарних проводника због преоптерећења под напоном наизманичне струје од 220 V. Представљени су резултати симулације ванредне ситуације опасности од пожара са различитим степеном преоптерећења код бакарних проводника. Спроведене су морфолошка и металграфска анализа насталих трагова преоптерећења у проводницима. Показана је зависност трагова од степена преоптерећења.

Кључне речи: вештачење пожара, преоптерећење, морфолошка анализа, металграфска анализа, топљење, бакар, проводник

¹ The Fire Expertise Research Centre of St.Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia; Russia, 193079, St.-Petersburg, Oktyabrskaya naberezhnaya, 35; mokryak80@mail.ru (Andrey Mokryak), anetta1986@list.ru (Anna Mokryak)

1. ВВЕДЕНИЕ

Исследованию медной электропроводки на предмет наличия следов пожароопасных аварийных процессов, протекающих в ней, традиционно уделяется особое внимание при проведении судебной пожарно-технической экспертизы. Кабельно-проводниковые изделия являются одними из наиболее пожароопасных видов продукции, поскольку в них сочетается горючая среда (электроизоляция, оболочки кабелей и т.п.) и источники зажигания (искры, дуги, нагретые электрическим током детали и т.п.), появляющиеся при работе электрооборудования в аварийных режимах. Установление факта аварийного режима работы прибора или устройства и причастности этого режима к возникновению пожара крайне важно для решения вопроса о непосредственной (технической) причине пожара.

Как известно, основными аварийными режимами в электросетях, приводящими к пожару, являются короткие замыкания (КЗ), перегрузки по току и напряжению, а также тепловыделения в зонах больших переходных сопротивлений (БПС). Наиболее изученным электрическим пожароопасным режимом, как с пожарно-профилактической, так и экспертно-криминалистической точек зрения, является КЗ [1]. Во ВНИИПО МВД СССР под руководством профессора Г.И. Смелкова была разработана теоретическая основа (методология) установления причастности электрических аварийных режимов к возникновению пожара, создана и практически реализована первая отечественная инструментальная методика установления момента возникновения КЗ на медных и алюминиевых проводах, позволяющая дифференцировать дуговые оплавления, возникшие в результате так называемых «первичных» и «вторичных» КЗ [2]. Свое развитие методика получила в работах ВНИИ МВД СССР и ЭКЦ МВД России [3]. Методические основы исследования следов БПС изложены в работе [4].

В данной статье излагаются результаты моделирования аварийного пожароопасного режима токовой перегрузки различной кратности в медных проводниках. Приведены результаты морфологического и металлографического анализа полученных образцов медных проводников с оплавлениями.

2. ЭКСПЕРИМЕНТ

Эксперименты проводили с медными многопроволочными и однопроволочными проводниками типа ВВГ, ПВС, ШВВП, МГШВ, НУМ в ПВХ-изоляции площадью сечения 0,5, 0,75, 1,5 и 2,5 мм² на специальном электротехническом стенде при следующих условиях: напряжение переменного тока – 220 В; температура окружающей среды – 20 °С; – нормальная атмосфера. Закрепленный к электрическим контактам образец проводника длиной 40 – 100 см в изоляции поддерживался снизу подложкой из асбеста. При этих условиях через проводник пропускали токи перегрузки различной кратности – от 2 до 20 крат с шагом в 1 крат. Так, например, для медного проводника площадью сечения 2,5 мм² предельно допустимым значением тока является тока порядка 30 А [5]. Соответственно, в ходе эксперимента проводник данного сечения подвергали токам перегрузки от 60 до 600 А. При каждом значении

кратности перегрузки эксперимент повторяли трижды. В ходе эксперимента секундомером фиксировали время от момента подачи тока на образец до разрушения (разрыва) проводника. Полученные образцы изучали визуально, отмечая характерные повреждения проводников при различных кратностях тока перегрузки. Далее проводили металлографический анализ оплавлений, образовавшихся при каждом значении кратности тока перегрузки, следующим образом. От жил отрезали участок, длиной 4 - 5 мм вместе с оплавлением и запрессовывали в форму. Запрессовку образцов в фенольную смолу «Phenocure (Bakelit)» осуществляли с помощью пресса Simplimet 1000 (фирма «Buehler»). Режимы работы пресса: давление 270 bar, температура 150 °С, время нагрева 1 мин 50 секунды. Полученные образцы шлифовали и полировали на металлографическом станке «Phoenix Beta» (фирма «Buehler»). Для выявления границ зёрен меди применяли химическое травление в 40 % солянокислом растворе хлорного железа. Изучение микрошлифов проводили на металлографическом микроскопе МЕТАМ ЛВ - 31 с использованием компьютерной программы для анализа изображения «Thixomet Pro» при увеличениях 50, 100, 200^x. Определение количества кислорода в меди проводили с использованием эталонов микроструктур [6, 7].

Протекание по проводам сверхтоков, вызванных токовой перегрузкой, приводило к перегреву проводников практически по всей трассе прохождения сверхтоков. Возникающие при этом термические поражения жил по внешнему виду схожи с последствиями внешнего теплового воздействия (протяженные зоны оплавления, изменения сечения и формы проводника). В конечном счете, при определенной кратности и длительности воздействия процесс токовой перегрузки приводил к разрыву проводника. Разрыв происходил в локальной зоне или нескольких точках, при этом, на концах разорванного провода образовывались оплавления, которые имели самые разнообразные формы: шарообразную, конусообразную, вид косого среза, вид поперечного среза, кратерообразную (рисунок 1). Необходимо отметить, что морфология таких оплавлений сходна с последствиями воздействия на проводник электрической дуги короткого замыкания (КЗ).



а) Шарообразное оплавление

б) Оплавление в виде «косого среза»

в) Оплавление в виде «поперечного среза»

Рисунок 1 – Локальные оплавления медного проводника различной формы, образовавшиеся в результате воздействия сверхтока

При определенных значениях кратности тока перегрузки на проводниках возникали специфические дефекты: *вздутия, утолщения и утончения (шейки), поверхностные оплавления*. Внешний вид этих следов показан рисунке 2. Ниже приведено их словесное описание:

вздутие – локальное округлое образование на поверхности проводника, как правило, полое внутри, образующееся в результате вытеснения расплавленного

металла проводника над его поверхностью, вследствие протекания сверхтока (рисунок 2 а, б, в);

утолщение – увеличение поперечного размера проводника вследствие плавления металла, образующееся в результате протекания сверхтока (рисунок 2 г, д);

утончение (шейка) – локальное уменьшение поперечного размера проводника вследствие плавления металла, образующееся в результате протекания сверхтока (рисунок 2 е);

поверхностное оплавление – протяженное оплавление поверхностного слоя проводника при сохранении его формы и диаметра (рисунок 2 ж).



а) Крупное вздутие



б) Мелкие вздутия



в) Множественные мелкие вздутия



г) Утолщение



д) Группа утолщений



е) Утончение (шейка)



ж) Поверхностное оплавление

Рисунок 2 – Следы, образующиеся на поверхности медных проводников в результате токовой перегрузки кратностью свыше $3 \div 4$ (сечение проводников – $2,5 \text{ мм}^2$)

Также было отмечено, что при 18-кратной и более перегрузке проводник разделяется на несколько (более 2-х) отдельных фрагментов (рисунок 3). Этот процесс назван *фрагментацией*.

Процесс разделения проводника на части не всегда происходил до конца, при этом в «слабых» местах образовывалась либо оплавленная зона (рисунок 3 а), либо трещина без признаков оплавления (рисунок 3 б). Металлографические исследования участков, на которых сформировались трещины, показали, что разрушение проводника идет по границам зерен. В случае, если проводник разделился на отдельные части, то жила, как правило, была оплавлена с обоих концов (рисунок 3 в).



а) Незавершенная фрагментация



б) Незавершенная фрагментация. Трещина в однопроволочном проводнике



в) Фрагментированные и оплавленные с двух концов жилы

Рисунок 3 – Фрагментация медных проводников в результате протекания токовой перегрузки кратностью свыше $3 \div 4$. Разрушенные и оплавленные участки отмечены стрелками (сечение проводников – $2,5 \text{ мм}^2$)

Начиная с $3 \div 4$ -кратной перегрузки происходило разделение проводника с возникновением дугового процесса в момент разрыва.

В диапазоне от 5 до 9-кратной перегрузки в ходе проведения экспериментов визуально наблюдалось место, в котором в дальнейшем происходило разделение (разрыв) проводника. Эта зона проявлялась в виде более яркого локального свечения. Можно предположить, что в ней происходило предварительное плавление металла вплоть до разрыва проводника.

При перегрузке менее 8 – 9 крат отсутствовал выброс раскаленных частиц – происходило лишь разделение проводника в 1 – 2 точках с образованием оплавления на концах провода. При перегрузке свыше 8 – 9 крат наблюдался активный выброс расплавленного металла из зон разделения проводника на части.

Более высокая кратность перегрузки (свыше 13 – 14 крат) вызывала лишь незначительную карбонизацию изоляции с внутренней стороны, поскольку время от начала действия сверхтока до момента разделения проводника резко уменьшалось и составляло величину менее 1 - 2 секунд. Следует отметить, что пламенное горение изоляции при этих кратностях перегрузки не наблюдалось – разрыв электрической цепи происходил быстрее, чем изоляция успевала загореться.

В результате проведенного анализа оплавлений медных проводников, подвергшихся воздействию токовой перегрузки, методом металлографии были

выявлены признаки, характерные для данного электрического аварийного режима. Данные признаки приведены ниже.

Поверхностное оплавление – оплавление проводника по его поверхности и вытянутое вдоль его оси (рисунок 4). Подобные оплавления, как правило, были протяженны. Их наблюдение при металлографическом исследовании зависело, в том числе, от того, какая площадь оплавленной зоны попала в поле зрения при пробоподготовке образца. Зона поверхностного оплавления проводника при всех кратностях перегрузки была насыщена оксидом меди (I).

Межпроволочное оплавление – это совместное расплавление (сплавление) контактирующих проволок многопроволочного проводника при протекании по нему сверхтока.

При перегрузке кратностью более $3\div 4$ в многопроволочном проводнике наблюдалось расплавление отдельных участков проволок (рисунок 4). Участки расплавления при этом резко отличались по структуре от нерасплавленных проволок, по причине окисления меди и, как следствие, образования доэвтектической ($\text{Cu}+\varepsilon(\text{Cu}+\text{Cu}_2\text{O})$), эвтектической ($\varepsilon(\text{Cu}+\text{Cu}_2\text{O})$) или, реже, заэвтектической структуры ($\text{Cu}_2\text{O}+\varepsilon(\text{Cu}+\text{Cu}_2\text{O})$). Микроструктура нерасплавленных проволок, как правило, состояла из крупных зерен меди с двойниками отжига внутри, образовавшихся в результате нагрева при протекании тока перегрузки по проводнику.

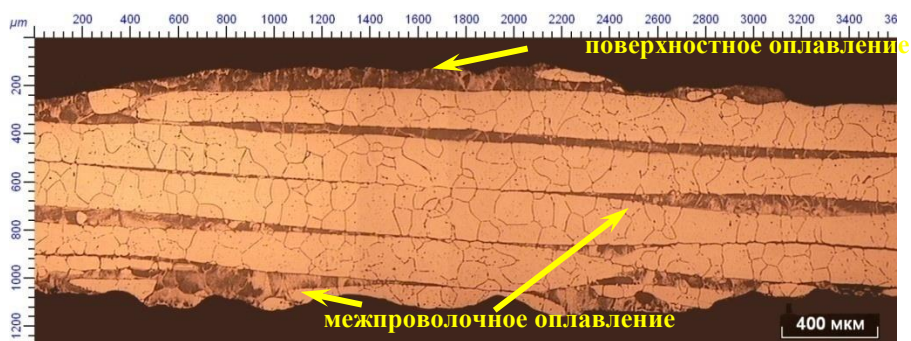
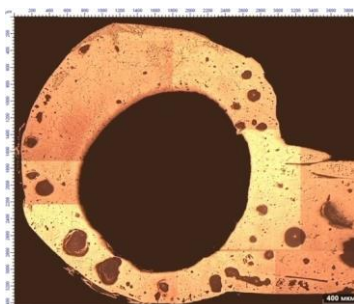


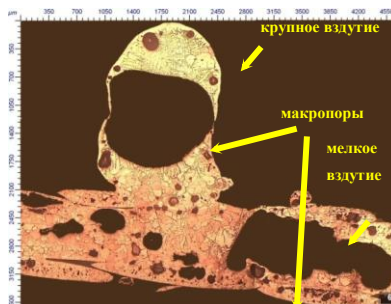
Рисунок 4 – Межпроволочное и поверхностное оплавление многопроволочного проводника при токовой перегрузке кратностью более $3\div 4$

Пористость

Протекание по медному проводнику сверхтока, превышающего номинальное значение в $3\div 4$ и более раз, вызывало в нем образование пор различного размера. Так, в центральной части оплавления наблюдались поры крупного размера (макропоры), а также мелкие поры (микропоры) (рисунок 5а). Подобного рода макро- и микропоры также образовывались внутри вздутий (рисунок 5б).



а) Макропора (в центральной части) и микропоры в оплавлении на конце медного проводника

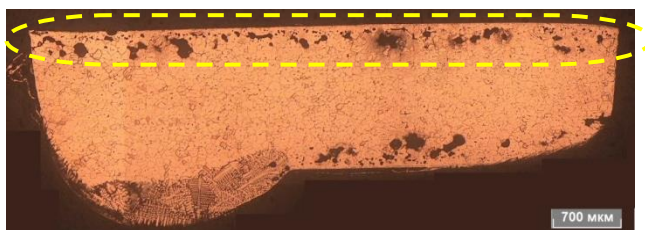


б) Макропора, расположенная во вздутии на поверхности медного проводника

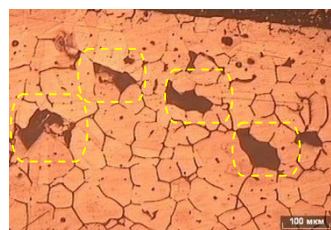
Рисунок 5 – Поры, образовавшиеся в различных зонах медного проводника, при токовой перегрузке кратностью более $3\div 4$

Оплавление границ зерен

Протекание тока перегрузки в медном проводнике вызывало оплавление межзеренных границ, концентрирующихся в приповерхностном слое провода (рисунок 6). В результате оплавления границ зерен появляются несплошности в материале проводника, которые, в отличие от пор, обладающих сферической или овальной формой без острых углов, имеют произвольную форму с острыми углами. Оплавление межзеренных границ может вызвать также фрагментацию медного проводника, т.е. разделение его на части.



а) Приповерхностный слой, в котором наблюдаются оплавления границ зерен



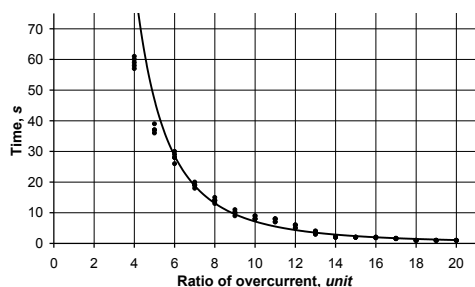
б) Крупный план оплавлений границ зерен

Рисунок 6 – Оплавление границ зерен в приповерхностном слое (отмечены пунктиром) несплавленной части медного проводника при токовой перегрузке кратностью более $3\div 4$

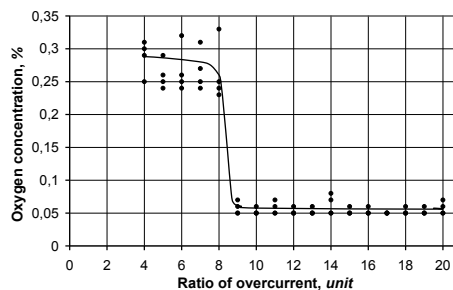
Содержание кислорода и форма зерна в оплавленных зонах

Содержание кислорода в оплавлении медного проводника, образовавшегося в результате токовой перегрузки, зависит от времени, в течение которого медь находится в расплавленном состоянии. На это, в свою очередь, оказывает влияние кратность тока перегрузки – чем она была выше, тем быстрее происходит разделение (разрыв) проводника на части и, соответственно, меньше времени медь находится в жидком состоянии. На графике, приведенном на рисунке 7а, показана зависимость

времени от начала воздействия сверхтока на проводник до момента его разрыва от кратности тока перегрузки. График, приведенный на рисунке 7б, отражает зависимость концентрации кислорода в зоне оплавления от кратности тока перегрузки. Из сравнения данных графиков видно, что «пороговой» кратность перегрузки, при достижении которой резко снижается концентрация кислорода, является кратность, равная 8 – 10 (рисунок 7б). На рисунке 7а это соответствует времени протекания аварийного процесса в пределах 5 – 15 секунды. Очевидно, при меньшем времени протекания аварийного режима реакция разогретой (расплавленной) меди с кислородом пройти не успевает.



а) Зависимость времени от начала воздействия сверхтока на проводник до момента его разрыва от кратности тока перегрузки



б) Зависимость концентрации кислорода в оплавлении от кратности тока перегрузки

Рисунок 7 – Графики, отражающие изменение различных параметров в зависимости от кратности тока перегрузки

При перегрузках менее 8÷9 крат содержание кислорода в зоне оплавления, а также на других оплавленных участках медного проводника (межпроводочные и поверхностные оплавления, вздутия и т.д.), варьировалось от 0,10 до 0,39 % и более (рисунок 8 а). При кратностях перегрузки более 8÷9 концентрация кислорода в большей части объема оплавления оставалась на исходном уровне - 0,05 % (рисунок 8 б, в, г, д, е).

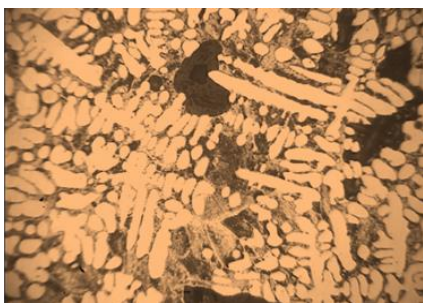


Рисунок 8а) $k = 5 - 8$; $O_2 \approx 0,20 \%$

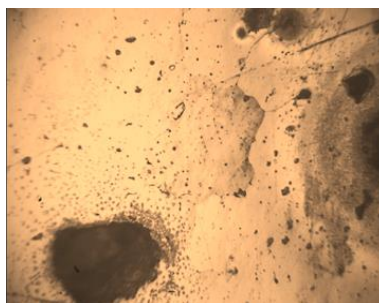


Рисунок 8б) $k = 9$; $O_2 \approx 0,05 \%$

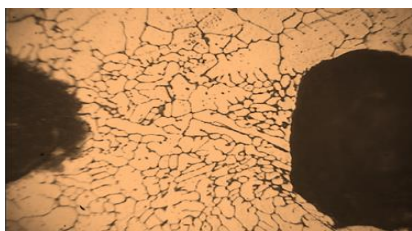


Рисунок 8в) $\kappa = 12$; $O_2 \approx 0,05 \%$

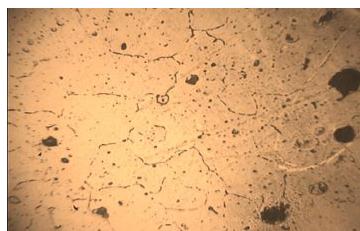


Рисунок 8г) $\kappa = 14$; $O_2 \approx 0,05 \%$

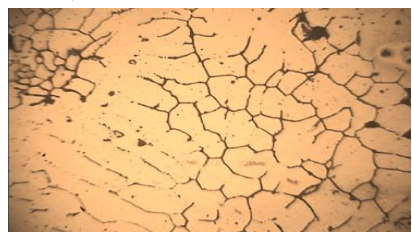


Рисунок 8д) $\kappa = 17$; $O_2 \approx 0,05 \%$

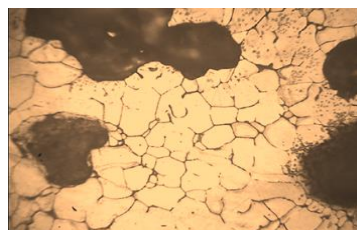


Рисунок 8е) $\kappa = 20$; $O_2 \approx 0,05 \%$

Рисунок 8 - Микроструктуры оплавленных медных проводников, образовавшихся при различных кратностях перегрузки (κ), и содержание кислорода в них, 200^\times

Зерна в оплавленных зонах при токовой перегрузке кратностью более 3÷4 имели различную форму и ориентировку и могли быть дендритными, вытянутыми (столбчатыми) или равноосными.

Следует особо отметить, что содержание кислорода и форма зерна могут значительно отличаться в пределах оплавления. Так в ходе экспериментов было получено оплавление, основной объем которого состоял из равноосных зерен при концентрации кислорода 0,05 %. Однако, в оплавлении имелся приповерхностный слой толщиной порядка 0,1 мм, структура которого состояла из дендритных зерен при содержании кислорода 0,2 %. Толщина этого слоя, по видимому, зависит от многих факторов (кратность сверхтока, газообразный состав окружающей среды и т.д.) и может значительно варьироваться.

Необходимо отметить, что указанные выше закономерности воспроизводились на медных проводниках всех указанных в статье типоразмеров.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведения экспериментов по моделированию аварийного режима токовой перегрузки на медных однопроволочных и многопроволочных проводниках с ПВХ-изоляциями были получены следующие результаты:

- Показано, что действие тока перегрузки приводит к разрушению и разделению медного проводника на части, а также к появлению на его поверхности характерных следов: вздутий, утолщений и шеек. Также возникают термические поражения жил - протяженные поверхностные зоны оплавления - по внешнему виду схожие с последствиями внешнего теплового воздействия;

- При разделении медного проводника на части в результате токовой перегрузки на его концах в зонах разрыва образуются оплавления различной формы. Морфология таких оплавлений сходна с последствиями воздействия на проводник дуги короткого замыкания, что существенно усложняет экспертную дифференциацию следов КЗ и перегрузки;
- При перегрузке 17 крат и более, действие тока перегрузки приводит к взрывообразному разделению медного проводника на несколько частей;
- Показана зависимость следов токовой перегрузки (вздутий, утолщений, шеек и фрагментации) от кратности тока перегрузки;
- Протекание сверхтока в медном проводнике вызывает в нем образование специфических следов, которые могут быть выявлены методом металлографии: поверхностное и межпроволочное оплавление, оплавление границ зерен, наличие макропоры в центральной части оплавления. Содержание кислорода в оплавлениях, вызванных токами перегрузки, варьируется в пределах от 0,05 до 0,39 % и выше. С увеличением кратности перегрузки снижается содержание кислорода в оплавлении. Так, при 9-кратной перегрузке и более содержание кислорода в оплавлении медной жилы остается на исходном уровне 0,05 %. В пределах оплавления могут наблюдаться зоны с кардинально различающимся содержанием кислорода и формой зерна.

Указанные характерные особенности оплавлений могут использоваться при установлении их природы в ходе экспертных исследований по делам о пожарах.

4. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Смелков Г.И. Пожарная опасность электропроводок при аварийных режимах. - М.: Энергоатомиздат, 1984. – 184 с.
- [2] Смелков Г.И., Александров А.А., Пехотиков В.А. Методы определения причастности к пожарам аварийных режимов в электротехнических устройствах. - М.: Стройиздат, 1980. - 59 с.
- [3] Исследование медных и алюминиевых проводников в зонах короткого замыкания и термического воздействия: Методические рекомендации / Л.С. Митричев, А.И. Колмаков, Б.В. Степанов, Е.Р. Россинская, Э.В. Врганесьян, С.И. Зернов. - М.: ВНИИ МВД СССР, 1986. – 44 с.
- [4] Чешко И.Д., Лебедев К.Б., Мокряк А.Ю. Экспертное исследование после пожара контактных узлов электрооборудования в целях выявления признаков больших переходных сопротивлений. Методические рекомендации. - М.: ВНИИПО, 2008. – 60с.
- [5] Правила устройства электроустановок/Минэнерго СССР. – 7-е изд., перераб. и доп. – М., 2003.
- [6] Мальцев М.В. Металлография промышленных цветных металлов и сплавов. – М.: Металлургия, 1970. – 364 с., ил.
- [7] Металлографический и морфологический атлас объектов, изымаемых с мест пожаров / А.Ю. Мокряк, З.И. Тверьянович, И.Д. Чешко, А.Н. Соколова. – М.: ВНИИПО, 2008. – 184 с.

Eva MRAČKOVÁ¹

Original scientific paper

FIRE PROTECTION OF BUILDINGS FOR MOTOR VEHICLES WITH DRIVES LPG, CNG AND LNG

Abstract: The Article deals with the Slovak and international legislation for fire protection of buildings and technical equipment designated for vehicles with LPG, CNG and LNG in the building are permanently or temporarily. They are garages, services, repairers of motor vehicles and petrol stations propane-butane (LPG) filling stations and compressed natural gas (CNG). In the end are the recommended detectors gas leak into these buildings.

Key words: propane-butane, Liquefied Petroleum Gas – (LPG), natural gas, compressed natural gas (CNG), liquefied natural gas, (LNG) , lower explosion limit, fire protection, explosion protection

ЗАШТИТА ОД ПОЖАРА ОБЈЕКАТА ЗА МОТОРНА ВОЗИЛА СА ПОГОНОМ НА ТНГ, КПГ И ТПГ

Резиме: Рад се бави словачким и међународним законодавством за заштиту од пожара објеката и техничке опреме намењених за возила са ТНГ, КПГ и ТПГ која су у згради трајно или привремено. Ради се о гаражама, сервисима, сервисерима моторних возила и бензинским станицама, пумпама са пропан-бутаном (ТНГ) и компримованим природним гасом (КПГ). На крају су препоручени детектори за цурење гаса у овим објектима.

Кључне речи: пропан-бутан, течни нафтни гас (ТНГ), природни гас, компримовани природни гас (КПГ), течни природни гас (ТПГ), доња граница експлозије, заштита од пожара, заштита од експлозије

¹ Ing. PhD., Department of Fire Protection, Faculty of Wood Sciences and Technology, Technical University in Zvolen, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, Slovak Republic, Tel/fax: 00421 45 5206 831/00421 45 5321 811, eva.mrackova@tuzvo.sk

1. INTRODUCTION

Car manufacturers are resolving the issue of alternative drives in these days. After conventional fuels such as petrol, diesel alternative drives followed by LPG, hybrids, CNG, E85, LNG and Electric cars. Users choose motor vehicles not only because of driving skills and vehicle safety, as well as the price of fuel. Alternative drives have a lower price than the classic and therefore in recent years, their sales increased several times and continues upward trend. Alternative drives for motor vehicles consist mainly of natural gas (CNG, LNG) and propane-butane (LPG). Type of fuel E85 contains 85 percent bio-ethanol produced from agricultural raw materials and 15 percent gasoline. Drive of hybrid vehicle uses a combination of classical internal combustion engine and electric motor. Acceleration of the vehicle provides both engines simultaneously and the excess energy from the combustion engine to charge the battery. The popularity of CNG vehicles is growing. In Europe, there are 1700000. This number is increasing even in a world where they are about 20 million. In Slovakia, there are about 1,200 cars. It gives lots of benefits by using the drive of the car to a propane gas LPG. The advantages of running on LPG gas are unambiguous despite some specifics of service of gas-fueled vehicles. Number of operators of vehicles powered by LPG continues is still growing [1].

Mentioned fuels belong to the group of flammable liquids and flammable gases which may after the fulfillment of limit conditions cause fire or explosion. For this reason, there is the current EU legislation, according to the buildings must comply with it, in which cars are placed. These buildings include the garaging supermarkets, public garages, underground garages, etc.. Fire safety of buildings shall also be respected in the fulfilling of flammable liquids in filling stations, garages and repair of motor vehicles.

2. GASES FOR ENERGY PURPOSES

Gas produced by gasification various gases or degassing of coal, natural gas and liquefied gases based on propane and butane achieved an important position for energy. Methane, hydrogen and carbon monoxide are decisive components. Heat of combustion is between 17-20 MJ / m³. Their calorific value depends on the methane content - ranges from 20 to 40 MJ / m³. Gases based on propane and butane are among the high calorific value. They are used as a pure gas or a mixture known as LPG. Customers, in contrast to the above gases, they are supplied in a liquid state. Heat of combustion depends on the ratio of propane and butane in the mixture. Ranges from 101.7 (pure propane) to 133.9 MJ / m³ (pure butane). The use of said gases is also linked to motor mechanics and are directly useful in the form of LPG, LNG or CNG powered engines as a substitute for traditional gasoline or diesel. However, fire protection had to be urgently updated just for building garages, service centres, repairers, motor vehicles and petrol stations fuel [2].

3. PROPANE – BUTANE (C₃H₈- C₄H₁₀)

Propane, Liquefied Petroleum Gas - (LPG) is a mixture of liquefied gas, which is at atmospheric pressure and normal ambient gas. In addition it contains 3-5% of propylene in a

mixture. The liquefied gas can be stored in a liquid state at room temperature and under its own vapor pressure or in a cooled state at a lower pressure, whether at atmospheric pressure. Propane-butane is stored and transported in liquid form in pressure containers and rail or road tankers for economic reasons.

Tab. 1 Physical and chemical properties of propane and butane

| | Unit of measure | PROPANE | BUTANE |
|---|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Chemical designation | - | C ₃ H ₈ | C ₄ H ₁₀ |
| The molar mass | g.mol ⁻¹ | 44,094 | 58,120 |
| Density of the liquid phase at 15 °C | kg.l ⁻¹ | 0,508 | 0,585 |
| Density of the liquid phase at 20 °C | | 0,498 | 0,578 |
| Density of the gas phase at 0 °C, 0,1 MPa | kg.m ⁻³ | 2,019 | 2,590 |
| Specific volume of the liquid phase at 15 °C | l.kg ⁻¹ | 1,972 | 1,710 |
| Density of the gas phase (air = 1) | - | 1,562 | 2,091 |
| Carbon content | % by weight | 8,72 | 82,66 |
| Hydrogen content | | 18,28 | 17,34 |
| Heat of vaporization (0,1 MPa, boiling point) | kJ.kg ⁻¹ | 444,05 | 387,791 |
| Boiling point | °C | -42,6 | -0,5 |
| | K | 230,56 | 272,66 |
| Melting point | °C | -190,16 | -134,96 |
| | K | 83,3 | 138,2 |
| Critical temperature | °C | 96,74 | 152,04 |
| | K | 369,90 | 425,20 |
| Critical pressure | MPa | 4,256 | 3,800 |
| Critical volume | cm ⁻³ .mol ⁻¹ | 200,0 | 255,0 |
| Lower explosion limit | % by volume | 2,1 | 1,5 |
| Upper explosion limit | | 9,5 | 9,1 |
| Specific state heat at constant pressure and 0 °C | kJ.kg ⁻¹ | 2,411 | 2,299 |
| Heat of combustion (liquid phase) | MJ.kg ⁻¹ | 49,972 | 49,130 |
| Heat of combustion (gas phase) | MJ.m ⁻³ | 95,500 | 125,719 |
| Calorific value (liquid phase) | MJ.kg ⁻¹ | 45,980 | 45,343 |
| Calorific value (gas phase) | MJ.m ⁻³ | 87,863 | 116,025 |

Vapor of density LPG is greater than the density of air (see Tab. 1), so in the case of gas leakage flows in the lowest places (like flowed on the ground) and enters the lowest open spaces where it is difficult ventilated. That means that a combustible mixture can be ignited even at a considerable distance from the leak and flame penetration rates in urban escape. Normal sources to initiate are for example flame or electric spark that occurs in connection contacts, sufficient and electrostatic discharge. Electrically charged particles of bottled gas can be one of the many sources of explosion of mixture petroleum gas with air [3].

4. NATURAL GAS

Extraction and processing of natural gas. Diesel gas is normally stored in porous rocks bounded by impermeable layers and water. Here it is a specifically lighter material accumulated over thousands of years of layers of oil or water. Gas is mined by drilling led directly into porous layers of deposits at a depth of 3 kilometers below the earth's surface. It is mined from deposits on land (Russia, Algeria, the Netherlands) and also under the seabed (North Sea).

Tab. 2 Physical and chemical properties of natural gas

| | Unit of measure | Natural gas |
|-------------------------------|---|--------------------------------------|
| State Color Odor | in gaseous state Colorless Odorless | (at pressure 4 at 10 MPa a 20 °C) |
| The molar mass | g.mol ⁻¹ | 16,043 |
| Density at 0 °C, 0,1 MPa | kg.m ⁻³ | 0,7168 |
| Density at 20 °C, 0,1 MPa | kg.m ⁻³ | 0,6323 |
| Solubility in water at 17 ° C | ml | 3,5/100 |
| Boiling point | °C | - 161,49 |
| Maximum combustion speed | m.s ⁻¹ | 0,338 |
| Critical temperature | °C | 82,1 |
| Critical pressure | kPa | 4641 |
| Critical volume | m ³ .kg ⁻¹ | 0,0061 |
| Lower explosion limit | % by volume | 4,4 |
| Upper explosion limit | % by volume | 17 |
| Class of explosion | - | II A |
| Combustion heat | kWh.m ⁻³ | 10,5 |
| Calorific value | kWh.m ⁻³ | 9,5 |

Natural gas is equally important energy source for internal combustion engines, heating and also for the petrochemical industry. Natural gas is used as a compressed gas - CNG (20 MPa) or in liquefied form - LNG (at - 162 ° C). Natural gas is now more often used in the form of CNG. Liquefied natural gas or liquefied natural gas (LNG) is a type of fuel. It is liquefied under the extension, it can be transported to the outlet, usually using tankers. Shipping natural gas can be transported only in the form of LNG. Shipping fleet to transport LNG is limited but at the same time demanding safety and maintenance. The combustion of natural gas emits a number of thermal energy, therefore, it is very important as an industrial fuel. (see Tab. 2) [4].

Natural gas composition is determined by extraction site. Natural gas campaign in Russia, Norway and the UK has a low proportion of non-combustible substances under 5 vol. %. Conversely, natural quarried in the Netherlands, Belgium and France has a lower calorific values and higher content of inert components (see Tab. 3). Leaking petroleum gas is a significant hazard, and about it applies:

- is flammable and highly flammable gas
- energy or temperature required for ignition is very low
- speed of propagation of explosion in ignition of gas and accretion rate of explosion pressure causes destructive changes in buildings
- is harmful to the human body (suffocation, neurosis) [5]

The most important ignition sources are natural gas explosion flame and hot combustion products, lightning, self-ignition, ultrasound, thermal manifestation of mechanical energy, electrical equipment and high-frequency electromagnetic waves.

Tab. 3 Percentage of the components forming gas [4]

| Component | Formula | Proportion (%) Russia | Proportion (%) Algeria | Proportion (%) USA | Proportion (%) Netherlands |
|----------------|--------------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| Methane | CH ₄ | 95,0 | 86,98 | 99,72 | 82,12 |
| Ethane | C ₂ H ₆ | 2,3 | 9,35 | 0,06 | 2,81 |
| Propane | C ₃ H ₈ | 0,7 | 2,33 | 0,0005 | 0,38 |
| Butane | C ₄ H ₁₀ | 0,3 | 0,63 | 0,0005 | 0,13 |
| Carbon dioxide | CO ₂ | 0,2 | 0,87 | 0,019 | 0,99 |
| Nitrogen | N ₂ | 1,5 | 0,71 | 0,20 | 13,43 |

5. BASIC MATERIAL PROPERTIES

Gases can liquefy by press. Some gas is easy to liquefy, just the touch at ordinary temperature, the other must be deeply cooled to liquefy either light or increased pressure.

There is a temperature limit for each gas, above which a gas cannot be liquefied no longer even greater pressure. This temperature is called the critical temperature and the critical pressure is pressure required to liquefaction at this temperature. Calorific value is calculated from the heat of combustion of the gas. A flammable gas is only explosive when it mixes with air (oxygen). If we ignite mixture of combustible gas and air it may be burning under favorable conditions spread so rapidly that it reaches the speed of several thousand m per second: explosion occurs. All of the above hydrocarbon gases are solved pursuant to Act No. 67/2010 Collection of Legislative Acts of the Slovak National Council from the conditions of that chemical substances and mixtures on the market and amending certain laws (Chemical law), the Ministry of Interior Decree 124/2000 Coll. laying down the principles of fire protection in activities with flammable gases and gases supporting combustion, extremely flammable, F + and explosive under certain conditions.

Tab. 4 Critical values of selected combustible gases [5,6]

| Gas | Melting point (°C) | Boiling point (°C) | Critical temperature (°C) | Calorific value (MJ.kg ⁻¹) | Lower explosion limit (%by volume) | Upper explosive limit (%by volume) | Ignition temperature (°C) | Temperature combustion (°C) |
|-------------|--------------------|--------------------|---------------------------|--|------------------------------------|------------------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| LPG | -104/ -74 | -42,1/ - 0,5 | 50 | 45,8 | 2,12 / 1,86 | 9,35/ 8,41 | - | - |
| Natural gas | - 182,5 | -161,5 | 50 | 46,35 | 4,3 | 15,0 | - | - |
| LNG | - | - | - | 34,08 | 5 | 15,0 | 650 | 1957 |

6. CARS ON CNG

CNG is compressed natural gas. It is made of compressed natural gas compression facilities under 20 and over (22, 25) MPa, which is over 200 atmospheres. Although it is flammable, but not explosive gas and compared with gasoline is harder to ignite. The tanks are fitted with valves that prevent pressurization or explosion. We should also mention the different physical properties of fuels where natural gas flares at about 600 °C, while diesel is already at about 200 °C. in air is lighter and natural gas leak at the dissipated, no leaking liquid fuels remain in place, can contaminate soil and if there is a danger of careless handling of fire. CNG car has a sophisticated solution in the case of a gas leak. In an accident a gas controlled escapes into the atmosphere, thus risk is eliminating of any poisoning. You can safely park CNG vehicle in the garage.

Fuel is environmentally friendlier to environment. By 99% less harmful substances gets into the atmosphere by combustion of CNG, 75% less nitrogen oxide, 10 to 25% less carbon by 45% less polyaromatic compounds and less greenhouse gases. During burning, there is practically no carcinogenic substances. CNG emissions are moving at 120 to 140 g / km and there is no contamination of the environment of leaking fuel. But parking cars on CNG is conditional on the consent of the owners of the garage, which must be fulfilled the technical

standards decree. This means, for example, well ventilated space of parking and facilities gas leak detector. At present, manufacturers produce more than 30 kinds of personal and utility CNG vehicles [7].

7. LEGISLATION RELATED TO THE CONSTRUCTION OF GARAGES

Newly built garage subjects to building permit to the following conditions of execution:

- road authorities must permit before the issue of the development connection Garage on local road and parking
- garage compound shall comply with STN 73 6058 Mass garage and STN 73 6057, single and serial garage
- road infrastructure shall be in accordance with STN 73 6058 Mass garage
- ramps in facility shall comply with STN 73 6058
- ramp surface must be non-slip, according to STN 73 6058 Mass garage with cement and concrete with transverse ribbing
- must be observed size of garage sites according to STN 73 6057, single and serial garage
- must be also observed width of the communication area according to STN 73 6057, single and serial garage

8. SLOVAK CURRENT LEGISLATION RELATING TO THE FIRE SAFETY OF BUILDINGS

STN 73 0802/O1:2011 Structural fire protection.Common regulations

STN 73 0804/Z4:2010 Fire protection of buildings - Industrial buildings

STN 73 0821/Z3:2010 Fire protection of buildings. Fire resistance of engineering structures

STN 73 0822/Z1:2004 Fire resistance properties of materials. Flame propagation along the surface of building materials

STN 73 0823/Z1: 2004 Fire resistance properties of materials. Flammability degree of building materials

STN 73 0824: 2002 Fire protection of buildings. Heating value of flammable substances

STN 73 0825: 1991 Fire resistance properties of materials. Classes of fire hazard for stocked materials

STN 73 0837/Z3: 2002 Fire protection of buildings. Small garages, single and serial

STN 73 0838/Z4: 2006 Fire protection of buildings. Multi-storey and underground garages

STN 73 6057: 1987 Small garages, single and serial. Basic provisions

STN 73 6058/b: 1987 Multi-storey and underground garages. Basic principles

STN 73 6059/Z2: 2004 Service stations for motor vehicles. Filling stations for fuels. Basic provisions

STN 92 0800: 2002 Structural fire protection. Flammable liquids

STN EN 60079-10-1: 2009 Explosive atmospheres.Part 10-1:Classification of areas.
Explosive gas atmospheres

Fire protection garages is tatled in STN 73 0804/Z4: 2010 Fire protection of buildings - Industrial buildings

Where garages are divided into the following groups according to the type of vehicle;

- Group 1 Garage - for passenger cars, delivery vehicles and motorcycles;
- Group 2 garage - for trucks, buses and special vehicles;
- Group 3 garage - for tractors and self-propelled work machines.
- Further, they are divided according to clusters of parking stall garage is graded on;
- individual garages - with maximum of three stands and with the only entrance maybe;
- row of garages - with more than three stalls, which are either in one row or two rows behind and every state in the first place has a separate entrance;
- collective garages - serving to shutting down (stabling garage) or parking (parking garage) more than three vehicles with a common entrance

The types of garages, which are divided according to the type of fuels that contain vehicles are no less significant and divided into two groups, namely:

- with liquid fuels or electrical sources (whether of a combination of these fuels);
- with gaseous fuels, eventually combination with an electric source [8].

8.1. American Standard National Fire Protection Association (NFPA)

The American Standard NFPA (National Fire Protection Association. The authority on fire, electrical and building safety) NFPA 30A: CODE FOR MOTOR FUEL DISPENSING FACILITIES AND REPAIR GARAGES This code helps mitigate fire and explosion dangers by providing safeguards for dispensing liquid and gaseous motor fuels into the fuel tanks of automotive vehicles and marine craft. NFPA 30A addresses gaseous motor fuels only where dispensed at the same facility as liquid motor fuels. Provisions apply to motor fuel dispensing facilities, both retail and fleet; marine motor fuel dispensing facilities; and motor fuel dispensing facilities located inside buildings and at farms and isolated construction sites. This code also applies to motor vehicle repair garages. Coverage includes storage of liquids; piping for liquids; fuel dispensing systems; building construction requirements; electrical installations; operational requirements; vapor processing and recovery systems for liquid motor fuels; and requirements for CNG, LNG, hydrogen, and LPG.

9. GERMANY TECHNICAL REGULATION

The Germany technical regulation VdS 2298:2002-06 Prevention - ventilation systems, concept of fire protection - Instruction for planning design and production. The information sheet VdS 2298 ventilation systems for fire protection concept complements from the perspective of risk management, the existing building code regulations. This fire protection guidelines for planning, design and operation of ventilation systems by the detailed description of fire protection measures for selected applications are completed. They are based on the extensive claims experience of Insurers and also take into account the latest findings related to ventilation systems in general. If in protection engineering fundamental changes occur, it is intended to revise the fact sheet in accordance with rework.

The technical regulation VDI 3957 Part 1:2014-09 Biological measuring techniques for the determination and evaluation of effects of air pollutants on plants (biomonitoring) - Fundamentals and aims

The Germany technical regulation VdS 3453:2013-04 Fire safety for farm - direction to prevent damage to the German insurer

Tractors and machinery for agriculture and forestry - Sustainability - Part 1: Principles (ISO/DIS 17989-1:2014); German version prEN ISO 17989-1:2014

Technical rules TPG 304 01 Equipment for filling gas tanks, Filling LPG stations for motor cars, Technical rules

Technical rules TPG 304 02 Equipment for filling gas tanks, Refuelling CNG stations for motor cars

10. FIRE PROTECTION AND EXPLOSION PROTECTION IN GARAGES

It is necessary to take the opinion of the fire protection in designing the project documentation for construction implementation garage with hydrocarbon gases LPG, CNG and LNG, to sustain the safety and protection of persons and property from fire. Determine the meaning of Directive ATEX 100, Zone 1 or Zone 2 Detection of flammable, explosive gases for CNG or LPG must be secured with a sensor for ATEX zone 1 or 2 sensors are suitable for industrial premises suitable to the "Ex" environment. Catalytic or infrared sensor. Furthermore, it is necessary to provide a garage for the detection of carbon monoxide (CO), which is appropriate to provide transmitters with electrochemical sensors (reeked = 26 ppm / 30min, $C_p = 51\text{ppm}$). Evaluation takes over and handles the addressable panel showing specific values of the measured gas at the sensor, visible on the display panel (see Fig. 1). Compact Amplifiers control panel serving to supply four gas sensors and full evaluation 1-4.degree detection are indicated at the central states of all sensors, including disorders using the built LCD display.



Fig. 1 Panel showing the perceived values [9] Fig. 2 Detector carbon monoxide (CO) [9]

Detector (see Fig. 2) placed in the monitored area is designed to protect the health and property of people in an environment where they can create a critical situation in the accumulation of carbon monoxide. The sensor includes a sensor ensuring air temperature sensing with subsequent evaluation of the actual gas concentration to a unified current signal 4-20 mA. It is necessary to built natural ventilation or emergency ventilation in the garage (at 20% LEL, 6 air changes "Ex") [9] in case of high concentrations of flammable gas leakage.



Fig. 3 Gas detector (CH₄) CNG [8]



Fig. 4 The detector gas (C₄H₁₀) LPG [8]

The detector (see Fig. 3) with a catalytic sensor (pellistors) works on the principle of catalytic combustion - the concentration of the gas, measured by the amount of heat release from the controlled combustion reaction. The reaction is supported by suitable temperature and the presence of a catalyst. These sensors can be used to detect a wide range of combustible gases. Sensors are characterized by fast response; long life and high stability (see Fig. 4, 5). The detector is designed especially for detection and sensing in industrial and commercial areas requiring ATEX certification or for areas with danger of explosion "Ex" (zone 1/2) [9] .



Fig. 5 Gas detector (C₄H₁₀) LPG [9]



Fig. 6 Information pictogram of an explosive atmosphere [9]

| Detectable gas | Measurement range | Standard setting alarms on the panel |
|------------------------|-------------------|--------------------------------------|
| CNG (CH ₄) | 0-100% LEL | 1. degree .: 5% LEL |
| 2. degree .: 10% LEL | | |
| 3. degree .: 15% LEL | | |
| 4. degree .: 20% LEL | | |

The symbols of listed on the label (see Fig. 6) NSX [9] (according to ATEX):

II 2G electrical equipment with explosion protection group II, category 2G Ex Demba
The type of protection: d - firm conclusion e - secured by version mb - cementing material
IIB + H2 Category of gases T5 Temperature class

11. CONCLUSION

The article introduces the fire protection and explosion protection in garages where vehicles are placed with flammable hydrocarbon fuels such as propane or butane as LPG and CNG gas. Natural gas, liquefied LNG is used for transport by shipping. Referred alternative fuels are flammable and explosive as evidenced by the physicochemical properties specified gases. These gases have a low LEL (see Tab. 1 and Tab. 2). It is a risk of a gas leak for short or long garaging of motor vehicles with LPG or CNG. Therefore the impending danger of explosion and fire would be soon registered there are used detectors connected to the control panel, which automatically evaluates the situation and provide early intervention and destroy the fire in the beginning garages. In designing underground garages, filling stations, service is compliance with legislation and technical standards to ensure fire protection and explosion protection structures, and because of this the protection of persons and property is ensured.

12. LITERATURE

- [1] Ekologické palivo Etanol 85. Accessible on the Internet (08/18/2014) (online) <http://www.etanol-85.cz/>
- [2] SERAFÍN, J., MRAČKOVÁ, E., BERNATÍK, A., MYNARZ, M.: Safety risks connected with parking of CNG vehicles in underground car parks, In Risk and Safety Engineering, Book of proceedings on International science conferences, Kopaonik, 29. Januar - 4. Februar 2012. - Novi Sad : Higher Technical School of Professional Studies, 2012. - ISBN 978-86-6211-006-0. - S. 368-372.
- [3] KOŠÍK, Š.: Mimoriadne udalosti spojené s únikom vykurovacích plynov, In Riešenie krízových situácií na plynovodoch pri úniku plynu s následným požiarom, Rimavská Sobota, 2006, str. 11,13, ISBN 80-228-1554-3
- [4] MRAČKOVÁ, E.: Riziká transportu zemného plynu, Protivýbuchová ochrana, In Riešenie krízových situácií na plynovodoch pri úniku plynu s následným požiarom, Rimavská Sobota, 2006, str. 23, 24, ISBN 80-228-1554-3
- [5] RIEDL, R.: Plynárenská a koksárenská príručka, Praha 1962, str. 55-61, 04-422-62
- [6] O zemnom plyne. Accessible on the Internet (07/15/2014) (online) http://www.rwegas.sk/wps/portal/rwegas/domov/o-zemnom-plyne/druhy-plynu!/ut/p/b1/04_SjzS0MDK0MDM2MDPWj9CPykyssy0xPLMnMz0vMAfGjzOLd_Q2dLZ0MHQ38vd0MDTydAtxM_V0cjYMNTIAKIoEKDHAARwN8-r29DKH68SggYH9wcbZ-uH4UXmsMTaAK8DjTzyM_N1U_NyrHzSI4IB0AhJ9nag!!/dl4/d5/L2dJQSEvUUt3QS80SmtFL1o2X0dPMUM5QjFBME9LRjEwSUJQRjVPREEzU080/
- [7] Vozidlá na CNG môžu od dnes parkovať v podzemných garážach Accessible on the Internet (08/18/2014) (online) <http://www.energia.sk/spravodajstvo/zemny-plyn-a-teplo/cesko-vozdila-na-cng-mozu-od-dnes-parkovat-v-podzemnych-garazach/4537/>
- [8] ČSN 73 0804 Požární bezpečnost staveb - Výrobní objekty, Accessible on the Internet (08/18/2014) (online) <http://www.tzb-info.cz/normy/csn-73-0804-2010-02>
- [9] Gas and fire detectors, DEGA, Produktový katalóg CNG/LPG/CO, GARÁŽE (detekce CNG/LPG/CO) Accessible on the Internet (08/18/2014) (online) <http://www.dega.cz>



Зоран ЛОВРЕКОВИЋ¹
Драган КАРАБАСИЛ²

Оригинални научни рад

КОМПЈУТЕРСКА ИГРА ЗА ВАТРОГАСЦЕ

Резиме: У раду је дискутована примена симулационог софтвера за увежбавање тактике гашења пожара на резервоару у рафинеријама или сличним постројењима. Осим за вежбање, програм има и практичну употребну компоненту, обзиром да су прорачуни ресурса за гашење компликовани и дуги, а овде могу бити припремљени готови планови са комплетном спецификацијом ресурса, опреме, људства и поступака у случају акцидента.

Кључне речи: Симулациони софтвер, Веб апликација, пожар на резервоару

COMPUTER GAME FOR FIREFIGHTERS

Abstract: Use of the Simulation Software for practicing firefighting in case the fire on the tank in refinery or similar installations. Except for exercising, this software have another practical component: Considering that resource calculation for tanks firefighting may be very complicated and take a long time, in real accident may be used prepared plans which was made by this software application, and stored in application database.

Key words: Simulation software, Web application, Fire on tanks

¹ Проф. др, Висока техничка школа струковних студија Нови Сад, Школска 1,
lovrekovic@vtsns.edu.rs

² Проф. др, Висока техничка школа струковних студија Нови Сад, Школска 1,
karabasil@vtsns.edu.rs

1. ДЕСКТОП АПЛИКАЦИЈА - ДОС ОПЕРАТИВНИ СИСТЕМ

Осим резервоара, у рафинеријама пожарна опасност прети и другим објектима, постројењима и претакалиштима. Због међусобне близине резервоара, обејаката, постројења и претакалишта на таквим местима, неопходно је не само гасити резервоар у пламену, већ и хладити све резервоаре у зони хлађења и штитити све у зони заштите. Да би знали како и са чиме дејствовати у случају пожара на резервоару, потребно је извршити прорачун ресурса (воде, пенила, возила, млазница, топова итд.), људства, и одредити зоне заштите и хлађења, те прорачунати ресурсе и за заштиту и хлађење свих резервоара у наведеним зонама. Такође треба одредити и процедуре у потребном редоследу које се морају извршити, прилазне путеве, приступне тачке хидрантској мрежи, итд. Сам прорачун ресурса зависи од многих фактора: -врсте горива у резервоару, тачке паљења и тачке кључања горива у резервоару, да ли резервоар има стационарно, полустационарно, или мобилно гашење и хлађење, колика је влажност и висина воде у резервоару, која је врста резервоара (цилиндрични вертикални, цилиндрични хоризонтални, сферни, конични, итд.), врсте крова (пливајући, дијафрагма, сферни, конични, одсечак лопте, итд.), пречника резервоара, дужине, ширине и висине танкване, висине цилиндричног дела плашта и висине горива у резервоару, детерминанте крова, итд.

Сам прорачун обухвата приличан број формула, и разликује су се за сваку фазу горења, тако да би за комплетан прорачун без примене оваквог софтвера било потребно најмање неколико сати, док је расположиво време за интервенцију свега неколико минута. Примена овог симулационог софтвера омогућује прорачун потребних ресурса практично у реалном времену, дакле у само пар минута. Сваки прорачун у зависности од потребе може бити снимљен у базу података апликације, а затим селектован и излистан, односно одштампан одмах. Наравно, прорачун који је урађен унапред, доводи до ризика да неки од ресурса наведен у листи, недостаје у тренутку када треба дејствовати (на пример квар возила, млазнице, и слично). Тада је могуће веома брзо извршити рекалкулацију у складу са расположивим ресурсима.

Далеке 1991. године, аутори овог рада су се упустили у пионирски подухват на овим просторима и направили софтверску апликацију за прорачун ресурса у случају пожара на резервоару, за потребе Рафинерије нафте НИС-РМП у Панчеву. Софтвер је радио под оперативним системом ДОС и био је урађен као десктоп апликација у програмском језику клиперу (Clipper), а делови апликације везани за графику у C++. Омогућавао је да се унесу потребни подаци о резервоарима, објектима, постројењима и претакалиштима, и да се за сваки од њих направи прорачун потребних материјалних ресурса, људства, и листа процедура за гашење, и заштиту и хлађење свега потребног у зонама заштите и хлађења. У току прорачуна, од корисника апликације је тражено да унесе:

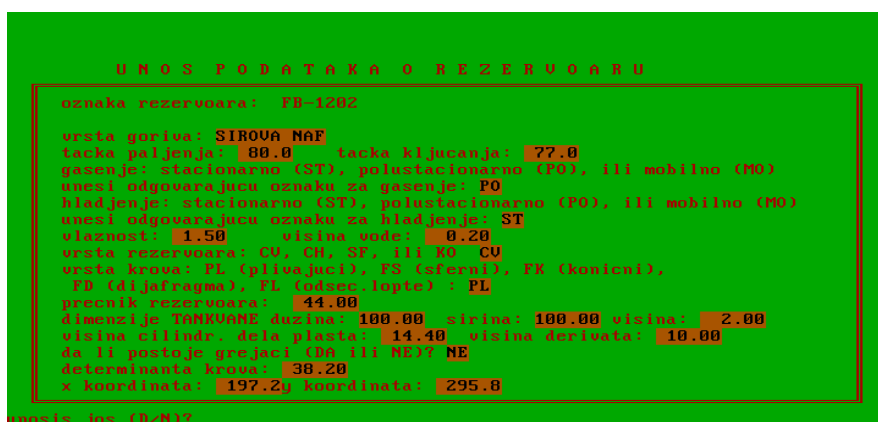
- фазу горења
- врсту пене за гашење
- капацитет хидрантске мреже
- да ли се гаси са хидрантске мреже или са возила
- капацитете пумпи на возилима и капацитете монитора

- садржај средства за гашење

Иста питања се постављају и за хлађење резервоара у зони хлађења. У току прорачуна, програм упозорава на ресурсе који су недовољни, и омогућује преконфигуравање постојећих ресурса. Људске ресурсе одређује аутоматски према нормативима за дата возила, топове, итд... На основу свега овога, израчунавају се:

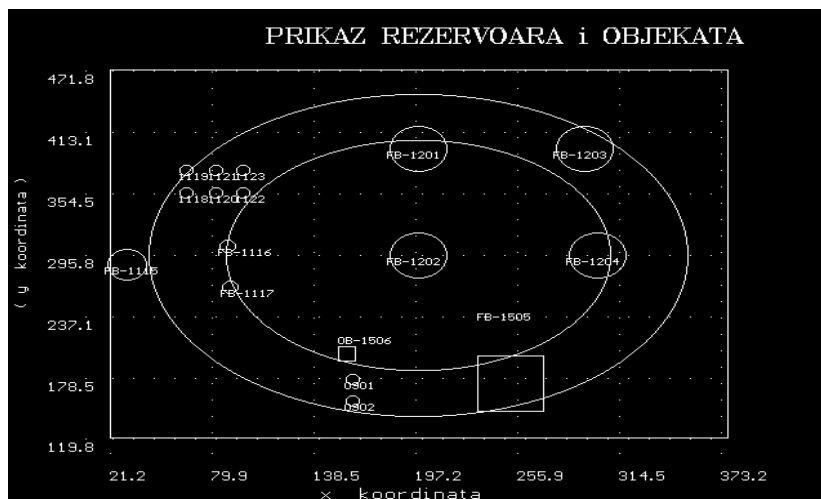
- интензитет гашења резервоара;
- интензитет гашења танкване;
- интензитет хлађења резервоара;
- интензитет стационарне заштите;
- интензитет мобилне заштите;
- време гашења резервоара;
- време гашења танкване;
- време хлађења резервоара;
- време заштите;
- потребне количине пенила;
- потребне количине воде за гашење, хлађење и заштиту и воде укупно;
- потребан број возила, монитора, возача ватрогасаца, ватрогасаца руковаоца монитора и руководиоца гашења и потребно особље за пумпну станицу, претакање резервоара и дренажање пливајућег крова, за гашење резервоара;
- потребан број возила, монитора, возача ватрогасаца, ватрогасаца руковаоца монитора и руководиоца гашења за гашење танкване;
- потребан број возила, монитори, и људство за хлађење резервоара;
- потребан број возила, монитори, и људство за стационарну заштиту;
- потребан број возила, монитори, и људство за мобилну заштиту;

Изглед екрана за унос података у резервоару старог прорама, дат је на слици 1:



Слика 1 Унос података о резервоару - ДОС апликација

Слични су изгледи екрана и за унос података о објектима, постројењима и о претакалиштима. Приказ резервоара и објеката у оквиру апликације, дат је на слици 2.



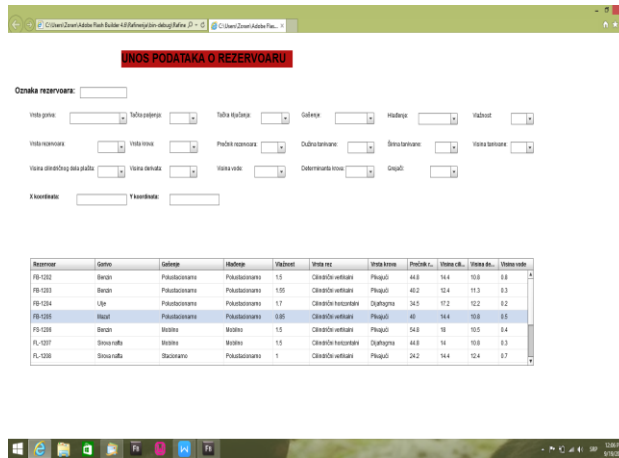
Слика 2. Приказ резервоара и објеката

Сви прикази потребних ресурса су екранског типа и могу се штампати на локалном штампачу.

2. ВЕБ АПЛИКАЦИЈА

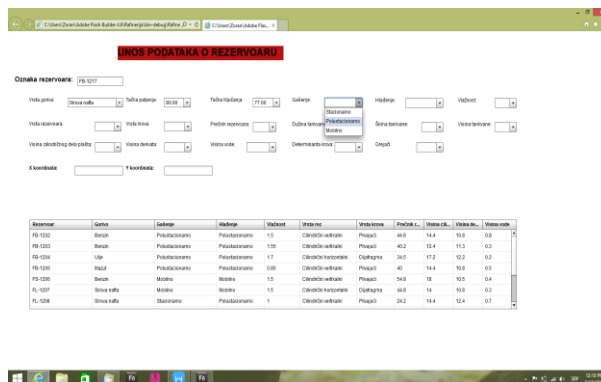
Скоро 15 година у информационој технологији чини да је описана апликација историјски артефакт, који се данас не може покренути ни на једном РС рачунару (осим неком смештеном у музеју информационих технологија). Са друге стране, сама концепција, сви прорачуни ресурса и процедуре у случају пожара на резервоару су и даље актуелни и веома употребиви, а тамо где је било потребно, извршене су измене уз консултовање нових прописа и литературе [1] и [2]. Зато су аутори апликације (и овог рада) приступили редизајнирању софтверске апликације за прорачун ресурса за гашење пожара на резервоару. Апликација је комплетно урађена као Веб апликација, што значи да је постављена на веб сервер, и да јој се приступа коришћењем веб читача (internet explorer-a, firefox mozila, или било ког другог), са било које локације која има приступ веб серверу. Ако је апликација постављена на јавни веб сервер, тада се може покренути са било ког рачунара, са било које географске локације, уз једини услов да је обезбеђен приступ интернету. Софтверске технологије кориштене за израду апликације су PHP, MySQL и Apache Flex [3].

Изглед екрана за унос података о резервоару приказан је на слици 3:



Слика 3. Унос података о резервоару - Веб апликација

Већина поља за унос података су типа “комбо -бокс”, где се кликом на поље добија листа понуђених вредности и једноставним кликом миша се изабере једна од њих, или се путем тастатуре куца вредност која је потребна, а није на листи. Ознака резервоара, и X и Y координата се уносе искључиво путем тастатуре. Уколико је унета ознака резервоара и подаци за тај резервоар су већ унети, сва поља за податке ће бити аутоматски попуњена раније унетим вредностима, дозвољавајући кориговање унетих вредности. У решетки (Дата Грид) у доњем делу екрана виде се одабрани подаци за већ унете резервоаре. Листа резервоара у решетки може се “скроловати” кликом са десне стране решетки. Кликом на било који ред решетки (односно било који резервоар са списка већ унетих) свих подаци за дати резервоар се аутоматски попуњавају у поља изнад решетки.



Слика 4. Приказ начина уноса података о резервоару

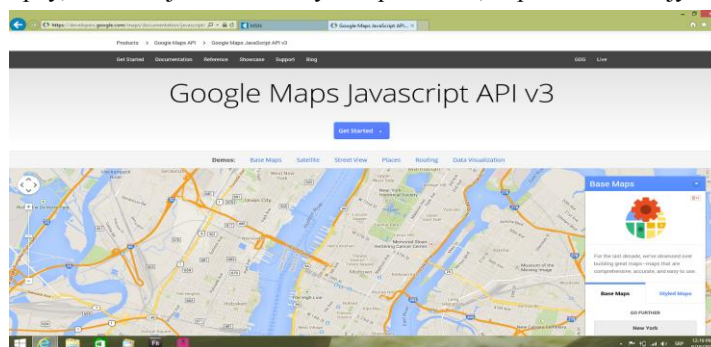
По истом принципу уносе се и подаци о објектима, постројењима и о претакалиштима.

За прорачун ресурса кориштена је иста логика извршења прорачуна као и у старој апликацији, осим што се листа потребних материјалних и људских ресурса и листа процедура не испишују на екрану, него се генерише ПДФ фајл са потребним подацима, који се може архивирати, послати мејлом, или штампати на штампачу рачунара са ког је приступљено апликацији или на мрежном штампачу.

Када је у питању графички приказ дела рафинерије са резервоаром за који се израчунавају ресурси, као и са уцртаним зонама хлађења и заштите и свим резервоарима, објектима и постројењима и претакалиштима унутар ових зона, задржани су подпрограми рађени у С++ програмском језику, уз незнатне измене у односу на стару апликацију, па је приказ исти као на слици 2.

Аутори планирају да побољшају апликацију применом Google Maps АПИ-ја, где би се уместо садашњег цртања дела рафинерије са посматраним резервоаром, приказивао Google Map приказ то дела рафинерије. Тада би једино уместо координата резервоара у координатном систему рафинерије који сами формирају корисници, за сваки резервоар биле унете координате у облику степени географске ширине и дужине како Google Map захтева. Веб страница са које се може преузети Google Maps АПИ је приказана на слици 5.

Након имплементације овог АПИ-ја, сама апликација би била расположива у обе варијанте -садашњој, и у верзији где се локација приказије уз помоћ Google Map. Корисници који већ имају имплементиран систем са својим координатама простора, користили би прву, а они који тек почињу са применом, вероватно новију верзију.



Слика 5. Google Maps АПИ полазна веб страна

3. ЗАКЉУЧЦИ

Прва верзија ове апликације рађена је за потребе Ватрогасне бригаде Нис-Рафинерије Панчево, пре давних 13 година. Апликација је доста добро прихваћена од стране поручилаца, уз одређене резерве због њене комплексности и свих ограничења које је наметао тадашњи домет информационих система-десктоп апликација, која ради под ДОС оперативним системом, са веома рудиментираним графичким могућностима



и честим нерегуларним прекидима извршења апликације као последице грешака у кориштењу од стране непосредних извршилаца.

Сама оцена идеје, корисности апликације и потребе за њом, никада није била упитна, ни од људи из рафинерије, ни од нас који смо је стварали.

Садашња, веб верзија ове софтверске апликације, веома је стабилна, и комформа за рад ватрогасног особља. Интерфејс је интуитиван и лако разумљив, све евентуалне грешке оператера при кориштењу доводе искључиво до упозорења и захтева за корекцијом акције, а никако до непредвиђеног прекида у раду апликације. Сви подаци су постављени на прегледнији начин, лакше су доступни, и тиме је апликација употребљивија. Нема ограничења у погледу оперативног система или инсталације било каквог софтвера да би се апликација могла користити. Осим поменутог Google Maps, аутори размишљају и увођењу филмских и аудио секвенци у листу процедура, што би додатно олакшало рад ватрогасаца, а апликацију у пуној мери учинило мултимедијалном.

4. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ивановић и др: *Пенила за гашење пожара, развој и примена*, Зборник радова 95-107, YUCORR 2002, Београд,
- [2] Стандард SRPS EN 1568-1,2,3,4 : 2008,
- [3] Ловрековић, З, *Интернет програмирање*, Удружење грађана Иницијатива за управљање знањем, Каћ, 2008.

Sergey KONDRATYEV¹

Professional paper

Anna VORONTSOVA²

Natalia PETROVA³

Tatiana KUZMINA⁴

APPLICATION OF INFORMATIVE TECHNOLOGIES AND CALCULATIVE METHODS IN THE FORENSIC NORMATIVE EXPERTISE AND IN PROFESSIONAL EDUCATION OF FORENSIC EXPERTS

Abstract: This article briefly considers types of main calculations used in forensic normative fire-technical expertise. It also presents the mathematic modeling of fire parameters in order to determine critical values. In addition, it deals with the determination of fire risk and methods used in the Russian Federation to calculate this parameter. The article stresses the importance of the developed electronic reference system in forensic analyses.

Key words: fire, forensic expertise, methods, modeling, electronic reference system

ПРИМЕНА ИНФОРМАЦИОНИХ ТЕХНОЛОГИЈА И РАЧУНСКИХ МЕТОДА У ФОРЕНЗИЧКОЈ НОРМАТИВНОЈ ЕКСПЕРТИЗИ И У СТРУЧНОМ ОБРАЗОВАЊУ ФОРЕНЗИЧАРА

Апстракт: Овај рад укратко разматра врсте главних прорачуна који се користе у форензичкој нормативно техничкој експертизи пожара. Такође, представља математичко моделовање параметара пожара у циљу утврђивања критичних вредности. Поред тога, бави се одређивањем пожарног ризика и методама које се користе у Руској федерацији за израчунавање овог параметра. Рад наглашава значај развијеног електронског референтног система у форензичким анализама.

Кључне речи: пожар, форензичка експертиза, методе, моделовање, електронски референтни систем

¹ leading research associate Research center of fire expertise of the St.Petersburg University of state fire service of Emercom of Russia

² researcher Research center of fire expertise of the St.Petersburg University of state fire service of Emercom of Russia

³ researcher Research center of fire expertise of the St.Petersburg University of state fire service of Emercom of Russia

⁴ researcher Research center of fire expertise of the St.Petersburg University of state fire service of Emercom of Russia

Recently in Russian Federation increased the number of connected with fires and with fire safety normative documents requirements violations cases. These cases are considering in courts as subjects of administrative and civil legislation. During the period of five – ten years there were considerable changes in the field of legal and technical regulation of fire safety. In connection with this amount of fire-technical expertise, which are designated by supervision activity bodies and by investigative bodies to EMERCOM of Russia Federal Fireproof Service forensic-expert establishments, greatly increased, and so it called the necessity of normative fire-technical expertise' existence as independent kind of forensic fire fire-technical expertise. As a result at 2010 in EMERCOM of Russia Federal Fireproof Service state forensic – expert establishments system appeared new specialization “Analysis of normative requirements' violations in the field fire safety, prognostics and expert examination of its consequences”. One of the EMERCOM of Russia Federal Fireproof Service state forensic – expert establishments' system aims is education of experts. Education of experts has several stages: education at high schools, professional retraining and special training of experts before certification.

When we use the term “forensic normative fire-technical expertise” (CHITЭ), we mean the kind of fire-technical expertise, consisting of normative fireproof requirements' violations examining on the base of special knowledge and also examining of such violations' casual relation with beginning, development and consequences of fire (occurred or potentially possible).

To proceed from experience of forensic normative fire-technical expertise (CHITЭ) realizing experts often should investigate such problems, for getting answers for these problems it is not sufficient to use logic reasoning and theoretic knowledge in the field of fire safety. Such problems require different kinds of calculations using computers, capable to fulfill a part of intellectual work.

In this article we will briefly consider the kinds of the main calculations, which may be used during forensic normative fire-technical expertise (CHITЭ) realizing.

It may arise the necessity of next engineering calculations during forensic normative fire-technical expertise (CHITЭ) realizing:

1. physical-chemical;
2. thermo-physical;
3. hydro-aerodynamic;
4. mathematical simulation of processes, happening during fire and others.

Physical-chemical calculations

The main kinds of physical-chemical calculations, which may be used in forensic fire-technical expertise, are the next:

- 1) The calculation of gas concentration in the case of leakage at the lodgment;
- 2) The calculation of gas-air and vapor-air mixtures' explosion maximum pressure;
- 3) The calculation of gas concentration in a lodgment during process of vaporing
- 4) The calculation of oil products spread area;
- 5) The calculation of explosion pressure increase' maximum rate;
- 6) The calculation of liquids flash temperature

7) The calculation of liquids inflammation temperature

8) The calculation of flame propagation temperature limits

Most of these abovementioned calculations are used for determination of lodgment's category of fire-explosive and explosive danger and for determination of fire risk's degree in industrial buildings. Also calculations are used for evaluation of substances' and materials' fire danger when real tests are not possible (after fire, for example).

The main documents, regulating the order of such calculations' realization, are the next: [1, 2].

Thermo-physical calculations

Processes of conjugate heat exchange are considered in the process of thermo-physical calculations' realization. These calculations may be used for decision of next problems:

1. Plotting of temperature field during the warm-up of protecting constructions.
2. Determination of combustible materials' ability for inflammation from various sources of ignition (flame, match etc.).
3. Calculation of fire dynamics in assigned conditions.

One of examples of such calculations, used by forensic fire-technical experts, is calculation of quenching distances on the base of the reasons' analysis of fire propagation in the area between buildings. In these calculations they compare the real (decreasing) density of heat flow for radiated object with maximally admissible one.

It is possible to recommend mathematical approaches and calculation formulas, given in [3], Ansys company's universal packages for mathematic modeling and complex of programs «Экспотех», developed by EMERCOM of Russia VNIPO Fire Expertise Research Centre [7].

Fire's dangerous factor fields plotting

During the realizing of forensic normative fire-technical expertise (ЧИТЭ) it is often arise the necessity to make an analysis of fire's dangerous factors (ОФП) changing dynamics in a lodgment and in building and to calculate it's critical value. The most commonly used calculation is plotting of fire's dangerous factors field in which the least time of approach of one of fire's dangerous factors critical value (for given designed point in the lodgment and in the building). It is necessary, as a rule, to execute the mathematic modeling of fire parameters in order to determine critical values of fires dangerous factors' parameters.

As an example of such calculation we may consider the expertise of the fire that happened at the building # 2 of psycho-neurologic hostel «Oksochi» (Novgorod region) in 2013 when 37 people died.

The experts received questions about presence of threat to life and health for people at the object in the moment of fire, providing of safe evacuation conditions, determination of calculated and necessary time for people's evacuation at the case of fire. In order to answer these questions experts determined the critical time for each of fire's dangerous factors (temperature, heat flow, obscuration, low content of oxygen and others) as the time of reaching the limiting admissible value by this factor on the level 1.7 meter from floor at the ways of evacuation. Calculations were made using the field method of simulating the fire with the help of program means FDS VER.6. The 3 D model of «Oksochi» psycho-

neurologic hostel's building # 2 is shown on the Figure 1, distribution of visibility field at the 259 second in the designed point 3 is shown on the Figure 2.

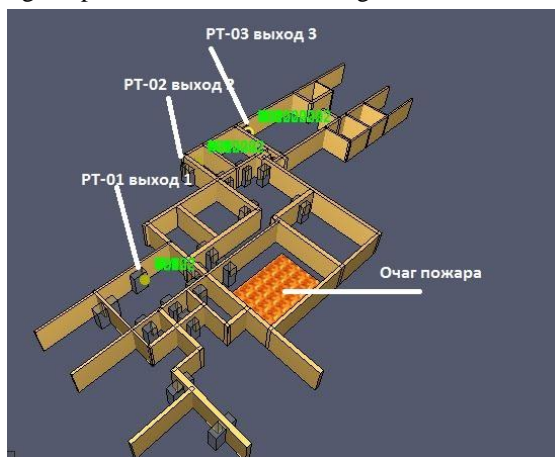


Figure 1. The 3 D model of the object ground floor.

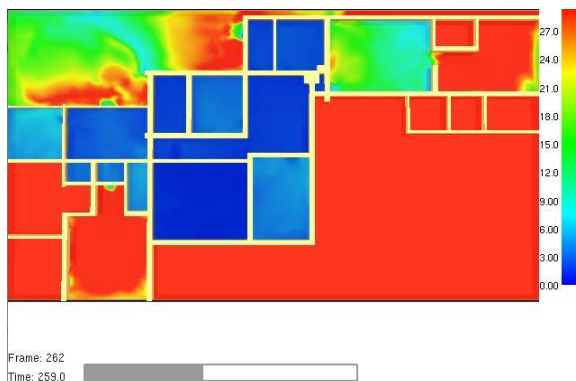


Figure 2. Distribution of the visibility field in horizontal section of building floor at the level 1.7 meter from floor at the 259 second from the moment of fire beginning for the considered emergency situation at the point PT_03

Further the experts determined the designed time of evacuation people from the building and realized the comparative analysis of received values of time considering the presence of system of warning and managing people's evacuation in the case of fire at the object. The designed time of evacuation exceeded greatly the time of fire dangerous factor's critical value approach. On the base of it the experts made conclusion about the presence of threat to life and health of people in the building # 2 of psycho-neurologic hostel «Oksochi».

Simulating of the fire in lodgments is based on the conception of fire as physical phenomena of transmission of mechanical, thermal energy and mass in corresponding conditions of its propagation. The fire propagation's conditions depends on location, the kind of burning objects and construction characteristics of lodgment. The difference between

main kinds of fire's mathematic simulation approach depends on the way of description of fire parameters' distribution in the space [4].

The first of them – the use of gas medium state parameters, which are averaged by volume, (density, pressure, concentration of medium's various components, temperature) with time. The mathematic models are called integral models, if they describe the change of state averaged parameters in the process of its use. The main drawback of models, considering the change of averaged characteristics with time, is the fact, that the distribution of abovementioned parameters in space is not considered.

The integral method may be used for decision of next problems:

- forecast of fire's dangerous factors propagation dynamic in building with developed system of small volume lodgments and configuration of simple geometry, for example, in the corridor type buildings ;
- forecast of fire' dangerous factors propagation dynamic during imitation simulating at that cases, when the account of fire's beginning and propagation processes' random nature is more important than precise and detail forecast of its characteristics;
- forecast of fire's propagation at the lodgments, where the typical size of fire base is comparable with typical size of lodgment;
- preliminary calculations for detection of the most dangerous fire scenario.

It is possible to use program means АИСС «Экспертиза» [5] (Expertise) for determination of fire's dangerous factors critical values' attainment time.

The **zone modeling** is the simplest way of fire parameters distribution account when volume averaging of parameters is used. At this case several zones in a lodgment are appointed, for each zone its own integral model of fire is developed. Within zone limits it is possible to think that considered characteristics of fire are identical with designed degree of accuracy.

According zone models there are forming two layers in lodgment: upper lay, consisting of burning products (smoke-filled zone) and lower layer of non-disturbed air (free zone). The gas medium state in zone models is evaluated by averaged thermodynamic parameters of several zones, not one, and zone limits usually are considered as non-stable.

For example, zone model CFAST [6], developed in the laboratory of American National Institute of Standards and Technology (NIST), permits to determine parameters of fire propagation in the closed lodgment system, calculate the fire's smoke and gas concentration's distribution and temperature in the a building for fire conditions, indicated by user.

Zone method may be used: - for the prognosis of fire dangerous factors distribution dynamics in the lodgments and systems of lodgments with simple geometry, dimensions of are comparable;

For the big volume lodgments (where fire base dimensions are much more less than lodgment dimensions) and also for calculating the time of smoke contamination of working zones, located at different levels within the same lodgment (sloping hall of cinema-theatre, entresol and so on), as example, for hall lodgments of big volumes and atriums;

For determination of fire's dangerous factors critical values time with the help of zone method it is possible to use program complex «Expotech», block of calculation programs "Calculation of fire parameters in the lodgment", developed by [7].

The method of differential modeling, describing fire evolution more precisely and in details, is the most interesting for fire's dangerous factors calculation. Fundamental laws of conservation of momentum, energy and mass, recorded for the elementary volumes, at which the considered field of space is divided, are used in this case. Differential models are called also **field** or CFD-models (Computational Fluid Dynamics). Mathematic models, considering the processes of convective and radiation heat change, processes of burning in gas phase and others, are the base of differential method. These models developed on the base of full non-stationary Navier-Stokes equations system, energy and diffusion equation for reacting components [8]. Analytical way of solution for similar equations systems are known only for very few cases. For numerical solution of second-order differential equations systems in partial derivatives the finite differences method or finite elements method may be used. Using the differential modeling it is possible to calculate temperature fields, concentrations of combustible materials' vapors, oxygen and products of burning in the investigated field for computation of hypothetic or previous fires.

The main difficulties of contemporary field models practical use are program products high price, high level of requirements to computers and specialist qualification and big volume of initial data, necessary for calculation.

The field method is recommended to use for consideration and analysis of next objects:

Lodgments of complicated geometry and also lodgments with plenty of inner obstructions (atriums with the system of galleries and adjoining corridors, multifunctional centers with complicated system of vertical and horizontal connections and so on);

Lodgments with one of dimensions greatly more (less) than others (tunnels, parking zones of little height and with big surface and so on);

At other cases when zone and integral models don't provide sufficient information or there are reasons to suppose that pattern of fire developing may contradict with assumptions, which are the base of these models (unique buildings, fire propagation along the building facade, the necessity to consider the activity of fireproof system, which are able to change the fire evolution's pattern and so on).

It is possible to use this method for calculating such phenomena as the forming of heated lay in the initial stage of fire evolution with one direction fire propagation and all directions fire propagation; the evolution of fire initial stage to developed stage; dangerous factors' propagation to adjoining lodgments or to the way of evacuation and for a number of other tasks.

It is recommended to use the packet of FDS applied programs for fire parameters calculation with the help of field method. This program reads out input data from the text file, solve the system of differential equations, describing the processes of the fire, numerically, and write in the output data, determined by user, to the files. Smokeview is an attending program, which reflects FDS output files in graphic format. FDS has not graphic interface, but there are programs (preprocessors), creating text files with necessary for FDS input parameters in graphic format. More detailed information about work with FDS and

Smokeview programs is in the users manuals and on the FDS-SMV site <http://fire.nist.net/fds>.

Determination of fire risk value

When executing the cases, connected with violations of fire security requirements, often appear the question, whether state of fire safety measures answered the fire safety requirements. In order to answer such questions experts follow the requirements of “Fire safety requirements’ technical regulations” article 6 [9]. One of main parameters, which should be calculated in order to answer this question, is the value of fire risk. Furthermore this fire risk value is compared with normative values, established by [9].

Now in Russian Federation developed, confirmed and in use 2 methods for determination the fire risk: for public buildings – “The method of fire risk design values determination in the buildings, structures and constructions with various degree of functional fire danger” [10], for industrial buildings – “The method of fire risk design at the industrial objects”[11].

Application of calculative methods and informational technologies in a forensic normative fire-technical expertise permits to raise scientific level, authenticity, evidential worth and visibility of expert investigation results and also to reduce the time of expertise duration.

The activity of EMERCOM of Russia Federal Fireproof Service forensic- expertise establishments aimed at first to realizing of forensic fire-technical expertise, along with these forensic-expertise establishments have the task of qualification advancement and additional education of these establishments’ research workers. In order to optimize the effectiveness of abovementioned activity there was developed the electronic reference system of information accompaniment of forensic-expertise establishments’ specialists, containing the systemized and timely actualized information, which is used by forensic-expertise establishments’ specialists for the analysis of normative requirements violations in the field of fire safety, prognostic and expert investigation of its consequences in the process of realizing forensic fire-technical expertise or in the process of additional professional education.

The developed electronic reference system is based on the program means, sufficiently providing timely actualization of information, which provides its efficient application in forensic-expertise establishments’ activity.

The actuality of information is a matter of principle, because forensic-expertise establishments’ specialists would use normative base currently in force in their activity and also information in the field of fire security and expertise of fires in order to compare normative and design values of various characteristics or to get initial data for various calculations [12].

The electronic reference system, which permitted forensic-expertise establishments’ specialists to use systemized and timely actualized reference data, methodic recommendations, forensic-legal information in the field of fire expertise and other special information, was developed considering that volumes of loaded information would increase with time, the users’ access to information would change with time, the number of sections would closed for indexation by search systems of information-telecommunication net “Internet” Russian language segment, the content of sections is marked with key-words.

Abovementioned factors stipulated the certain requirements to electronic reference system, connected with possibility to change the belonging to certain structure and the name

of section, registration of users with different procedures of access to information and internal functions, presentation of information search results both in opened for indexation and closed for indexation sections.

This approach provided the possibility to use the method of dividing according to the subject headings and taxonomy depending of loaded information's volumes and semantic components for relevant, full text search.

The selection of data processing and data application acceptable technologies was accomplished considering of compliance with main requirements of source code, multiplatform structure of the system, the work with different types of databases, web content management, personalization, access, taxonomy.

The analysis of data processing existing technologies demonstrated that Drupal technology, which is CMS (Content management system), is of most compliance to the claimed demands. The CMS Drupal has the relational database as a database warehouse, written by scripting programming language PHP (Personal Home Page Tools). Thus the CMS Drupal was accepted as a base of the electronic reference system [13].

It is necessary to note that the electronic reference system displayed in full only for EMERCOM of Russia Federal Fireproof Service forensic-expert establishments' workers, who registered and then got login in the system.

At present time (the data of 2014 July) the electronic reference system is placed at the web-site <http://info.fire-expert.spb.ru> in the Russian language segment of information-telecommunication net "Internet" and undergoes beta-testing. The program automatized information complex "Expotech" (Экспотех) [7], which includes information blocks concerning reference and calculation methods, is the base of the electronic reference system.

1. LITERATURE

- [1] GOST (ГОСТ) 12.1.004-91* "Fire safety. General requirements".
- [2] GOST (ГОСТ) P 12.3.047-98 ССБТ "The fire safety of technological processes. General requirements. Methods of control."
- [3] Isachenko V.P., Osipova V.A., Sukomel A.S. – Heat exchange. Manual for higher school. The third edition, revised and supplemented. Moscow, "Energia", 1975. 488 pages.
- [4] Thermodynamics of gases in premises. V.M. Astapenko, Yu.A. Koshmarov, I.S. Molchadskiy, A.N. Shevlyakov; Under redaction of Yu.A. Koshmarov. – M.: Stroyizdat, 1988. – 448 pages.
- [5] The fund of algorithms, programs, databases and databanks of Federal Fireproof Service: Information bulletin. – Issue 7. M.: VNIPO, 2004. – 128 pages.
- [6] Overview of the CFAST fire model.
- [7] <http://www.bfrl.nist.gov/864/hazard/cfast.html>.
- [8] Automatized complex for fire-technical experts "Expotech" / Program mean. – EMERCOM of Russia FGU VNIPO SPbF, 2010.

- [9] Ryjov A.M. The modeling of fires in lodgments considering burning in conditions of natural convection.// FGV, 1991, 27, N 3.- pages 40 – 47.
- [10] Technical regulations concerning fire safety № 123-Ф3 from 22.06.2008.
- [11] Appendix to the order of EMERCOM of Russia № 382 from 30.06.2009 “The determination method of fire risk designed values’ in buildings, constructions and structures with various degrees of functional fire danger”.
- [12] Appendix to the order of EMERCOM of Russia № 404 from 10.07.2009 “The determination method of fire risk designed values in industrial enterprises’.
- [13] Qualification demands to the specialists of EMERCOM of Russia Federal Fireproof Service, specialty “Forensic fire-technical expertise”, from 19.09.2011.
- [14] PHP6 and MySQL6 Bible. Steve Suehring, Tim Converse, Joyce Park. – M.: “Dialectics”, 2010. – 912 p.



Darko JOCIC¹
Mirjana LABAN²

Originalni naučni rad

PRIMENA INFORMACIONIH SISTEMA ZA IZBOR OPTIMALNE PUTANJE KRETANJA VATROGASNIH EKIPA DO MESTA AKCIDENTA

Rezime: Sagledavanjem objektivnih uslova koji mogu da umanje efikasan odgovor na akcidentne situacije (na primeru vatrogasne jedinice u Novom Sadu), pre svega uzimajući u obzir površinu teritorije koju ona pokriva sa samo jednom vatrogasnom stanicom kao i ograničen pristup podacima i grafičkim priložima operativnih karata i informacijama iz operativnih procedura, uočava se potreba za uvođenjem stabilnog i pouzdanog informacionog sistema kao podrške rukovođenju intervencijama. Analizom postojećih i potencijalnih metoda za određivanje optimalnog puta do mesta intervencije dolazi se do funkcionalnog rešenja koji se preporučuje u zaključku ovog rada. Takav informativni sistem zahteva kreiranje odgovarajućeg programa koji će da zadovoljava principe metode određivanja optimalnog puta i da sadrži bazu podataka sa operativnim kartama i operativnim procedurama potrebnim za intervencije vatrogasno-spasilackih jedinica.

Ključne reči: informacioni sistem, akcident, optimalni put, intervencije, vatrogasna jedinica

IMPLEMENTATION OF INFORMATION SYSTEM FOR SELECTION OF OPTIMAL FIRE ROUTE TO ACCIDENT SIGHT

Apstrakt: After considering all the elements which reduce the effective response to fire emergencies (using the fire unit in Novi Sad as an example), predominantly with regards to the territory which is being covered by just one fire station, as well as to the limited access to data and graphic images from the operational cards and information from the operating procedures, it has been recognized the need for establishing and introducing a reliable informative system as a support to the management during fire interventions. The analysis of existing and potential methods for determining an optimal route to the place of intervention has led to a functional solution, recommended in the conclusion of this work. Such information system requires the creation of an appropriate application program that will be conforming to the principles of the method of determining the optimal route and to contain a database with operational cards and operating procedures, necessary for the interventions of fire and rescue units.

Key words: information system, accident, optimal route, interventions, fire unit

¹ Dipl. inž. Zaštite od katastrofalnih događaja i požara, Vatrogasna brigada Novi Sad, Jovana Subotića 11, Novi Sad, E-mail: darko.jocic.ns@gmail.com

² Doc. dr, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Departman za građevinarstvo i geodeziju, Trg Dositeja Obradovića 6, Novi Sad, E-mail: mlaban@uns.ac.rs

1. UVOD

Osnovni problemi vezani za dejstvo vatrogasno spasilačkih jedinica u Novom Sadu su pre svega velika površina grada sa relativno velikim brojem stanovnika, visokim požarnim rizicima, kao i postojanje samo jedne vatrogasne stanice koja se nalazi u blizini strogog centra grada, što zbog gustine saobraćaja u tom delu grada definitivno predstavlja jedno od najnepovoljnijih mesta za vatrogasnu stanicu.

Broj vatrogasaca u Novom Sadu je takođe nedovoljan, potreban broj po sistematizaciji radnih mesta u MUP-u nije dostignut, tako da je u odnosu na postojeću sistematizaciju popunjenost jedinice oko 70 procenata. Evropski države imaju po jednog vatrogasca na oko 1000 stanovnika.

Maksimalna vreme stizanja do mesta intervencije u evropskim zemljama je propisana. U Nemačkoj je to vreme ograničeno na 10 minuta, u Velikoj Britaniji na 8 minuta dok u je Švedskoj na samo 6 minuta [1].

U Srbiji, pa samim tim i Novom Sadu ne postoji propisana brzina stizanja vatrogasne jedinice na mesto intervencije. Po pregledu statističkih podataka u poslednje tri godine [2], prosečna brzina stizanja na intervencije u Novom Sadu iznosi 7 minuta, što znači da se na neke intervencije stizalo za 2 minuta, a na druge i za 12-13 minuta, a ponekad čak i više. Rešenje za ovakvu situaciju u Novom Sadu je pre svega izgradnja više vatrogasnih stanica adekvatno raspoređenih u skladu sa potrebama grada i zapošljavanje većeg broja vatrogasaca kao i opremanje adekvatnom tehnikom. Međutim, obzirom da je Srbija zemlja u tranziciji, sa svim društvenim, ekonomskim i političkim implikacijama i teškoćama koje takav status nosi, vreme potrebno da se ovo realizuje nije izvesno.

Jedan od načina na koji bi se ovaj problem u određenoj meri ublažio je uvođenje informacionog sistema koji bi generisao optimalnu putanju kretanja za vatrogasna vozila i mogućnost greške operatera i/ili rukovodioca intervencije sveo na minimum.

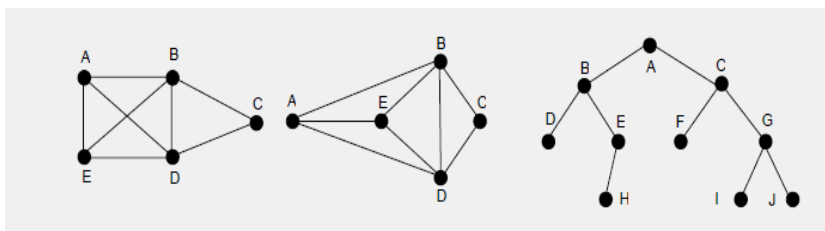
2. ODREĐIVANJE NAJKRAĆEG PUTA

Za određivanje najkraćeg puta od tačke A do tačke B se koristi teorija grafova [3] i Dijkstrin algoritam. Teorija grafova je suviše kompleksna i prevazilazi obim ovog rada, ali radi dalje analize objašnjeni su ukratko osnovni pojmovi: **graf** (G) se po definiciji sastoji od nepraznog konačnog skupa skupa $V(G)$ čije elemente zovemo *čvorovi* i konačnog skupa $E(G)$ različitih parova elemenata $V(G)$ koje zovemo *grane* (Sl. 1.). Svaka grana ima svoju težinu.

Algoritam za određivanje najkraćeg puta u grafu, naziva se *Dijkstrin algoritam*. Njegova primena se ukratko sastoji iz sledećih postupaka:

- U prvom koraku se određuje čvor koji je najbliži početnom čvoru.
- U drugom koraku treba odrediti čvor koji je sledeći po redu (drugi) najbliži početnom. Do njega se može doći ili direktno granom od početnog čvora, ili preko grane za koju je u prethodnom koraku utvrđeno da je najbliža početnom čvoru.

- Dalje se proširuje skup čvorova do kojih su određeni najkraći putevi korištenjem sledećeg pravila: do nekog se čvora najkraćim putem dolazi ili direktno od početnog čvora ili preko nekog drugog čvora za koji je već određen najkraći put.
- Postupak se završava kada se utvrdi najkraći put do krajnjeg čvora



Slika 1. Nekoliko primera grafova (Baletić V, 2008)

Za potrebe istraživanja prikazanog u ovom radu sve raskrsnice su definisane kao čvorovi grafa, a putevi između raskrsnica kao grane grafa. Dužina puta je težina grane. U ovom slučaju će težina grane biti neimenovani broj ekvivalentan sa dužinom puta u metrima. Dakle, ako je dužina puta između tačke A i B u realnosti 300 m, težina grane A-B će biti 300. Mesto akcidenta u ogromnom broju slučajeva neće biti na raskrskici, odnosno neće biti u čvoru grafa, tako da je neophodno na ciljnoj lokaciji generisati još jedan čvor. Početna lokacija (A) je zgrada (adresa) vatrogasne brigade a krajnja tačka (B) mesto (adresa) akcidenta. Potrebno je zatim primenuti Dijkstrin algoritam da bi se definisao najkraći mogući put.

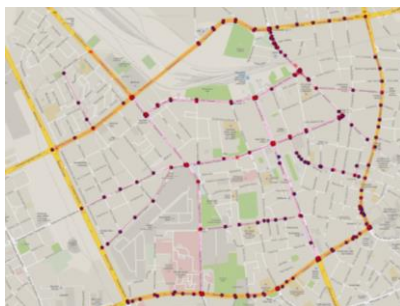
Prednost ove metode je što program sam generiše rutu, ali kako je osnovni kriterijum određivanja optimalne putanje kretanja vatrogasnog vozila od sedišta brigade do mesta akcidenta brzina stizanja na mesto događaja, a ne dužina puta, zaključujemo da ova metoda nije optimalna za primenu u vatrogastvu.

3. ODREĐIVANJE OPTIMALNOG PUTA

Da bi odredili optimalni put, odnosno put kojim će na mesto intervencije vatrogasna vozila doći najbrže, potrebno je primeniti metodu grafova i Dijkstrin algoritam, ali na drugačiji način nego u prethodnom primeru [4]. Naime, potrebno je uneti dodatne parametre u proces odlučivanja.

Prvi korak je definisanje/podela dve kategorije saobraćajnica u gradu:

- **Primarne putevi** - bulevari sa šest traka, glavni putevi sa četiri trake kao i putevi sa dve trake koji predstavljaju osnovne pravce kretanja u gradu i
- **Sekundarne putevi** - svi ostali putevi.
- Nakon toga je moguće kreirati prvi graf, koristeći samo primarne puteve (Sl. 2.i 2.a).



Slika 2. Prvi graf kreiran od primarnih puteva na geografskoj podlozi



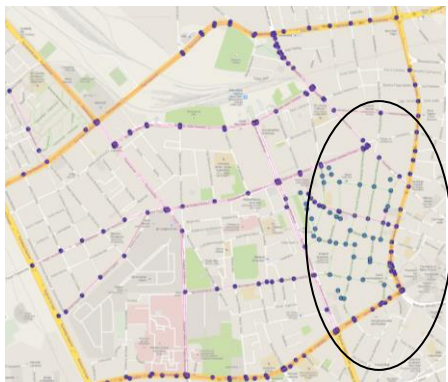
Slika 2.a "Ogoljeni" graf kreiran od primarnih puteva

Pri kreiranju ovakvog grafa potrebno je obratiti pažnju na jednosmerne ulice, raskrsnice, kao i na bulevare koji su praktično sastavljeni iz dve jednosmerne trake suprotnog smera.

Sledeći korak je kreiranje drugog grafa koji obuhvata sve ostale ulice (slika 3.i 3.a)

Metodologija utvrđivanja optimalne putanje dopunjenom metodom grafova sastoji se iz sledećeg:

- Odrediti najkraći put od polaznog do krajnjeg čvora;
- Odrediti čvor koji je najbliži krajnjem čvoru na prvom grafu (primarni putevi);
- Ako je put iz prvog koraka kraći od puta iz drugog koraka onda biramo njega, a ako nije idemo na sledeći korak;
- Tražimo najkraći put od čvora dobijenog u koraku 2. do krajnjeg čvora.



Slika 3. Drugi graf kreiran od dela puteva na geografskoj podlozi



Slika 3.a "Ogoljeni" graf kreiran od dela sekundarnih puteva

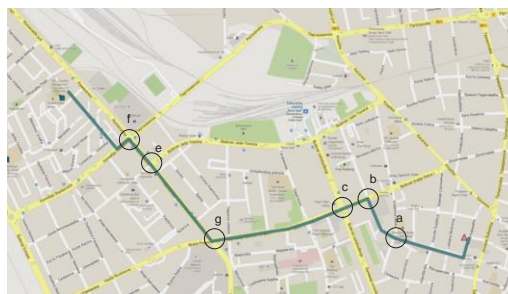
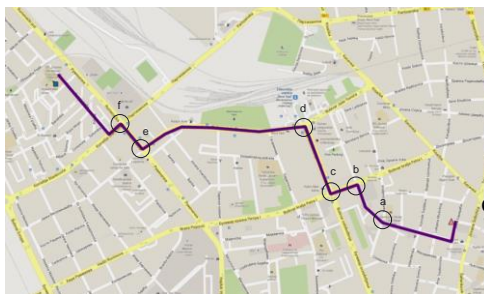
Zbir puta iz 2. i 4. koraka je zapravo naš željeni put. Međutim, da bi rezultat bio zaista optimalna putanja, moraju se uzeti u obzir još neki faktori koji utiču na brzinu kretanja, kojih ima u priličnom broju. Na primer: da li je noć ili dan, blizina pijace, pijačni dani za pijace koje ne rade svaki dan, posećene diskoteke ili kafići, blizina škole, semafori itd. Uvažavanje svih mogućih faktora koji utiču na brzinu kretanja bi bio veoma zahtevan zadatak, koji bi, između ostalog, podrazumevao i temporalno programiranje, kao i konstantno ažuriranje baze

podataka. Iz tih razloga je potrebno uzeti u obzir samo najvažnije faktore i napraviti zadovoljavajuću aproksimaciju, zahvaljujući kojoj je moguće dobiti optimalnu izlaznu informaciju. U ovom slučaju to su semafori i postojanje škola na putu ka mestu intervencije.

Prilikom analize uticaja semafora na kretanje vatrogasnih vozila određenom putanjom treba uzeti u obzir dužinu trajanja crvenog svetla, postojanje (odnosno nepostojanje) oznake za uslovno desno kretanje i pravac kretanja vozila nakon semafora. To je važno zato što je poznato da je na semaforu za skretanje levo potrebno najviše vremena, a za skretanje desno najmanje vremena - pod uslovom da ima oznaku za uslovno desno. Ako je nema, možemo smatrati da je za skretanje desno na ovakvom semaforu potrebno isto vreme kao i za kretanje pravo.

Provera prethodnih zaključaka je predstavljena primerom, gde je pretpostavljeno da je mesto akcidenta OŠ „Dositej Obradović“ u ulici Filipa Filipovića u Novom Sadu. Na Sl. 4. su prikazani semafori na putanji koju analiziramo, a na Sl. 5 na putanji koja je najkraća. Primećujemo da semafori a, b i f imaju potpuno isti uticaj na kretanje vozila u oba ova slučaja. Na prvoj putanji (Sl. 4) na semaforu c, vatrogasno vozilo treba da skrene desno, na semaforu d - levo i na semaforu e - desno. Na najkraćoj putanji (Sl.5), na semaforu g vatrogasno vozilo treba da nastavi pravo, na semaforu h da skrene desno (s tim što ovaj semafor nema oznaku za uslovno desno) i na semaforu "i" da ide pravo.

Računskim putem, problem semafora se može rešiti tako što se težina grane grafa iza semafora poveća za određenu vrednost i to vrednost „l“ za granu levo od semafora, „p“ za granu pravo od semafora i „d“ za granu desno od semafora (ako postoji oznaka za uslovno desno, u protivnom i za granu desno od semafora uzimamo vrednost „p“). Uslov je da $l > p > d$. U sličaju da na određenom delu puta postoji škola (Sl.5), zbog potrebe usporavanja pored škole, težina te grane grafa se povećava za vrednost „š“. U datom primeru ukupna težina grane najkraćeg puta se na ovaj način povećava i postaje veća od analiziranog puta, i na taj način kao izlaznu informaciju dobijamo optimalni put koji sada ima najmanju vrednost ukupne težine grana. Težina grane grafa će biti neimenovani broj ekvivalentan dužini u metrima.



Slika 4. Pozicije semafora na analiziranoj putanji Slika 5. Pozicije semafora na najkraćoj putanji

Ukupna težina grana kod najkraćeg puta (KP) je 2813, a kod optimalnog puta (OP) je 2909. Kada se uzmu u obzir semafori i škola na putanji kretanja dobija se da je $KP = 2813 + p + š + p + p$, dok je $OP = 2909 + d + l + d$ (zanemareni su oni semafori koji su zajednički za obe putanje, jer nemaju uticaja na krajnji rezultat).

Vrednosti „l“, „p“ i „d“ se definišu na sledeći način: Najpre se određuje potrebno vreme da se prođe semafor u zavisnosti od pravca kretanja. Na osnovu iskustva usvaja se da je

prosečno za skretanje desno gubi 4 sekunde, za kretanje право 10 sekundi, za skretanje levo 12 sekundi, a za prolazak pored škole se prosečno gubi oko 2 sekunde. Vrednosti „l“, „p“, „d“ i „š“ se određuju na osnovu toga koliki put bi prešlo vatrogasno vozilo za usvojene sekunde u metrima, pretvoreno u neimenovanu vrednost (koja se dodaje na težinu grane), krećući se pri tom prosečnom brzinom od oko 60 km/h, odnosno približno 16 m/s, pa je $d = 64$, $p = 160$, $l = 192$ i $š = 38$. Kada se vrednosti uvrste u odgovarajuće formule rezultat je sledeći: $KP = 2813 + 160 + 38 + 160 + 160 = 3331$ a $OP = 2909 + 64 + 192 + 64 = 3229$. Dakle, može se zaključiti da OP ima manju ukupnu težinu i da je zahvaljujući ovom metodu kao izlaznu informaciju moguće definisati optimalnu putanju.

Uz navedene parametre, obavezno se moraju uzeti u obzir i radovi na putu, koji bi bili ažurirani u realnom vremenu i, u zavisnosti od toga da li je prolaz kroz ulicu u kojoj su radovi potpuno ili delimično onemogućen, odabrati optimalan put.

4. ZAKLJUČAK

Predložena metoda omogućava programsko određivanje optimalne putanje do mesta intervencije, što naravno ni u kom slučaju ne može biti dovoljno da se nadomesti nepostojanje odgovarajućeg broja vatrogasnih stanica, niti da se zbog postojanja ovakvog programa zanemari obuka operatera i vatrogasaca u vatrogasnim jedinicama u poznavanju ulica u gradu.

Takođe, veoma je bitno, što je i praksa u svim razvijenim zemljama, da vozač vatrogasnog vozila, pre nego što krene na intervenciju ima odštampanu kartu sa mestom intervencije ili da u vatrogasnom kamionu postoji odštampana karta grada, jer se na taj način eliminiše mogućnost ozbiljnih propusta prilikom dolaska na mesto intervencije u slučaju da tehnologija iz bilo kog razloga zakaže.

Za ovakav informativni sistem potrebno je da se kreira odgovarajući program, koji će da zadovolji principe metoda određivanja optimalnog puta, ali i da sadrži bazu podataka sa operativnim kartama i operativnim procedurama potrebnim za intervencije vatrogasno-spasilačkih jedinica.

Minimalni hardverski zahtev za ovakav sistem je jedan PC koji bi se nalazio u komandno-operativnom centru na kojem bi bio instaliran ovakav program, a pomoću kojeg bi operater navodio vatrogasnu ekipu do mesta događaja putem radio veze. Efikasnost ovog sistema bi se znatno unapredila kada bi se u svakom navalnom vozilu nalazio po jedan portabilni računar koji bi umrežen sa serverom u operativnom centru omogućio rukovodiocu intervencije da direktno pristupi podacima koji su mu/joj potrebni. Implementacija ovog sistema zavisi od pravovremene koordinacije vatrogasno-spasilačke jedinice sa drugim službama kako bi se informacije o zastoju ili nemogućnosti saobraćanja u pojedinim ulicama grada, kao na primer prilikom radova na putu, saobraćajnih nesreća i dr. uvrstile u njega i time postigla potpuna pouzdanost istog.

Na osnovu prednosti koje bi se pokazale praktičnom primenom ovog sistema, bilo bi preporučljivo razmotriti njegovu primenu i u drugim službama za hitne intervencije.



5. LITERATURA

- [1] European Fire Fighters Unions Alliance, <http://www.effua.org/>
- [2] Statistički podaci Vatrogasne brigade Novi Sad
- [3] Baletić V. 2008. Teorija Grafova, Fakultet organizacionih nauka, Beograd
- [4] Popov S., Simić J. 2013. Materijali sa predavanja i Uputstvo za rad sa osnovnim funkcijama Quantum GIS aplikacije - radna vrzija, materijal za vežbe iz predmeta Upravljanje akcidentnim rizicima, na studijskom programu Inženjerstva zaštite životne sredine, Novi Sad



Слободан КРЊЕТИН¹
Олга КРЊЕТИН²

Прегледни рад

АНАЛИЗА ПАРАМЕТАРА У МОДЕЛОВАЊУ ЕВАКУАЦИЈЕ ЉУДИ У ПОЖАРУ

Резиме: У раду су приказани познатији рачунски модели евакуације и анализирани неки важни улазни параметри. Посебно су анализирани најважнији улазни подаци о брзинама кретања људи током пожара, зависни од структуре евакуисаних лица, токсичних параметера, густине људског тока и заузетости простора. Показана је значајна разлика у појединим софтверским моделима у задавању услова евакуације и развоја ефеката пожара.

Кључне речи: евакуација, моделовање пожара, брзина кретања, параметри

ANALYSIS PARAMETERS IN MODELING OF PEOPLE IN FIRE EVACUATION

Abstract: This paper presents the known computational models of evacuation and analyzed some important input parameters. Specifically analyzed the most important input data speeds people during a fire, depending on the structure of evacuees, toxic parameters, density of human flow and occupancy of space. There were significant differences in the individual software models of the conditions it is set and the evacuation of the effects of fire development.

Key words: evacuation, fire modeling, speed parameters

¹ Проф др, Факултет техничких наука, Трг Доситеја Обрадовића 6, Нови Сад, Србија, krnjetic@ptt.rs

² Предавач, мр, Висока техничка школа струковних студија, Школска 1. Нови Сад, Србија, krnjetic@vtsns.edu.rs



1. УВОД

Основни проблем код доношења одлука о правцу и времену потребном за евакуацију људи из запаљеног објекта и ватрогасну интервенцију је предвиђање брзине и правца ширења опасних продуката пожара. Такође, кретање људи (људски ток) кроз објекат зависи од услова окружења, структуре објекта, других учесника, и/или параметара пожара. Током историје, у већим објектима, забележен је велики број жртава због нерешених евакуационих путева, као на пример: 620 – Отворено позориште, Беч, Аустрија, (1881), 658 - *Antoung* позориште, Кина, (1937), 694 – позориште *Xinjiang*, Кина, (1977), 63 - дискотека *Göteborg*, Шведска, (1998), 100 – Станица – ноћни клуб, *Rhode*, Исланд, (2003), 465 - *Asunción Paraguay* супермаркет, (2004), 309 - Диско клуб *Luoyang*, Кина, (2000), 92 – Школа, *Tamil Nadu*, Индија (2004)...

Бројни су математички модели, који су у ту сврху урађени у свету и који углавном описују ток евакуације, где се за једначине кретања учесника користе једначине из области динамике флуида или магнетизма. Сложенији модели могу имати могућност да у симулацију евакуације укључе и ефекте пожара [1].

2. МОГУЋНОСТИ МОДЕЛОВАЊА – ПОЗНАТИЈИ МОДЕЛИ

Детаљни приказ и коментар 30 одабраних модела евакуације дат је у *Review of Building Evacuation Models*, у издању National Institute of Standards and Technology, Technical Note No. 1471, 2005, где су описане могућности примене у [2]. У наставку су наведени данас познатији и често коришћени модели у светској пракси:

- FDS+EVAC: пакет софтвер за симулацију пожара и за пожарне вежбе,
- VULCAN: софтвер за пожарну анализу зграда,
- FDS / SMOKEVIEW (NIST US) / PyroSim (Thunderhead): софтвер за моделовање кретања дима – динамика флуида,
- FPETOOL (NIST US): пакет инжењерских пожарних програма,
- ASKFRS (BRE UK): пакет инжењерских пожарних програма,
- BRANZFIRE (BRANZ NZ): моделовање пожара у зонама са више просторија,
- FIRECALC (CSIRO Australia): пакет инжењерских пожарних програма,
- FASTLITE (NIST US): инжењерски програм за процену развоја ватре и дима у зонама са више просторија,
- CFAST (NIST US): модел кретања ватре и дима у зонама са више просторија,
- DETACT (NIST US): модел активирања јављача и спринклер система,
- HAZARD (NIST US): евакуациони модел – кретање дима,
- In-house Fire Safety Engineering software: моделовање пожара у зградама,
- SIMULEX (IES UK): софтвер за моделовање евакуације,
- STEPS (Mott MacDonald): софтвер за моделовање евакуације,
- PATHFINDER 2013: софтвер за моделовање евакуације,
- EXODUS: пакет садржи пет модула, међу којима и BuildingEXODUS - детаљније приказано у раду Крњетин С., Крњетин О. (2012) који је у [1].

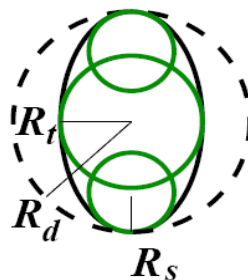
- EvacuatioNZ Monte Carlo: софтвер за моделовање евакуације. (Резултати симулација овде су представљени на пробабилистички начин, користећи кумулативниу функцију расподеле (дистрибуције). Ове кумулативне функције густине могу да се користе за испитивање тоталне евакуације или дистрибуцију лица или путника, који пролазе кроз одређени излаз у односу на време.).

Како би се обезбедила ефикасна евакуација лица из објекта, потребно је да се изабере правилна траса евакуационог пута, оптимална ширина свих елемената евакуационог пута, неопходан број, правилан распоред и димензије излаза, као и конструктивна решења елемената пута за евакуацију, која ће обезбедити њихово што дуже коришћење у условима пожара, без последице на људе. Све ове превентивне мере могу се правилно урадити само ако се на коректан начин предвиди **сценарио пожара**, а који се заснива на очекиваном кретању продуката пожара и људског тока. Ови важни пожарни параметри кључни су у симулацијама, али значајно се разликују код наведених модела, те су предмет бројних истраживања у свету.

3. ПРИМЕРИ ПРИМЕНЕ ПОЈЕДИНИХ ПАРАМЕТАРА ПОЖАРА

FDS+EVAC је комбинација модела за прорачун евакуације и модела за симулацију динамике флуида (CFD модел). Може бити коришћен и само за разматрање проблема евакуације без утицаја параметара пожара, тј. за пожарне вежбе. Модел симулира евакуацију људи користећи континуални простор и време, а пожарни и евакуациони прорачуни се преклапају у области концентрација дима и гасова. Додатна погодност коришћења FDS платформе за модел евакуације је директан и једноставан приступ особинама пожара, као што су температура гаса, густине дима и гаса, и ниво зрачења топлоте на свакој тачки на мрежи. Ове количине могу да се користе за моделовање понашања људи током евакуације [3].

FDS+Evac користи законе механике за праћење путање учесника у евакуацији у току прорачуна. Величина сваког учесника се представља помоћу три круга, који приближно представљају елиптични облик попречног пресека људског тела (слика 1.). Величина пројектоване површине човека, има вредности од 0,10 до 0,27 m². Као минималну вредност f , за практичне прорачуне треба узети 0,22 m².



Слика 1. Апроксимација представе учесника у евакуацији

Сваки учесник следи своју једначину кретања:

$$m_i \frac{d^2 x_i(t)}{dt^2} = f_i + \xi_i(t),$$

где је:

$x_i(t)$ - позиција појединца i и у време t ,

$f_{i(t)}$ - је сила која делује на појединца од стране околине,

m_i - је маса,

$\xi_i(t)$ - мале насумичне флукуацијске силе.

Брзина учесника је дата са:

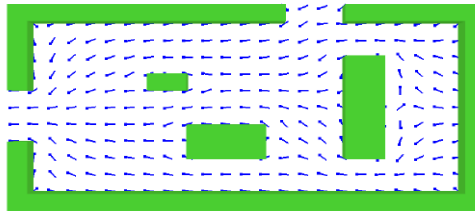
$$v_i(t) = dx_i / dt.$$

Сила која делује на учесника i има много компоненти:

$$f_i = \frac{m_i}{\tau_i} (v_i^0 - v_i) + \sum_{j \neq i} (f_{ij}^{soc} + f_{ij}^c + f_{ij}^{att}) + \sum_w (f_{iw}^{soc} + f_{iw}^c) + \sum_k f_{ik}^{att}$$

где прва сума описује међусобне интеракције учесника у евакуацији, друга сума описује интеракције учесник-зид, а последња сума могу бити друге интеракција учесника са околином, попут одбојност од пламена и слично. Први израз са леве стране описује погонску силу учесника. Сваки учесник у евакуацији тежи да се креће својом специфичном брзином ходања $v_i^0 = |v_i^0|$, ка излазу или неком другом циљу. Параметар релаксационог времена τ_i одређује интензитет погонске силе, односно утиче на убрзање при ходању [6].

У FDS+Evac програму, учесници у евакуацији се крећу ка излазима по векторском пољу v_i^0 . Ово векторско поље се добија као приближно решење потенцијалног проблема тока у дводимензионалном нестишљивом флуиду у датим граничним условима, где су сви зидови инертни, а излазна врата се понашају као пропелер, који извлачи течност из запремине. Овај метод, или пре трик, даје лепо усмерено поље за излажење ка изабраним излазним вратима, што се види на слици 2. Поље овог типа ће увек водити учеснике ка изабраним излазним вратима. Овај пут неће бити најкраћи, али ће бити вероватан. Ово поље ће водити више учесника ка ширим путевима за бекство него ка оним ужим, због чињенице да је ово поље решење тока нестишљивог флуида. Аналогија са струјањем нестишљивог флуида није лоша полазна тачка да бисте пронашли правце кретања великог броја људи. На пример, када људи напуштају велику спортску или забавну манифестацију, они обично само прате излазни ток ка излазима, без много утицаја на процес.



Слика 2. Дводименционално векторско поље које се користи за усмеравање учесника ка излазима.

Дим смањује брзине ходања људи због смањене видљивости, иритације и загушљивости. Истраживањем је утврђено да се брзина кретања смањује са порастом концентрације дима према формули:

$$v(K_s) = \alpha + \beta K_s,$$

где је K_s коефицијент апсорпције светлости, ($[K_s] = \text{m}^{-1}$), а вредности коефицијената α и β су 0.706ms^{-1} и -0.057ms^{-1} . У FDS+Evac утицај густине дима на брзину кретања учесника i се одређује једначином

$$v_i^0(K_s) = \text{Max} \left\{ v_{i \min}^0, v_i^0 \left(1 + \frac{\beta}{\alpha} K_s \right) \right\},$$

где је најмања брзина кретања појединца i $v_{i \min}^0 = 0,1v_i^0$, тј. учесници не прекидају кретање под утицајем густине дима, већ настављају кретање малом брзином, све док не буду онеспособљени токсичним ефектима продуката сагоревања.

У FDS+Evac су имплементирани токсични ефекти продуката сагоревања, CO и CO₂. Угљен диоксид заправо нема токсичне ефекте до одређених концентрација, али стимулише дисање, што повећава стопу уноса других гасова.

Токсични ефекти гасовитих продуката сагоревања су третирани кроз *Пурсеров FED концепт* [5]. Тренутна верзија FDS+EVAC програма користи концентрације гасова CO, CO₂ и O₂ за прорачун вредности FED дозе.

$$\text{FED}_{\text{UK}} = \text{FED}_{\text{CO}} \cdot \text{HV}_{\text{CO}_2} + \text{FED}_{\text{O}_2}$$

Једначина не укључује ефекте HCN, који је такође токсичан, а једини ефекат CO₂ је хипервентилација. CO₂ нема токсичних ефеката до концентрације од 5%, али подстиче хипервентилацију, која повећава унос других гасовитих продуката сагоревања. (У програму *BuildingEXODUS*, помоћу потпрограма *Hazards*, може да се разматра и утицај иритантних гасова као што су HCl, HBr, HF, SO₂, NO₂... Утицај гасова на кретање учесника се може видети преко могућности симуларања отежаног и успореног кретања. Такође постоји могућност избора другог евакуационог пута при наиласку на димну баријеру, а на основу параметара који описују познавање објекта.)

Удео онеспособљавајуће дозе CO се рачуна као:

$$FED_{CO} = 4.607 \cdot 10^{-7} * (C_{CO})^{1.036} \cdot t,$$

где је t време у $[s]$, а C_{CO} у $[ppm]$.

Удео онеспособљавајуће дозе (недостатка) O_2 се рачуна преко:

$$FED_{O_2} = t / [60 \exp(8.13 - 0.54(20.9 - C_{O_2}))],$$

где је C_{O_2} у процентима.

Фактор хипервентилације услед утицаја CO_2 се рачуна преко израза:

$$HV_{CO_2} = [\exp(0.193C_{CO_2} + 2.0004)] / 7.1$$

где је C_{O_2} у $[\%]$.

За појединца се сматра да је онеспособљен када FED доза достигне јединичну вредност. Онеспособљени појединац се представља као учесник на ког не утичу социјалне силе од стране других учесника и од зидова, и чија је брзина $v_i^0 = 0$.

Брзина кретања људи током евакуације у пожару је најважнији параметар и она се приликом разних моделовања, зависно од густине људског тока D (m^2/m^2), креће у распону од 15 до 100 m/min . Према моделу *Simulex*, заснива се на односу међусобног растојања између учесника. Модел укључује претицање, ротацију тела, корачање постранце и корачање уназад. Такође, узима у обзир структуру групе, тако да за све "мушке категорије" брзина кретања износи од 1,15 до 1,55 m/sec , а женске групе 0,95 до 1,35 m/sec . Брзину кретања у моделу *Pathfinder 2103* ограничава и задани параметар D_{max} - максимална густина заузетости просторије ($Max\ Room\ Density\ 0.0 < D_{max}$, уобичајено $= 3.55\ pers/m^2$), који контролише за колико лица ће бити дозвољено да уђу (прођу) у собу преко врата и степеништа. *Pathfinder* користи максималну густину просторије за одређивање брзине кретања. Ако је ово повећање густине на пример 3,8 $pers/m^2$, једначина брзина иде на нулу и кретање у соби ће бити заустављено. Ако је једна или више врата омогућавају лицима која се крећу, да уђу у евакуациони простор брже него што могу да изађу, улаз (а) неће дозволити станарима да уђу, ако би се тиме повећала густина преко D_{max} . Користећи ниске вредности за D_{max} (нпр 2,8 $pers/m^2$) може се утицати на резултате укупног времена евакуације.

4. ПРИМЕР СИМУЛАЦИЈЕ ЕВАКУАЦИЈЕ У ПРОГРАМУ FDS+EVAC

Посматра се објекат са слике 3. у ком се налази 100 особа, са два излаза [7]. Један излаз је редован, а други за случај опасности. Димензије објекта су $12 \times 10.8 \times 2.4m$. Симулација траје 400 секунди. Пожар избија на препреци димензија $1 \times 1 \times 0.6m$, која може представљати нпр. радну површину. Материјал гореће површине је полиуретан. Специфично пожарно оптерећење је $1.000\ MW/m^2$.

Учесници у евакуацији могу да се поделе према познавању положаја излаза на следећи начин:



- учесници који познају леви излаз,
- учесници који познају десни излаз,
- учесници који познају оба излаза,
- и учесници који не познају ни један излаз.

У посматраном случају, свакој од наведених категорија припада по 25 учесника. Први учесник евакуације напушта просторију након 15 секунди, преко левог излаза.

Десни излаз, односно излаз за случај опасности је употребљен први пут у 20-ој секунди, а последњи у 28-ој. Може се констатовати да је десни излаз блокиран димом већ након 28 секунди.

У почетном тренутку симулације 48 учесника се одлучило за евакуацију кроз леви, а 29 кроз десни излаз. Ови подаци се мењају са временом, у зависности од видљивости, узнемиравајућих услова на путањи евакуације, и од броја већ евакуисаних учесника. За десни излаз, након евакуације трећег учесника, број учесника који су изабрали тај излаз опао на нулу, што због смањене видљивости, што због фактора непознавања простора.

Након 30 секунди, ни један од излаза није видљив, и долази до две ситуације које је потребно објаснити. Учесници су се поделили на две групе, према положају пожара у просторији. Код левог излаза, са којим је већина учесника упозната, долази до формирања реда. У десном делу просторије, учесници показују типично понашање за ситуацију смањене видљивости услед дима, и формирају групу чији чланови дејствују "социјалном силом" једни на друге, а у правцу центра групе, што је приказано на слици 3.

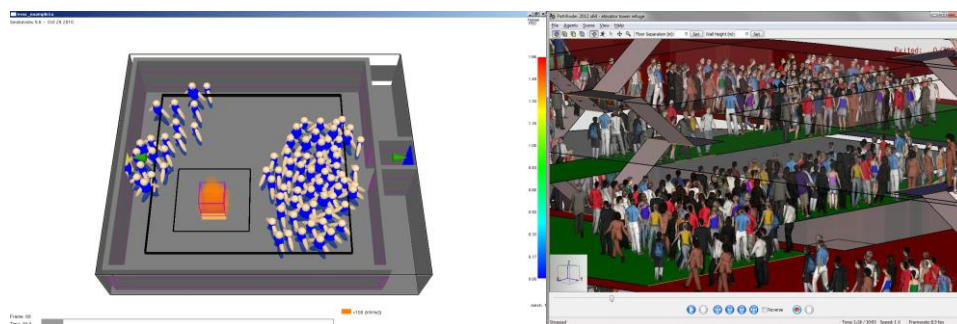
Битно је прокоментарисати и токсични утицај гасовитих продуката сагоревања. Графички је тај утицај приказан преко промене боје торзоа сваког учесника понаособ. Боја одговара вредности FED дозе, приказаној на скали са десне стране.

У тренутку $t=242s$, долази до одлуке о избору левог излаза, упркос недостатку видљивости, а на основу познавања излаза и такође на основу понашања оних који познају излаз.

Први члан друге групе излази у тренутку $t=299s$. У том тренутку FED доза је у близини критичне. Прва жртва се појављује на $t=303s$. Кроз излаз ће успети да прође још 7 учесника, што своди укупан број евакуисаних кроз леви излаз на 41 ($t=323s$), а један секунд након проласка задњег учесника кроз леви излаз FED доза достиже онеспособљавајућу вредност за све преостале у просторји ($t=324s$).

Коначан биланс симулације према излазном фајлу је:

- Број евакуисаних кроз леви излаз: 41.
- Број евакуисаних кроз десни излаз: 3.
- Број жртава: 56.



Слика 3. Визуелни приказ симулације у FDS+EVAC програму (слика горе) и 3D симулација према програму Pathfinder 2013 (слика доле)

5. ЗАКЉУЧАК

Приказани модели могу бити један од алата помоћу којих би се што реалније добиле информације о могућим сценаријима у току пожара. Пројектантима то омогућује да лакше донесу одлуку о распореду и броју евакуационих излаза, а будућим корисницима и власницима зграде да ограниче број лица, који се смеју истовремено пустити у објекат. Симулација ефеката пожара и тока евакуације, представља неопходан корак у фази пројектовања и реконструкција објеката у којима се налази већи број људи, а приказане значајне разлике у задавању улазних параметара пожара и евакуације приликом моделовања, указују да се проблем евакуације мора детаљније истражити.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Крњетин, С., Крњетин, О.(2012): *Modeling the evacuation of people in the fire*, Monitoring and expertize in safety engineering, Vol.1, №1/2012, Higher Education School of professional studies, ISSN 2217-6608, Novi sad
- [2] Ko S Y, Spearpoint, M J, Teo A.(2007):*Trial evacuation of an industrial premises and evacuation model comparison*. Fire Safety Journal, 42 (2), pp.91-105
- [3] Korhonen, T., Hostikka, S.(2010): *FDS+EVAC Technical Reference and Users Guide*, Technical Research Centre of Finland
- [4] Kuligowski, E., Peacock, R.(2005): *A Review of Building Evacuation Models*, National Institute of Standards and Technology, Technical Note No. 1471
- [5] Purser, D.A.(1995): *Toxicity Assessment of Combustion Products*, SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 2nd ed., National Fire Protection Association, Quincy, MA
- [6] Helbing D., Molnár P.(1995): Social force model for pedestrian dynamics, Physical Review E 51:4282–4286
- [7] Коларевић, М.(2014):*Симулација ефеката пожара и проблеми евакуације*, Зборник радова факултета техничких наука, Нови Сад



Биљана ГЕМОВИЋ¹
Наташа СУБИЋ²

Прегледни рад

ПРИМЕНА CAD (COMPUTER AIDED DESIGN) АПЛИКАЦИЈА У ОБРАЗОВАЊУ ЗАШТИТЕ ОД ПОЖАРА

Резиме: Рад предствља нове трендове у технологији Заштите од пожара. У раду је наглашен значај примене иновативних модела рада - примена софтвера за моделовање и симулацију пожара у циљу постепеног преласка са традиционалног на ново виђење наставе у образовању инжењера заштите од пожара.

Кључне речи: CAD (computer aided design), образовање инжењера заштите, FDS, PyroSim

IMPLEMENTATION OF CAD (COMPUTER AIDED DESIGN) APPLICATIONS IN EDUCATION OF FIRE PROTECTION

Abstract: The work represents a new trend in the technology of fire protection. This study emphasizes the importance apply innovative models of work - application software for modeling and simulation of fire in order to gradually transition from a traditional to a new vision of education in the education of engineers zaštite fire.

Key words: CAD (computer aided design), engineering education protection, FDS, PyroSim

¹ Проф. др., Висока техничка школа струковних студија у Новом Саду, Школска 1, Нови Сад, gemovic@vtsns.edu.rs

² Ак. Спец., Висока техничка школа струковних студија у Новом Саду, Школска 1, Нови Сад, subic@vtsns.edu.rs

1. КОМПЈУТЕРСКЕ СИМУЛАЦИЈЕ И ЊИХОВА ПРИМЕНА

Само порекло речи симулација етимолошки је везано за латинску реч *simulatio*, што значи претварање, односно приказивање неког правог стања другачије него што је у ствари. Поред тог значења симулација представља и методу којом се утврђује понашање система, модела и сл. при промењеним условима.

Једна од најпростијих дефиниција је америчке Команде за обуку и симулације (*STRICOM*) која уједно представља и њихов мото: „Све осим рата је симулација“ [1].

„Симулација је начин приказа понашања реалног система или начина одвијања реалног процеса, путем експериментисања на моделу који је направљен тако да представља приказ реалног система или ситуације, обухватајући оне аспекте реалности (елементе и везе између њих) који су од интереса за проучавање. У данашње време, симулациони модели и симулациони експерименти обично се развијају и користе уз помоћ компјутера.

Симулације могу бити потпуно аутоматизоване или интерактивне где корисник може утицати на ток догађаја.

Симулације се могу класификовати на више начина тако да се могу поделити на симулације за:

- истраживање и развој;
- тестирање и процењивање;
- производњу и логистику;
- анализе и
- обуку и образовање.

Према укључености човека симулације се најчешће деле на интерактивне и затворене, а према употреби технологије на компјутерске и ручне.

Да би симулација имала ефекта у области управљања, командовања и координације треба постићи неке основне захтеве и то:

- реалистичност,
- неутралност на доношење одлука,
- слобода деловања.

Симулације се користите најчешће када се стварни догађаји или активности не могу реално да се изведу, као што су земљотреси, поплаве, терористички напади и сл. Поред тога одређене активности се могу створити, као што је пожар, односно опасне активности у реалности, и тада се прибегава симулацији таквих активности.

Предности које симулације пружају се огледају у неколико области. На првом месту је број потребног људства за реализацију симулације који је мањи од оног који би био потребан у случају теренске обуке. То за собом повлачи и мање финансијске трошкове, пропорционално броју ангажованог људства.

Друга предност се огледа у безбедносним аспектима по учеснике симулација. Теренска обука је много изазовнија, али даје више могућности за повређивање људства. Поред тога опрема која се користи у теренским вежбама није потребна када

се ради о симулацијама, чиме се опрема чува од непотребног хабања, што је јако битно и са финансијског аспекта.

Савремени трендови обуке посебну пажњу посвећују и заштити околине, чиме се током симулација не користе средства која могу проузроковати било какву штету на околину и не заузимају се простори и земљиште које може бити искориштено у друге сврхе. Дужина трајања активности симулација је најчешће мања од теренских вежби. Време као метеоролошка појава је фактор који није могуће у теренским условима увек предвидети ни подесити тако одговора условима симулација.

У симулацијама се омогућава подешавање временских услова у зависности од потребе и жеље људства на обуци, односно у зависности на постојећи или могући сценарио симулацијске вежбе. Све ово јасно говори да је уштеда у новцу евидентна што је једна од најбитнијих позитивних карактеристика симулација.

Поред ових предности ту су и друге бенифиције које се односе на обученост и примену симулација као што су:

- развој у тактичком смислу,
- увежбаност у комуникацијским вештинама, командовању, контроли и размени информација,
- примена доктринарних начела,
- заједнички и тимски рад,
- реалистичност дешавања као на терену,
- мерење циљева обуке,
- флексибилност сценарија за обуку,
- приказ ситуација које на други начин не би било могуће приказати због цене или безбедносних захтева,
- обезбеђују реалистичан одзив на донете одлуке и примењене планове ангажовања,
- погодне су за: креирање и увежбавање јединица било ког састава, опремљености и јачине, различитих задатака и мисија, у различитим ситуацијама.

Поред свих ових предности, постоје и недостаци који не могу да се избегну.

Симулације су често у очима учесника недовољно добар начин обуке и не схвата се сврха и место симулација. Овај проблем се током времена може елиминисати не само кроз симулацијске вежбе, него и кроз упознавање учесника и потенцијалних учесника о предностима симулација и могућностима постојећих система за симулације.

Примена симулација, посебно у почетном периоду, често није у праве сврхе, односно кроз симулације се не могу провежбавати одређени планови употребе, тестирати правци деловања и сл. Овде се заборавља на сврху симулација, која је сасвим другачија и односи се на процедуре управљања, командовања и координације. Потенцијал симулација се не сме потценити и морају се познавати могућности које симулација пружа. Често је фокус учесника симулација усмерен ка томе да беспрекорно реше ситуацију, да немају материјалних или људских губитака, што није прави циљ симулације. Циљ је да се увежбају процедуре, а не да се реше сви постављени проблеми.

Посебно је битно истаћи да симулације немају могућност да модулирају водство, морал, страх, ниво обучености, као и друге субјективне и објективне утицаје људи и окружења, што негативно утиче на квалитет симулација. [1, 2]

2. ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ ПРОГРАМА ЗА СИМУЛАЦИЈУ

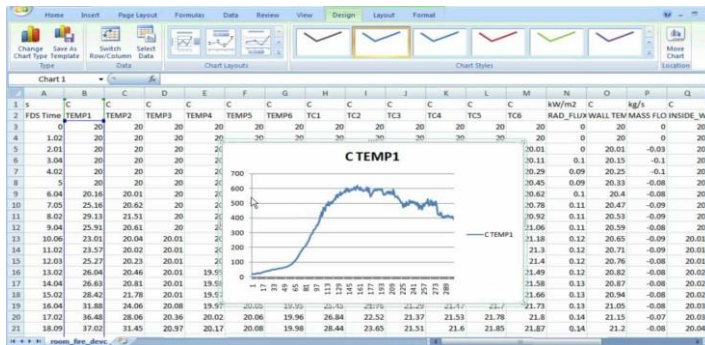
Савремени симулатори пружају, поред осећаја реалне ситуације визуелних прилаза и звучних ефеката, и компјутерско праћење свих параметара појединца или тима који се налази на обуци на неком симулатору.

Напредак је остварен педесетих година прошлог века у развоју симулација за противваздушну одбрану и употребу радара за рано упозоравање. Са развојем компјутерске технологије развили су се и сложенији симулацијски програми и модели. Седамдесетих година прошлог века појављују се и прве видео игрице од којих је најпознатија „*Spacewar*“ као прва интерактивна игрица. Већ нешто касније развијена игрица „*Mazewar*“ која је по први пут представила концепт *on-line* играча као аватара. Почетком деведесетих година након развоја *SIMNET*-а, као основе за симулације тактичких тимова на терену, у симулацију су инкорпорирани оклопне јединице, авијација, пешадија, хеликоптери, комуникација и логистика. Тиме се добио заокружен симулацијски систем који је пружао тимску, здружену и на кооперацији и комуникацији засновану симулацију, где су учесници могли да виде једни друге и комуницирају у реалном времену помоћу радио уређаја.

Након представљања платформе *SIMNET* за обуку вода 1986. године, дошло је до масовне употребе ових симулатора, тако да је до 1990. године 250 умрежених симулатора испоручено на 11 локација америчкој војсци. Нови пакет *STORM* који је развијен крајем двадесетог века омогућава симулације активности чета и других елемената борбеног распореда и оцењен је као средство које омогућава веома веродостојне симулационе моделе за обуку [2].

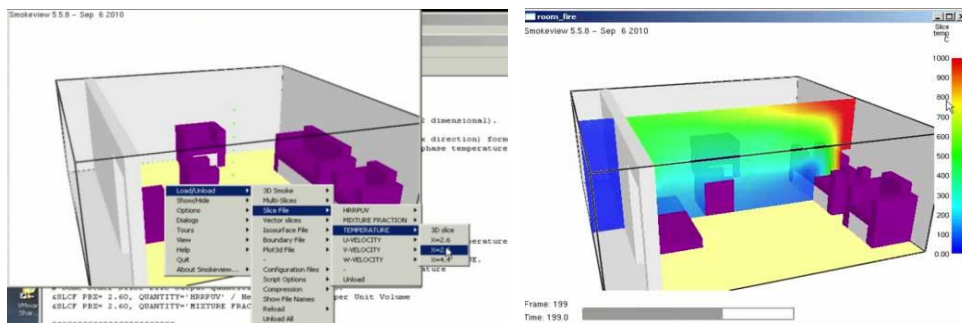
Симулатори су уређаји који имитирају рад оружја, средстава или друге опреме, као што су авиони, борбена возила, ракетни и артиљеријски системи и сл. Намењени су за обуку чланова посаде у управљању стварним техничким системима.

Поред интерактивних модела крајем двадесетог и почетком двадесет првог века развила се група тзв. агрегираних модела. „Агрегирани модели борбених деловања, или борбени модели вишег реда, су компјутерски модели борбених деловања који репрезентују борбене елементе, њихове функције, интеракције и околину у којој се они налазе на агрегирани (здружени) начин.“. Агрегирани модели се користе у обуци команди виших нивоа по истим принципима како се ради обука у моделима високе резолуције. За разлику од модела високе резолуције као што је ЈАНУС, код ових агрегираних модела не постоји један који се доминантно користи у многим земљама. Неки од таквих програмских симулацијских пакета су амерички *Corps Battle Simulation (CBS)*, намењен за обуку официра на нивоу команди дивизија, корпуса и армија док је *Joint Theater Level Simulation (JTLS)* намењен за обуку команди здружених снага. Ти модели се све више усавршавају. Један од најновијих је *WAR-SIM 2000* који је уведен у оружане снаге САД а и има могућност презентовања десет страна укључених у активности. Сврха овог модела је обука људства за рад у неборбеним операцијама у врло сложеним условима на терену уз сарадњу са цивилним структурама. [1, 2]



Слика 2 – Излазни подаци FDS [9]

Smokeview је пратећи програм који исчитава FDS излазни фајл и приказује анимације на екран (слика 3). *Smokeview* има једноставан интерфејс. FDS нема кориснички интерфејс и то га чини тежим за рад, јер се свака промена мора унети у код. Зато су се развили различити додатни програми који генеришу параметре потребне за FDS.



Слика 3 – Приказ рада у *Smokeview* програму [10]

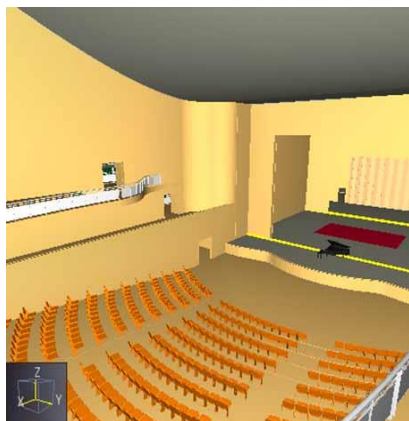
Да би преbacили AutoCAD фајл у FDS мора се користити додатни *plug-in* [5].

Предности FDS програма су јер је отвореног кода и постоји велики број додатних програма који надокњајују недостатке. Ипак његова примена у образовању би морала да услови и промену у плану и програму јер је претходно потребно научити програмски језик Фортран.

3.2. PyroSim програм

PyroSim је софтвер са графичким корисничким интерфејсом за динамичку симулацију пожара (Fire Dynamics Simulator (FDS)). Помаже у брзом креирању и управљању детаљима у сложеним моделима пожара [3, 8]. Предности коришћења овог софтвера су вишеструке:

- Убацивање AutoCAD DXF и DWG фајлова (слика 4-5). Препознавање свих 3D површина као препреке и све податке типа линија, крива и сл. као посебне CAD податке. Алтернативно се може користити и формат GIF, JPG или PNG као позадинска слика на основу које се даље црта модел.

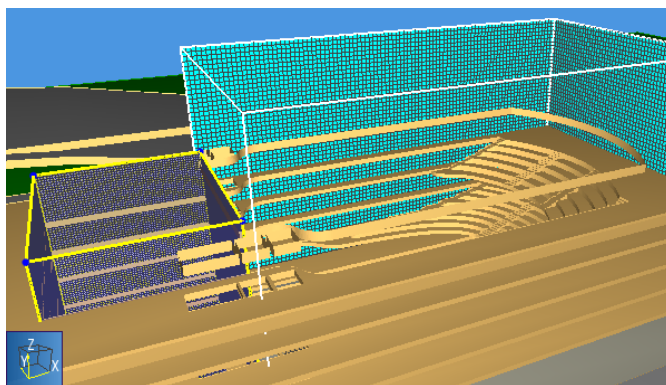


Слика 4 - DWG фајл из AutoCADa [3]



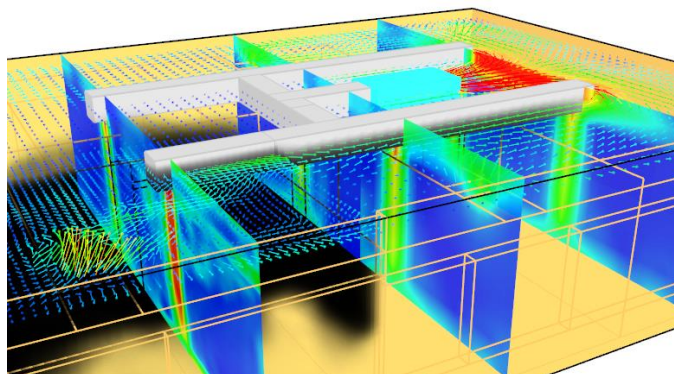
Слика 5 – Приказ у FDS анализи [3]

- Управљање са више мрежа (слика 6) које дозвољавају коришћење паралелних процеса да би убрзали процес доласка до решења, прилагођавање мреже геометрији да би се смањило број ћелија и време решавања, и промену резолуције различитих мрежа да би се дошло до жељеног дела модела.



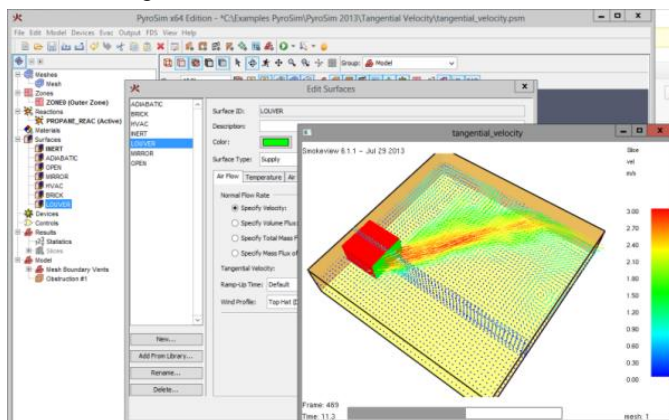
Слика 6 - Управљање са више мрежа [3]

- Интегрише паралелне процесе на једном или на више рачунара тако да само једним одбором дозвољава приказ симулације пожара на једном или више умрежених рачунара.
- У пакету PyroSim постоји могућност рада на више језика али нажалост још увек не постоји на српском језику.
- Интеграција система за грејање, вентилацију и ваздух HVAC (Heating, Ventilation, and Air Conditioning) у CFD симулацију (слика 7). Свака особина може бити промењена и визуелизована.



Слика 7 – HVAC систем [3]

- Компатибилан је са другим софтверима, дозвољава коришћење и убацивање других FDS фајлова
- Користе библиотеке са различитим материјалима, површинама, загревањима и др.
- Дозвољава интерактивни преглед и кориговање особина свих објеката у моделу, што убрзава креирање модела и смањује грешке. На слици 5 је приказана површина која укључује тангенцијалну брзину да симулира вентилациони отвор.



Слика 8 – Симулација одушка ваздуха [3]

Сет алата за цртање који омогућавају цртање, копирање, додавање објеката у модел са свим текстурама из преузетих библиотека.

Током анализе могуће је покренути програм за симулацију дима из NIST пакета да би се имао преглед заступљености дима, температуре, токсичних продуката и других FDS анализа.

Ипак овај програм није отвореног кода и мора се купити лиценца за коришћење што умањује комплетну слику предности коришћења овог програма.



4. ЗАКЉУЧАК

У раду је дат развој копјутерских симулација и њихове примене. Истакнуте су предности иновативних метода рада, примена софтвера за моделовање и симулацију пожара у односу на традиционалне начине обуке. Издвојена су два програма за симулацију који би могли да се примене у настави и обуци за инжењера заштите од пожара.

Употребом симулација у обуци студената и запослених у заштити од пожара омогућило би се успостављање координираног, компатибилног, интероперабилног система који би омогућио квалитетније ангажовање свих у случају ванредних ситуација- настанка пожара. Да би се то остварило мора се, пре свега, посебна пажња посветити сценаријима који представљају основу за квалитетну израду компјутерке симулације. Ово је посебно значајно у систему образовања где студенти из области заштите од пожара применом симулације имају прилику да примењују теоријска стечених знања.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Пензер Д., А. Србљиновић и О. Шкунац, 2001: Компјутерске ратне игре, Борбени модели и симулације различитих резолуција, Полемос 4, ISSN: 1331-5595, стр. 93
- [2] Јанковић Р. и Николић Н., 2009: Институт за стратегијска истраживања, Београд
- [3] <http://www.thunderheadeng.com/pyrosim/pyrosim-features/>
- [4] <http://www.fire.nist.gov/>
- [5] AutoCAD plugin to convert 3D geometry to FDS format, <http://acad2fds.codeplex.com/>
- [6] Bittern A., Analysis of FDS Predicted Sprinkler - Activation Times with Experiments, Department of Civil Engineering, University of Canterbury, New Zealand. <http://www.civil.canterbury.ac.nz/fire/pdfreports/Adam%20Bittern.pdf>
- [7] VALASEK L., 2012: The use of PyroSim for creation of the input FDS geometry for cinema fire simulation, RECENT ADVANCES in SYSTEMS SCIENCE and MATHEMATICAL MODELLING, ISBN: 978-1-61804-141-8, Paris, France
- [8] Thunderhead Engineering, PyroSim, 2010: A Model Construction Tool for Fire Dynamics Simulator (FDS), PyroSim User Manual, 2, Thunderhead Eng., Manhattan, USA
- [9] Kristopher Overholt примери са интернета, <http://www.koverholt.com/>

Zsolt NOSKÓ¹
Alexandra KISS²
László KOMJÁTHY³

Review paper

ANDROID-BASED DECISION SUPPORT IN ACCIDENTS INVOLVING THE TRANSPORTATION OF DANGEROUS GOODS

Abstract: Vehicles carrying dangerous goods are part of our everyday lives, because transportation by road has become the most common method in Europe due to its cost-efficiency and other reasons. Repeatedly, we can see tanker trucks or lorries marked with ADR orange plates. However, the majority of the population is not even aware of what these plates indicate. Our previous researches proved that civilian population tend to carry out primary intervention in road accidents, as they take part in road traffic as well. They are on the spot even before the arrival of the firefighters and they need to give help and intervene without any protective equipment or special skills. This research is about the development of the mobile Java software, UN-NUMBER, introduced in 2009 to keep up with technological progress. This software assists civilian population as well as professional firefighters and disaster managers to carry out interventions involving dangerous goods and to prevent further accidents.

Keywords: decision support, disaster management, fire brigade, UN-number, ADR, mobile phone, Android

АНДРОИД АПЛИКАЦИЈА КАО ПОДРШКА ОДЛУЧИВАЊУ У НЕСРЕЋАМА КОЈЕ УКЉУЧУЈУ ПРЕВОЗ ОПАСНИХ МАТЕРИЈА

Апстракт: Возила која превозе опасне материје су део наше свакодневице, јер је друмски транспорт постао најчешћи вид транспорта у Европи због економичности и других разлога. Често можемо видети камионе-цистерне или камионе означене са ADR наранџастим таблама. Међутим, већина становништва није ни свесна на шта оне указују. Наша ранија истраживања показују да су грађани ти који први интервенишу у саобраћајним незгодама, пошто су и сами учесници у друмском саобраћају. Они су на лицу места и пре доласка ватрогасаца, и они треба да пруже помоћ и интервенишу без икакве заштитне опреме или знања посебних вештина. Ово истраживање је о развоју Јава софтвера за мобилне телефоне, UN-NUMBER, који је уведен 2009. да омогући држање корака са технолошким напретком. Овај софтвер помаже грађанима, али и професионалним ватрогасцима и лицима која управљају катастрофама, да изврше интервенције са опасним материјама и да спрече даље несреће.

Кључне речи: подршка одлучивању, управљање катастрофама, ватрогасци, UN-number, ADR, мобилни телефон, Андроид

¹Student PhD, Nemzeti Közszerológati Egyetem 1101Budapest, Hungária krt 9-11.

²Student National University of Public Service

³Professor PhD, Nemzeti Közszerológati Egyetem 1101Budapest, Hungária krt 9-11., komjathyl.laszlo@uni-nke.hu

1. INTRODUCTION

The development of the mobile phone application, UN-Number assisting the mitigation of accidents which occur during the transportation of dangerous goods started in 2007 and it was a great success in conferences both in Hungary and neighbouring countries, so in 2009 it was welcomed by fire fighters in Nyitra, Slovakia, too[1]. The programme was compatible with MIDP 2-based Java mobile phones, which were the most widespread at the time [2]. However, technological progress has not stopped and over just half a decade this type of mobile phone has become obsolete. As a result of the technological progress, smart phones and tablets have been ranked first place almost with every age group starting from the lower grades of primary schools. These devices are easily used even by young children, and the level of the applications, games is almost identical to those running on professional computers. They are also able to access the Internet almost without any restraint. These devices run Android operating system [3], their price is remarkably low and they are easy to use.

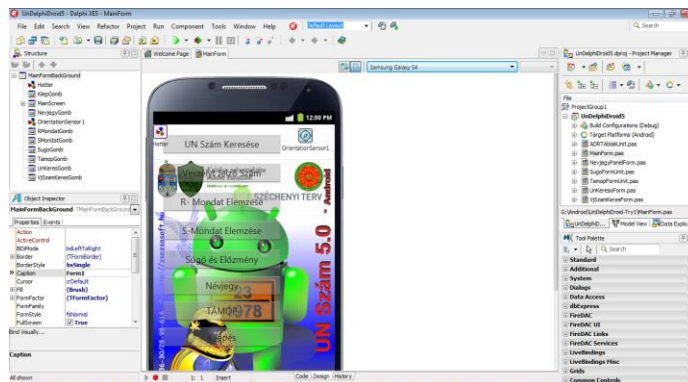


Figure 1. Android Development Environment

2. PROBLEMS

Although the Java-based UN-Number, which has already been mentioned, can run in Android-based systems under special circumstances, the majority of emulators [4] cannot run this application properly or only to a limited extent.

Keeping up with the technological progress, it has become inevitable to adapt this software to Android systems. Our purpose was to choose a development environment which allowed development to various platforms at the same time. (Figure 1) The size of the data base was already optimised and minimised during the previous developments. As a result, it occupies little space, although Android-based devices can be almost freely expanded with Micro SD memory cards. It was another important factor that the program should be available in further languages as well, so the core of the program, the data base itself was translated into Slovakian and English.

3. CURRENT AND EXPECTED NUMBER OF USERS

The application has been installed by 4000 Hungarian or foreign fire fighters speaking Hungarian and it is also used by employees of private transportation companies. As a result of the spread of Android-based mobile phones, we expect an increase of 50-100% in the number of phones capable of running this software. In addition, thousands more will be able to use this programme due to translations.

Although the program was primarily designed for the professional staff of the fire service, disaster management and police, its simplicity and clarity can make it a useful application for the civilian population as well. Both drivers and professionals dealing with the dispatch and control of the consignments found it helpful. Their opinions together with their recommendations and criticism facilitated the development of the application.

4. FIELDS OF APPLICATION

In the application of the software there are no limitations since it does not require Internet access or even mobile phone signal. The data base is stored on the device, so it can also function in closed spaces, basements, tunnels or other spaces which are shielded from mobile signal or radio frequency. Regular drills are held to prepare fire fighters for the dangers of fire fighting in closed spaces. They are indispensable to improve their skills and decision-making [5]. During these drills (Figure 2) the intervention crew is regularly presented with unusual circumstances, such as dangerous substances or waste “stored illegally”. The identification of the substance is generally assisted by the UN number shown on the package if it is really present there. These drills are also important for the management in order to acquire skills of decision-making [6]. With the help of the program they can continually check their own or their team’s activities. The application of the program in the drills or in our pastime as a hobby improves our competencies, which increases the speed of decision-making in actual interventions.

Some dangerous substances may become explosive when coming into contact with air, and mobile phones and other information devices intended for general use – similarly to radios using the Unified Digital Radio Communications System (EDR) – cannot be used nearby, though explosion-proof devices do exist. They were designed for working in the vicinity in dangerous materials and in extreme conditions.



Figure 2 Hazardous material practice - Kazincbarcika Source: www.langlovagok.hu

5. THE RELEVANCE OF THE PROBLEM

The transportation of hazardous goods is a dangerous activity by itself. The dangerous nature of the activity stems from the features of the goods transported and the transportation. Even a properly labelled and documented consignment can develop extreme cases, not to mention illegal or unlabelled goods. It is a well-known fact that traffic is one of the most dangerous activities, where the highest number of accidents and deaths occur, and a potential cause can be transportation by road. [7] The leader of the intervention crew is the person who is in charge of the tasks completed or to be completed related to the mitigation following the accident. Beyond possessing general knowledge, the leader of the intervention has to be quick to notice the unique features, which basically determine the nature of the emergency. During reconnaissance, he has to pay close attention to every detail in order to make the right decision. The “situation” in this case includes all the factors that have to be considered during the intervention in order to mitigate or eliminate the emergency. Different dangerous substances may cause entirely different problems at the scene of the intervention. The signs (markings, labels, placards) together with the specialist literature available (e.g. guides) provide initial information on the main dangers, but the correct identification of the substance is needed. [8] The software developed by us assists in completing these tasks, increases the speed of processing the data available, thus supports decision-making.

6. SUMMARY

As a result of the development, not only an Android-based adaptation of an already existing program was created, but an application containing an improved, faster and larger data base, which can run on almost every Android-based smart phone and tablet. Although Embarcadero Delphi XE5 development environment allows the development of Multilanguage applications, the various languages can be downloaded separately for the sake of convenience and smaller size. Thus, besides Hungarian, version 5.0 can be downloaded in English and Slovakian as well.

7. REFERENCES

- [1] Dr Komjáthy László - Noskó Zsolt: *Zásah a spolupráca v prítomnosti nebezpečnej látky* 2009. 09. 30. SK ISBN 978-80-85418-67-5 Nitra, Szlovákia
- [2] Noskó Zsolt: *Zsebből támogatott döntés (veszélyes anyagok baleseteinél)* Katasztrófavédelem HU ISSN 1586-2305, (2009) LI. évf. 7. szám 20-21. old.
- [3] Pintér Róbert: *iPhone vs. Android* 2010. 04. 08. Információs Társadalom, ISSN 1587-8694, (2010) 61-65. Old http://www.infonia.hu/digitalis_folyoirat/2010/informacios_tarsadalom_2010_3_4.pdf
- [4] Akram Alkouz, A. Y. Al-Zoubi, Mohammed Otair: J2ME-Based Mobile Virtual Laboratory for Engineering Education 2014. 03. 22. International Journal of Interactive Mobile Technologies. ISSN: 1865-7923 <http://online-journals.org/index.php/ijim/article/view/252>

-
- [5] Pántya Péter: *A tűzoltói beavatkozás biztonságának növelése zárttéri tüzeknél* Letöltve: 2011.06.19. *Hadmérnök On-Line*, VI. évfolyam 1. szám 2011. Március http://portal.zmne.hu/download/bjkmk/kmdi/hadmernok/2011_1_pantya.pdf
 - [6] Dr. Restás Ágoston: *A tűzoltásvezetők kényszerhelyzeti döntéshozatala* Letöltve: 2013.08.20. Budapesti Corvinus Egyetem, Doktori disszertáció http://phd.lib.uni-corvinus.hu/677/1/Restas_Agoston_dhu.pdf
 - [7] Nagy Lajos tű. ezredes, Nagy Károly mk. őrnagy, Földi László mk. Százados: *Veszélyes anyagok szállítása ZMNE*, 2002. <http://www.zmne.hu/tanszekek/vegyi/docs/fiatkut/veszagsz.htm>
 - [8] Heizler György tű. ezds.: *Bevetés-taktikai alapelvek veszélyes anyagoknál Védelem OnLine* 2010 <http://vedelem.hu/letoltes/tanulmany/tan338.pdf>



Драган КАРАБАСИЛ¹
Зоран НИКОЛИЋ²

Прегледни рад

ЕВАКУАЦИЈА ЉУДИ ИЗ ОБЈЕКТА ЗАХВАЋЕНИХ ПОЖАРОМ

Резиме: Рад анализира понашање људи при евакуацији из објеката који су захваћени пожаром као и потребу за примену техничких система за рано узбуђивање. Поред тога анализира и неопходност едукације појединаца у формалном и/или неформалном образовању, која би допринела ефикаснијој евакуацији. Обрађује и проблеме везане за евакуационе путеве и евакуационе излазе, који ако су погрешно конципирани повећавају број жртава пожара. Посебно је обрађено увежбавање евакуације, која доприноси смањењу броја жртава у случају пожара објекта. Улога запослених у организацији евакуације је од кључног значаја јер познају објекат и потенцијалне опасности и могу да усмеравају залутале, закаснеле и особе са посебним потребама ка најближем излазу.

Кључне речи: евакуација, понашање људи при евакуацији, образовање о пожарима

EVACUATION OF PEOPLE FROM BUILDINGS AFFECTED BY THE FIRE

Abstract: This paper analyzes the behavior of the people during evacuation of the buildings that were affected by fire and the need for the implementation of technical systems for early warning. Also, it analyzes the necessity of education of individuals in formal and / or nonformal education, which would contribute to a more efficient evacuation. Processes and problems related to evacuation routes and evacuation exits, which, if are incorrectly designed, increase the number of fire victims. It especially analyzes practicing evacuation, which helps to reduce the number of victims in case of fire in a building. Employees have key role in in the organization of evacuation is key because they know the facility and the potential dangers and can guide the strayed, delayed, and people with disabilities to the nearest exit.

Key words: evacuation, human behavior during evacuation, education about fire

¹ проф. др, Висока техничка школа струковних студија у Новом Саду, Школска 1, Нови Сад, karabasil@vtsns.edu.rs

² мр, Институт Ватрогас, Булевар војводе Степе, Нови Сад, zoran.nikolic@institutvatrogas.co.rs



1. УВОД

Истраживања понашања људи при евакуацији из објеката који су били захваћени пожаром почела су самим почетком 20. века. Године 1901: урађено је прво истраживање о брзини кретања људи приликом евакуације из високих објеката захваћених пожаром. Ово истраживање је урађено у New York-у због великог броја изграђених високих објеката у том граду. Истраживање из 1927: „Building exit code“ је посвећено евакуацији високих објеката где су шансе за преживљавање мале. Године 1935. се истражује понашање угрожених људи који су прошли кроз неку врсту пробне евакуације. Њихове шансе да преживе су биле много веће од оних који нису имали ни једну пробну евакуацију.

Показало се да је, за спас људи, најважније понашање у периоду од избијања пожара до потпуног задимљења објекта, рана фаза пожара. Све док постоји слој ваздуха у коме нема дима може се преживети али кретањем испод димне завесе.

2. ПОНАШАЊЕ ЉУДИ НЕПОСРЕДНО НАКОН НАСТАНКА ПОЖАРА

Ако у опожареном објекту има аутоматских система за рано откривање пожара и алармирање (на жалост код нас су ретки) појава аларма деловаће сугестивно и обучени људи ће напустити угрожени простор. Како највећи број објеката нема аутоматских система за рано откривање пожара и алармирање јавља се проблем како обавестити кориснике објекта да су угрожени? Повицима, „лупањем у шерпу“ или неком другом методом. Тада су људи препуштени сами себи и својим интелектуалним способностима. Какве су реакције:

- Људи се углавном понашају рационално, али немају увек одговарајуће информације.
- Неоправдано се пише о паници јер она наступа када је свака шанса за спасење изгубљена. Многи угрожени умру пре него што схвате да су у животној опасности.
- Кад људи донесу погрешну одлуку онда се то приписује паници, иако је одлука била у складу са доступним информацијама.
- Ако угрожени људи не добијају инструкције, препуштени су сами себи.
- Људи су чак у стању да се супротставе упутствима ако закључе да она нису оптимална или да нису „по њиховој мери“.
- Људи су за време пожара склони да имитирају понашање људи око себе.
- Понашање појединаца не утиче само на вероватноћу за сопствено спасавање, већ и за спасавање других људи!
- Пасивна реакција околине проузроковаће да људи не реагују на аларм. То је врло честа реакција ако људи не виде ватру или дим.
- Понекад ватрогасци нису обавештени о пожару сатима. На жалост највећи број жртва се генерише у првих пет минута пожара. Дакле времена за губљење нема!



3. ФАЗЕ РЕАГОВАЊА ПОЈЕДИНАЦА НА ПОЖАР

Ако нема аутоматских система за рано откривање пожара и алармирање сваки појединац треба сам да уочи опасност, брзо и што ефикасније реагује и потражи спас изван објекта који је захваћен пожаром и да се удаљи најмање 15 метара од излаза и прозора. Фазе кроз које пролази су углавном следеће:

- Уочавање опасности виђењем дима или пламена
- Процена која се своди на одлуку: отићи или остати и гасити.
- Одлучивање подразумева доношење одлуке: остајем гасим пожар, бежим, носим оне који су ми драги и помажем у евакуацији немоћних и несвесних особа и сл.
- Ако нешто крене по злу све почиње из почетка.
- Анализирање донешене одлуке – преиспитивање.

Понашање људи у пожару понекад може бити и ирационално, поготово ако никада нису едуковани или обучавани како да поступају. нису прошли никада квалитетну обуку. Ево неких примера:

- Поједини људи, немају никакве информације које би стекли кроз образовање.
- Људи који су доживели пожар пре уочавају опасности и доносе одлуке.
- Многи људи не верују упозорењу од стране других све док сами не уоче пожар.
- Људи теже да буду оптимисти и понидаштавају опасност што их тера у смрт.

4. ТИПИЧНА ПОНАШАЊА ЗА ВРЕМЕ ПОЖАРА

Пожар је у свести људи регистрован као животна опасност. Међутим пажња људи попушта када је у питању праћење ситуације у којој се налазе. То их превише оптерећује и саму ту помисао одагнавају у дубоку подсвест. Када опасност постане очигледна сви је готово истовремено уоче и почиње трка за живот. Ова трка ће редовно формирати групе и то инстинктивно. Какве су последице:

- Људи настоје да се окупе у групе које паралишу ток евакуације.
- Група даје осећај сигурности који је у случају евакуације потпуни промашај.
- Људи често греше из незнања.
- Примери: не затварају врата, разбијају прозоре да би дошли до ваздуха, ако су заробљени у просторији не врше затварање отвора (нпр. постављајући мокре тканине испод и изнад врата, у равни заптивања) како би спречили продирања дима.

Типична понашања која доводе до смртног исхода а везана су за груписања људи су наведена у наставку.

4.1. Збијање у крдо

Несвесна борба за опстанак својствена животињама кад се збијањем у крдо, груписањем и праћењем вође надају спасу:

- У случају појаве пожара и његовог готово истовременог опажања од свих присутних угрожени људи крећу ка истом излазу, обично најближем, и стварају непроходну гомилу (Слика 1).

- Ово је типично и за објекте који имају два или више излаза за евакуацију.
- Већина људи јуриша на излаз кроз који су ушли у објекат.
- Један од примера је пожар који се десио у Роуд Ајленду највећи број жртава је био на главном улазу, иако је објекат је имао још 3 излаза у случају пожара.
- Мањи број људи бежи у више делове објекта да тамо нађе спас. Наравно да иду у директну смрт, пример «Контраст» у Новом Саду.



Слика 1. Збијање у крдо око евакуационог излаза

4.2. Преклапање полукругова

- Смртоносно су опасна два излаза један поред другог (Слика 2). Ово је типична грешка везана за пројектанте, који у оквиру своје струке у формалном образовању нису изучавали мере заштите од пожара.
- У зони преклапања полукругова, свако је кретање онемогућено притиском гомиле, људи остају непомични и постају жртве.
- Страдају од токсичних продуката сагоревања у диму јер им је експозиција најдужа због преспорог кретања или стајања у месту. Не мали број ових људи умире и услед гушења због притиска гомиле, који толико притиска грудни кош тако да се не могу плућа покретати а смрт наступа услед гушења.



Слика 2. Преклапање полукругова око евакуационог излаза

4.3. Збијање у полукруг

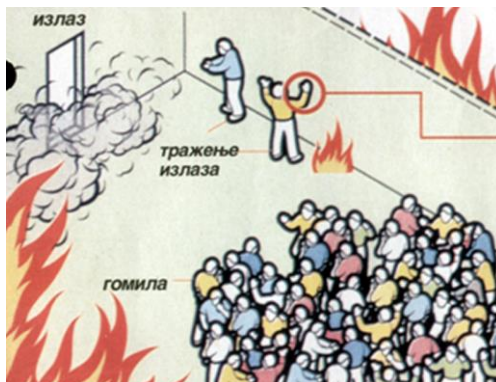
- Потенцијалним жртвама је најважније да су што ближе излаза. Ова замисао их уводи у полукруг који ствара снажан чеп на излазу за евакуацију и на тај начин га готово блокира и успорава напуштање опасне зоне; (Слика 3).
- Учесници евакуације формирају готово правилан полукруг велике густине.
- Овако груписани људи стварају клин који блокира излаз.
- Притисак гомиле ствара жртве услед гушења.



Слика 3. Збијање у полукруг око евакуационог излаза

4.4. Напићавање зидова:

- Појединци су спремни да се боре, не предају се лако, па траже сопствено решење како би заобишли безнадежност коју им ствара поглед на збијену гомилу. Упућују се ка другом излазу за који и не знају да постоји (Слика 4).
- Пипањем зидова траже излаз и то обично усправљени удишући тако токсични дим који им врло брзо оштети и паралише мозак.
- При овом тражењу оријентација је готово никаква због слабе видљивости.
- Изложеност токсинима из дима је дуготрајнија него код осталих који су се изборили са гужвом испред евакуационог излаза.



Слика 4. Напићавање зидова при тражењу мање оптерећеног евакуационог излаза



5. ПОВРАТАК У ОПОЖАРЕНИ ОБЈЕКАТ

Невероватан податак је да се у опожарени објекат враћа 1/3 људи који су се на једвите јаде евакуисали. Разлози повратка људи у опожарени објекат су:

- гашење пожара - 23%;
- спашавање сопствене имовине - 17%;
- радозналост - 11%;
- упозоравање других на опасност - 8%;
- помагање ватрогасцима - 7%;
- спасавање кућних љубимаца - 7%
- спасавање других људи - 3%.

Углавном се враћају мушкарци. Након што су себе спасили настоје спасити остале људе заробљене у смртоносној клопци. Нарочито су родитељи склони повратку у запаљену зграду. Мотиви повратка у запаљени објекат су често племенити и рационални, на пример спашавање кућних љубимаца. Међутим, последица је често смртни исход повратника. Повратници у пожаром захваћени објекат отежавају евакуацију преосталих људи, који се из све снаге труде да умакну испред надолazeће смрти.

6. ЕДУКАЦИЈА ВЕЗАНА ЗА ЕВАКУАЦИЈУ

Едукација везана за евакуацију из угроженог простора у систему формалног образовања мора наћи своје место од предшколских установа до докторских студија и то не само што се тиче пожара него и свих ванредних ситуација. То је један од највећих пропуста српског школства. На жалост, доносиоци одлука нису у довољној мери свесни овог проблема, а стручне школе и факултети који образују ову врсту кадрова нису довољно утицајни да подстакну на решавање овог проблема на вишем нивоу – нивоу државе.

6.1. Увежбавање евакуације

Други корак је практично увежбавање евакуације. Многе школе, чак и стручне високошколске установе, нису имале ни једну пробну евакуацију. У Енглеској то је на пример месечна обавеза за све објекте у којима борави већи број људи.

- Вежбе евакуације значајно смањују вероватноћу људских жртава у случају пожара.
- Вежбе су од посебног значаја у институцијама са великим бројем људи: болнице, школе, хотели, трговачки ланци, велики простори са пуно људи – пословне зграде.
- Вежбе евакуације обавезне су тамо где се ради са лакозапаљивим сировинама и производима.
- Посебно је важно да запослени знају процедуру приликом евакуације, што се постиже увежбавањем.

Посебну одговорност за успешну евакуацију сноси запослени радници. Они су стуб безбедности за оне које треба евакуисати испред надолазећег пожара. Задаци запослених су:

- Да сами угасе пожаре у раној фази, уколико на тај начин неће угрозити сопствени живот и уколико су за то обучени;
- Када се огласи сирена за евакуацију морају да отворе све излазе и упућују људе према њима;
- Морају имати посебно задужене људе за евакуацију особа са посебним потребама и оних који су залутали или закаснили за осталима;
- После евакуације, а пре доласка ватрогасаца, треба да провере да ли су сви који су се налазили у објекту пре почетка пожара напустили опожарени објекат;
- Провере да ли су се евакуисани удаљили најмање 15 метара од излаза и прозора објекта захваћеног пожаром.
- Контролишу и спречавају непотребно поновно улажење у опожарену зграду.

6.2. Кад почети са евакуацијом?

Евакуација се мора огласити стандардним сигналом којим располажу аутоматски системи за рано откривање пожара и алармирање. Ако систем није још реаговао аутоматски а запослени радник или посетилац приметио почетак пожара, разбија стакло ручног јављача пожара и укључује сирену. На звук сирене сви морају напустити објекат. Запослени радници морају испоштовати следећа правила:

- Ако постоји и најмања сумња да је евакуација потребна треба приступити евакуацији.
- Боље је направити 100 вежби евакуација, него пропустити једну стварну.
- Брзина и ефикасност евакуације су чак важнија од гашења пожара.

6.3. Дужности запослених радника

- Сви запослени треба да знају своју улогу у случају пожара, ко гаси, ко усмерава људски ток ка евакуационом излазу, ко удаљава од зграде итд.
- Обавестити ватрогасце о вежби евакуације и позвати их као да је прави пожар.
- За време вежбе евакуације потребно је понашати се као да је реч о правом пожару.
- Кад је евакуација завршена, сви руководиоци требају проверити да ли су његови подређени напустили зграду.
- За онима који су остали организује се тражење и испитују разлози ненапуштања зграде.
- Тражење оних који су остали у згради врше ватрогасци или за то истренирано и обучено запослено особље.
- Неувезбаном особљу потребно је спречити повратак у опожарену зграду.
- Након вежбе евакуације потребно је извршити анализу.
- Потребно је мењати сценарије.
- Уочене недостатке треба исправити и по потреби променити план евакуације.

6.4. Ко учествује у вежбама евакуације?

- У школама и факултетима сви требају да учествују у вежбама пробних евакуација.
- У болницама, шопинг центрима, хотелима и сл., вежбе евакуације треба да изводе само запослени радници (једном месечно).
- Све смене требају бити укључене у вежбе.
- Потребно је евакуисати све просторије, укључујући и тоалете.
- Препоручује се употреба вештачког нетоксичног дима, како би услови били што сличнији стварним. Запослени и посетиоци објекта се увежбавају за евакуацију у сагнутом положају како би избегли удисање токсина из дима.
- О евакуацијама се прича, на тај начин се људи информишу и уче. На пример студенти преносе своја знања из евакуације са факултете у студентске домове или сопствене куће или зграде за колективно становање.
- -Код вишеспратних објеката сваки спрат би требао имати особу која је одговорна за евакуацију тог дела зграде.

7. ЗАКЉУЧАК

За спровођење заштите од пожара неопходно је школовање и усавршавање лица за обављање послова заштите од пожара, али и едукација свих грађана јер се свако може наћи у пожару. Ово захтева једно опште образовање без обзира на старосну доб, те Заштита у ванредним ситуацијама треба ургентно да буде уграђена у формални и неформални део образовног система Србије. Предлаже се да са овог скупа потекне иницијатива да се у школски систем Србије инкорпорира заштита у ванредним ситуацијама на свим нивоима од предшколских установа до докторских студија. Једна од високошколских установа је Висока техничка школа струковних студија из Новог Сада која може да обезбеди високо образовани кадар из ове области, литературу, координацију, едукацију едукатора и логистику.

8. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Benjamin L. A. "The fire challenge of smoke", Fire Safety 1984.
- [2] Beritić T., Zrilić I., Antabak A.: "Dim i nemoć (inkapacitacija)", Požar – Eksplozija – Preventiva, Sarajevo, 1990.
- [3] Clark C. J., Reid W. H., Gilmour W.h. Campell D. "Mortality probability in victims of fire trauma", Revised Equation to include inhalation injury, Br. Med. J. 1986.
- [4] Hoschke, B.N.: „Standard and specification for firefighters clothing“, Fire Safety Journal, vol. 4/2, p.125-137, 1981.
- [5] Карабасил Д.: "Основе тактике гашења пожара", Будућност Нови Сад, 1998.
- [6] Карабасил Д.: „Заштита живота људи у ванредним ситуацијама са посебним освртом на пожаре“ специјалистички рад, ВТШСС, Нови Сад, 2011.
- [7] Purser D., Grimshaw P., Berril K. R. "Intoxication by Cyanide in fires: A study in monkeys using polyacrylonitrile", Arch Environ Health, 1984.



- [8] Purser D., i dr: *“Hox toxic smoke products affect the ability of victims to escape from fires“*, Fire Prev., 1985; (179): 28-32
- [9] <http://www.minddisorders.com/Br-Del/Catatonic-disorders.html#b>
- [10] http://en.wikipedia.org/wiki/The_Station_nightclub_fire
- [11] Карабасил Д.: *„Понашање људи у пожарима“*, Меѓународни научни скуп *„Гашење вишеспратница“* Универзитет Гаврило Романович Державин, Битола, Македонија, 09.мај 2014.

FIRE SAFETY AND INVESTIGATION OF FIRES IN BUSES

Abstract: Everyday a lot of people travel by bus. The number of fires in buses will rise, as it will be shown. Some of these fires in buses have serious consequences. It is clear that most common causes of fire are technical defects. The investigation of fires in buses found that the fires started in the engine compartment and in the luggage bay. Many buses had approved fire extinguisher, yet they were unable to control or extinguish the fire.

Key words: fire in buses, investigation of fires in buses, fire causes, Interior materials, alternative motor fuels

ЗАШТИТА ОД ПОЖАРА И ИСТРАГА ПОЖАРА У АУТОБУСИМА

Апстракт: Свакога дана много људи путује аутобусом. Број пожара у аутобусима ће расти, што ћемо у раду и показати. Неки од ових пожара у аутобусима имају озбиљне последице. Јасно је да су најчешћи узроци пожара технички кварови. Истрага пожара у аутобусима је утврдила да су пожари почињали у делу са мотором или у пртљажнику. Многи аутобуси су имали атестиран противпожарни апарат, али њиме није могао да се контролише или угаси пожар.

Кључне речи: пожар у аутобусима, истрага пожара у аутобусима, узрок пожара, ентеријерски материјали, алтернативна моторна горива

¹ SFW (FH) Frank D. Stolt, cand PhD, MSc, MSc, MA, MIFireE frankdieter.stolt@ingenieur.de

1. EXPERIENCE IN FIRE INVESTIGATION

The number of long-distance buses is currently growing by leaps and bounds on Germany's motorways and trunk roads. If so, the number of fires in busses will increase, which is yet to be seen. One thing is certain, the most common causes of fire are technical defects.

The tragic bus fire on 4 November 2008 on the A2 near Hannover made Germany horror-struck. At that time, 20 mostly elderly passengers died when suddenly a fire broke out in a coach. In the meantime, there were repeated fires in buses. Unlike after the fire in the arrivals level in Terminal "A" of the airport Dusseldorf on 11 April 1996, in which 17 people were killed, in case of the bus accident in Hanover, however, no appreciable effect on the improvement of fire safety in buses happened. The most common cause of fire is – technical defect. [1] [2] A risk of fire exists in coaches while driving, especially by

- Expiring supplies,
- Electrics (z. B. Short)
- Defective heaters.

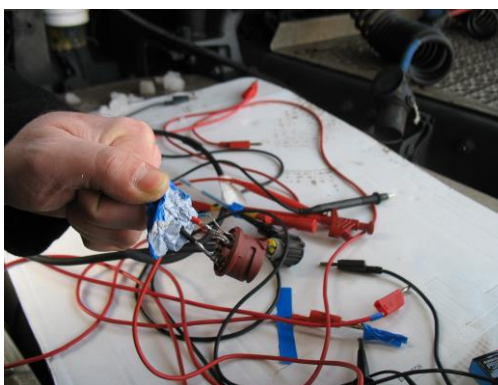


Figure 1 Fire Investigation: Electrical Fire

A key problem is that the period between the outbreak and fire is often only a few minutes. [3] [4]

When you fire the coach at Hanover presented one of the passengers just after the exit "Garbsen" burning smell proof. When you open the toilet door it came in a split second to shoot through – and abruptly stood the rear of the bus in flames. 13 women and six men 43-80 years of age and a 13-year-old girl died in the blaze. Only the passengers on the front seats could escape outside.

The bus driver immediately but unsuccessfully tried by the fire outbreak, to enter the burning section of the bus to help the passengers in this area. After just a few minutes, the bus could not be entered because the smoke and then the flames had spread too quickly. In the fire investigation a technical (electrical) defect was found to be the cause of the fire.

Between 2005 and 2010, there were five buses of the type "Citaro" Mercedes-daughter Evobus, built in 2002, burned by the engine. The cause was unclear. The fires always went

out from the engine compartment. No one was injured, bus drivers and passengers were able to get to safety in time.

In October 2010, the Berlin Transport Services (BVG) had drawn conclusions. At that time, 40 buses of this series were subjected to a security clearance. The BVG had agreed with Mercedes as a producer for a common approach. After that, inter alia, in the short term, additional fire fighting equipment fire extinguishing systems and fire alarm were installed in the vehicles.



Figure 2 Bus fire on highway A2 on November 04, 2008

The investigation found that the fires started in the engine compartment and in the luggage bay. The investigation includes many proposals for measures intended to improve safety on buses, of which the following are examples:

- Manufacturers of fire extinguishing systems must ensure that the systems have sufficient capacity to extinguish any fires that occur, even under difficult conditions.
- All buses should be equipped with approved fire extinguishing systems.
- Fire extinguishing systems should be inspected by an accredited company each year.
- Warning systems and fire extinguishing systems should be installed in baggage areas.
- Educate the bus drivers on what to do if a fire occurs, and carry out evacuation exercises.

2. NOT ALL BUSES ARE THE SAME

Vehicles with more than eight seats plus the driver, intended for passenger transport are called Automotive Omnibus (COM). Buses can be divided as follows [5]:

- City buses,
- Intercity bus,
- Coach,
- Special designs busses.

City buses up to 28 t have multiple entrances wide and low and low sill height of windows with large glass surfaces. Although the number of passengers is high (up to 185 people), passengers can exit in case of fire the bus quickly, because they have more standing than seating. These buses have drive variants of all kinds. On articulated buses (so-called in

German "Schlenki's" can be up to four diesel tanks on the whole vehicle distributed, usually over the wheel wells under the seats. Swivel buses are driven by the rear part.

The suburban bus up to 26 t has wide entrances with steps. However, the parapet of the window is higher. When a passenger count of up to 115 people have lots of seating and standing room only a few. Partial storage space is available in the subsoil. They generally come with a diesel engine.

It is different with the "coaches" (up to 32 t). You only have narrow entrances with several sometimes very high and steep steps. Also they only have seating for up to 105 people. The adjustable seat must be fitted with a lap belt since 1999. They usually have large glass areas with a high parapet. Special components such as table are possible. Often toilets and driver cabins are located in the lower area next to a large integrated luggage space still. They have only a diesel engine.

Special types of buses are in the airport area and for prisoner transports. In addition, there are US-school buses and buses for the mining industry (eg. Example based on the Unimog).

3. END OF THE RAIL MONOPOLY

Since last year, coaches may be on the move everywhere in Germany from a travel distance of 50 km. A corresponding change in the law ended after more than 70 years the monopoly of „Deutsche Bahn“ (German Railway). Now to coaches to be a cheap competition from DB. For this purpose, a network of coaches will continue to run through the whole of Germany. There are mainly medium-sized companies that are active in the new range of long-distance bus in Germany and many of which are now invested in their businesses.

But there are already the first fears that the competition among themselves the provider can lead to a loss of image and quality of the entire (long distance) bus industry. In this context and in view of the future rising passenger numbers, the question of fire safety in coaches again gaining importance. Fair competition must not be at the expense of the safety of the passengers. From this situation, the following questions arise:

- If the required Coach fire protection comparable with that for rail vehicles?
- What about the fire at bus fires in tunnels?
- What challenges fire in buses is for the fire department?

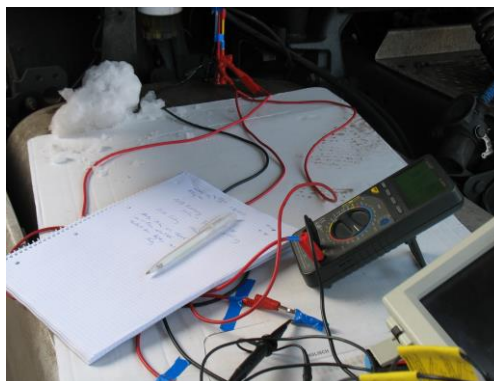


Figure 3 Fire investigation after bus fire

4. STANDARDS OF FIRE SAFETY IN BUSES

In bus fires - often without warning - a larger amount of people can be exposed to them with unfamiliar surroundings directly contributing to apparent danger. By the structural conditions on coaches, through a possible sight obstruction due to a lot of smoke and often by panic reactions there are difficult conditions expected during the evacuation. [6]

In recent years, the structural design of the bus structure and the nature and extent have significantly developed the interiors of coaches. The aim of the first project was, on the basis of actual fire events and current valid rules and regulations to investigate the fire resistance of coaches and improvement opportunities work out. The focus was the examination of interior components to their potential hazard for passengers and the derivation of minimum requirements. accompanying measures for preventive and organizational fire protection were also in the overall considerations involved. The result of a fire hazard does not exist only from the uncontrolled fire itself; it has rather the side-effects increased Attention be paid. These include the rate of heat release, the optical smoke density, the amount of the developed flue gases and their toxic components.

For the safety of buses, the materials used in the interior must meet the minimum requirements for flame spread in accordance with legal regulations (EU and ECE). The purpose of these regulations is to reduce vehicle fires, especially those whose origin is set by matches or cigarettes inside the vehicle, and to prevent deaths and injuries to vehicle occupants.

The Directive 95/28 / EC supplemented or replaced the national provisions within the scope of the European Union. For the safety of buses must meet the materials used in the interior minimum requirements for flame spread in accordance with legal regulations (EU and ECE). These requirements of EU Directives 95/28 and the 2001/85 EC for the entire vehicle be met by accredited coaches.

The requirements of Directive 95/28 / EC, Annex I, para. 7.2 shall survive the burning behavior of interior materials for coaches with more than 22 passengers. The Directive 95/28 / EC supplemented or replaced the existing conflicting national regulations within the scope of the European Union. The directive, which consists of six appendices, describes in Annexes IV, V and VI tests for determining the burning behavior. These include the determination of the horizontal and vertical burning rate and the determination of the melting behavior of the materials used. [7]

The requirements of the test described in Annex VI are fulfilled if the worst result, the vertical burning rate greater than 100 mm / min is not. The smoke formation and propagation is not or only marginally included in the examination. This is especially true for integrated seats and their padding. A similar examination of the seats as rail vehicles according to DIN 5510 or prEN 45545-2 (Fire protection on railway vehicles - Part 2: Requirements for fire behavior of materials and components) is not provided. [8]



Figure 4 Fire cause: illegal bridging of fuses

In addition to requirements on the material and structural properties, it is purposeful, the Fire safety in coaches to as the total complex. Since the fire a coach can not be excluded, other approaches to achieve must maximum security be pursued as the pure material testing for the bus occupants. Therefore, the following recommendations were identified by the research contractors:

- Fire alarm systems should be binding in the engine compartment, in the on-board toilet and the ceiling prescribed in the upper deck of a double-decker buses of stairways will. In all other areas, these facilities should be optional. when triggered the driver should be visually and audibly informed. An intrusion on the Intrusion protection system when the vehicle is recommended.
- Automatic extinguishing systems are particularly recommended for the engine compartment, but seen no legal obligation to install such systems. the Decision should be left to the bus operator, wherein the part of the insurer could be given to appropriate premium discounts.
- The existing legal provision to carry a fire extinguisher requires a Revision and adaptation to the current situation standardization. We recommend this for a standard coach a powder extinguisher for fire classes A, B and C as well as a Foam extinguisher for fire classes A and B. The remain extinguisher sizes required left to the designers, the minimum extinguishing media content exceeding 2 kg or 2 liters are should. According to the current rules, the number of recommended units of extinguishing agent, depending on the bus type, is calculated. All fire fighting equipment must be clearly and for passengers clearly visible as such to identify.
- Information: Passengers should be before / when you travel over the safety devices be informed of the coach. For this purpose, different media (leaflets, Info Videos, flight magazines) may be used. For better understanding of the Emergency information (also for foreign travel guests) could pictograms used will. The documents should have at least the location and function of emergency exits, the correct behavior in case of fire and the location of fire extinguishers and first aid Material include.

- Smoking is prohibited in the area of battery boxes and tanks; highly recommended is also a ban on smoking in the on-board toilet. For fire safety reasons is a general ban on smoking even for the entire bus highly recommended; the decision should be left to the bus operator.
- Identification of the battery boxes and live lines: battery boxes should be seen from the outside with the icons "battery" and "power disconnect switch" be provided. In the driver's compartment, a floor plan of information should be provided bus-specific characteristics and the position of the current-carrying wires will.
- Automatic emergency call system: and against the background that better from external page can be targeted react quickly if an accident or fire event help requested and extensive information can be transmitted, is the Use of automatic emergency call systems promising. Using satellite navigation it determines the current vehicle position and the vehicle-as well as personal reported data to a central monitoring station. A coupling with the future used smart cards for the EC-tachograph should be taken into consideration.
- Toxicity test: In general, all products, with respect to the requirements of smoke will be provided, are investigated on the toxicity of their combustion gases. as orientation to the international guidelines AEGL (Acute Exposure Levels guideline) serve. As a basis for the evacuation of coaches of AEGL-2 value (defined as threshold to serious, long-lasting effects) for ten minutes exposure time considered appropriate. Carbon monoxide (CO) is a Proposed limit of 420 ppm for hydrogen cyanide (HCN) this value is not yet set (eg. Z. exist only corresponding reference values). Flue gas samples are to to remove every full minute test and check. These limits must at no the samples are exceeded.
- Special requirements to the space partition (partition walls between Passenger and engine compartment, luggage compartment and battery compartment), the seats (testing with the somentioned paper pad test) and the electrical installation (cables and lines must consist of flame retardant, halogen-free materials and be self-extinguishing) provided.
- Test Requirements for coach interiors: an alternative to the existing requirements of the Directive 95/28 / EC test methods for fire safety of components or substances, the Interior proposed; this depends primarily on the the two test standards EN 13501 and DIN 5510th.

5. FIRE HAZARDS OF MODERN TECHNOLOGY AND MATERIALS

Even before the bus industry, technological progress has not stopped. As is common practice today in the automotive industry, it is also used in the manufacture of buses increased the use of light metals such as magnesium or aluminum. Parts of this lightweight metals are in buses, especially in the motor area, used for transmission or clutch housings, with dashboard and seat back frame as well as doors and flaps. Magnesium and aluminum are "combustible materials" and the fire class D.

Also, in addition come increasingly to the vehicles with conventional gasoline or diesel engines buses with alternative drive systems used. Gas and fuel cell drives are no longer a rarity. Especially in public transport (PT) buses with different engine variants are used.

However, there is the construction and the materials used some unique features compared to the construction of a car. Way for. Example of much larger dimensions and heavier weight must be assumed. The side walls and the roof are complete with insulating mats or polystyrene (!) Lined.

In addition to the material of plastics used very often (in case of fire large amounts of toxic fire smoke) and light metals (in case of fire high temperatures and cause problems when deleting) it is the narrow aisles and climbs on double-decker tour buses (the only escape routes), the major problems present in case of fire.

But the large glass fronts with side windows usually made (ESG), and double glazing (two toughened glass with air space) are not without problems in case of fire in view of escape and rescue. Their destruction is possible with the existing emergency hammer / grains. In 2007, the "SP Technical Research Institute of Sweden" in attempts to self-rescue from bus windows a wide temporal variability of the results determined. The fastest subjects used their hands or feet to remove the broken glass. Others were more cautious. There were no major differences between men and women and between different age groups. Most of the subjects stated that they would have found it much easier than expected to destroy the glass. The Fastest took eight seconds, and the slowest took nearly 90 seconds for the self-rescue through the bus windows.

Another problem is the "driver's sleeping cabins" and toilets. They are mostly located in the door area. Of them are through a small "window" visible. Access is generally from the entry stairs. In case of fire must be checked whether there are still people in the cabin or in the on-board toilet. As these areas are at risk in case of fire, showed the initially mentioned bus fire on the A2 motorway near Hanover.



Figure 5 Fire investigation after bus fire

Non-hazardous are the side battery compartments, in which the formation of a hydrogen-oxygen mixture is possible. For several buses a fire alarm / fire extinguishing system in the engine compartment as optional equipment is available. Detection lines monitors the temperature in the engine compartment. When exceeding a set value (eg., 160 ° C) is an alarm message on the display driver and the driver of the text "Fire in engine compartment". Similarly, the deletion process is initiated. Atomized into a fine mist, extinguishing liquid exits at the extinguishing nozzles in the engine compartment

6. WHAT CONCLUSIONS HAVE BEEN DRAWN?

Although it is the fact that extinguishers are required on buses, there are so many worse misfortunes to be prevented (box). And there are over Germany after the present knowledge and against the background of many Busbrände world and meet the fire protection requirements and tests if necessary with legal regulations (EU and ECE) and the requirements of EU Directives 95/28 and the 2001/85 EC for also satisfies these buses.

The existing legal provision to carry a fire extinguisher needs to be revised and adapted to the current standards situation. In addition, the adopted fire scenarios actually related materials and this results not fire curves meet. A subsequent improvement, comparable to the requirements and tests of rail vehicles is an urgent need. [9] So built-in automatic extinguishing systems are a recommended standard especially for the engine compartment. Fire alarm systems should be made compulsory in the engine compartment, in the on-board toilet and the ceiling of staircases to the upper deck of double-decker buses.



Figure 6 The bus fire in which 20 people died

But when the policy is seen action in the requirements for fire safety in buses? After all, it was only a month after the horrific bus fire in 2008 on the A 2, also near Hannover - this time on the "A 7" at Hannover-Kirchhorst - again in a bus fire.

People across the fire and rescue services appear to be crying out for one central body that will organize and harmonize communications across the board. Specific suggestions include:

- One umbrella – data collection/interrogation, research, training packages, programmes etc.,
- Consistent recording, storage and retrieval of information,
- Clear mechanism for dissemination of this information,
- Fire and rescues services work with regulators, especially for building regulations, and
- Structured training for crew and watch managers in scene and prevention.

7. REFERENCES

- [1] Stolt, F. D. (2014): Brände Busse. FEUERWEHR, 1-2/2014, S. 68 ff.
- [2] Stolt, F. D. (2014): Brandschutz in Bussen, Brandhilfe, 09/2014, S. 27 ff.
- [3] Cole, L. S. (1988): A Survey of Vehicle Fire Causes - A Study of Cause and Origin in 233 Vehicle Fire Cases, Lee Books, Novato, CA, USA
- [4] Cole, L. S. (1992): Investigation of Motor Vehicle Fires, Lee Books, Novato, CA, USA, 1992
- [5] Fachkunde Kraftfahrzeugtechnik, EUROPA-FACHBUCHREIHE für Kraftfahrzeugtechnik, 27, neubearb. Auflage, Haan-Gruiten 2001
- [6] Staubach, O. (2002): Beurteilung von Fahrzeugbränden, in: Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik 5 u. 6/2002
- [7] ECE R118 (International); ISO 3795 (International); DIN 75200 (Germany); ST 18-502 (France); BS AU 169 (UK); JIS D 1201 (Japan); GS 97038 (BMW); DBL 5307 (Daimler); FLTM-BN 24-2 (Ford); GM 6090 M (GM); MES DF 050D (Mazda); ES-X60410 (Mitsubishi); PTL 8501 (Porsche); D45 1333; (Renault); STD 5031,1 (Volvo); TL 1010 (VW)
- [8] Anhang IV: Prüfung zur Bestimmung der horizontalen Brenngeschwindigkeit von Werkstoffen; vergleichbar mit FMVSS 302, U.T.A.C. 18-502 T1, DIN 75200, ISO 3795, Werknormen der Hersteller (z. B. BMW N 601 21.0; DBL 5307; GM L-T06-302G-79; Mitsubishi ES -X60410, TL; VW 1010 Volvo STD 5031,1); Anhang V: Prüfung zur Bestimmung des Schmelzverhaltens von Werkstoffen; vergleichbar mit NF P92-505; Anhang VI: Prüfung zur Bestimmung der vertikalen Brenngeschwindigkeit von Werkstoffen
- [9] Berg, A.F., Egelhaaf, M. (2002): Brandrisiko durch Unfälle – Ergebnisse einer Unfalldatenauswertung, in: 7 u. 8/2002



Татјана БОЖОВИЋ¹
Мирјана ЛАБАН²
Верица МИЛАНКО³
Саша БОГДАНОВ⁴

Оригинални научни рад

МОГУЋНОСТ ПРИМЕНЕ ВОДЕНОГ СТАКЛА ЗА ЗАШТИТУ ДРВЕНИХ КОНСТРУКЦИЈА У ПОЖАРУ

Резиме: Отпорност грађевинских конструкција на пожар карактеришу два критеријума и то: запаљивост материјала и понашање материјала у пожару. Један од главних грађевинских материјала је дрво. Дрво је горив материјал и његова отпорност у пожару може се повећати третирањем са специјалним заштитним премазним средствима. У раду су приказани резултати експерименталног истраживања који је спроведен у лабораторијским условима. Циљ рада је био да се испита ефикасност примене воденог стакла као заштитног средства дрвета при деловању отвореног пламена. У ту сврху упоредно су испитивани узорци четири врсте дрвета (топола, јела, храст, орах) без заштите и узорци који су заштићени воденим стаклом. Резултати који су добијени указују да се водено стакло може приметити као заштита за дрво у почетној фази пожара.

Кључне речи: дрво, заштита дрвета од пожара, водено стакло

POSSIBILITY OF USE OF WATER GLASS IN PROTECTION OF WOODEN STRUCTURES IN FIRE

Abstract: Fire resistance of building structures is characterized by two criteria: the flammability of materials and the behavior of materials in the fire. One of the main construction materials is wood. Wood is a combustible material and its resistance to fire can be increased by treatment with special protective coatings. This paper presents the results of experimental research carried out in laboratory conditions. The aim of this study was to investigate the efficacy of water glass as a protective agent of wood exposed to the open flame action. For this purpose, samples of four types of wood (poplar, pine, oak and walnut) were tested without protection together with samples protected with water glass. The obtained results indicate that the water glass can be used as protection in the initial stage of fire.

Key words: wood, wood protection from fire, water glass

¹ дипл. мастер, Висока техничка школа струковних студија, Нови Сад, bozovic@vtsns.edu.rs

² доцент доктор, Мирјана Лабан, Факултет техничких наука, Нови Сад, mlaban@uns.ac.rs

³ проф. доктор, Висока техничка школа струковних студија Нови Сад, milanko@vtsns.edu.rs

⁴ мр, Министарство финансија, Пореска управа, Регионални центар Нови Сад, bogdanovsasa@yahoo.com



1. УВОД

При пројектовању и изградњи грађевинских објеката, у зависности од намене, осим грађевинских услова, морају се испунити и захтеви заштите од пожара. У случају пожара мора да се:

- очува носивост конструкције у току одређеног времена;
- спречи ширење ватре и дима унутар објекта;
- спречи ширење ватре на суседне објекте;
- омогући да се безбедно изврши евакуација из објекта
- омогући ватрогасној бригади при интервенцији слободан приступ објекту

Понашање грађевинских материјала при дејству пожара може се посматрати у односу на:

- деловање отвореног пламена у пожару,
- деловање високих температура у пожару.

За дефинисање понашања материјала у пожару потребно је познавати следећа његова својства: горивост, запаљивост, брзину ширења пламена, отпорност на дејство пожара и понашање материјала при гашењу пожара. [1]

Правилним избором грађевинских материјала и исправним начином уградње, може се унапредити отпорност на пожар грађевинских конструкција и објеката. Грађевинске мере заштите од пожара су мере за спречавање или отежавање ширења пожара у зградама, олакшавање спасавање људи, животиња, гашења пожара, смањења материјалних губитака. Запаљиви грађевински елементи могу се заштити премазним средствима, која пружају у одређеном временском интервалу отпорност на пожар.

2. ПОНАШАЊЕ ДРВЕТА НА ПОВИШЕНИМ ТЕМПЕРАТУРАМА

Дрво је један од најстарији грађевинских материјала и данас има широку примену у грађевинарству. Може се користити за изградњу свих елемената грађевине: за темеље зидове, стубове, греде, кровне покриваче итд. Као материјал има низ позитивних особина, као што су: добре механичке особине, мала проводљивост топлоте, могућност једноставне обраде и др. Отпорно је на разне утицаје, а најпогубнији спољни утицај на дрво има влага, па је за дрвене грађевине заштита од влаге и воде најважнији чинилац у пројектовању, градњи и коришћењу. Под утицајем влаге дрво трули и губи на чврстоћи [2].

За грађевинске конструкције могу се употребљавати многе врсте дрвета, у зависности од епохе, поднебља, економских прилика. У Србији се углавном користе чамово дрво, смрека и јела, а остале врсте дрвета ређе. Неке врсте дрвета се искључиво користе за декорацију и украсе за ентеријер [3].

Постоји велика разлика између узорака једне исте врсте дрвета. Разлог за ово може бити веома различит и то: општа правила раста дрвета, димензије и правилност прираста, локализација узорка, заштита итд. Хемијски састав дрвета не утиче битно на

његове техничке особине. и мање, више исти је за све врсте дрвета, а чине га: угљеник (C) 49,6%; водоник (H) 5,9%; кисеоник (O) 44,0%; азот (N) 0,28% и пепео.

Дрво је горив материјал. Време потребно да се дрво запали зависи од температуре, влажности, запреминске масе (дрво са мањом запреминском масом, са већим % порозности, лакше се пали). Степен запаљивости дрвета зависи од врсте дрвета, од обрађености површине, степена уситњености, степена влажности, величине комада и др. Тврдо дрво се теже пали. Мањи комади се лакше пале од већих. Комади чија је површина хрпавија лакше се пале од комада са глатком површином.

До паљења дрвета долази на температурама од 250° до 300°С, а она зависи од врсте дрвета. Температуре паљења неких врста дрвета дате су у табели 1.

Табела 1. Температуре паљења дрвета

| врста дрвета | температура паљења °С |
|--------------|-----------------------|
| брест | 270 |
| јасен | 270 |
| буква | 275 |
| махагони | 285 |
| храст | 290 |
| смрека | 270 |
| орак | 275 |
| јеловина | 290 |
| оморика | 270 |
| граб | 275 |
| шперплоча | 285 |

Температуре запаљивости дрвета у пожару релативно брзо се постижу, тако да дрво може у кратком временском интервалу да почиње да гори. Горењем се ствара карбонизовани слој који представља топлотни изолатор и успорава даље сагоревање. Време које је потребно да би пламен захватио дрво зависи и од температуре околине. При температури околине од 430°С потребно је само 30 секунди да се дрво запали и почне сагоревати, а при температури од 180°С потребно је око 15 минута да би се дрво запалило. Карактеристична температура угљенисања дрвета је 290°С. Претварање дрвета у поугљени слој тече врло споро око 0,4 до 0,8 mm/min [4] [5].

Брзина површинског ширења пламена смањује се повећањем степена влажности дрвета и смањењем глаткоће површине. Дрво у првој фази пожара знатно је резистентније од метала, због мале топлотне проводљивости (за дрво износи 0,04-0,12 Wm⁻¹K⁻¹, а за челик 50,2) и због тога што угљенисани слој на површини дрвета делује као изолатор.



3. ЗАШТИТНА ПРЕМАЗНА СРЕДСТВА

Дрвене конструкције могу бити у току своје експлоатације изложене повишеним температурама насталим у пожару. Време у борби против пожара је пресудно, нарочито у првим минутима пожара. Код избијања пожара, температура у првих 15 минута у просторији достигне вредност од 700°C, а затим нарасте и до 1100°C. Да би се постојаност грађевинских материјала продужила у току пожара, они се могу заштити различитим средствима [7].

За заштиту од пожара дрвених конструктивних елемената користе се различити премази, који према начину заштите могу бити:

- премази који под утицајем топлоте очврсну у слој дебљине 2-3 cm који штити дрво од даљег загревања;
- премази који под утицајем топлоте набубре и створе густе, микропорозни, изолациони слој пене, који при загревању ствара инертне гасове;
- премази који под утицајем топлоте набубре и стварају изолациони слој пене која спречава доток кисеоника.

Данас се на тржишту налазе различита премазна средства која се препоручују за заштиту од пожара дрвета. При практичној примени показују различите ефекте постојаности, а често због високе цене се и не користе или се користе на не адекватан начин (овако немају никакав ефекат заштите). На нашем тржишту се налази водено стакло које се употребљава углавном за заштиту дрвета од влаге и инсеката. Међутим, водено стакло се не користи као премазно средство за заштиту од пожара, и ако поседује отпорност на високе температуре. Доступан је широј популацији и може се набавити у свакој продавници грађевинских материјала или фарбари.

3.1. Водено стакло

Водено стакло је 34-36% раствор натријум-силиката. Натријум силикат, појављује се у облику Na_2SiO_3 и $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, растворен у води даје стакласту емулзију која се назива *водено стакло* или *стаклена вода*. Водено стакло је безбојан, транспарентан, стакласт, вискозан раствор. Употребљава се у индустрији и грађевинарству као адхезивно средство, за спречавање корозије, у производњи ватросталних материјала, као високотемпературни лепак, у производњи текстила. Додаје се бетонским мешавинама да би се смањила пропустљивост воде у бетону. У чврстом стању водено стакло може надражити очи, али након везивања с другим материјалима његова се опасна својства губе. Без обзира на његова релативно блага штетна својства, ипак се при раду с воденим стаклом мора користити лична заштитна (одећа дугих рукава и ногавица, затворена обућа, рукавице од ПВЦ или сличног материјала и наочаре у случају прскања).

4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ РАД

Екпериментално испитивање вршено је са четири различите врсте дрвета: храст, орах, топола и јела. Ове врсте дрвета су одабране због своје широке примене, а користе се за:

- **топола:** за градњу зграда, за израду намештаја, столова, производња сандука и кутија, плоча иверица;

- **јела:** за изградњу зграда (делови који нису изложени деловању влаге), израда стубова, намештаја, музичких инструмената, производњи врата, фурнира, сандука,
- **храст:** за израду прагова, подова и грађевинске столарије, изради намештаја, паркета, фурнира, клинова,
- **орах:** израду намештаја, производњу паркета

Да би се утврдила горивост дрвета заштићеног премазним средством, извршено је испитивање са узорцима без и са заштитним премазом. Као заштитни премаз користило се водено стакло. Испитивање је вршено у цеви за спаљивање, и испитивани узорци су изложени деловању отвореног пламена.

4.1. Опис апаратуре и поступка рада

Апаратура се састоји од металног цилиндра, унутрашњег пречника 50 mm, и дужине 165 mm. Цилиндар је причвршћен на сталак помоћу држача, где је причвршћено и огледало за посматрање промена на узорку у току испитивања. Загревање узорка врши се помоћу Бунзеновог пламеника, са тачно димензионисаним пламеном који је добијен сагоревањем смеше пропан - бутан. Врх пламена мора бити удаљен 10 mm од краја узорка. Узорак се излаже пламену 2 минута, а затим се склони пламеник и сачека да се пламен на узорку сам угаси или да престане сагоревање узорка. За сваки узорак испитивање је поновљено три пута. На слици 1 приказана је апаратура за испитивање горивости.



Слика 1. Апаратура за испитивање горивости материјала

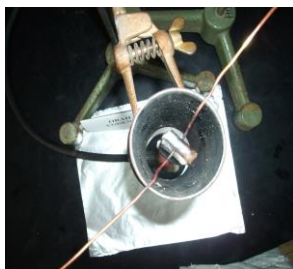
Пре испитивања измерена је почетна маса узорка (m_1). Узорак се постави у апаратуру тако да крај узорка вири 5 mm испод цилиндра. После завршеног испитивања, преостали део охлађеног узорка се поново измери (m_2), и израчунава се губитак масе.

На основу извршеног мерења материјал се класификује на следећи начин:

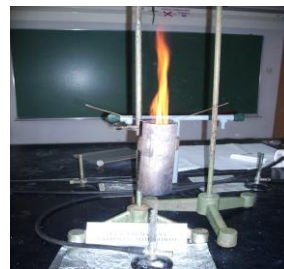
- **горив материјал**, код кога испитивани узорак настави самостално да гори, после удаљавања пламеника, дуже од једног минута, и изгуби при том више од 20% тежине
- **негорив материјал**, онај који губи мање од 20% тежине

4.2. Припрема узорка

Испитивани узорци су димензија 35×150×10 mm. Заштини премаз воденог стакла нанет је у три слоја с тим да се сваки претходни слој сушио око 24 часа. Реакције испитиваних узорка на дејство пламена видљиве су са слике 2.



2а: узорак премазан воденим стаклом



2б: узорак без заштите

Слика 2. Реакција испитиваних узорка на дејство пламена

Незаштићени узорци дрвета су се запалили у кратком временском интервалу од 10 до 30 секунди, у зависности од врсте дрвета и сагоревају интензивно уз велики губитак масе (табела 2).

Табела 2 Резултати испитивања узорка без премаза

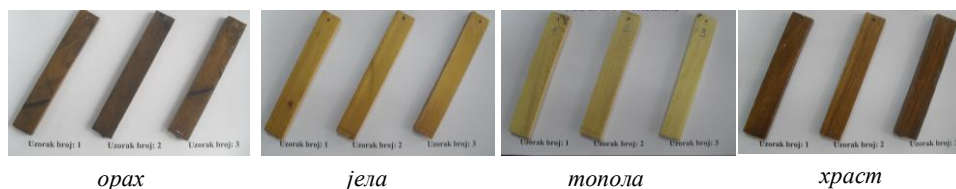
| узорци без премаза | маса узорка (g) | | губитак масе | | запажање |
|--------------------|-----------------|------------------|--------------|-------|--|
| | пре сагоревања | после сагоревања | (g) | (%) | |
| храст | 22,5302 | 4,4222 | 18,101 | 80,42 | пали се у 30 секунди, а гаси се после 4,5 мин. |
| орах | 17,6750 | 3,6368 | 14,038 | 79,52 | пали се у 15 секунди гаси се после 4,5 мин. |
| топола | 15,9738 | 2,4945 | 13,479 | 84,31 | пали се у 10 секунди гаси се после 4,5 мин. |
| јела | 12,4351 | 2,3865 | 10,048 | 80,64 | пали се у 13 секунди гаси се за 4 минута |

Узорци који су заштићени са воденим стаклом, показали су отпорност на деловање отвореног пламена и нису се запалили ни после 2 минута третирања. Губитак масе у зависности од врсте дрвета је био од 0,7884 до 1,5243 грама, односно од 3,96 до 10,68% (табела 3).

Табела 3 Резултати испитивања узорака премазаних воденим стаклом

| узорци премазани воденим стаклом | маса без премаза | маса узорка (g) | | губитак масе | | запажање |
|----------------------------------|------------------|-----------------|------------------|--------------|-------|--|
| | | пре сагоревања | после сагоревања | (g) | (%) | |
| храст | 23,6859 | 25,2203 | 24,2528 | 0,9675 | 3,96 | узорак се није упалио током испитивања |
| орах | 17,7402 | 20,1558 | 19,1516 | 1,0042 | 4,99 | у току испитивања узорак се није запалио |
| топола | 16,6566 | 19,2976 | 18,5092 | 0,7884 | 4,14 | у току испитивања узорак се није запалио |
| јела | 12,7074 | 14,5063 | 12,9298 | 1,5243 | 10,68 | у току испитивања узорак се није запалио |

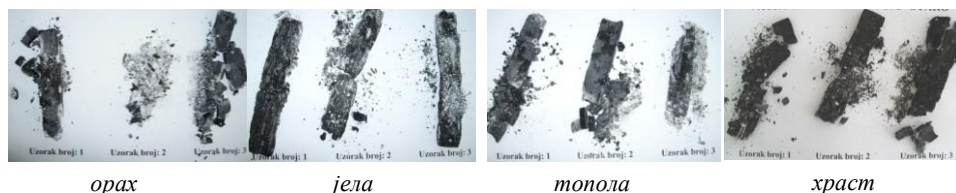
На слици 3 су приказани узорци дрвета пре излагања пламену (слика 3а), узорци заштићени са воденим стаклом после излагања деловању пламена (слика 3б) и узорци без заштите након третирања отвореним пламеном (слика 3ц).



3а. узорци премазани воденим стаклом пре испитивања



3б. узорци премазани воденим стаклом после испитивања



3ц. незаштићени узорци после испитивања

Слика 3. Изглед узорака дрвета пре и после излагања деловању пламена



5. ЗАКЉУЧАК

Резултати експерименталног испитивања су показали да се дрво може заштити од пожара, уколико се заштите премазивањем са воденим стаклом. Према испитиваној методи сви узорци са заштитним премазом се сврставају у негориве, пошто им је губитак масе мањи од 20%.

Водено стакло је спречавало преношење пламена по површини узорака, па се показало као добра заштита на дејство отвореног пламена. На овај начин се продужава отпорност и запаљивост дрвета при почетном пожару. Дрво премазано са њим има висок сјај и леп естетски ефекат, а уједно се постиже и заштита од влаге и инсеката.

Да би се добила потпунија слика о могућности примене воденог стакла као заштитног премаза од пожара, потребно је наставити истраживање, како би се видело како ће се понашати водено стакло када је изложено деловању атмосферичких у дужем временском периоду, односно да ли ће и тада задржати своје позитивне особине.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Веселиновић С., Остојић М., Миланко В. (1990): *Превентивна заштита од пожара и експлозија, практикум*, Нови Сад: Виша техничка школа.
- [2] Кочетов Мишулић Т. (2013.): *Дрвене конструкције*, презентације, Нови Сад: ФТН
- [3] Закић Б. (1985): *Увод у механику дрвета*, Нови Сад: Факултет техничких наука.
- [4] <http://www.znrfak.ni.ac.rs/SERBIAN/010STUDIJE/MAS/PREDMETI/ZOP/P%20GODINA/211-EKSPERTIZA%20UDESA/PREDAVANJA/EkspertizaUdesa-predavanje4.pdf>
- [5] Крњетин С., Живковић М. (1989): *Грађевинарство у заштити*, Нови Сад: Виша техничка школа.
- [6] http://www.grf.bg.ac.rs/p/learning/ppz_1387630320251.pdf
- [7] Веселиновић С. (1982): *Превентивна заштита од пожара и експлозија*, ВТШ, Нови Сад
- [8] <http://seminar.tvz.hr/materijali/materijali8/E-08.pdf>

Jaroslav FLACHBART¹

Review paper

Vladimír MÓZER²

Anton OSVALD³

FIRE SAFETY SYSTEMS MINIMISE ECONOMIC LOSS

Abstract: The paper provides an insight on the importance of fire protection systems which minimise economic loss in buildings and technologies in the case of a fire, industrial accident or natural disaster. The impact of fire safety systems is also important from the personal- and environmental-safety point of view.

Key words: fire, fire safety equipment, personal safety, fireman safety, environmental safety

SISTEMI ZA ZAŠTITU OD POŽARA MINIMIZIRAJU EKONOMSKE GUBITKE

Rezime: Rad pruža uvid u značaj sistema za zaštitu od požara kojima se minimizira ekonomski gubitak u zgradama i tehnologiji u slučaju požara, industrijskih nesreća ili prirodne katastrofe. Uticaj sistema za zaštitu od požara je takođe važan kako za bezbednost pojedinca tako i za životnu sredinu.

Ključne reči: požar, oprema za zaštitu od požara, lična bezbednost, bezbednost vatrogasaca, zaštitna životne sredine

¹ Ing. PhD, University of Zilina, Faculty of safety engineering, Ul. 1. Mája 32, 010 01 Žilina, Slovak Republic, jaroslav.flachbart@fsi.uniza.sk

² Ing. PhD, University of Zilina, Faculty of safety engineering, Ul. 1. Mája 32, 010 01 Žilina, Slovak Republic, vladimir.mozer@fsi.uniza.sk

³ Prof. Ing., CSc, University of Zilina, Faculty of safety engineering, Ul. 1. Mája 32, 010 01 Žilina, Slovak Republic, anton.osvald@fsi.uniza.sk

1. INTRODUCTION

Current time is affected by a deepening economic crisis. The main interest of every subject in the economic area is growth and economic stability. Any negative deviation from the stabilised state of prosperity and growth may lead to the loss of market share and subsequently to the decline of the enterprise. Incorrect economic decisions in setting mid- and long-term goals are not the only negative deviations. Technological failures, industrial accidents and emergency situations, such as fires and natural disasters also have significant negative impact on the enterprise. The consequence of such emergency situation may be personal losses, irretrievably damaged technologies, destroyed or severely damaged buildings. In the case of environmental accidents, a technological process is breached by human intervention or negligence, or due to a natural disaster. Apart from direct loss, the enterprise – polluter – is also punished by financial and economic sanctions taking into account the costs spent on the removal of ecologic accident consequences.

Early diagnostic of a malfunction state, discovery of service fluids leakage, dangerous concentrations of gaseous substances, discovery, or elimination of a starting fire, all minimise the consequences of the above events or at least reduce their impact.

In the field of fire protection such a group is known as fire safety systems.

2. TYPES OF FIRE SAFETY SYSTEMS

The basic categorisation of fire safety systems is defined in the protection against fires law as amended [1].

Fire safety systems are:

- fire extinguishers,
- fixed and semifixed suppression systems,
- smoke and heat ventilation systems,
- fire detection and alarm systems,
- park suppression systems and explosion protection systems,
- fire doors and shutters.

The law orders the responsible person to use technic and technological equipment in accordance with the manufacturer's instructions. Subsequently, the responsible person is must also secure regular maintenance and inspection for fire safe operation and address identified problems.

In subsequent clauses, the law orders the responsible to obtain and install in buildings, taking into account the fire risk, "appropriate types of fire safety systems, keep them in working order and provide regular inspection and maintenance by a professionally competent person and keep service documentation".

To be considered in working order, access must be provided to the fire safety system.

A responsible person shall not use any fire safety system which is not certified.

In accordance with the law, design, installation and maintenance and inspection of fire safety systems may be carried out only by competent persons, professionally trained to an

extent specified by the system manufacturer, having passed testing and obtained specific certification [2].

3. INFLUENCE OF FIRE SAFETY SYSTEMS ON BUILDING SAFETY

Fire safety systems have an influence on the reduction of damage caused by a fire if they:

- provide notification of fire occurrence,
- have ability to restrict fire spread,
- have ability to reduce fire intensity,
- secure early fire-fighting operations.

The above conditions are fulfilled by:

- fire detection and alarm systems,
- fixed fire suppression systems with automatic operation,
- spark suppression systems for pneumatic conveyors,
- smoke and heat ventilation systems with automatic operation.

The above listed fire safety system may be considered active fire protection systems. Other fire safety systems, despite their availability, completeness and functionality, are considered only passive, since in the case of a fire they are not able to affect (suppress or extinguish) the fire without direct intervention from the user.

3.1. Fire extinguishers

The starting point for the evaluation of fire extinguisher effect on the safety of a building is meeting the requirements for the calculation of the number and type of fire extinguishers and adhering to the rules of their siting.

Fire extinguishers are devices consisting of a pressure vessel containing a suppressant which is after manual activation of the triggering device discharged by pressure from the vessel onto the fire [3].

Depending on the suppressant, fire extinguishers are categorised as:

- water,
- foam,
- halon,
- powder,
- carbon dioxide - CO₂.

Advantages:

- simple operation and easy use of the extinguisher,
- high extinguishing efficiency when used during ignition or growth phases of fire,
- low price and operating costs,
- simple inspection, maintenance and repair,
- minimal negative health effects on operator,
- minimal negative environmental effects.

Disadvantages:

- insufficient suppressant capacity for fires in the second phase of growth,

- low resistance against intentional damage and theft,
- high rate of error in the selection of a proper suppressant of a given type of fuel,
- absence of an active member signalling damage or non-functionality of the device.

3.2.Fixed suppression systems

Fixed suppression systems are designed for suppression or extinction of a fire without human intervention shortly after the start of a fire.

Fixed suppression systems are divided in the following categories, based on the type of suppressant:

- water,
- gas,
- halon
- powder,
- combined[4].

Advantages

- active localisation and extinction of a fire without the need for human intervention,
- high protection efficiency within the designated area, assuming that the design, installation and maintenance rules are adhered to,
- sufficient supply of suppressant in the case of water suppression systems,
- high degree of protection against intentional damage or theft of systems components,
- elimination of the possibility of inappropriate suppressant selection,
- high reduction of required amount of suppressant when compared to amounts required for fire-fighting operations in the developed stages of fire,
- active signalling elements of all operation modes of the system (activation, damage, non-functionality of fire suppression system),
- elimination of adverse health impacts – employees need not to enter the areas affected by fire,
- minimisation of environmental impacts – fire suppression is in early phases of fire therefore less combustion products is emitted.

Disadvantages:

- high price and maintenance costs,
- demanding inspection, maintenance and repairs,
- possible risk of high damage on equipment and building in the case of fire suppression system failure,
- potential risk of negative health effects in the protected space by sudden (failure) suppressant discharge (halons, CO₂),
- risk of inappropriate design,
- nonfunctionality due to the building layout changes or use.

3.3.Smoke and heat ventilation systems

Large amounts of heat are released during fires, causing high temperatures in the fire affected area. At temperatures above 800°C, it is not possible to carry out fire-fighting operations in the vicinity of fire, which put high demands on the protection of the firefighters

and their equipment; fire-fighting must be carried out from a distance. Firefighters need to take actions which restrict spread of fire in the building and its vicinity. The exchange of fire gases can be significantly affected by ventilation openings and smoke and heat ventilation systems. Smoke and heat ventilation systems may be activated by:

- fusible-link device,
- pneumatic activation device,
- signal from fire detection and alarm system,
- manually.

Principles of smoke venting:

- natural ventilation (appropriate ratio of inlet and outlet ventilation areas),
- forced ventilation (positive and negative pressure ventilation) ventilation installations and ventilators.

Smoke and heat ventilation systems help:

- maintain evacuation and access routes clear of smoke,
- help fire fighting by removal of smoke from fire areas,
- postpone or preclude flashover occurrence,
- protect building and its contents,
- reduce heat effects on building constructions,
- reduce loss caused by fire, heat and smoke.

Advantages

- active effect on gas and heat exchange in fires,
- prolonged use of unprotected escape routes (increased visibility, reduced temperatures, reduced amounts of smoke gases in the air),
- reduced heat effects on building constructions prolonging their load-bearing ability (primarily ceiling and roof construction),
- reduction of fire spread by flowing of hot fire gases into adjacent parts of building,
- better access for firefighters to fire-affected spaces,
- use of natural ventilation in single-storey buildings and top storey in multi-storey buildings,
- reduced direct and subsequent losses on building and its contents.

Disadvantages

- high investments and maintenance costs associated with installation of smoke and heat forced ventilation systems (underground areas and multi-storey buildings),
- low efficiency of negative pressure ventilation systems.

3.4. Fire detection and alarm systems

Fire detection and alarm systems are defined as systems of components including a fire alarm unit, which, when designed and installed properly, are capable of:

- fire identification,
- fire indication to operating personnel,
- send predefined signals to interconnected and controlled devices.

Basic fire detection and alarm systems consists of:

- fire detectors,
- device (fire) loops or lines,
- fire alarm panel – control unit,
- signalling loop or line,
- supplementary devices (alarm devices, information forwarding devices, control unit etc.)

Advantages:

- reduction of fire discovery times and thereby the period of free fire growth,
- fire alarm signal to the local fire brigade,
- activation of devices which can significantly affect the development of fire – ventilation systems, fire door holder release, suppression system activation...

Disadvantages

- errors – false alarms,
- need for operator being trained by the manufacturer or approved third party organisation,
- need for permanent operator presence at fire alarm panel or in security room,
- failures due to changes in local ambient and environmental conditions,
- prone to damage (large number of system components),

3.5. Spark suppression systems for pneumatic conveyors and explosion protection systems

For protection of pneumatic conveyors, a number of special safety and suppression systems have been developed. These usually have two functions:

- identification and localisation of spark (fire or explosion initiator) in the starting phase,
- activation of suppression device which extinguishes fire in its initial phase.

For spark suppression after successful detection the following suppressants are used:

- water mist,
- carbon dioxide - CO₂,
- gaseous mixtures replacing halons
- extinguishing powder.

Advantages

- automatic detection and suppression of fire or explosion ignition source,
- independent of the conveyor operator,
- continuous function without the need for interruption of production process,
- high efficiency.

Disadvantages

- high investments,
- technically demanding system maintenance,

Explosion protection systems are special additional systems and equipment installed to technological lines in which a dangerous concentration of dusts, gases or aerosols may be created. The group of explosion protection systems comprises:

- explosion suppression devices,
- devices restraining passage of explosions,
- explosion and pressure release devices,
- special application systems (e.g. automatic lines protection – painting booths).

4. CONCLUSION

Fire safety systems have their irreplaceable role in buildings. Their importance and effect on building and occupant safety is often underrated. The return of funds invested in installation and maintenance of fire safety systems is only obvious in the case of a fire (fire extinguishers, fire alarms, fire suppression systems, smoke and heat ventilation systems).

Analyses of material losses caused by fires in buildings protected by fire safety systems and those not have been prepared by well-known insurance companies. Literature [5] states that, for example, in buildings protected by a sprinkler system, the material losses are reduced by 70% and life loss of building users by 80% when compared to similar buildings without sprinkler protection. Also, buildings without sprinkler protection suffer losses 6-10 times higher as buildings in which the fire suppression system was functional during the fire. Interesting is also the information on the amount of water required for the extinguishment of the same fire in a sprinkler protected and unprotected building; the ratio of used water is 2:9.

Fire safety systems have also a significant impact in environmental protection. The smaller a fire grows, the less of smoke and toxic pollutants are emitted, meaning a lower impact on the air and water.

Fire safety systems also significantly affect the safety of fire fighters during their operations. Fire safety systems provide fast fire detection, alarm broadcasting, and subsequent evacuation of occupants from the affected building. They prolong the time during which the building interior is accessible for fire fighters (visibility, ambient temperature, stability of building construction).

The investors and building users should realize, that the investments into fire safety systems for securing of personal and building safety are not wasted funds, but rather a guarantee of safety in the time of emergency situation.

5. ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the Slovak Research and Development Agency under the contract No. APVV-0727-12.

6. REFERENCES

- [1] Zákon Č. 314/2001 Z. z. o ochrane pred požiarimi v znení neskorších predpisov.
- [2] Zákon Č. 121/2001 Z. z. o požiarnej prevencii v znení neskorších predpisov.

- [3] STN 92 0202-1 Požiarna bezpečnosť stavieb. Vybavenie stavieb hasiacimi prístrojmi.
- [4] KUCBEL, J.: *Požiarna ochrana budov*. Vydavateľstvo a distribúcia technickej literatúry J. Kucbel. Bratislava, 1993. S.182 – 276.
- [5] RYBÁŘ, P.: *Sprinklerová zařízení*. In Edice SPBI Spektrum 77. Ostrava : VŠB – TU Ostrava, 2011. ISBN 978-80-7385-109-4, 73 s.

EFFICIENCY OF ACTIVE FIRE PROTECTION SYSTEMS

Abstract: Nowadays fire protection systems represent an integral part of fire prevention measures. We live in a society in which building of large undivided spaces, that represent a risk of heavy losses in case of fire, are typical. In order to prevent such large fires right the protection systems serve that on the basis of its functionality are divided into passive and active ones. Active fire protection systems may, without direct intervention of device maintainance, affect the development of fire, its sedation or disposal [12]. The article deals exactly with this group of fire protection systems, and attention is paid especially to their reliability and efficiency.

Key words: fire, fire protection systems, prevention, active fire protection, reliability, efficiency

ЕФИКАСНОСТ АКТИВНИХ СИСТЕМА ЗАШТИТЕ ОД ПОЖАРА

Резиме: Данас системи заштите од пожара представљају саставни део мера за превенцију од пожара. Живимо у друштву у којем су типичне зграде са великим неподељеним просторима, који представљају ризик од огромних губитака у случају пожара. Баш у циљу спречавања тако великих пожара користе се системи заштите који се на основу своје функционалности деле на пасивне и активне. Активни системи заштите од пожара могу, без директне интервенције на одржавање уређаја, утицати на развој пожара, његово смиривање или гашење [12]. Раду се бави управо овом групом система заштите од пожара, а посебна пажња је посвећена њиховој поузданости и ефикасности.

Кључне речи: пожар, системи за заштиту од пожара, превенција, активна заштита од пожара, поузданост, ефикасност

¹ Ing., Ph.D., University of Žilina, Faculty of Security Engineering, Street of the 1.st May 32, 010 26 Žilina, Slovak Republic, Miroslava.Vandlickova@fbi.uniza.sk

1. INTRODUCTION

The main task of fire protection systems is to efficiently liquidate a fire in-cooperation with forces of Fire and Rescue Services. Fire-protection systems are fire extinguishers, stable and semi-stable fire extinguishing devices, smoke and heat exhaust ventilation systems, fire detection systems, spark extinguishing systems in pneumatic conveyors and antiexplosion elements and fire closures. [1] Generally spoken, the fire-protection systems help in identifying the particular fire area, reducing the time since the beginning of the fire till its announcement, drawing off smoke and heat from the fire area, tracking and putting fire under control and they allow management of evacuation. [11] Fire protection systems are divided into active and passive fire protection systems. Active fire protection systems such as water sprinkler and spray systems are widely used in the process industries for protection of storage vessels, process plant, loading installations and warehouses. Other more specialised systems using inert gases and halogen based gases are used for flooding enclosed spaces. Passive fire protection can provide an effective alternative to active systems for protecting against vessel failure. The following factors should be considered in determining which kind of active and passive fire protection systems are required – fire hazard posed by substance, toxicity of substances and the smoke produced, inventory size, frequency of hazardous operations, available access to fight fire, fire fighting capability of on site emergency response team, response time of the nearest fire brigade, resources available to fire brigade. [5].

2. FIRE PROTECTION SYSTEMS

2.1.Active fire protection systems

Active fire protection systems protects buildings against fire in such way that they use the action of moving parts. These systems can be automatic or manual but they require some sort of action (e.g. based on smoke noticing) in order to work. Examples of active fire protection can be fire alarm systems, sprinkler systems, etc. Vice versa passive fire protection uses objects that slow fire (e.g. fire walls, fire doors, fire retardant materials, etc.), but take no action in the process of fire fighting.

2.2.Basic division of active fire protection systems

Fire alarms

Fire alarms include electric equipments that work through visual and audio appliances by detecting smoke at fire. Fire alarms tends to activate first giving the opportunity to evacuate. Most fire alarm systems consist of a fire alarm control panel, a primary power supply, a secondary (backup) power supply, initiating devices that can be manual (pull stations) or automatic (smoke detectors), notification appliances (flashing lights, horns, etc.), building safety interfaces (ventilation systems, etc.).

Fire alarm effectiveness can be hampered by the choice of inappropriate alarms for the environmental conditions expected, which can cause nuisance activation and ignorance of a real fire event. The second barrier to effectiveness can be human behavior - the tendency of

people to ignore the alarm, to decide that the horns and strobes activating are “not the real thing,” and to delay evacuation of the building. [8]

Fire sprinklers

Fire sprinkler systems are the most common form of active fire control and suppression. The simplest and fastest method of control are wet pipe sprinkler systems filled with water while dry pipe sprinkler systems have pipes filled with compressed air or nitrogen gas, which holds the clapper on a dry pipe valve in the closed position. Foam sprinkler systems use foam to extinguish fires in buildings. The fire sprinkler pump distributes the water and foam mixture via the pipe-system and discharges the foam spray via the sprinklers. [13]



Figure 1 Foam sprinkler system [3]

Hand held extinguishers

Hand held extinguishers are devices used to extinguish or control small fires, often in emergency situations. A fire extinguisher consists of a hand held cylindrical pressure vessel that contains an agent which is discharged to extinguish a fire. According to extinguishing substance hand held extinguishers can be described as water, foam, halon, powder CO₂ extinguishers. [6]

Smoke and heat exhaust ventilation systems

Smoke and heat exhaust ventilation systems constitute an essential part of preventive fire protection. Smoke and heat exhaust ventilation systems ensure the reliable and automatic opening of exhaust apertures. They minimise the development of smoke in escape and rescue routes, thus protecting people from smoke intoxication and property from damage. [7]

Spark extinguishing systems in pneumatic conveyors

Spark detection systems are primarily used as a fire prevention method in dust collectors, mechanical and pneumatic conveying systems by detecting and extinguishing sparks and embers. [4]

3. EFFICIENCY OF FIRE PROTECTION SYSTEMS

Many relevant information and results that are carried out in the area of determining the effectiveness of fire protection systems are not published in books or major scientific

periodicals. The reason is that such results remain mostly recorded only in laboratory reports and internal sources of information, which do not often find way to general data bases. Therefore, more comprehensive studies that deal with the effectiveness of fire protection systems are still of a limited number.

Watanabe uses for the systems three different probability concepts:

Reliability - probability of performing the specified function under specified conditions for a specified time without failure

Capability – probability of achieving the operational demand under specified conditions satisfactorily

Availability – probability of operating satisfactorily at any given time under specified conditions

The effectiveness of the system is the product of these three factors. [2] Based on several international studies (Warrington Fire Research Study in the UK, The Australian Fire Engineering Guidelines in Australia, a compilation of fire statistics for Tokyo in Japan and results of a study "in situ" of fire protection systems in Japan by Watanabe), discussing the reliability of estimates of detection systems and fire suppression as well as the design division of space in terms of fire safety, might be mentioned the following data given in the following table 1.

Table 1 Published estimates for active fire protection systems operational reliability [%] [9]

| Protection System | Warrington Delphi UK (Delphi Group) | | Fire Eng Guidelines Australia (Expert Survey) | | Japanese Studies (Incident Data) | |
|--|-------------------------------------|---------|---|--------------------|----------------------------------|----------|
| | Smoldering | Flaming | Smoldering | Flaming/flash over | Tokyo FD | Watanabe |
| Heat detector | 0 | 89 | 0 | 90/95 | 94 | 89 |
| Home smoke alarm | 76 | 79 | 65 | 75/74 | N | N |
| System smoke detector | 86 | 90 | 70 | 80/85 | 94 | 89 |
| Beam smoke detectors | 86 | 88 | 70 | 80/85 | 94 | 89 |
| Aspirated smoke det. | 86 | N | 90 | 95/95 | N | N |
| Sprinklers operate | 95 | | 50 | 95/99 | 97 | N |
| Sprinklers control but do not extinguish | 64 | | N | | N | N |
| Sprinklers extinguish | 48 | | N | | 96 | N |

Wherever possible, the data used should be directly applicable to the case under consideration. For example shopping malls and airports collate data on the time it takes to evacuate the building when the fire alarm goes off. Such data are unlikely to be released into the public domain, but might be available when a study on the development in question is carried out. In the following table 2 there are some data of reliability of automatic fire detection and alarm systems (AFDA), sprinkler systems and smoke control systems.

Table 2 Reliability data [10]

| Fire alarm and detection systems | | |
|---|---------------------|------------|
| Improvement in probability of early detection in buildings with AFDA | General value | 0,5 to 0,6 |
| Reliability of alarm box, wiring and sounders | General value | 0,95 to 1 |
| Reliability of detectors | Commercial smoke | 0,9 |
| | Domestic smoke | 0,75 |
| | Aspirating smoke | 0,9 |
| | Heat | 0,9 |
| | Flame | 0,5 |
| Automatic fire suppression systems | | |
| Overall reduction in loss due to provision of sprinklers | General value | 50% |
| Probability of successful sprinkler operation | Maximum | 0,95 |
| | General: | - |
| | Property protection | 0,9 |
| | Life safety | 0,8 |
| | Minimum | 0,75 |
| Probability of successful operation for other AFS systems | General value | 0,9 |
| Smoke control systems | | |
| Probability of system operating as designed, on demand | General value | 0,9 |

4. CONCLUSION

Fire protection systems meet today its irreplaceable role in such emergencies, such as fires of particular objects. In modern little divided area of shopping malls, large manufactural halls or open - space offices there are suitable conditions for the rapid spread of the fire into the entire space of the buildings. In order to eliminate production of huge property damage, injuries or losses of lives it is necessary to instal the fire protection systems in the buildings. These, of course, have to work with the efficiency as high as possible in order that rescue of human health, lives and property exceed the financial costs of the purchasing and installing of the fire protection systems in buildings and thus motivate all subjects to their installation. As shown by some foreign studies, the effectiveness of different kinds of fire protection systems are varied in particular intervals and to their reliable operation contribute, of course, various factors. Efficiency area of fire protection systems is more complex issue and involves the cooperation of many practitioners, as well as the fire protection systems producers themselves.

5. REFERENCES

- [1] BUKOWSKI, R. at all: Estimates of the Operational Reliability of Fire Protection Systems. *Fire Protection Strategies for 21st Century Building and Fire Codes*

- Symposium*. Society of Fire Protection Engineers and American Institute of Architects. September 17-18, 2002, Baltimore, MD, s. 111-124
- [2] FLACHBART, J.: Vplyv požiaro-technických zariadení na bezpečnosť osôb v stavbe. 1. ročník medzinárodnej konferencie *Bezpečnosť práce v záchranných službách*. Štrbské Pleso, Vysoké Tatry, 27. – 29. apríl 2014
- [3] NYSSÖNEN, T. at all.: On the reliability of fire detection and alarm systems. *Exploration and analysis of data from nuclear and non-nuclear installations*. VTT Technical Research Centre of Finland. 2005. S. 21 – 26. ISBN 951-38-6569-X. 62 s.
- [4] ROACH, K.: *Balancing passive, active fire protection*. The International Building Code and NFPA standards provide guidance on passive and active fire protection systems. [Online] [July, 4th, 2014]. Available at: <http://www.csemag.com/single-article/balancing-passive-active-fire-protection/6201f8f2c81dd5cd87307b7e0075161d.html>
- [5] VANDLÍČKOVÁ, M.: Účinnosť požiaro-technických zariadení. *The 23rd International Conference on FIRE PROTECTION 2014*. VŠB - Technical University of Ostrava
- [6] *Application of fire safety engineering principles to the design of buildings – Probabilistic risk assessment*. British Standards. PD 7974-7:2003. ISBN 0580 415155
- [7] Požiaro-technické zariadenia. 2013. [Online] [July, 8th, 2014]. Available at http://www.bezpeteam.sk/bozp-a-po-/poziarno-technicke-zariadenia-/?utm_source=copy&utm_medium=paste&utm_campaign=copypaste&utm_content=htptp%3A%2F%2Fwww.bezpeteam.sk%2Fbozp-a-po-%2Fpoziarno-technicke-zariadenia-%2F
- [8] Foam sprinkler systems. [Online] [July, 8th, 2014]. Available at <https://www.protec.co.uk/product-page/sprinklers-and-water-mist/product/product/foam-sprinkler-systems/>
- [9] Foam sprinkler systems. [Online] [August, 5th, 2014]. Available at <http://www.grundfos.com/service-support/encyclopedia-search/foam-sprinkler-systems.html>
- [10] Health and Safety Executive: Active/passive fire protection. [Online] [August, 8th, 2014] Available at <http://www.hse.gov.uk/comah/sragtech/techmeasfire.htm>
- [11] Sloval law n. 314/2001 Z.z. o ochrane pred požiarimi v znení neskorších predpisov [Online] [August, 26th, 2014]. Available at http://www.minv.sk/swift_data/source/hasici_a_zachranari/malatinec_opp/vseobecne_zavazne_predpisy/2009/314%20uplne%20znenie.pdf
- [12] Smoke and heat exhaust ventilation systems (RWA). [Online] [August, 26th, 2014] Available at <http://www.g-u.com/en/window-technology/rwa-shev-and-everyday-ventilation-systems/rwa.html>
- [13] Spark detection and extinguishing systems. Online] [August, 26th, 2014]. Available at <http://www.grecon-us.com/spark-detection/>

Darko NEŠKOVIĆ¹

Professional paper

IMPROVEMENT OF SYSTEM FOR FIRE PROTECTION IN FACILITIES WITH EXTREME WORK CONDITIONS WITH THERMAL IMAGING AND VIDEO SURVEILLANCE

Abstract: This paper deals with the operation analyzing and improvement of existing fire protection systems in complex production facilities with high risk of fire. In the introduction part was presented the role and the way of work of usual fire protection system, and then is, in examples from practice, carried out a work analysis of existing systems for automatic fire detection inside of enclosed coal conveyor systems in some of the most complex industrial production plants in Serbia. After the work analysis and determination of major defects of existing automatic fire detection system, the paper presents the efficient solution for the elimination of those defects and promotion with combining thermography and video surveillance.

Key words: automatic fire detection systems, thermography, surveillance.

УНАПРЕЂЕЊЕ СИСТЕМА ЗАШТИТЕ ОД ПОЖАРА У ПОСТРОЈЕЊИМА СА ЕКСТРЕМНИМ УСЛОВИМА РАДА ПОМОЋУ ТЕРМОВИЗИЈСКОГ И ВИДЕО НАДЗОРА

Резиме: Овај рад се бави анализом и унапређењем постојећих система заштите од пожара у комплексним производним постројењима са високим пожарним ризиком. У уводном делу представљена је улога и начин рада уобичајених система заштите од пожара, а потом је, на примерима из праксе, извршена анализа рада постојећих система за аутоматску детекцију пожара у косим транспортним мостовима неких од најкомплекснијих индустријских производних постројења у Србији. Након анализе рада и утврђивања главних недостатака постојећих система за аутоматску детекцију пожара, представљено је ефикасно решење за њихово отклањање и унапређење употребом термовизијског и видео надзора.

Кључне речи: систем за аутоматску детекцију пожара, термографија, видео надзор.

¹ Спец.струк.маш.инж, ПД РБ Колубара д.о.о. – огранак Прерада, ул.Дише Ђурђевића б.б., 11560 Вреоци, darko.neskovic@rbkolubara.rs

1. INTRODUCTION

Fire protection is one of the most important areas of prevention engineering, and the reason is the enormous damage that fires create. Possible damage in manufacturing and other facilities can be so catastrophic, to causing them to disappear completely. For this reason, the use of fire prevention systems becomes the concern of state authorities and insurance companies, which not only bound to the respective regulations, but also to encourage innovation and the further technical development of effective components of fire protection.

The efficiency of fire protection largely depends on whether the fire was precisely discovered. Early fire detection is therefore one of the key areas of interest for engineers and developers which are looking for efficiency in fire protection. An effective fire protection system requires constant monitoring of the development of new technologies and their timely involvement in the protection systems.

The main elements of the typical system for automatic fire detection are smoke detectors, heat detectors, flame detectors etc., and for a long time they are in use as the main form of fire detection. The reason for this is their low cost, a relatively easiness of maintenance, long-term stagnation in implementation of new technologies, but also the impossibility of applying any other form of fire detection in certain situations. However, because of their principles of work, very often comes up to occurrence of false alarms caused by various phenomena. Practice has shown that in facilities that in its production process as by-products contain large amounts of coal dust and water vapor, most alarms are caused by those phenomena. Despite the large selection of different types of fire detectors, in some situations it is difficult or impossible to eliminate those phenomena that can lead to the appearance of false alarms.

In addition to automatic fire detection system, systems for fire protection often contain an automatic fire suppression system. If these systems work in collusion, the occurrence of false alarms can lead to activation of the automatic fire suppression system, which may lead to stop of working parts of facilities that are protected by such systems of protection. When the other production facilities are directly or indirectly dependent on the facilities, whose work has been stopped due to false fire alarm, the damage due to the delay of only one part of the plant can be many times higher. For this reason, the occurrence of false alarms should be reduced to an acceptable minimum, or even, if possible, completely eliminated.

2. EXISTING AUTOMATIC FIRE DETECTION SYSTEMS

The first automatic fire detection system is invented after the great fire of London in the year of 1666, with an simple invention which consisted of a rope that was stretched over the protected room, with one end over the pulley tied to a weight that was above the metal gong. If the fire burned down the rope, the weight should fall on gong and caused a sound alarm that was supposed to alert people to fire [1].

In the eighteenth century was patented, also in England, a device that looked like a mechanical clock with a sound mechanism, which should be activated by bimetallic strip deformed as a result of temperature raising. In the early nineteenth century was installed the first known fire detection system consisting of a certain number of bimetallic detectors,

power supply and fire alarm control panel (the basic elements of existing fire alarm system). Development was continued only after the appearance of the first ionizing smoke detectors at forties of the twentieth century. Today we have modern fire detectors that are in use in almost all public facilities.

Smoke detectors detect the visible or invisible smoke particles from combustion [2]. The two main types are ionization detectors and photoelectric detectors. The ionization detector contains a small radioactive source that is used to charge the air inside a small chamber. When smoke enters the chamber, it shields the radiation, which stops the current and triggers an alarm. These detectors respond quickly to very small smoke particles from flaming or very hot fires, but may respond very slowly to the dense smoke associated with smoldering or low-temperature fires.

In a photoelectric smoke detector, a light source and light sensor are arranged so that the rays from the light source do not hit the light sensor. When smoke particles enter the light path, some of the light is scattered and redirected onto the sensor, causing the detector to activate an alarm. These detectors react quickly to visible smoke particles from smoldering fires, but are less sensitive to the smaller particles associated with flaming or very hot fires.

Heat detectors are normally used in dirty environments or where dense smoke is produced. Heat detectors may be less sensitive, but are more appropriate than a smoke detector in these environments.

Heat detectors use a set of temperature-sensitive resistors called thermistors that decrease in resistance as the temperature grows. One thermistor is sealed and protected from the surrounding temperature while the other is exposed. A sharp increase in temperature reduces the resistance in the exposed thermistor, which allows a large current to activate the detector's alarm.

Flame detectors are line-of-sight devices that look for specific types of light (infrared, visible, ultraviolet) emitted by flames during combustion. When the detector recognizes this light from a fire, it sends a signal to activate an alarm.

Alarms signals of automatic fire detectors are transmitted over the power lines to the fire alarm control panel to signal processing and alarm management. When a signal arrives, the fire alarm control panel provides a sound and light fire alarm. If a system for automatic fire detection works in conjunction with a system for automatic fire suppression, a fire alarm control panel for processing and transmitting an alarm signal provides for starting automatic fire suppression.

3. WORK ANALYSIS AND EXPERIENCE WITH EXISTING AUTOMATIC FIRE DETECTION SYSTEM

For a better understanding of possible work conditions of existing automatic fire detection system in environments that are saturated with coal dust and water vapor, it will be presented an example of enclosed coal conveyor systems environment in a thermal power plant TPP TENT "A" in Obrenovac:

Work analysis of automatic fire detection system in winter period

The highest production of electricity is needed right in the winter period, when a request of regular and reliable supply is the highest. In that period, external temperatures are very low, and the electricity consumption is extremely high [3].

In cold days, there is the largest coal consumption. All the coal transported from the Kolubara coal mine is been immediately forwarded to coal hopper, and a very small amount is postponed to storage pile. To be able to unload coal from the train wagons first need is to unfreeze all the mechanical parts of wagons door, which are not in the function because of freezing. Unfreezing is done by steam, which is over the steam line brought to the place for coal unloading, and a conveyor system transport coal directly to the combustion chamber. Coal absorbs some of the steam which in the transport of coal evaporates in space of conveyor system. The highest evaporation occurs at the beginning of the coal conveyor systems, which causes the activation of a fire detector.

How water vapor can interfere with the correct operation of the fire alarm, which is shown by the analysis of the system for fire detection in February 2009, when the outdoor temperature was -27°C . During this month with high request for electricity supply recorded the highest electricity consumption, and each composition of coal that was transported from Kolubara coal mine was send directly into the boiler combustion. Unfreezing with steam was necessary for each wagon, and that caused a major emission of water steam in space of conveyor systems. Because the conveyor systems belts are indoor, water vapor was always directed directly onto certain smoke detector, and always to those who were the first to at the beginning of conveyor systems. For these fire detectors this phenomenon has led to constant defects in their work, and occasionally a complete cessation of work. Although coal conveyor systems are protected with fire detectors whose work is based on the flame detection, their work has been also blocked because of formation of the ice layer on optical parts of the detector due to very low outside temperatures. False alarms caused by water vapor require emergency response of fire units and process workers, and by the fire alarm control panel gives the signal to start the automatic fire extinguishing. This phenomenon is not confined to the conveyor systems only, but has always been extended to other supporting facilities.

Work analysis of automatic fire detection system in summer period

The largest number of false alarms, faults in communication with fire detectors and other errors of fire detection occurs precisely in this period. Outside temperatures in that period are very high and critical for spread of fire, and high demands for emergency response of fire units are also constantly present. Causes of disruption of proper operation of fire detection systems are almost always high concentration of coal dust and smoke occurrence in performing welding work. Based on the work analysis of automatic fire detection systems can be seen that about 95% of all alarms was false alarms. Of course, it doesn't means that we should not pay attention on alarm, because those remaining 5% is caused by appearance of fire in its early stages of development, which has repeatedly led to the rescue of very valuable asset.

During the summer months there is not much atmospheric humidity or steam as result of unfreezing of mechanical train wagon parts, but the coal dust concentration in air in this period is very high. To prevent coal dust buildup on metal walls of enclosed conveyor belt, electric motors, cables and other parts of carrying bridges, it is performed their daily cleaning and washing. However, despite all precautions, sometimes is impossible to eliminate a high

concentration of coal dust from the air. If the outside temperature is increased, heated air causes a floating coal dust and its buildup in the fire detectors. As result we got a disruption in detectors operation, false alarm, or even complete elimination from use. This fine coal dust, so named because of her granulation, has a very low specific weight and, if there is a greater dust concentration in the area, the occurrence of flame could cause a fire or explosion. Because of these work conditions and the danger that coal dust can cause, any signal which occurs on enclosed coal conveyor systems (alarm, false alarm, defect, interruption in communication of detectors and main control panel, error, etc.), requires immediate response of fire fighters. As an example of the severity of these fires, please note that a fire of enclosed coal conveyor systems in a thermal power plant TPP "Kolubara" – Veliki Crljeni, that took place in 1993, from the moment of its formation until complete combustion lasted only 17 minutes. From this example it can be seen that a necessity of implementation of any form of fire protection system is absolute, and that the emergency response in case of alarm must be taken immediately. In a case of false alarm, even when it is well known that cause of alarm occurrence is not smoke but increased concentration of coal dust which causing alarm activation, fire fighters action is still necessary.

Also, as the summer period is performed for annual repair works, coal transportation from Kolubara coal mine has been reduced and use of coal from storage pile is much often. Spontaneous combustion of coal is relatively low - about 300⁰C for dry lump of coal, and about 170⁰C for coal dust. Spontaneous combustion is a type of combustion which occurs by self heating (increase in temperature due to exothermic internal reactions), and on storage pile it may happens for a couple of weeks. Fire extinguishing on large storage pile such as in TPP TENT "A", is performed by backfilling the smoldering coal with unlit coal. Thus consuming oxygen needed for combustion, but a portion of smoldering coal is excavated and sent to coal hopper. When transporting of coal that is still burning began, it necessarily leads to activation of a fire alarm, although it is not a threatening fire, so it requires permanent presence of firefighters.

In summer time during the annual repair of worn-out parts of the coal conveyor systems and other related equipment of transport bridges while performing a welding, cutting and soldering, it leads to the appearance of smoke, sparks and open flame, which requires a physical blocking of fire detectors that are located in the immediate vicinity of the works. To do this, detectors must be blocked and wrapped with nylon, fireproof cloth or some other blocking material, with permanent firefighters' presence because of the absence of fire alarm systems. Work place requires further preparation with washing, cleaning, and isolation from the surrounding area with metal partitions, fire resistant cloth, spark catcher etc. With such preparations for dangerous work it is eliminated a possibility of actuation of fire alarms, so there are very rare cases of an alarms in the vicinity of the works. However, sometimes a fire protection is not implemented properly and alarm still happens, and often fires been occur after several hours due to a barely noticeable smoldering coal dust.

From the work analysis of an automatic fire detection system can be concluded that the causes for activation of fire detector in enclosed coal conveyor systems in most cases are not a fire, and that the improvement of fire protection systems for the conveyor systems is necessary.

A similar problem occurs in other power plants, including coal mine Kolubara, in which there is not yet embedded automatic fire extinguishers in all enclosed coal conveyor systems,

but a system for automatic fire detection works. The number of false alarms is also a major problem which, in the end, leads to laziness of process workers and fire units. In a case of a real fire, this delayed response of workers and fire units can lead to disastrous consequences.

4. APPLICATION OF THERMOGRAPHY AND SURVEILLANCE IN FACILITIES WITH EXTREMELY WORK CONDITIONS

Video surveillance is already for many years used as a basic protection system, and year by year the development cheapens the implementation of the video surveillance system and improves the quality of playback of standard video signals. Computer technology development and a simple management of signal, easy processing and recording images for later viewing, as well as the easy transmission of signals over existing computer networks to remote computers, increased and improved the quality of video surveillance as one of the basic physical and fire protection systems. Almost, there is no smaller or even larger business building that is not protected with this security system. Today we are all witnesses of its widespread use in physical or fire protection.

However, with development of new technology comes to a new knowledge about the world around us and the physical and chemical processes that occur in nature. In this way it comes to understanding that in the nature every body generates a certain amount of infrared radiation, which is a result of its current temperature radiation. This fact has led to the conclusion that the behavior of a certain body in nature and monitor its status can be viewed from a completely new angle, which is invisible to the human eye.

Application of thermography has found its place in almost all areas: civil engineering, mechanical engineering, electrical engineering, medicine, fire protection, military and etc. In general, thermography is useful whenever is necessary observation of a body or his parts, whose temperature changes point to facts that may be interest for understanding of his condition, behavior or changes, and predicting the outcomes to which these temperature changes may cause.

Thermal imaging is a form of video surveillance. Thermal imaging cameras detect radiation in the infrared range of the electromagnetic spectrum (roughly 9,000–14,000 nanometers or 9–14 μm) and produce images of that radiation, called thermograms. Since infrared radiation is emitted by all objects above absolute zero according to the black body radiation law, thermography makes it possible to see one's environment with or without visible illumination. The amount of radiation emitted by an object increases with temperature; therefore, thermography allows one to see variations in temperature. When viewed through a thermal imaging camera, warm objects stand out well against cooler backgrounds, and humans and other warm-blooded animals become easily visible against the environment, day or night. As a result, thermography is particularly useful to military and other users of surveillance cameras.

Development of thermal cameras has brought to the firefighters a great benefit: setting a thermal cameras to a protected areas provides a clearer picture of temperature changes, parts of facilities that can cause fires can be controlled with handheld or by a fixed thermal cameras (electric motors, cables, conveyor belt rollers etc.), during fire fighting special handheld thermal imaging cameras can help locate injured people in dark, dense smoke etc. For protection of facilities where it is necessary to install fixed thermal imaging cameras, it is

necessary to choose cameras with a good viewing angle, with appropriate monitoring distance and wide temperature range. These cameras must be physically protected of the working conditions in which they can be used, so it is necessary to choose the proper compact dust and water resistant housing for them.

The protection system combining thermal imaging and video surveillance must enable a fine monitoring of enclosed coal conveyor systems space, but also to provide fire detection and a quick alarm check of automatic fire detection system. Easy managing from control rooms must also be provided. Monitoring of conveyor belt using this system should be enabled from the other locations as well (fire units, command blocks in the main operating facility, the production engineer, technical manager, etc.).

To provide a completely reliable protection of conveyor systems with thermal imaging and video surveillance system, first it is necessary to predict the possible fire causes and potential places for fire occurrence, inside the conveyor systems bridges. From example by TPP TENT"A", it will be suggested the way to install a combined thermal imaging and video surveillance systems, which must protect coal conveyor systems from fire in his beginning, entire inner surface and at the end of the bridge:

- In order to protect of conveyor belt from appearance of glowing coal from storage pile, it is necessary to install a thermal scanner at the beginning of each conveyor belt. By previous analysis of the technological process has been established that appearance of glowing coal from storage pile is very common. For safety purposes, it is necessary to alarm if this dangerous phenomenon appears. If we want to be timely alarmed, then thermal cameras should be placed in that part of the conveyor belt in which such coal may first occur, and this is their beginning. Since each conveyor systems bridge carries two conveyor belts (operating and reserve), thermal imaging cameras should be set just above the beginning of each. Camera must be directed at the conveyor belt to be able to track the passage of coal, and this is done by setting thermal camera-scanner on steel construction of a bridge or its walls (above belt hopper), which is a sufficient distance between cameras and conveyor belts for reliable detection of glowing coal.
- In order to ensure timely detection of fire in interior of the conveyor bridges, it is necessary to make the proper disposition of thermal cameras and PTZ IP video cameras, so that the space within the conveyor bridge is covered with adequate thermal imaging and video surveillance along its entire length. Providing timely fire detection in the interior of the conveyor bridges is done by a combination of thermal imaging and video surveillance, which will allow full monitoring of critical areas. Critical areas are:
 - ceiling and wall of steel lattice construction that can accumulate coal dust which, unlike to floor, is not desirable to be cleaned and washed daily,
 - cable carrier which extends along the ceiling of the conveyor bridge along its entire length,
 - conveyor belt surface on, in the case of stoppage caused by a malfunction of conveyor systems, fires may occur due to spontaneous combustion of coal after prolonged standing, as well as due to the overheating of the conveyor rollers.

Protection of this area must be done by proper selection and arrangement of thermal and video cameras. Based on determination of critical coal conveyor systems areas, it is

necessary to choose a proper thermal and video cameras with maximum resolution, remote monitoring and good viewing angle camera.

- In order to prevent fire expansion from the coal hopper above the coal pulverizer into the conveyor systems space and vice versa, it is necessary to combine thermal imaging and video surveillance at the end of the conveyor systems bridge. This part can be controlled with a thermal scanner and nearest video camera from the inner space of conveyor bridges.

Price of thermal and video cameras are falling down day by day, so the implementation of these systems is getting cheaper, and equipment for providing a transferring and processing of incoming signals from these cameras do not exceed the cost of equipment for the implementation of small computer network. For securing of each enclosed conveyor bridge is enough to use a few cameras and switches, one computer and a computer software for signal processing from cameras.

Such systems can significantly reduce the response time to alarm from automatic fire detection system, because if alarm signal occurs, time to begin an automatic fire suppression is only 30 seconds. In those 30 seconds for inspection and possible recall of an automatic fire suppression system, it is impossible to investigate the exact location of fire in over a 200 meters length conveyor bridge, like in the case TPP TENT"A", specially in conditions of poor visibility due to large amounts of coal dust and water steam. To speed up this inspection, it is necessary to implement the thermal imaging systems and video surveillance. Because of very often alarm occurrence from automatic fire detection system, in some situations, it was necessary to disable a communication and cooperation of automatic fire detection systems and automatic fire extinguishing. This must be done in accordance with authorized institutions. Starting of automatic fire extinguishing happens without any real danger, and that stops the operation of conveyor belts and other related production systems. This would never happen if a time for inspection is long enough to stop the automatic fire suppression.

In addition to providing valuable time for inspection, a system of combined thermal imaging and video surveillance allows setting of his own fire detection alarm: almost every thermal imagers software allow you to set the process alarm in case of temperature deviation, and also to detect a fire. In case of defect or work stoppage of automatic fire detection system, system with combined thermal imaging and video surveillance allows continued monitoring of the protected area.

As often happened that some people deliberately break the trigger on manual call points in order to create panic, video surveillance would control this behavior. Finally, in the event of fire with a strong smoke or low visibility conditions, finding vulnerable and injured persons using system of thermal imagers and video surveillance would allow faster and easier rescue.

5. CONCLUSION

There is no system for early fire detection that can prevent fire formation, so number of fires occurred in object with some kind of system for fire protection statistically is same as in buildings without them. However, the phase in which fire has been seen and time for reaction

of fire unit and workers, are generally lower in facilities that are protected by some of the system for early fire detection, and fire damage is minimal compared to the possible.

Increased number of false alarms in extreme work conditions may occur because of operating mode of smoke and optical detectors, and sometimes thermal detectors also. In most cases where we have a difficult working conditions, system for early fire detection always works in conjunction with an automatic fire suppression system, so false alarms are a big problem. In recent history problems with early fire detections have brought great economic losses: in the year 1993 burned the conveyor bridge in TPP "Kolubara" in Veliki Crljeni, and repeatedly burned several conveyor bridges in the coal mine Kolubara, therefore, because of false fire alarms interventions of fire units in all these facilities are present today.

Implementation of a new system of fire protection by combining thermal imaging and video surveillance opens a whole new era of fire engineering, and modern and complex systems of fire protection will certainly be the basis for future development of fire protection in all important facilities.

6. REFERENCES

- [1] Kapor V., Vujošević S., Vučić N (2000): *Detekcija požara*. Beograd: Institut za nuklearne nauke "Vinča"
- [2] https://www.osha.gov/SLTC/etools/evacuation/fire_detection.html
- [3] PD TENT d.o.o. (2013): *Godišnji izveštaj o radu PD TENT d.o.o.* Obrenovac: PD TENT d.o.o.



Радинко КОСТИЋ¹

Стручни рад

ТАКТИКА ГАШЕЊА ПОЖАРА МОТОРА ПУТНИЧКИХ ВАЗДУХОПЛОВА

Резиме: У свијету годишње око 1300 људи изгуби живот у ваздухопловним несрећама. Али, овај број је знатно мањи, односно скоро занемарљив у односу на друмски, морски и жељезнички саобраћај и представља један од најсигурнијих видова транспорта. На основу статистичких подата, највећи узрок несрећа на ваздухоплову, чак око 72 % изазван је људским фактором. Истраживања ваздухопловних несрећа указују на чињеницу како све више људи успије да преживи пад ваздухоплова, те да срећа има мало везе са тим. У таквим случајевима путници се могу припремити на разне начине, а стручњаци тврде како су шансе за спас у случају катастрофе ваздухоплова, чак и до 50 %.

Кључне ријечи: тактика, гашење пожара, тешка ватрогасна возила, путнички ваздухоплов.

FIRE-FIGHTING TACTICS FOR FIRE ENGINE EXSTINGUISHING IN PASSENGER AIRCRAFTS

Abstract: Annually, around 1300 people round the world die in aircraft accidents. However, this number is much smaller, and almost could be disregarded when road, sea and rail transport are considered, which makes it the safest way of transportation. Based on statistical data, human factor causes most of the accidents, even around 72%. Researches of aircraft accidents show that increasing number of people manage to survive aircraft crashes, and luck has little to do with it. In such cases, passengers can prepare themselves in various ways, and experts claim that in the event of disaster chances to survive are even up to 50%.

Key words: tactics, fire-fighting, heavy fire trucks, aircraft.

¹ Проф. др, Факултет за пословни менаџмент у Бару, "LARS FIRE" д.о.о. Карађорђева 5, Подгорица, Црна Гора, kosticr@t-com.me



1. УВОД

Изузетно брз развој ваздухоплова и цивилног ваздушног саобраћаја како по промету путника, тако и по примјени нових типова ваздухоплова (и до 200.000,00 l погонског горива и мазива), поставила је веома одговорне и озбиљне изазове припадницима аеродромске СВС¹. Ваздухопловни удеси на земљи током задњих година, указују на чињеницу да се знатан број путника и чланова посада могу спасити, уколико се у року од 2 - 3 минута након настанка пожара ефикасно спроведе акција гашења и спашавања.

Аеродромски комплекс представља скуп читавог низа савремених различитих објеката, који по свом садржају морају задовољити све високе безбиједносне и технолошке стандарде који се намећу строгим међународним прописима у ваздушном саобраћају [1].

Ваздухоплов представља летилицу која је тежа од ваздуха, а лет остварује аеродинамичком силом узгона, која настаје усљед кретања ваздухоплова тј. његових крила, као носећег система кроз ваздух [2].

Од свих акцидентних ситуација који се могу јавити на ваздухоплову, пожар не спада у оне који се током експлоатације истих неминовно мора појавити. Међутим, када дође до пожара његово дејство може бити толико разорно и опасно, како по сигурност самог ваздухоплова и његове околине, тако и по безбиједност путника и чланова посаде.

Обзиром на велики број специфичности које прате сваки пожар, он по правилу има и различите услове у погледу настанка, развоја, дужине трајања, као и посљедица, те се из тих разлога може закључити, да је сваки пожар јединствен и практично непоновљив. Познавање околности услова настанка пожара и праћење појава хемијских реакција (размјена топлоте, дима и гасовитих продуката сагоријевања) омогућава правилан избор средстава и распоред снага за његово гашење, а све са циљем веће безбиједности путника и чланова посаде ваздухоплова.

У савременом степену развоја заштите од пожара ваздухопловна-ватрогасна тактика представља научну дисциплину која се бави успјешном борбом против пожара, удеса и катастрофа у смислу изучавања настака и развоја пожара на ваздухопловима, али јој то није примаран циљ, она посебно третира евакуацију и спашавање путника и чланове посаде из ваздухоплова и стварање услова за њихово преживљавање, без обзира да ли се ради о удесу ваздухоплова са или без пожара.

Ваздухопловно-ватрогасна тактика подразумијева рјешавање сљедећих задатака [3]:

- да развија самопоуздање, издржљивост и психичку стабилност припадника СВС при раду у ванредним ситуацијама, као и навику тактичког размишљања,
- да оспособи припаднике СВС за вјешто и јединствено дјеловање у условима сложених оперативних околности у садејству са другим службама и ресорима,

¹ Спасилачко ватрогасна служба.



- да усаврши ватрогасно-тактичка знања и практична достигнућа командног кадра у управљању снагама и техничким средствима у борби против пожара,
- да усаврши командни-руководни кадар за обучавање и образовање подчињених
- да омогући проучавање оперативно-тактичких карактеристика аеродромског комплекса (укључујући аеродромске објекте и све врсте ваздухоплова).

Ваздухопловно-ватрогасна тактика при гашењу пожара на ваздухопловима, посебно разрађује варијанте у односу на конфигурацију терена и метеоролошке услове, као и коришћење модерне технологије како у опреми тако и у средствима за гашење пожара.

Како би припадници аеродромске СВС могли успјешно интервенисати, морају бити испуњени сљедећи услови [2]:

- да располажу са довољним бројем стручних и извршних кадрова за организовани тимски наступ при интервенцији,
- да располажу са довољно техничком (личном и колективном) опремом за гашење и
- да располажу са довољно квалитетним средствима за гашење.

2. ПОСТУПАК У СЛУЧАЈУ ПОЖАРА НА ВАЗДУХОПЛОВУ

Најчешћа појава пожара на мотору ваздухоплова, дешава се приликом стартовања, узлијетања или у току лета.

Гашење пожара мотора на земљи за вријеме стартовања ваздухоплова, на платформи, приликом таксирању по маневарским површинама, припадници СВС, дејствује по устаљеној процедури гашење пожара, било о којој ситуацији да је ријеч. Пожар настао на мотору прије полијетања ваздухоплова, за припаднике СВС је лакше локализовати, са мање технике и средстава у односу на пожар који је настао на ваздухоплову током лета или при сљијетању.

Тактика гашења пожара на мотору ваздухоплова, као и погонске групе је задатак који припадници СВС морају да започну и успјешно у што краћем времену да заврше.

Основни задатак припадника СВС је спашавање путника и чланове посаде из ваздухоплова, али је неопходно истаћи да је ово могуће остварити тек онда када се пожар на ваздухоплову стави под контролу, односно када је угашен најмање 90 % пожара. Експериментално је утврђено да граница издржљивости за људски организам у запаљеном ваздухоплову износи 138 секунди, од тренутка настанка пожара. Из тих разлога пожар на ваздухоплову се мора угасити за највише 60 секунди, односно мора се угасити најмање 90 % његовог интензитета. Након тога се приступа спашавању и евакуацији угрожених путника и чланова посаде, која се мора завршити за мање од 90 секунди, од тренутка његовог настанка. Како би се у пракси остварила брза и ефикасна ватрогасна интервенција, на аеродрому се мора обезбиједити:

- потребан број припадника СВС у свакој смјени за вријеме отворености аеродрума,
- опремљеност спасилачко ватрогасне опреме и средстава за гашење пожара,
- правовремена реакцију припадника СВС на знак узбуне и

- ефикасан систем комуникације.

По добијању информације од службеника аеродромске контроле лета о принудном слијетању, несрећи, озбиљној незгоди или незгоди ваздухоплова, дежурни телефониста - диспечер СВС, дужан је да [2]:

- одмах, сиреном у просторијама ватрогасне јединице или на други пригодан начин, даје знак за узбуну,
- хитно обавијести службу хитне помоћи на аеродрому за пружање услуга ваздушног превоза и надлежну службу трагања и спашавања,
- по налогу руководиоца акције гашења пожара и спашавања, обавијештава најближе медицинске службе и градску Службу заштите и спашавања и
- без одлагања предузме мјере прописане општим актом о организацији, раду и поступању СВС.

Припадници СВС у случају принудног слијетања, дужни су да, без одлагања, у року од 20 секунди од давања знака за узбуну изађу са возилима из гараже.

3. РАСПРЕД ВАТРОГАСНИХ ВОЗИЛА ПРИ ИНТЕРВЕНЦИЈИ

Ватрогасна возила се могу кретати по свим саобраћајницама на аеродрому и ван њега, уколико се за то укаже потреба. Све саобраћајнице на аеродрому као и прилазни путеви морају се одржавати тако да, се ватрогасна возила могу несметано кретати у свим правцима у сваком временском тренутку.

Положај ватрогасна возила, ватрогасно-спасилачке опреме и помоћне опреме је врло важан параметар у току интервенције при гашењу пожара на ваздухоплову. У том циљу у виду треба имати следеће факторе [2]:

- прићи лицу мјеста изузетно опрезно тако да се избјегне гажење испалих путника, олупине, задраравање тла, просутог горива или других опасности. Не треба возити кроз дим, како не би дошло до повређивања путника, који се евакуишу. Такође, и вожња преко олупина ваздухоплова може да доведе до вишеструких пукотина на гумама возила,
- мора се узети у обзир и стабилност терена, нагиб земљишта и правац вјетра прије уласка у хазардну зону - зона пада. Увијек се возила постављају тако да вјетар не носи дим и гасовите продукте на возила, како би се избјегла испарења горива које се скупљају у нижим областима,
- позиционирање возила и особља треба организовати тако, да монитори и пруге могу да покрију не само тренутни пожар, већ и евентуално његово ширење и да се монитори могу употријевити за заштиту трупа и одбацивању пожара,
- постављена возила не смију ометати евакуационе путеве или операцију спашавања особа у ваздухоплову,
- возила се морају поставити тако, да се могу прегруписати (промијенити положај) што је могуће лакше, у случају разбуктавања пожара, док се маневрисање возила у назад мора свести на минимум,
- позиционирање возила при пожара на мотору ваздухоплова може бити отежано. Зато се возила обично позиционирају у близини носа ваздухоплова. Код великих ваздухоплова, ово може да буде проблем због домета водобадача.

Додатна пажња, уколико возила могу да се позиционирају у репном дијелу, мора да се обрати на потенцијалну зону пада у случају структурног колапса,

- колективна ватрогасна опрема, мора бити тако постављена да се са тог мјеста може видјети мјесто захваћено пожаром,
- опрема се не смије поставити у положај који би је довео у опасност, због разливеног горива или у случају помјерања ваздухоплова и
- ни једна возила других служби не смију да се крећу у зони дејства припадника СВС - емергенцу зона или 90 m око ваздухоплова.

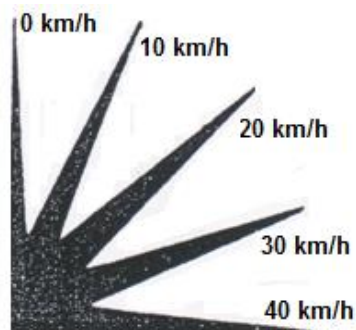
Други фактори који морају да се узму у обзир при одређивању крајњег положаја возила при гашењу и спашавању особа из ваздухоплова, укључују:

- број, тип и могућности возила,
- број и способност интервентног особља,
- локација и стање олушине,
- број и локација преживјелих и
- основне опасне области повезане са стањем ваздухоплова.

Тешка ватрогасна возила, опремљена мониторима-водобацачима за масовну употребу средстава за гашење, морају се поставити тако да се монитори искористе на најефикаснији начин. Веома је значајно да се избјегну губици, ограничене количине средстава за гашење, па мониторе треба користити само када гашење пожара са њима, даје најбоље резултате. Имајући у виду да ће се на простору око ваздухоплова у тренутку акцидента - пожара налазити велики број људи који пружају разне врсте помоћи, ватрогасна опрема се мора поставити тако да она не ремети њихов ефикасан рад.

Такође, правилан распоред ручних и преносних апарата за почетно гашење пожара, често је битан за успјех операције гашења. Почетне количине пјене треба да покрију труп и да буду испуштена дуж њихових бочних страна. Додатна средства треба искористити за отклањање пожара. Када се бира најбоља позиција за постизање овог циља треба обратити пажњу на утицај вјетра, на распрострањање топлоте, као и на величину пожара.

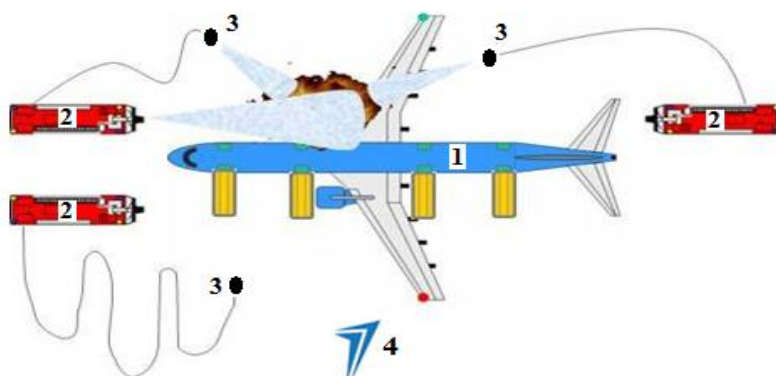
Знајући све ово, треба одабрати позиције апарата и коридора за спашавање и стварање услова за преживљавање на такав начин, да се гдје је год то могуће, вјетар искористи као испомоћ у постизању главног циља.



Слика 1. Кретање дима у току пожара на ваздухоплову у односу на брзину вјетра

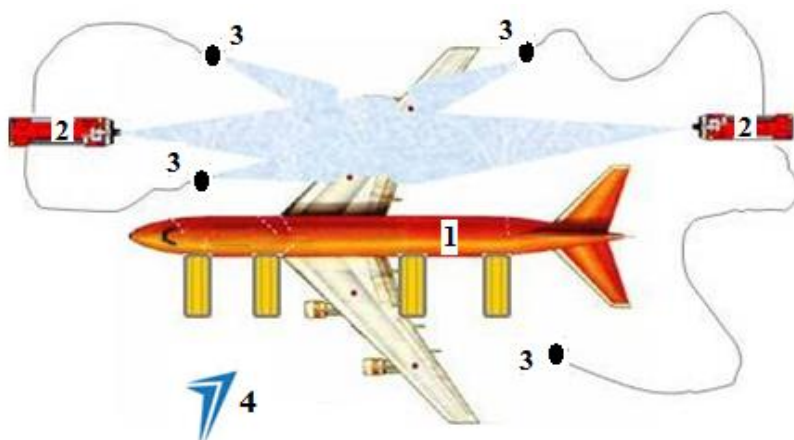
При најави ванредне ситуације на ваздухоплову који се налази у ваздуху, припадници СВС са опремом и возилима, одмах, без оклијевања, полазе на унапијед одређене позиције дуж полијетно слијетне стазе. Возила, опрему и апарате треба тако поставити да се возилима других интервентних служби несметан прилаз ваздухоплову након његовог заустављања.

Ватрогасно-спасилачка припрема мора да обухвата широк спектар могућих ситуација у случају потребне интервенције, истовремено показујући максималну припремљеност опреме за брзо гашење пожара.



Слика 2. Распоред тешких ватрогасних возила око ваздухоплова у којем је дошло до пожара на мотору у односу на смјер кретања вјетра

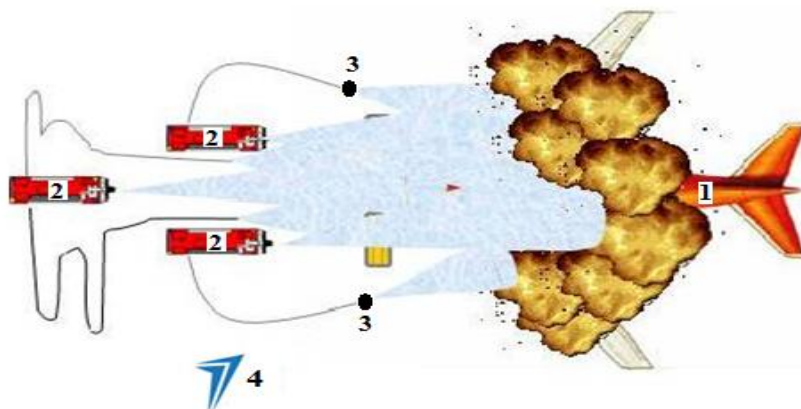
1. Путнички ваздухоплов
2. Тешко ватрогасно возило
3. Млазничар
4. Смјер кретања вјетра



Слика 3. Распоред тешких ватрогасних возила око ваздухоплова у којем

је дошло до пожара на мотору у односу на смјер кретања вјетра

1. Путнички ваздухоплов
2. Тешко ватрогасно возило
3. Млазничар
4. Смјер кретања вјетра



Слика 4. Распоред тешких ватрогасних возила око ваздухоплова у којем је дошло до пожара на резерворима у односу на смјер кретања вјетра

1. Путнички ваздухоплов
2. Тешко ватрогасно возило
3. Млазничар
4. Смјер кретања вјетра

4. ЗАКЉУЧАК

Према статистичким подацима 42 % пожара или експлозија на ваздухопловима се дешава на самом аеродрому, или аеродромској зони пречника 400 m, 25 % у зони пречника 400 до 800 m, а 33 % на растојању преко 800 m од зоне аеродрома.

Значи 67 % хаврија на ваздухоплову дешава се у зони, гдје од првог тренутка морају дејствовати припадници СВС.

Такође, на основу статистичких података око 72 % досадашњих трагедија на ваздухоплову, изазвани су људским фактором. Међутим, многе несреће десиле су се и стицајем несрећних околности: због недовољно горива, отмица, птица, а ни удар грома није занемарљив фактор.

Пожари на ваздухоплову могу да настану:

- током лета, укључује пожаре који настају за вријеме лета, (углавном на погонској групи, стајном трапу, електро одјељцима и инсталацијама, одјељку за смјештај одвојеног пртљага и тоалету), а гасе се средствима који се налазе у ваздухоплову. Уколико се пожар не може угасити за најкраће вријеме, пилот треба да што прије стигне до најближег аеродрома, или уколико је пожар сувише великог интензитета да принудно слети,
- на писти, укључује пожаре који нијесу посљедица механичког оштећења ваздухоплова, већ неисправности у току припреме за полијетање (пуњење горивом или мазивом, електропуњење при паљењу, пртљажни простор и др). У



ову групу се укључују и пожари који настају при судару у току таксирању рулним стазама или на аеродромску платформу

- у току удеса, обухвата пожаре који настају на ваздухоплову приликом слијетања или узлијетања као посљедица механичког оштећења ваздухоплова (квар на стајном трапу или судар са препреком). Већина таквих пожара је је посљедица неизвученог стајног трапа, додир точкова прије писте, или излазак са писте услед велике брзине.

Без обзира на врсту удеса ваздухоплова, према тврдњама ББЦ-а, у преко 90 % ваздухопловних несрећа постоје преживјели. Наравно, код неких ситуација не постоји никакав спас или нада за особе који се налазе у ваздухоплову.

Спасити живот путника и чланова посаде је могуће само онда, када се ваздухоплов налази на земљи или када се заврши слијетање, што је основни задатак припадника СВС да угасе настали пожар за највише 60 секунди, односно морају угасити најмање 90 % његовог интезитета, након чега се приступа спашавању и евакуацији угрожених путника и чланова посаде, што се мора завршити за мање од 90 секунди, од тренутка његовог настанка.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Закон о ваздушном саобраћају ("Сл. лист ЦГ" бр. 66/08).
- [2] Правилник о пружању услуга спасилачко-ватрогасне заштите на аеродромима, ("Сл. лист ЦГ" бр. 47/12).
- [3] Ђовчош Мартин, "Опасности на аеродрому", Београд, 2004.

Nada MARSTIJEPOVIĆ¹
Velizar ČAĐENOVIĆ²

Stručni rad

NAPON PARA I TAČKA PALJENJA KAO OSNOV ZA ODREĐIVANJE PREVENTIVNIH MERA ZAŠTITE OD POŽARA I EKSPLOZIJE ZAPALJIVIH TEČNOSTI

Резиме: Napon para i tačka paljenja su parametri koji ukazuju na stepen opasnosti od požara kada su u pitanju zapaljive tečnosti. Da bi se obezbedio veći stepen sigurnosti i bezbednosti pri skladištenju, držanju i prometu zapaljivih tečnosti, neophodno je poznavanje ovih parametara, na šta ukazuje ovaj rad.

Кључне речи: napon para, tačka paljenja, zapaljive tečnosti, bezbednost od požara

VAPOR AND IGNITION POINT AS THE BASIS OF PREVENTIVE MEASURES AGAINST FIRE AND EXPLOSION OF FLAMMABLE LIQUIDS

Abstract: The vapor pressure and flash point are the parameters that indicate the degree of danger of fire when it comes to flammable liquids. To ensure a higher degree of safety and security when storing, holding and transport of flammable liquids, it is the knowledge of these parameters, as indicated by this work.

Key words: vapor pressure, flash point, flammable liquids, fire safety

¹ Mr. Ministarstvo unutrašnjih poslova Crne Gore marstijepovicn@gmail.com

² Spec. struk. ing. Služba zaštite i spasavanja Opštine Bar

1. UVOD

Poznavanje fizičko-hemijskih osobina zapaljivih materija je od izuzetne važnosti jer se omogućuje da se preduzmu neophodne mere preventivne zaštite i time povećava stepen bezbednost pri rukovanju sa njima.

Ovim bi se osiguralo da se u štampi manje sreću članci koji govore o žrtvama sadržaja: "poginuo u eksploziji", „eksplozija plina digla krov u vazduh, radnik prebačen u KC“ (koji je kasnije i preminuo) itd.

Zapaljive tečnosti se upotrebljavaju kao goriva, u proizvodnji kao rastvarači, kao sastavni delovi premaza, kao ekstrakciono sredstvo, kao polazna sirovina u hemijskoj sintezi.

Stepen opasnosti koju nosi sa sobom zapaljiva tečnost zavisi prije svega od osobine tečnosti kao i od uslova, načina upotrebe i skladištenja.

Osobine tečnosti koje su bitne za određivanje stepena opasnosti su tačka zapaljivosti i tačka samopaljenja, stepen isparljivosti, zatim interval zapaljivosti (eksplozivnosti).

Standardom je definisano da su zapaljive tečnosti, tečnosti ili smeše tečnosti bez ili sa suspendovanim ili rastvorenim čvrstim materijama koje na temperaturi od 50°C imaju pritisak pare niži od 3 bara (3kPa), a čije se pare pale u pogodnom odnosu sa vazduhom u prisustvu izvora paljenja (plamen, varnica).

2. ZAPALJIVE TEČNOSTI

Zapaljive tečnosti se dijele na lakozapaljive tečnosti i zapaljive tečnosti.

Lako zapaljive tečnosti su one tečnosti koje imaju temperaturu paljenja ispod 38°C i čiji napon pare ne prelazi 3 bara. Lako zapaljive tečnosti obrazuju I grupu zapaljivih tečnosti čija je temperatura paljenja ispod 38°C dijele se u tri podgrupe:

- IA- tečnosti čija je temperatura paljenja ispod 23°C, a temperatura ključanja ispod 38°C
- IB- tečnosti čija je temperatura paljenja ispod 23°C, a temperatura ključanja iznad 38°C
- IC- tečnosti čija je temperatura paljenja od 23°C do 38°C

Zapaljive tečnosti su one tečnosti koje imaju temperaturu paljenja 38°C i više. Zapaljive tečnosti obrazuju II i III grupu zapaljivih tečnosti i to:

- II grupu tečnosti čija je temperatura paljenja od 38°C do 60°C
- III grupu tečnosti čija je temperatura paljenja od 60°C i više i dijele se u dvije grupe:
- IIIA - tečnosti čija je temperatura paljenja od 60°C do 93°C
- IIIB - tečnosti čija je temperatura paljenja 93°C ili više.

3. SKLADIŠTENJE ZAPALJIVE TEČNOSTI

Uskladištavanjem zapaljivih tečnosti podrazumeva se svako trajno i privremeno držanje i smještaj ovih tečnosti u objektima, na slobodnom prostoru, u posudama, bez obzira na veličinu i vrstu posuda u kojima se drže.

Zapaljive tečnosti moraju se držati u posudama ili rezervoarima koji odgovaraju propisanim tehničkim uslovima i standardima u količini i na način određen propisanim standardima za određenu vrstu zapaljivih tečnosti. Osnovna opasnost kod skladištenja zapaljivih tečnosti je mogućnost da se u skladišnom prostoru može u svakom momentu pojaviti smješa para zapaljivih tečnosti i vazduha u granicama zapaljivosti i ako se nađe izvor paljenja dolazi do požara ili eksplozije.

Preventivne mere koje se preduzimaju su onda u smjeru sprečavanja izlaska tečnosti ili njihovih para iz posuda u kojima se nalaze kao i eliminisanje svih potencijalnih izvora paljenja iz opasne zone. Uročnici paljenja mogu biti: otvoreni plamen- (različiti gorionici za zagrijavanje, zavarivanje, plamen šibice, upaljač, upaljene cigarete), varničenje (varnice u električnom uređaju, mehaničke varnice), vruće površine (zagrijani vodovi, sijalice, kalorifer, TA peći), atmosfersko pražnjenje, statički elektricitet. Veličina i položaj zona opasnosti zavisi od vrste skladišta i vrste rezervoara.

4. REZERVOARI

Rezervoari za čuvanje zapaljivih tečnosti se grade kao nadzemni i podzemni. Osnovni problem koji se postavlja kod konstrukcije, postavljanja i eksploatacije rezervoara je da se spriječi rasipanje tečnosti i izlaz pare tečnosti u prostoru gde je moguće stvaranje zapaljive smješe.

Posebno se treba riješiti pitanje ograničavanja rasipanja velikih količina tečnosti u slučaju havarija. Do havarija većih razmjera može doći prilikom zemljotresa, poplava, klizanja terena, u požarima i u ratnim uslovima. Do eksplozija rezervoara može doći usljed povećanja pritiska, do čega može doći u ljetnjim mjesecima kod viših temperatura, ako je rezervoar napunjen do vrha.

Manja oštećenja mogu nastati usljed korozije, mehaničkog udara, popuštanja varova, oštećenja na zaptivcima spojnica za armaturu i ostalu opremu. Oštećenja kod nadzemnih rezervoara mogu se otkloniti lako što nije slučaj kod podzemnih rezervoara. Rezervoari se izgrađuju od čeličnog lima, a spajanje vrši zavarivanjem, zakivanjem i zavrtnjima. Rezervoari i svi priključci se moraju ispitati na popustljivost. Moraju se zaštititi i od korozije (premazivanjem, zaštitnim trakama, katodnom zaštitom) i statičkog elektriciteta. Nadzemni rezervoari se grade sa čvrstim i plivajućim krovom. Kod čvrstog krova postavlja se zbog mogućeg povećanja pritiska ventil sigurnosti. Zbog moguće eksplozije i zbog usmjeravanja eksplozivnog sagorevanja spoj između krovnog lima i plašta je oslabljen.

Obavezna oprema kod nadzemnih rezervoara je:

- odušak normalni (zbog sprečavanja nadpritiska ili podpritiska kod punjenja ili pražnjenja rezervoara)
- odušak sigurnosni koji se može izvesti kao pokretni krov na rezervoarima ili to može biti oslabljeno mjesto između krova i plašta, ili se može izraditi u obliku ventila (kapacitet oduška-dimenzije moraju biti odgovarajući)
- zadržać plamena - zbog sprečavanja ulaska plamena postavljaju se na otvore rezervoara (zadržavaju plamen direktno u toku 10 min)
- pokazivač nivoa tečnosti

- uređaji za punjenje i pražnjenje rezervoara – moraju se izvesti tako da omogućuju siguran priključak za cjevovode
- uređaj za obezbjeđenje od prepunjavanja
- otvori za pregled i čišćenje

Kod podzemnih rezervoara oprema je u suštini identična sa onom kod nadzemnih. Kod postavljanja oduške mora se obezbjeđiti da sve završava na udaljenosti od najmanje 1 m od zida bilo kojeg objekta, a visina izlaznog kraja mora da završava na 30 cm iznad okolnog terena. Obim zona zavisi od:

- ventilacije
- oblika rezervoara
- izvora ispuštanja
- temperature (tačke) paljenja
- gustine pare

ZONA 0 - Prostor u kome su stalno prisutne eksplozivne supstance, ili su prisutne u dužim periodima u koncentracijama između maksimalne i minimalne.

ZONA 1 - Prostor u kome se mogu pri normalnom radu pojaviti eksplozivne supstance čija koncentracija može vjerovatno biti uzrok eksplozije.

ZONA 2 - Prostor u kome se samo u poremećenim uslovima može pojaviti koncentracija eksplozivnih supstanci, ali samo kratko.

5. SAMOZAPALJIVOST ZAPALJIVIH TEČNOSTI I GASOVA

U praktičnoj primjeni zbog zaštite životne sredine, zdravlja i bezbjednosti ljudi, životinja i biljaka i imovine potrebno je poznavati fizičko-hemijske parametre i odnose, kao i uslovljenosti određenih procesa kako bi rad na pomenutom polju bio što je moguće efikasniji i bezbjedniji. Konkretno, u sprečavanju negativnih uticaja a koji se najčešće manifestuju u atmosferi, neophodno je upoznati se sa osnovnim osobinama zapaljivih tečnosti i gasova da bi se određene negativne posljedice mogle kontrolisati i blagovremeno spriječavati.

Fizičke karakteristike ugljovodonika koji se koriste za motorna goriva u velikoj mjeri zavise od njihove molekulske težine. Uglavnom, što je veća molekulska masa ugljovodonika, niži je maseni odnos vodonika i ugljenika u jedinjenju, veća je gustina ugljovodonika, viši su temperaturni opsezi isparavanja pa je samim tim veća i viskoznost goriva. Takođe, struktura ugljovodonika, kao i vrste hemijskih veza u molekulima, mnogo utiču na sklonost ka samopaljenju.

Temperatura samopaljenja je temperatura do koje se ili treba zagrijati gorivo u prisustvu vazduha, da bi se ono zapalilo samo od sebe ili interakcijom inicijalnog sredstva i dalje sagorijevalo. Temperatura upaljenja je temperatura na kojoj se gorivo pali u prisustvu spoljašnjeg izvora energije (plamena ili varnice). Ova temperatura je niska za lakoispariva goriva kao što je benzin. Zbog toga treba preduzimati posebne mjere predostrožnosti pri skladištenju i manipulaciji ovakvih goriva. Dizel goriva imaju znatno višu temperaturu upaljenja, pa su bezbednija za manipulaciju i skladištenje.

Iskustva iz prakse nam pokazuje da sve gore navedeno kao preventivne mjere nijesu dovoljne da se u određenim slučajevima zbog propusta ugrozi ljudski život, materijalno dobro i životna sredina. Iz tog razloga treba povećati ne samo preventivne mjere gore

opisane, već praćenje fiziko-hemijskih parametara a to je napon pare i temperature (tačka paljenja kao obaveznu prevenciju a samim tim i podizanje stepen bezbjednosti na najveći mogući nivo, kako bi se posljedice mogle minimizirati ili ublažiti na najmanji mogući nivo ili izbjeći.

6. ZAŠTO NAPON PARE I TEMPERATURA PALJENJA?

Decenijski naučno-istraživački rad u oblasti zapaljivih tečnosti i gasova, kao i događaji iz prakse daju nam za pravo da apelujemo u dijelu doprinosa na podizanje stepena bezbjednosti a tiče se bezbjednosti od požara ili eksplozije i to kontrolisanjem temperature (tačke) paljenja i napon pare.

Temperatura paljenja predstavlja karakteristiku koja je od interesa za bezbjednost od požara pri čuvanju goriva na skladištu, transportu i u uslovima eksploatacije. To je naniža temperatura do koje treba materiju zagrijati u propisanim uslovima ispitivanja pa da se iz nje izdvoji toliko gorivih i isparljivih sastojaka da se mogu upaliti spoljašnjim izvorom toplote i da trenutno sagore. Niska temperature paljenja kod dizel goriva ukazuje na prisustvo lakih komponenata, čije prisustvo može biti štetno po rad motora. Tako da za zapaljive tečnosti i gasove treba predvidjeti strogu kontrolu parametara vezanih za požarnu bezbjednost prilikom skladištenja.

Za zapaljive lake destilate (benzini) taj parametar je napon ili pritisak para. Napon para definiše lakoću isparavanja (u ovom slučaju) benzina. Što je napon para veći benzin lakše isparava i obratno. Opasnost predstavlja napon para veći od standardom predviđenog (postoje gornje granične vrijednosti za ljetnji i zimski period, dato u tabeli 1.) jer se usljed prevelikog isparavanja formiraju veće količine zapaljive smješe pare goriva/vazduh, koje predstavljaju potencijalnu opasnost po bezbjednost skladištenja. Ova opasnost se povećava u slučaju da veća količina lako isparljivih ugljovodonika dospije iz skladištenog rezervoara u atmosferu. U ovom slučaju javljaju se višestruki problemi, kao što su, povećavanje opasnosti od požara/explozije (ako se odnos pare benzina/vazduh nađe unutar granica upaljivosti), zagađenje vazduha (nesagorjeli ugljovodonici su zagađivači vazduha, prije svega benzen koji je lakoisparljiv toksičan ugljovodonik), kao i povećanje gubitaka prilikom skladištenja benzina (time se zagađuje i vazduh). Na drugu stranu, vrijednosti napona para ispod standardom predviđenih loše utiču na rad motora.

Tabela 1 - Karakteristike napona pare, goriva za motorna vozila – TNG (tečni naftni gas)

| Godišnje doba | Datum | Klasa isparljivosti |
|-----------------|-------------------------|---------------------|
| Prelazni period | 01.april - 30.april | C |
| Ljeto | 01.maj - 30.septembar | E |
| Prelazni period | 01.oktobar - 31.oktobar | C |
| Zima | 01.novembar - 31.mart | A |

Za zapaljive srednje destilate (kerozin i dizel gorivo) taj parametar je tačka paljenja. Opasnost predstavljaju vrijednosti tačke paljenja ispod minimalno predviđene standardom (za dizel goriva za motorna vozila 55°C, za plovila 60°C) jer postoji opasnost od formiranja zapaljive smješe pare goriva/vazduh unutar granica upaljivosti. Niže vrijednosti tačke paljenja su, između ostalog, posljedica miješanja dizel goriva sa lakim destilatima, benzinima, tokom transporta ili skladištenja. U tim slučajevima se dizel goriva moraju

tretirati na potpuno drugi način da nebi došlo do neželjenih posljedica. Takođe, gasne - parne faze su pare ugljovodonika teže od vazduha i one se dnevno mogu taložiti iznad tla gdje predstavljaju potencijalnu opasnost za izazivanje požara (naročito za tečni naftni gas TNG-LPG). To praktično znači da se napon pare mora mjeriti unutar rezervoara jer može doći do mješanja vazduha sa benzinskim parama i u slučaju da dođe do interakcije sa stranim izvorom, može doći do eksplozije ili požara. Takođe oko rezervoara isto treba da se vrše mjerenja napona pare zbog zagađenja a samim tim i zaštite životne sredine. Nema te sonde i detektora koji može da bude toliko vjerodostojan u odnosu na standardom propisane metode.

7. ZAKLJUČAK

Cilj rada sastoji se u sljedećem:

- Da se fizičko-hemijski procesi koji se javljaju u okviru života i rada ljudi, povežu na adekvatan način sa životnom sredinom, čime bi se znatno smanjio procenat rizika i mogućnost pojave akcidenta.
- Multidisciplinarni pristup treba uvažavati i njegovati, ali kroz poštovanje nauke i znanja iz nauke, a ne za one koji njihovom ne upućenošću (neznanjem) minimiziraju naučna znanja, nauku i naučna dostignuća.
- Postavlja se pitanje da li pojedine osobe iz požarne struke treba da znaju nešto više o naponu pare i temperaturi paljenja, poštujući nauku ili da je negiraju, jer požar i eksplozija su fizičko-hemijski procesi?

Zaštita životne sredine kao multidisciplinarna nauka, mora u vidu svojih djelatnosti težiti povezivanju prirodnih tokova sa savremenim dostignućima čovječanstva, čime bi se u velikoj mjeri došlo do napredovanja u praktičnom ostvarivanju agende o održivom razvoju, bez koje nema nade za opstanak zdrave planete i života.

Neznanje, sujeta ili kapric pojedinaca mogu dovesti do tragičnih posljedica sa ljudskim žrtvama. Samo podizanjem stepena bezbednosti mogu biti spašeni ili sačuvani ljudski životi. I na kraju smatramo da bi pri razmatranju zakonskih propisa bila neophodna konekcija crnogorske naučne i zakonodavne strukture a ne samo grupe ljudi koja nema dovoljnu stručnost (kao u ovom slučaju: vojnoakademci, pravnici, bezbjednjaci, dijelom protivpožarci, zaštita na radi, elektro inženjeri i književnost) i glasanjem (dizanjem ruku) opstruiraju znanje i nauku.

Ipak, uprkos svemu navedenom stručnom i manje stručnom, znanom i manje znanom, ljudi iz egzaktnih nauka i poznavaoци tih nauka apeluju da treba podići stepen bezbjednosti i očuvanje svega onoga što nas okružuje u svakom segment života, kao na primjer u ovom slučaju: čovjeka, materijalnih dobara, životne sredine i potrošača. Zar je to malo!?

8. LITERATURA

- [1] Grupa autora, ŠTETNE I OPASNE MATERIJE; Rad, Beograd, 1984.
- [2] Grupa autora, ORGANSKA HEMIJA I DEO; Tehnološki fakultet, Novi Sad, 1980
- [3] www.ina.hr
- [4] www.jugopetrol.co.yu
- [5] <http://www.core-ns.org>
- [6] www.energogas.net.rs



Зоран БЛАГОЈЕВИЋ¹
Душица ПЕШИЋ²
Дарко ЗИГАР³

Стручни рад

РЕКОНСТРУКЦИЈА СТАЦИОНАРНЕ ИНСТАЛАЦИЈЕ ЗА ГАШЕЊЕ ПОЖАРА УГЉЕН-ДИОКСИДОМ И ПРЕДНОСТИ НОВОГ УГРАЂЕНОГ СИСТЕМА У ХЕ "ЂЕРДАП 1"

Резиме: У циљу побољшања заштите од пожара и ефикаснијег гашења пожара, извршена је реконструкција стационарне инсталације за гашење пожара угљен-диоксидам која се састојала у замени постојеће батерије боца, замени застарелих резервних боца, замени секторских вентила и комплетирања са свим неопходним уређајима у складу са захтевима домаћих прописа за стационарне инсталације за гашење пожара угљен- диоксидам и немачких прописа-VdS. Поред описа горе наведене инсталације у раду је дато и поређење новог уграђеног система у односу на стару стабилну инсталацију као и предности новог система.

Кључне речи: Стационарна инсталација, гашење пожара, секторски вентил, угљен-диоксид, активирање

RECONSTRUCTION CARBON DIOXIDE EXTINGUISHING SYSTEM AND ADVANTAGES OF NEW EMBEDDED SYSTEM IN HE "ЂЕРДАП 1"

Abstract: In order to increase fire safety and effective firefighting, was reconstructed fix installation of fire extinguishers of carbon dioxide, which consisted of replacing the existing battery containers, replacement of spare bottles as obsolete, replaced the valve sector and completing all the necessary equipment in accordance with the requirements of local regulations for stable installation of fire extinguishers of carbon dioxide and German VdS regulations. In this paper, in addition to the description above installation by comparing a new system built from the old fix installation as well as its advantages.

Key words: fix installation, extinguishing fires, sector valve, carbon dioxide, activation

¹ ХЕ "Ђердап 1" Кладово, Трг краља Петра 1, Кладово, zoran.blagojevic@djerdap.rs

² Факултет заштите на раду у Нишу, Чарнојевића 10а, Ниш, dusica.pesic@znrak.ni.ac.rs

³ Факултет заштите на раду у Нишу, Чарнојевића 10а, Ниш, darko.zigar@znrak.ni.ac.rs

1. РЕКОНСТРУКЦИЈА СТАЦИОНАРНЕ ИНСТАЛАЦИЈЕ ЗА ГАШЕЊЕ ПОЖАРА УГЉЕН-ДИОКСИДОМ

Извршена реконструкција стабилног система CO₂ састојала се у замени постојеће батерије боца, замени резервних боца као застарелих, и замени секторских вентила (4 комада) и комплетирања са свим неопходним уређајима према захтевима домаћих прописа за стационарне уређаје за гашење пожара са CO₂ и према немачким прописима VdS.

Задржано је комплетно решење из Главног пројекта (1). Задржан је постојећи број боца 2 x 10 капацитета 30kg (плус 20 боца у резерви). Батерија боца је реализована у свему према немачким нормативима VdS и свим другим препорукама које се односе на CO₂ као средство за гашење, тако да све уграђене компоненте имају сертификат VdS.

У циљу сагледавања реалних габарита опреме, за потребе стабилног система коришћена је опрема фирме "MINIMAX" из Немачке.

С обзиром да је постојећа инсталација (Слика 1) у функционалном смислу задовољила важеће захтеве заштите од пожара, извршено је повезивање цевовода са новом батеријом боца. Средство за гашење је угљен-диоксид. Пројектована стационарна инсталација за гашење пожара са угљен-диоксидом као средством гашења је аутоматског дејства.



Слика 1 Стационарни систем за гашење пожара угљен-диоксидом (Стари систем)

Основни концепт заштите аутоматским уређајем за гашење пожара угљен-диоксидом је аутоматска сигнализација пожарних величина из зона заштићених уређајем за гашење.

Према очекиваном ризику од пожара за дојаву пожара одабрани су аутоматски јављачи, који су смештени испод плафонаштићених сектора.

У одговарајућој ПП централі се сигнал оцени, оптички и акустички алармира. После временског затезања (време евакуације) од 30 секунди сигнал се преда команди сигнала (24В ДС) за активирање уређаја за гашење. Овај сигнал се прво одводи на одговарајући магнет на батерији боца.

Активирање јављача пожара има за последицу активирање аларма гашења. Овај аларм има временско задржавање од (мах. 30 секунди) након чега почиње убацивање CO₂ у зону гашења(2).

Стационарна аутоматска инсталација састоји се од:

- батерије боца (металне боце напуњене CO₂ гасом под притиском од 51.7 бара у комплекту са уређајима за активирање),
- секторских вентила (4 комада), и
- мреже са млазницама.
- Реконструкција наведеног система обухватила је следећу опрему и радове:
- комплет главне батерије од 10+10 боца запремине 40 l – напуњених са по 30kg CO₂ гаса,
- резервне боце (20 боца запремине 40 l напуњених са по 30kg CO₂ гаса,
- сабирну цев главне батерије са неповратним вентилима,
- вентил сигурности на сабирној цеви главне батерије,
- колектор са секторским вентилима у комплекту са носачима,
- цевни развод са млазницама, и
- испитивање опреме и пуштање у рад.

У случају избијања пожара у простору који се штити долази до активирања аутоматских јављача пожара и преноса информације на одговарајућу ПП централу – гашење је зонско тј. могуће је гашење пожара само у једној зони – сектору.

ПП централа у складу са организационим планом активира поједине елементе стационарне противпожарне инсталације за гашење пожара и шаље импулс за евентуална искључења.

Вентил сваке боце спојен је преко флексибилног црева високог притиска са колектором који скупља гас из свих боца. Спој сваке боце са колектором изведен је преко неповратног вентила тако да је могућа измена појединих боца без прекида у раду система (3).

На свакој боци се налази и вентил сигурности – мембрана баждарена на 120 бара.

Аутоматско активирање система се врши без икаквог утицаја човека, јер ће систем дојаве пожара извршити све потребне радње алармирања и активирања система за гашење по плану алармирања. Прво долази до активирања секторског (зонског) вентила. Секторски вентил се активира ел. магнетним окидачем по добијању импулса са ПП централе, а затим се активира главна батерија (10+10 боца) са CO₂ гасом. Батерија се активира електро-магнетом по добијању импулса са ПП централе.

Поред аутоматског активирања гашења постоји и полуаутоматско активирање, притискањем ручног електричног јављача који се налазе испред зона гашења.

Поступак активирања система за гашење је идентичан као и код случаја аутоматског активирања па га није потребно посебно понављати.

У случају потпуног отказивања система дојаве пожара, гашење инсталацијом се може обавити ручно.

Ручно активирање се врши повлачењем ручице ел. магнета на пилот боци секторског вентила као и командног ормана главне батерије (врше га само обучена лица).

Главни саставни делови инсталације су:

- Главна батерија боца са електро уређајем за активирање,
- Разводник за гашење са секторским (зонским) вентилима и уређајем за активирање,
- Цевна мрежа са млазницама,
- Електрични систем за аутоматску детекцију, дојаву пожара и активирање гашења.

2. ПРЕДНОСТИ НОВОГ УГРАЂЕНОГ СИСТЕМА

Контролу напуњености боца код старог стабилног система је вршило сменско особље (овлашћена лица) обиласком и провером казаљки на вагама. Уколико се казаљке размакну више од 10 mm, испитује се узрок смањења тежине боце.

Код новог уграђеног система, у случају да дође до губитка тежине услед истицања гаса за више од 10% долази до поремећаја лабилне равнотеже и пада тега (Слика 3), што доводи до прекида инфра црвених зрака (ИЦ баријере – Слика 4), и слања сигнала у кућици сменског особља (даљинска контрола).



Слика 2 Приказ тега на боци



Слика 3 Приказ ИЦ баријере

Функционална проба гашења код старог система вршила се испуцавањем са 10% предвиђене количине угљен-диоксида (две боце), с тим да су цеви које одводе угљен-диоксид од боца до сабирне цеви (Слика 4) морале претходно да се затворе како се не би активирале остале боце на систему(4).



Слика 4 Приказ сабирне цеви

Код новог система свака боца појединачно поседује систем осигурања од активирања, тако да постоји могућност активирања само изабраних боца.

Флексибилним цревима високог притиска са неповратним вентилима се омогућава замена појединих боца (сервисирање боца) из батерије при чему и у овом случају систем остаје у активном стању.

Једна од најбитнијих промена које је стационарни систем за гашење пожара угљен-диоксида претрпео јесте да у случају гашења пожара, имамо боце у погону (активна батерија) и боце у резерви (пасивна батерија). Обе батерије су повезане и спремне за евентуално гашење пошто се активира вентил одговарајуће батерије боца (Слика 5).



Слика 5 Приказ вентила бр.1 и бр.2

Код старог система резервна батерија боца није била повезана са инсталацијом, тако да уколико је у питању гашење пожара или периодична контрола на ХВП, морају се заменити боце на активној батерији како би систем поново био спреман за гашење. Овакав начин довођења система у функционално стање захтевао је значајан утрошак времена, већи број извршилаца, блокаду система док трају радови, организовано ватрогасно дежурство, итд.

3. ЗАКЉУЧАК

Наведена реконструкција стационарне инсталације за гашење пожара угљен-диоксидом из свега приложеног показује своју оправданост у смислу побољшања заштите од пожара и ефикаснијег гашења потенцијалног пожара на хидроелектрани ХЕ "ЂЕРДАП 1" које се огледа у бржем довођењу система у оперативно стање уз мањи број ангажованих људских ресурса, које последично доводе и материјалних добити и уштеда, а понајвише у поузданости система за гашење пожара.

4. ЛИТЕРАТУРА

- [1] ***: Инсталација за гашење пожара депоније уља, Упутство за манипулацију и управљање, 1976.
- [2] ***: Упутство за експлоатацију и манипулацију инсталације за гашење пожара, 1972.
- [3] ***: Упутство за руковање и одржавање стабилног система за ППЗ уљне депоније угљен-диоксидом, Омега Гуард, јул 2010.
- [4] ***: Правилник о техничким нормативима за стационарне уређаје за гашење пожара угљен-диоксидом ("Сл. лист СФРЈ" бр. 44/83. и 31/89)



Ивана ПЕЈАЧКИ¹
Мирјана ЛАБАН²

Прегледни рад

ДОБРОВОЉНА ВАТРОГАСНА ДРУШТВА У ВОЈВОДИНИ

Резиме: Добровољна ватрогасна друштва су удружења грађана за спречавање и гашење пожара, те спасавање људи и материјалних добара у разним несрећама. Најстарија ватрогасна друштва на територији данашње Србије основана су 1868. у Великом Бечкерек (Зрењанину), 1870. у Земуну, 1872. у Новом Саду и Панчеву, а потом у Кикинди, Суботици, Сомбору и Петроварадину. Оснивачи и чланови првих ДВД-а су били угледни чланови локалне друштвене заједнице. Данас у саставу Ватрогасног савеза Војводине делује 4 градска и 40 општинских савеза, са преко 20.000 чланова. Улога добровољног ватрогаштва је у доприносу безбедности од пожара и реafirмацији опште безбедносне културе у нашем друштву, као и развоју солидарности и емпатије за ближње – што се у великој мери губи у нашим савременим социјалним условима. Добровољно ватрогасно друштво Петроварадин је једно од многих, која су опстала кроз све све промене и тешкоће од њиховог настанка до данас, а резултати рада нису изостали.

Кључне речи: безбедност од пожара, добровољно ватрогаштво, превенција пожара, едукација грађана

VOLUNTEER FIRE ASSOCIATIONS IN VOJVODINA

Abstract: Volunteer fire departments are associations of citizens for preventing and fire fighting and rescuing people and property in other accidents. The oldest fire departments in the territory of Serbia were founded in 1868 in the Veliki Beckerek (Zrenjanin), 1870 in Zemun, 1872 in Novi Sad and Pancevo, then in Kikinda, Subotica, Sombor and Petrovaradin. The founders and members of the first DVDs were eminent members of the local community. Today, the Fire Association of Vojvodina operates four urban and 40 municipal unions, with over 20,000 members. The role of the volunteer fire departments is to contribute to the safety of the fire and the reaffirmation of the general security culture in our society, and to the development solidarity and empathy for others, which is largely lost in our modern social conditions. Volunteer fire department in Petrovaradin is one of many that have survived through all changes and difficulties of their formation until today and the results of the work did not miss of.

Key words: fire safety, volunteer firefighting, fire prevention, education of citizens

1 Инж. заштите од пожара, ДОО“Helios-Co“, Далибора Францистија 19., Петроварадин, ivanaldp@gmail.com

2 Доцент др, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Департман за грађевинарство и геодезију, Трг Доситеја Обрадовића 6, Нови Сад, mlaban@uns.ac.rs



1. УВОД

Оснивање ватрогасних јединица регулисано је Законом о заштити од пожара.

Добровољна ватрогасна друштва су добровољна удружења грађана за спречавање и гашење пожара, те спасавање људи и материјалних добара у разним несрећама. Добровољна ватрогасна јединица обавља делатност у складу са важећим прописима и Плана заштите од пожара на подручју за које је основана. При гашењу пожара припадници добровољне ватрогасне јединице имају права, обавезе и одговорности у обављању активности прописане Законом за ватрогасне јединице локалне самоуправе.

Данас се не придаје довољан значај раду и залагањима добровољних ватрогасаца, а многа друштва су у великим тешкоћама због недовољних и спорадичних извора финансирања, што спречава одржавање и осавременавање опреме и средстава. Објективне околности и све последице друштвених промена утицале су и на девастацију моралних и других друштвених вредности и мерила, што се одразило и на институцију добровољног рада уопште, а нарочито добровољног ангажовања у овој захтевној и специфичној области [1].

2. ДОБРОВОЉНА ВАТРОГАСНА ДРУШТВА У ВОЈВОДИНИ

Ватрогасна друштва у Војводини оснивају се у другој половини XIX века - у Великом Бечкереку, данашњем Зрењанину 1868., Земуну 1870., Панчеву 1871. Новом Саду и Сомбору 1872., Вршцу, Руми и Ср. Митровици 1873., Сенти 1874., Кикинди 1875. У Војводини је 1893. године деловао Савез ватрогасних друштава Бачко-Бодрошке жупаније који је 29. јуна 1893. године одржао Скупштину у Сомбору. У Савез је учлањено 22 ватрогасна друштва и 1 професионална ватрогасна јединица са укупно 1328 чланова. Скупштина Ватрогасног савеза Бачко - Бодрошке жупаније у Баји, одржана је 22. августа 1896. године, а 1897. у Кањижи и 1898. у Бачкој Тополи.

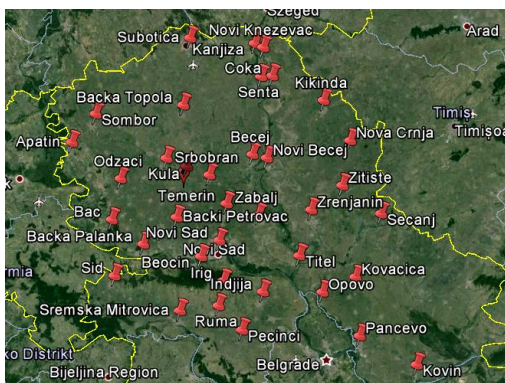
Доношењем Закона о организацији ватрогасства 1933. год. начињен је битан корак у ватрогасству, када су интегрисане све ватрогасне организације. Подела ватрогасних организација се подударала са поделом по бановинама. Врховни форум је био Ватрогасни савез, у чијем саставу су биле ватрогасне организације: добровољне - индустријске, заводске, обавезне и званичне - професионалне. Добровољне, званичне и обавезне ватрогасне чете су по законским одредбама потпадале под јавне ватрогасне јединице, док су индустријске и заводске чете сматране приватним творевинама. Обнова ватрогасства почиње по Упутству од 1.октобра 1945. године и наставља на основама Закона о организацији добровољних ватрогасних друштава донетим 1947. године којима се систем заштите од пожара заснива на раду ватрогасне милиције и ватрогасних јединица у индустрији. Доношењем републичких прописа 1947. године, одређен је положај и место добровољних ватрогасних друштава, као и њихов материјални положај. Народни одбори су били дужни да своја добровољна ватрогасна друштва оспособе за противпожарну заштиту, као и да им обезбеде потребна материјална средства за набавку опреме. Чланство је могло да буде активно, резервно, почасно и помажуће [1]. Тако су 1948. године, службу заштите од пожара почела су 264 добровољна ватрогасна друштва у градовима и насељима са 7.831 чланом и 4

ватрогасне јединице у индустрији са 82 члана., затим су 1949. години у Војводини образована 123 нова добровољна ватрогасна друштва и 530 ватрогасних јединица у индустрији. Оснивањем Ватрогасног савеза Војводине 1950. године настала је кровна организација која се свакодневно брине и улаже напоре да омасови добровољна ватрогасна друштва и доприноси десименацији стручних и практичних знања за превенцију и гашење пожара и помоћ и спасавање при елементарним непогодама. Насеља у којима делују чланице Ватрогасног савеза Војводине приказане су на слици 1.

Ватрогасни савез Војводине данас окупља 4 градска и 40 општинских савеза са преко 200 добровољних ватрогасних друштава. Број чланова добровољних ватрогасних друштава у Војводини данас се креће између 20 и 25.000, од тога је 5.000 чланова стручно оспособљено за гашење пожара.

2.1. Добровољно ватрогасно друштво Петроварадин

Добровољно ватрогасно друштво Петроварадин је основано 3. јуна 1875. године. Оснивачи и најистакнутији функционери овог друштва били су: председник Јосип Кохер, секретар Јулиус Јуба и благајник Константин Нађ, а позната имена угледних ватрогасаца из овог периода била су и Иван Вуксан и Ђока Живановић. Прва седница одбора одржана је 8. априла 1895. године. Оснивач друштва Јосип Кохерц проглашен је за почасног заповедника, а секретар Јулијус Јуба за почасног секретара. Записник са ове седнице вођен је по први пут на хрватском језику, док је до тада у званичној употреби био искључиво немачки. Годину дана касније, 22. марта, тадашњи градоначелник Петроварадина и председник друштва Фрања Малин именован је за почасног председника. Уочи прве скупштине Друштва, која је сазвана 1898. године. изграђен је ватрогасни дом са друштвеним просторијама. Друштво је већ имало своје спремиште за ватрогасну опрему, са дрвеним торњем висине око 6 m. Ватрогасни дом је и данас смештен у истој улици која се данас зове Павла Јуришића Штурма у Петроварадину. Заставе добровољног ватрогасног друштва приказане су на сликама 2. и 3.



Слика 1 Насеља у којима делују Добровољна ватрогасна друштва у Војводини

Добровољно ватрогасно друштво у Петроварадину обнавља се после формирања Краљевине Срба, Хрвата и Словенаца, чије проглашење 1. децембра 1918. године драстично утиче на промену структуре становништва Петроварадина. Овим

проглашењем престаје Аустро-Угарска забрана насељавања Срба на простору Петроварадина. Мењају се и државни симболи: грб Краљевине Срба, Хрвата и Словенаца даје национално обележје ватрогасним шлемовима и ознакама, а уместо немачког језика у администрацији се дефинитивно примењује хрватско-српски, а затим и српски језик.



Слика 2 Застава ДВД-а Петроварадин,
даровна застава "PETROVARADINSKO
DOBR. VATR. DRUŠTVO 1875-1900."



Слика 3 Застава ДВД-а Петроварадин,
«DOBROVOLJNO VATROGASNO
DRUŠTVO 1875 1965 PETROVARADIN»

Педесетогодишњицу постојања Добровољно ватрогасно друштво Петроварадин свечано прославља 15. и 16. августа 1925. године, уз присуство многих побратимљених организација као и новосадских пожарника. На свечаној седници поводом јубилеја, донета је одлука да би из сваке куће у Петроварадину неко требало да буде активни или потпомажући члан овог друштва. Оваква одлука је један од разлога за велики успон у раду Друштва, као и за велики број чланова који се одржао до данас. Након изградње и пуштања у промет колског и пешачког моста 1927. године, остварени су услови и за управно прикључење Петроварадина Новом Саду које је извршено 1930. године. Тако су новосадска и петроварадинска добровољна ватрогасна друштва доведена су у директну везу. Од тада ће њихова сарадња у оквиру заједничког административног оквира постати чешћа [3].

Скромна средства за куповину савременије технике прикупљају се на приредбама, од добровољних прилога грађана, чланарина потпомажућих чланова и ретких донација, тако да је друштво остало на нивоу ручне ватрогасне технике, све до 1939. године, када је набављена прва моторна штрцаљка и аутотанк. Исте године, први пут је уведено дежурство ватрогасаца за време вршидбе житарица, чиме је учињен значајан напредак у ватрогасној превентиви [4]. На слици 5 приказани су чланови ДВД Петроварадин са првом моторном ватрогасном пумпом из 1939. године.



Слика 4 ДВД Петроварадин, 1939. г.
Власник: ДВД Петроварадин.



Слика 5 "Dobrovoljno vatrogasno društvo
"Petrovaradin" osnovano 1875–1985."

Током 1951. године, поред Ватрогасне народне милиције и Добровољног ватрогасног друштва у Петроварадину, у Новом Саду је радило већ 43 добровољна друштва организована по фабрикама и заводима. Овако организована служба је, без обзира на недовољну опремљеност, показала своју добру страну у превентивној заштити од пожара у фабрикама и приликом вршидбе и осталих сезонских пољопривредних радова. Од 1952. године укида се надлежност обавештавања о пожару електричном сиреном са ватрогасног торња петроварадинског добровољног ватрогасног друштва. Због нарастања самог Петроварадина у висину, торањ више није био у функцији. Сада се друштва баве обуком кадрова, организовањем вежби и курсева, контролом спровођења мера заштите од пожара у предузећима и домаћинствима, дежурствима у биоскопима, на јавним местима, као и обезбеђивању ватромета и митинга. Закон о заштити од пожара и Закон о добровољним ватрогасним друштвима, донети 1956. године, условили су драстичан заокрет у делатности добровољних ватрогасних друштава. Због оспособљености професионалних чета у сваком погледу, директно ангажовање у гашењу пожара престаје да буде главно тежиште рада добровољних друштава. Добровољно ватрогасно друштво украшено је многим фотографијама и таблоима од самог оснивања друштва који сведоче о важним личностима друштва, али и важним догађајима: јубилејима, вежбама и ватрогасним смотрама. На слици 6 се може видети табло добровољног ватрогасног друштва Петроварадин за својих 115 година постојања, 1985. године. Свечано је, 1995. године, прослављена и 120-годишњица постојања, а за обележавања овог јубилеја, поред уобичајног програма прославе, Музеј града Новог Сада приредио је пригодну изложбу на петроварадинској тврђави [5].

Добровољно ватрогасно друштво Петроварадин данас броји 93 члана, чија су старосна структура и стечена звања дата су у табели 1. Ако се овом броју чланова дода и 545 помажућих чланова, добијамо да је укупан број чланова Добровољног ватрогасног друштва Петроварадин 638.

Табела 1 – Старосна структура и стечена звања добровољних ватрогасаца

| СТАРОСНО ДОБА | БРОЈ ЧЛАНОВА | ЗВАЊЕ | БРОЈ ЧЛАНОВА |
|---------------|--------------|------------------------|--------------|
| 6-11 | 6 | Пионир ватрогасац | 5 |
| 12-18 | 10 | Ватрогасац | 27 |
| 18-60 | 56 | Ватрогасни подофицир | 23 |
| Преко 60 | 21 | Ватрогасни официр | 11 |
| | | Виши ватрогасни официр | 2 |
| | | Без звања | 25 |
| | | УКУПНО | 93 |

Друштво се данас, кроз припреме за такмичење и друга окупљања, бави едукацијом и промоцијом добровољног ватрогаства - подиже свест грађана о томе која је идеја добровољног ватрогаства и колико је оно важно за наше друштво. Такође, добровољни ватрогасци обезбеђују разне друштвене догађаје и манифестације. Организују се дежурства у дому добровољно ватрогасног друштва и обилазак петроварадинско-буковачко-каменичког атара са возилом за време жетве и вршидбе стрних усева.

Добровољно ватрогасно друштво је на бројним такмичењима и смотрама добровољних ватрогасних друштава постигло добре резултате. Друштво развија и негује добре односе и сарадњу са добровољним ватрогасним друштвима које су чланице Ватрогасног савеза града Новог Сада, као и других општинских савеза.^[6]

Потребно је истаћи да су чланови добровољног ватрогасног друштва Петроварадин своју спремност и храброст посебно показали током бомбардовања Новог Сада, у пролеће 1999. године, када су, ризикујући своје животе први стигли до зграде Телевизије Нови Сад, која је горела у три наврата.

Добровољно ватрогасно друштво Петроварадин својом богатом историјом, пожртвованошћу и истрајношћу представља један од поноса грађана Петроварадина и Новог Сада.

3. ЗАКЉУЧАК

Када су почела да се формирају прва ватрогасна друштва циљ је био да се људи окупе око истог проблема и при томе помогну заједници.

У првим деценијама развоја ватрогаства, у условима када је био низак степен опште културе и људских сазнања, низак степен развијености привреде, најугледнији људи тога доба (књижевници, лекари, трговци, свештеници, учитељи и други), били су оснивачи или активни чланови добровољних ватрогасних друштава. У то доба, када је ватрогаство било у зачетку, била је велика част и обавеза сваког угледног човека да доприноси унапређењу заштите од пожара. Ово је имало и снажног утицаја на остале грађане да се укључе у рад добровољних ватрогасних друштава. По свему судећи изгледа да је ова корисна традиција код нас заборављена и напуштена.

Добровољно ватрогасно друштво Петроварадин је једно од друштава са веома дугом традицијом и значајним бројем чланова, али из године у годину све теже



функционише и опстаје. Број чланова је у константном опадању и углавном недостају млади. Битно је истаћи да се рад овог друштва данас углавном своди на промоцију добровољног ватрогаства кроз такмичење и смотре и подизање свести о превентивној заштити од пожара као и о значају добровољног ватрогаства за наше друштво. Неспорно је да су рад и остваривање програмских активности отежани због недовољних финансијских средстава, иако су програми и пројекти ватрогасних организација оцењени као корисни и потребни. Једноставно, воља и ентузијазам нису довољни.

Добровољном ватрогаству треба наћи место у друштву, обезбедити материјалну основу рада, стабилне изворе финансирања и повољан третман, као што је то урађено у државама бивше СФР Југославије (Хрватска, Словенија), или у другим земљама Европе и света. Добровољно ангажовање је, пре свега, израз велике моралне вредности и као такво мора бити поштовано и стимулисано конкретним доприносом.

Бољи положај ватрогаства имао би велики утицај на формирање безбедносне културе и опште друштвене свести о безбедности од пожара, а самим тим и на стање безбедности друштва у целини. Добровољна ватрогасна друштва могу дати значајан допринос у информисању и едукацији младих, али превенцији катастрофалних последица пожара и елементарних непогода. Реафирмација добровољног ватрогаства утиче и на одговорности коју имамо према себи и према друштву у којем живимо.

4. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Закон о заштити од пожара "Службени гласник РС", бр. 111/2009 ; Закон о удружењима „Службени гласник РС“ бр. 51/2009.
- [2] Збирка правила и прописа за добровољне ватрогасне организације у НР Србији, Нови Сад 1953, стр. 22.
- [3] Весна Недељковић Ангеловска, каталог „Ватрогасци Петроварадински: изложба поводом 130 година од оснивања ДВД Петроварадин“, Музеј града Новог Сада, Нови Сад, 2005., 24 стр.; Ђерђ Гал, „100 година ватрогаства Новог Сада“, Нови Сад, 1972., стр. 103.
- [4] “120 година Добровољног ватрогасног друштва “Петроварадин”, Нови Сад, 1995., стр. 6.
- [5] Ђерђ Гал, “100 година ватрогаства Новог Сада”, Нови Сад, 1972., стр. 141. и 143.; Весна Недељковић Ангеловска, каталог „Ватрогасци Петроварадински: изложба поводом 130 година од оснивања ДВД Петроварадин“, Музеј града Новог Сада, Нови Сад, 2005., стр. 29.
- [6] Из извештаја о раду ДВД Петроварадин



Љубица КРЊАИЋ¹

Прегледни рад

ДОБРОВОЉНО ВАТРОГАСТВО ШАНСА ДРЖАВЕ И ПОЈЕДИНЦА

Резиме: У раду су на целовит начин истакнути добробити које добровољно ватрогасство обезбеђује Држави и грађанима, фактори који онемогућавају или умањују учинак добровољних ватрогасаца и дати су конкретни предлози са циљем да се унапреди рад добровољних ватрогасних организација и установи нови приступ и бољи систем заштите од пожара. Наведени су историјски подаци о развоју и унапређењу организованог добровољног ватрогасства, конкретни подаци о активностима и резултатима рада добровољних ватрогасаца и ватрогасних савеза, као и оцене узрока недовољне пожарне безбедности људи и имовине.

Кључне речи: удружење, добровољно, хумано, гашење пожара, превентива, оспособљавање

VOLUNTEER FIREFIGHTING - CHANCE FOR STATE AND INDIVIDUALS

Abstract: This paper comprehensively highlights the benefits that voluntary firefighting provides to the state and citizens, highlights the factors that prevent or reduce the impact of volunteer firefighters, and gives concrete proposals in order to improve not only the work of volunteer fire organizations and fire extinguishers, but to establish a new approach and better fire protection systems. The paper lists historical data on the development and promotion of organized volunteer firefighting, specific information on the activities and results of volunteer firefighters and fire unions, as well as the assessment of causes of insufficient fire safety of people and property.

Key words: fire fighting, volunteers, civic associations, humanity, activism, prevention, safety

¹ Струк. инж. заштите животне средине-заштите од пожара, Ватрогасни савез града Новог Сада, Нови Сад, Јована Суботића 11, vsdns@eunet.rs



1. УВОД

Заштита од пожара стара је колико и пожар, а пожар колико и човечанство. Развој заштите од пожара диктиран је како природним појавама и климатским променама, тако и цивилизацијским тековинама. Ови утицаји су се, кроз историју, различито испољавали, некад у корист безбедности људи, материјалних добара и животне средине, а некад на штету. Природно је очекивање да научна достигнућа допринесе повећања безбедности, али то није увек случај јер догађаји често укључују и вољне и невољне процесе и поступке, којима ова очекивања бивају изневерена. Проналажење модела ефикасне заштите од пожара треба да је циљ свима нама који се баве заштитом од пожара. Пут до тог циља морају градити пре свега стручни и компетентни људи, али, морају имати огромну подршку и помоћ свих институција система, и помоћ грађана.

Нису стручни скупови једино место на коме се указује на штетне последице пожара, на опасности које пожар може проузроковати, ту су свакодневна саопштења и информације о догађајима, а често и црне хронике. Нови Сад је нажалост у скорој историји имамо пожаре са трагичним последицама: пожар у дискотеци „Контраст“ где је живот изгубило шест особа и пожар у кафеу „Лаунч“ где је живот изгубило осам особа. Све су то били млади, перспективни људи, већина са факултетским образовањем и самим тим, претпостављиво, барем елементарно обавештени и упознати са опасностима од пожара и поступцима у пожару. Али и поред оваквих трагедија, заштити од пожара се и даље не посвећује довољно пажње.

Није тешко препознати незаинтересованост или недовољну заинтересованост многих субјеката система заштите од пожара, она је очигледна. Све више је очигледна и замореност и разочараност научних и стручних радника, савесних и преданих „бораца“ за стварање веће безбедности од пожара и успостављање ефикаснијег система заштите од пожара. Ипак, и данас постоје људи који чинећи дгуштвено корисна дела и дела за опште добро, успостављају лично задовољство и њима важан духовни мир. Постоје људи који из разлога породичне традиције или изражене жеље да буду корисни чланови друштвене заједнице, иако им заштита од пожара није занимање, своје слободно време, а често и своја материјална добра стављају у функцију развоја и унапређења заштите од пожара. Ти хумани, поштени, вредни и дружељубиви људи с поносом истичу да су добровољни ватрогасци, поносно носе униформе и друга ватрогасна обележја, савесно и пожртвовано обављају послове у добровољним ватрогасним организацијама, стручно се оспособљавају и усавршавају, усвојена знања показују на ватрогасним такмичењима, а скромно причају о својим резултатима и стидљиво примају похвале и признања. Њихова скромност је вредна дивљења. Њихов учинак је вредан поштовања. Њихов потенцијал је недовољно искоришћен.

Чињеница да сви људи немају иста интересовања нити исте потребе, може да буде објашњење за то што неки људи не разумеју и не верују да неко може и хоће бесплатно, добровољно, често и о свом трошку да гаси пожаре, да испумпава воду из поплављеног подрума или да се супротстави бујици и надирућој води, да припрема, увежбава и води туђу децу на ватрогасна такмичења, да похађа ватрогасне курсеве, да поправља и стара се о ватрогасној опреми и другој имовини добровољног ватрогасног

друштва, да гради ватрогасни дом, кречи, поправља кров, мења дотрајале инсталације, да несебично преноси своје знање на друге и да у духу доброг комшије саветује како да се примене превентивне мере заштите од пожара.

2. ДОБРОВОЉНО ВАТРОГАСТВО

2.1. Добровољни ватрогасци поуздана снага за гашење пожара

Добровољно ватрогаство јесте најекономичнији облик организованих ватрогасних снага који треба и у Србији да се у потпуности примени. У многим насељеним местима добровољни ватрогасци су не допунска снага професионалним јединицама, него **једина** ватрогасна снага. Многа насеља су од седишта надлежне ватрогасно-спасилачке јединице удаљена чак 20 и више километара али и многе ватрогасно-спасилачке јединице имају по једног или два ватрогасца у смени. Када се узму у обзир путна инфраструктура, временски услови, географски елементи, природне и вештачке препреке, квалитет и поузданост ватрогасних возила и други елементи, закључује се да ватрогаство и заштита од пожара, нису развијени нити организовани на потребан и задовољавајући начин. Сетимо се пожара куће у којој су изгорела три детета, а који се десио у насељу Велика Крсна које је од седишта надлежне ватрогасно-спасилачке јединице удаљено 18 километара.

Чињеница да је број пожара и жртава, висина материјалних штета, али и угрожавања животне средине у порасту, захтева озбиљну анализу стања заштите од пожара. Потребно је анализирати квалитет и усклађеност законске регулативе, опремљеност и организованост ватрогасних јединица (добровољних и професионалних), укљученост јединица локалне самоуправе у организовање и спровођење заштите од пожара, квалитет образовног система и ангажованост кадрова школованих за заштиту од пожара, обученост и оспособљеност кадрова, квалитет услуга и квалитет опреме и средстава за гашење пожара и свих других елемената битних за заштиту од пожара. Из такве анализе треба да проистекну нова решења којима ће се доприносити побољшању стања у овој области.

2.2. Осврт на мотиве и услове добровољног ангажовања

У добровољним ватрогасним организацијама и у грађанству постоји велики потенцијал који се треба позитивно усмеравати. Добровољна ватрогасна друштва са бољом ватрогасном опремом, уз релативно мала финансијска средства за материјалне трошкове и друштвено коректније вредновање и признавање њиховог рада, дала би Држави огромну помоћ у спровођењу заштите од пожара. Добровољна ватрогасна друштва и ватрогасни савези у ранијем периоду имали су много значајнију улогу у развоју и унапређењу заштите од пожара и у отклањању последица елементарних непогода и других несрећа. Угледни, савесни, богати, хумани и добронамерни грађани су 1872. године основали новосадско Добровољно ватрогасно друштво, 1874. футошко, а 1875. петроварадинско, а касније и друга друштва. Дакле, преко 140 година на територији данашњег Новог Сада делују организовани добровољни ватрогасци. Нови Сад је тек 1923. године добио професионалну ватрогасну јединицу која је формирана од тада већ искусних добровољних ватрогасаца. Историчари налазе трагове организованог добровољног деловања још од ранијих времена. Ватрогасна



друштва у Војводини оснивана су у другој половини XIX века и у тадашњем Бечкерек у а данашњем Зрењанину 1868, Земуну 1873, Панчеву 1871, Сомбору, Вршцу, Руми и Сремској Митровици 1873, Сенти 1874, и Кикинди 1875. године. Оснивали су их угледна господа, трговци и занатлије, највише из потребе да заштите сопствену имовину. Владари, суочени са честим и по обиму великим пожарима, доносили су одређена правила и прогласе којима су обавезивали грађане на спровођење мера заштите од пожара и на обавезу гашења пожара, али су и давали, на пример, одређену количину зоби за коње су одређивали за вучу воде на пожар, или неколико метара огревног дрвета за истакнуте ватрогасце и слично.

Осамдесетих година прошлог века добровољна ватрогасна друштва у Војводини имала су 45 580 чланова, 142 ватрогасна возила, 320 ватрогасних домова и спремништа. На територији Новог Сада деловало је 51 добровољно ватрогасно друштво (територијално и индустријско), а данас их је свега 14. На стање организованости ватрогасних организација неповољан утицај имали су друштвено економска криза, оружани сукоби у окружењу, распад СФРЈ, процеси приватизације и уништавање друштвене имовине, престанак рада великих индустријских производних предузећа, социјална раслојавања становништва, поре-мећаји у систему вредности и још многи други фактори. Ипак, поједине ватрогасне организације и велики заљубљеници, и у овим новим околностима, истрајавају на остваривању прокламованих начела, програмских задатака и постижу значајне резултате. Сада у Војводини имамо 230 добровољних ватрогасних друштава и 35 ватро-гасна савеза у којима делује 5300 активних стручно оспособљених припадника ватро-гасних јединица и још преко 15 хиљада чланова добровољних ватрогасних друштава.

Рад добровољних ватрогасних организација, њихов статус, место, улогу и положај, оскрнавили су нови закони и то: Закон о заштити од пожара и Закон о удружењима. Доношењем ових закона који су занемарили вредности добровољног ватрогасства, али и потребе грађана и Уставом загарантовано право на живот и безбедност, учињена је огромна штета пре свега Држави, свим грађанима, а потом и добровољним ватрогасним организацијама. Колико је Закон о заштити од пожара мањкав говори и чињеница да у ових пет година од његовог ступања на снагу и званичне примене, није могуће поједине одредбе применити нити донети предвиђена подзаконска акта, а многа веома важна питања па чак и целе области, остала су недоречена, непрецизна или нерегулисана. Предлог Закона о добровољном ватрогасству сачињен је, Ватрогасни савез Србије га је доставио Сектору за ванредне ситуације ради евентуалног усклађивања са другим законским прописима, па би могао бити упућен Скупштини Републике Србије на усвајање.

2.3. Ангажовање добровољних ватрогасаца у ванредним ситуацијама

Када су 2013. и 2014. године, у равној Војводини снежни наноси и сметови завејали путеве и заробили многобројне возаче и возила, добровољни ватрогасци су што самоиницијативно, што по позиву општинских и државних органа, организовали различите видове активности и пружања помоћи. Добровољни ватрогасци Силбаша су кували и делили чај и храну и организовали збрињавање путника по кућама и тракторима извлачили заглављена возила, у Руском Крстуру су на ватрогасно возило монтирали гртач и разгртали снег са важнијих саобраћајница и путева према Кули и

Врбасу, у Бачкој Тополи су помагали у расчишћавању снега, организовали прихват лица која су хеликоптерима евакуисани из завејаних возила на аутопуту, од зрењанинских друштава на чишћењу и прању путева после снежних наноса, учествовали су Ечка, Стајићево, Книћанин, Фаркаждин и Чента.

Овогодишње обилне мајске кише, поплавиле су стамбене, економске и пољопривредне објекте, инфраструктуру, сточни фонд и природна богатства, и у тим за народ веома драматичним и тешким тренуцима, добровољни ватрогасци су се организовано ставили у функцију одбране од поплава. Из Новог Кнежевца, Кикинде, Кањиже, Српске и Нове Црње, Петроварадина, Силбаша, Бача и других места отишли су у Шабац и Сремску Митровицу да обуздају набујалу Саву. Добровољни ватрогасци из Кисача притекли су у помоћ колегама из Сремске Каменице на санирању последица бујичне поплаве, Фужани су помагали својим поплављеним суграђанима. Уз многобројне грађане, у кругу Јавног комуналног предузећа „Градско зеленило“, ватрогасци из више ватрогасних друштава пунили су цакве песком који је одвожен на Саву. Дунав је 2013. године озбиљно угрозио насеља на приобаљу. Каћани су на Камењару припомогали пуњење и постављање цакова. Саосећали су они са Камењарцима јер знају шта је поплава, нису заборавили 1999. годину када су се неколико месеци борили са кишама и подземним водама.

2.4. Стручна усавршавања и обуке

Ватрогасним курсевима и другим видовима оспособљавања, Ватрогасни савез града Новог Сада посвећује велику пажњу. Само у овој години одржана су три курса за ватрогасца (60 полазника), два за ватрогасног подофицира (28 полазника) и један за звање пионир ватрогасац (25 полазника). Организована је припремна настава за полагање испита за ватрогасног судију и за продужење судијске легитимације (41 судија).

Основна обука запослених из области заштите од пожара за Савез не представља само извор остваривања прихода, већ и шансу да се на терену сагледају услови у којима се обавља привредна делатност и упореди ниво спроведености мера заштите од пожара.

Од 2010. године до данас, Савез је интензивно радио са скупштинама зграда, упознао их са новим обавезама које им у задатак ставља нови Закон о заштити од пожара, израђено је упутство за поступање у случају пожара, за зграде су рађена правила заштите од пожара и планови евакуације, организоване су обуке станара и јавне ватрогасне вежбе. После пожара у дискотеци „Контраст“, интензиван је рад са ученицима основних и средњих школа. Организована су предавања којима је присуствовало око 15 хиљада средњошколаца, око 20 хиљада ученика основних школа, и преко 4 хиљаде запослених у школама. Едукације ученика поред чланова добровољних ватрогасних друштава вршили су студенти заштите од пожара, завршне године студија на Високој техничкој школи струковних студија у Новом Саду. Осам студената је у две школске године у Ватрогасном савезу обавило студентску праксу на којој су оспособљени за едукацију ученика. Савез је за ову едукацију штампао рекламни плакат „Препознај ризик у себи и око себе“, а за ученике нижих разреда основних школа одштампано је 18 хиљада распореда часова илустрованих као пропагандни и едукативни материјал. На територији Града Новог Сада у школској

години има око 36 хиљада основаца и око 16 хиљада средњошколаца. У раду са децом предшколског и школског узраста Савез редовно учествује на Интер-артовој манифестацији „Baby exit“. Добровољно ватрогасно друштво Каћ сваке друге године организује наградну изложбу ликовних и литерарних радова, којој претходе едукације ученика и посете ватрогасном друштву.

Ватрогасни савез града Новог Сада је организујући редовне састанке инжењера заштите од пожара и других лица који се баве пословима заштите од пожара, безбедности и здравља на раду и физичког обезбеђења, поред мисије окупљања и повезивања ових лица и упућивања их на сарадњу, у десетогодишњем периоду оснажио неколико инжењера да напусте неуспешне фирме и започну сопствени бизнис.

2.5. Ватрогасна такмичења, смотре и сусрети

Ватрогасна такмичења су од изузетног значаја за увежбавање и овладавање вештином руковања ватрогасном опремом и извршавањем одређених задатака, како одраслих чланова тако и ватрогасног подмлатка. Поред тога, на овим такмичењима се негује традиција, негује тимски рад, припрема за прихватање оствареног резултата и подношење пораза и победе, усвајају правила дисциплине и поштовања процедура и церемонија при отварању, спровођењу и затварању такмичења.

У току једне године организују се следеће такмичарске манифестације:

- Мајски сусрети ватрогасаца – одрасле екипе изводе брзу вежбу на ватрогасном возилу, а ватрогасни подмладак брзу вежбу са брентачом
- Меморијал „Радивој Савин - Рада“ у оквиру којег се екипе ватрогасног подмлатка, јуниора и омладинаца такмиче у вежби „Ко брже - ко више“ и још четири вежбе изненађења
- Редовно градско ватрогасно такмичење – у свим категоријама, а изводе се вежбе према Правилнику о ватрогасним такмичењима, екипе ватрогасног подмлатка такмиче се у дисциплинама „Напад за гашење ручном пумпом брентачом“ и „Штафетна трка са преношењем воде“; јуниори имају „ватрогасну вежбу са препрекама“ и „Штафетну трку са препрекама“, а одрасле елипе се такмиче у дисциплинама „Напад за гашење са МВП“ (сува вежба) и „Штафетна трка са препрекама)
- Квиз „Мали ватрогасац“, за ватрогасни подмладак и јуниоре
- Шаховски турнир ватрогасаца
- Такмичење „Мајстор ватрогасац“ - растављање и састављање ватрогасних апарата
- Интерно ватрогасно такмичење ЈГСП „Нови Сад“

Сваке друге године одржавају се квалификациона такмичења за подмладак и јуниоре, а сваке четврте године за све категорије. Ове године на Петом Државном ватрогасном такмичењу у Кањижи, као прваци Јужнобачког округа наступиле су екипе ДВД Каћ - подмладак женска и мушка, и ДВД Бегеч јуниори, женска и мушка екипа. Све екипе су успешно извеле вежбе и оствариле добар резултат на Квизу, а мушке екипе су освојиле медаље. Мали Каћани су на Петом квизу освојили бронзану медаљу, а Бегечани су у вежби освојили прво место и као државни прваци представљаће Републику Србију следеће године на међународном ватрогасном такмичењу.

На Тргу слободе, у центру Новог Сада, 2013. године одржан је Пети сусрет добровољних ватрогасаца Војводине. Дефилеом ватрогасних возила поређаних по годинама старости, од потковице на платоу испред железничке станице до Трга слободе и постројавањем тог возног парка на Тргу, омогућили смо грађанима да виде нашу опрему. У програму је била вежба са ватрогасним апаратима у којој је „пожар гасило“ и преко стотину грађана, вежбе са возилом уз атрактивно са три обојена млаза формирање заставе Републике Србије, симулиран је разговор са дежурним ватрогасцем приликом дојаве пожара „Где гори, говори“, градским челницима код њих на пријему, представљена је бројност, опремљеност, организованост и спремност добровољне ватрогасне организације. Програм се одвијао уз звуке ватрогасног оркестра.

3. SWOT АНАЛИЗА

Swot анализа може да одговоре на нека важна питања: шта нам недостаје, које су наше снаге и слабости, а које шансе и претње. Снаге и слабости по моделу ове анализе је оно што зависи од нас, а шансе и претње су оно што не зависи од нас већ од спољних фактора.

Снаге

Снаге зависе од добровољних ватрогасних организација:

- Бројност, велики људски потенцијал
- Традиција
- Знање и искуство
- Локација
- Потреба - неопходност брзог деловања у ванредним ситуацијама или одређеним хитним стањима
- Амбициозност

Слабости

Слабости зависе од ватрогасних организација:

- Кадровска решења
- Непознавање прописа
- Изостанак пропаганде, сувенира, имица
- Недовољна заступљеност у медијима и слаб проток информација
- Недовољна опремљеност
- Недостатак финансијских средстава
- Бројност (масовност)
- Осцилације у раду
- Амбициозност
- Затвореност
- Лош одговор на догађај

Шансе

Шансе које не зависе од добровољних ватрогасних организација, а то су:

- Старатешко планирање и позиционирање
- Опремљеност и финансирање
- Ванредни догађаји



Опасности

Опасности не зависе од добровољних ватрогасних организација, а то су:

- Опадање стандарда
- Законска неуређеност и неусклађеност
- Антагонизам
- Лош одговор на догађај

4. ЗАКЉУЧАК

Добровољна ватрогасна друштва и ватрогасни савези у ранијем периоду имали су значајну улогу у развоју и унапређењу заштите од пожара и отклањању последица елементарних и других несрећа. Такву улогу изгубила су законским изменама, али и недовољном опрезношћу креатора државне политике. Данас, само поједине ватрогасне организације успевају да раде уз финансијска улагања локалне самоуправе односно Државе. Чињеница да је број пожара, жртава и штета у порасту захтева озбиљну анализу стања заштите од пожара, законске регулативе, опремљености и организованости ва-атрогасних јединица (добровољних и професионалних), укључености јединица локалне самоуправе у организовање и спровођење заштите од пожара, образовног система, обучености и оспособљености кадрова на пословима заштите од пожара, квалитета услуга и квалитета опреме и средстава за гашење пожара и свих других елемената би-тних за заштиту од пожара. Из такве анализе треба да проистекну нова решења којима ће се доприносити побољшању стања у овој области. У добровољним ватро-гасним организацијама и у грађанству постоји велики потенцијал који се треба артикулисати.

Добровољна ватрогасна друштва са бољом ватрогасном опремом уз релативно мала финансијска средства за опрему, објекте и материјалне трошкове али и друштвено коректније вредновање и признавање њиховог рада, дала би Држави огромну помоћ у спровођењу заштите од пожара. Руководиоцима интервенција гашења и спасавања или отклањања последица елементарних и других несрећа, од велике помоћи могу бити припадници добро-вољних ватрогасних јединица јер они поред стручности и увежбаности, имају уређен и увежбан систем руковођења и имају навику да слушају наредбу. У томе се разликује ангажовање добровољних ватрогасаца од ангажовања грађана који нису прошли ни ватрогасну нит војну обуку.

Грађани који личним радом доприносе стварању безбедније друштвене заједнице, и за себе постижу вишеструку корист од којих и врло важно унутрашње задовољство и радост. Нема ништа хуманије него омогућити овим људима да живе у складу са том својом природом.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ђерђ Гал, (1972): *100 година ватрогасства Новог Сада*. Нови Сад: Издавач.
- [2] Извештаји ватрогасних организација

*Међународна научна конференција
Безбедносни инжењеринг*



Нови Сад, 2-3. октобар, 2014.

ЦИВИЛНА ЗАШТИТА И СПАСАВАЊЕ У ВАНРЕДНИМ СИТУАЦИЈАМА

*International Scientific Conference
on Safety Engineering*



Novi Sad, October 2-3, 2014.

CIVIL PROTECTION AND EMERGENCY RESCUE

За садржај радова и квалитет језика одговорни су сами аутори.

The authors themselves are responsible for the content and language quality of the papers.

Dragutin JOVANOVIĆ¹

Review paper

Branko BABIĆ²

Dragan BABIĆ³

THE DEVELOPMENT OF CIVIL PROTECTION IN THE REPUBLIC OF SERBIA

Abstract: The civil protection of the Republic of Serbia, as a part of the civil defense, started being reformed, after several decades' long stagnation, at the end of 2009 after passing the Emergency Management Act and bylaw acts. This paper discusses the period of the last five years with the analysis of development (in normative-legal sense), especially of the units of civil protection formed in local self-governments and economic corporations and other legal entities.

Key words: civil defense, civil protection, defense system

РАЗВОЈ ЦИВИЛНЕ ЗАШТИТЕ У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ

Резиме: Цивилна заштита Републике Србије, као део система цивилне одбране, после деценијских стагнација и мировања, свој опоравак и формирање почиње крајем 2009. године по доношењу Закона о ванредним ситуацијама и подзаконских аката. Рад обрађује период од последњих пет година са анализом развоја (у нормативно-правном смислу), посебно јединица цивилне заштите које се формирају на нивоу јединица локалне самоуправе и привредних друштава и других правних лица.

Кључне речи: цивилна одбрана, цивилна заштита, систем одбране

1 Professor at the Faculty of Traffic, Communication and Logistics, Berane,
djovanovic@politehnika.edu.rs

2 Professor at the Higher Education Technical School of Professional Studies in Novi Sad,
babic@vtsns.edu.rs

3 Master in English Philology, draganb.com@gmail.com

1. INTRODUCTION

Every organized and responsible society performs everything it can in order to organize and conduct all necessary measures for protection and rescue of its citizens from possible risks to their safety and health. A constant threat to the safety of the population of the Republic of Serbia is the consequences of weather disasters and technical and technological accidents, as well as the endangerment of the environment and citizens' health due to radiological, chemical and biological contamination. All subjects of defense are engaged in these situations, especially civil protection (hereinafter: CP), as a part of the protection and rescue system (hereinafter: PRS), a humanitarian and non-military activity vital to the interests of the Republic of Serbia. It is being organized and prepared both in the times of peace and war, in accordance with the Protocol I of 1977 (to the Geneva Conventions, 1949) relating to the Protection of Victims of International Armed Conflicts, as well as other rules of international humanitarian law.

CP started being developed especially after passing the Emergency Management Act [1] and bylaw acts. CP in Serbia consists of:

- 1) Personal, mutual and collective protection;
- 2) Measures and tasks;
- 3) Commissioners of CP, deputy commissioners and units of CP;
- 4) Observation, notification and alert system;
- 5) Authorized and accredited legal entities;
- 6) Humanitarian and other organizations enabled for protection and rescue (hereinafter: PaR), and
- 7) A number of activities related to recruitment, providing material equipment, training, enabling, mobilizing and activating CP [1].

CP in the Republic of Serbia is regulated by the following Acts and bylaw acts:

- Act with modifications and amendments to the Emergency Management Act [1]
- The Defense Law with amendments to the Law [2]
- Regulations on the amount of the emergency cash assistance (a one-time cash payment) [3]
- Regulations on obligatory means and equipment for personal, mutual and collective protection against weather disasters and other accidents [4]
- Rules on organization and usage of specialized units [5]
- Decision on appointing authorized and accredited legal entities for PaR in the Republic of Serbia [6]
- Rules on training, curriculum and normative teaching means and equipment for training the members of CP [7]
- Regulations on the method of using materials for PaR and the mode of achieving the rights on reimbursement for using them [8]
- Rules on the uniform, tags and badges of PaR, badges of functions and specialty, and the identification of the PaR members, with amendments [9]
- Regulations on service in active reserve in specialized units of PaR [10]

- Rules on the contents and way of conducting the evidence concerning the members of the bodies, units, services and other participants, and the means and equipment for CP [11].

2. ELEMENTS OF THE CIVIL PROTECTION

The Emergency Management Act defines seven basic elements of CP, but this paper will present only the basic functions of CP on which depend the safety of the population and material and cultural goods in case of weather and other disasters and catastrophes, i.e. which affect a successful functioning of PaR system in Serbia.

2.1. Personal, mutual and collective protection

In order to achieve personal, mutual and collective protection, state and provincial bodies, as well as the bodies of local self-government, economic corporations and other legal entities (hereinafter: subjects of civil defense) should all obtain and keep in working conditions the necessary means and equipment for personal, mutual and collective protection and train their employees in CP. The final deadline for obtaining these resources was the end of 2011. The citizens and owners of residential buildings should have provided and kept in working conditions the necessary means and equipment for personal, mutual and collective protection by the end of 2012. Regulations on necessary means and equipment for personal, mutual and collective protection against weather disasters and other accidents were passed by the Government of the Republic of Serbia on 24th January 2011 [4]; according to those regulations, all subjects of protection are obliged to have the minimum of protection resources with them. Whether these resources have been obtained and, if yes, in what amount, remains unknown.

2.2. Measures and tasks of civil protection

The subjects of civil defense prepare and conduct the following *measures* of CP: 1) preventive measures; 2) measures of protection in case of immediate danger of weather disasters and other accidents; 3) measures of protection once the weather disasters and other accidents occur; 4) measures of minimizing and removing the immediate consequences of weather disasters and other accidents. In order to achieve PaR of the population, material and cultural goods from the dangers by weather disasters and other accidents, *PaR tasks* are conducted: 1) notification and alerts; 2) evacuation; 3) displacement and urbanistic measures of protection; 4) taking care of endangered and hurt people; 5) radiological, chemical and biological protection; 6) protection from technical and technological accidents; 7) protection from devastations and rescue from ruins; 8) PaR from floods and accidents on/under water; 9) PaR on inaccessible terrain; 10) PaR from fire and explosions; 11) protection from unexploded ordnance; 12) first and medical aid; 13) sanitation of the terrain; 14) preservation of goods important for survival; 15) immediately setting the necessary services of public importance. The effect of conducted measures and tasks of CP was obvious during the emergency situation in May 2014; it showed us the level of organization and preparedness of CP, especially on the level of local self-government – cities and municipalities. The gained experiences should enable the upgrade of the CP system, especially locally.

2.3. Commissioners (and deputy commissioners) of CP

The commissioners of CP and their deputies are appointed in order to perform the tasks of PaR in residential areas, parts of cities, residential buildings and villages, economic corporations and other legal entities and public administration. The commissioners and deputies are appointed and suspended by: 1) the managing director of the public administration body (in public administration); 2) the manager or other persons appointed by a general act (in economic corporations and other legal entities); 3) the emergency situations headquarter of a local self-government (in residential areas, cities and villages). The commissioners and deputies in cities are appointed according to the schedule in CP, and in economic corporations based on their obligations. The commissioners and deputies perform measures and tasks in order to include the workers in personal, mutual and collective protection and other tasks of PaR of the citizens and material goods in the appointed objects. The commissioners and deputies in cities perform immediate measures in order to include the citizens in the measures and tasks of personal, mutual and collective protection; in addition to that, they manage CP units of general use. The citizens from endangered and destroyed locations are obliged to act according to the rules of the commissioners and their deputies. The commanders of municipal and city headquarters for emergency situations have to analyze and publicly present the role of commissioners in the emergency situation in May 2014.

2.4. Units of civil protection

Units of CP are formed, equipped and trained as operative forces for performing the tasks of CP as both specialized and general units. They are formed in accordance with the Assessment of endangerment for the Republic of Serbia, the units of local self-government, economic corporations and other legal entities.

Specialized units of CP are formed, equipped and trained in order to perform complicated tasks of CP on the territory of the Republic of Serbia, i.e. on the area of administrative counties. They are also formed by economic corporations and other legal entities which, in accordance with the Assessment of endangerment, present a potential source of endangerment of the wider area. The specialized units of CP formed by appointed offices are filled by the employees of the appointed offices, military draftees and draftees of CP. The specialized units of civil protection are formed as: 1) the fire units; 2) the water and underwater units; 3) the units for rescue on inaccessible terrain; 4) the first aid units; 5) the units for discovering and destroying unexploded ordnance; 6) the units for CBR defense; 7) the units for rescue under ruins; 8) the observation units; 9) the notification and alarm units; 10) the telecommunication units; 11) the care units. The sort and number of the specialized units were proposed by the Ministry of Interior in the special Rules of the organization and manner of specialized units of CP [3].

General units of CP are formed by the units of *local self-government*, economic corporations and other legal entities as temporary group of volunteers and working-age population, i.e. employees, in order to perform simpler tasks of PaR.

A contract on active reserve (in order to perform tasks in a certain period of time) is signed with members of CP deployed in the CP units which have to keep a constant readiness and are designated to perform specialized highly-technical tasks of CP on the

territory of the Republic of Serbia, or to provide help to other countries. Their rights are regulated by the Law and the contract. The members of active reserve are engaged in the tasks of maintaining the operative and functional ability. The training and engaging on the tasks of CP is in accordance with the signed contract. Planned training and conditioning the members of active reserve enable a higher level of competence in comparison to other members of the CP reserve. The employment of a member of CP enlisted to a task of CP in accordance with the contract on active reserve is paused during the task, and they are obliged to return to their jobs immediately after the completion of the CP tasks. The Government of the Republic of Serbia announced the Regulation on the amount of emergency cash assistance (a one-time cash payment) in case of death while on a CP task [4].

3. CIVIL PROTECTION IN THE UNITS OF LOCAL SELF-GOVERNMENT

The Emergency Management Act defines that the units of local self-government (hereinafter: municipality-town) are one of three main subjects of PaR system in the Republic of Serbia and that they enable the formation of a unique PaR system on the territory in accordance with the Law, regulations, programs, plans and other documents that define the organization, development, preparation and use of PaR forces and means. They are primarily obliged to conduct all means of protection – especially *preventive and then the means of protection under danger to the population, material and cultural goods*. In order to be able to successfully perform the measures of PaR, the municipalities are obliged to define its territory's *the protection and rescue forces* such as: emergency situations' headquarters; persons whose main activity is PaR, as well as the economic corporations and other legal entities; associations enabled and equipped for PaR that can, with the help of the fire and rescue brigades, the Police, the Serbian Armed Forces, the Serbian Red Cross, the Mountain Rescue Service of Serbia, rescue the citizens and endangered material and cultural goods from dangers and consequences of weather disasters and other accidents.

In order to exercise the rights and obligations of PaR, the municipalities, through their bodies, perform fourteen defined tasks, the most important of them being: 1) *passing a resolution on organizing and functioning CP and enabling its performance in accordance with the unique PaR system*; 2) planning and locating financing sources for developing, building and performing the PaR tasks and developing and performing the measures and tasks of CP; 3) forming the emergency situations Headquarters; 4) following dangers, alarming the citizens regarding the dangers and performing other preventive measures for minimizing the risk from weather disasters and other accidents; 5) acquiring and maintaining the means of alarming in the system of public alarming of the Republic of Serbia; 6) organizing, developing and performing personal, mutual and collective protection; 7) forming, organizing and equipping the general units of PaR.

Based on the act 15 of the Emergency Management Act, act 18 of the Local Self-Government Act and the Statute of the town/municipality, the Municipal Assembly has reached the Resolution on organizing and functioning of the civil protection on the territory of the town/municipality. The Resolution regulates, among other things, organizing and functioning of CP; determines the jurisdiction of the municipal authority and duties of town authorities in PaR; forming the Assessment of endangerment and PaR Plans; appoints the

commissioners and their deputies in residential areas; forming the general units of PaR (hereinafter: GuPaR); arranges the inclusion of able legal entities and their activation; the role of citizens, association of citizens and other organizations; coordination and management of PaR in extraordinary situations; enabling personal, mutual and collective protection (hereinafter: PMCP); conducting measures and tasks of PaR; functioning of the public alarm system; training and enabling; planning and programming; financing the PaR system; assessing damages; acknowledgements, recognitions, awards and other important issues for organizing and functioning of CP. The Resolution determines the subjects of PaR on the territory of town/municipality, as well as their tasks in the PaR system: City/Municipality assembly; Mayor; City Council; City administration and their bodies; enabled economic corporations and other legal entities vital to PaR, citizens, association of citizens and other organizations.

4. CONCLUSION

The Constitution of the Republic of Serbia and the Local Self-Government Act clearly define the municipality's jurisdictions regarding the citizens' protection. Those jurisdictions are added by the Emergency Management Act (with bylaw acts) which defines the municipalities as the core of the PaR system. A self-government unit is responsible for conducting its and commissioners' jurisdictions in a quality and efficient way. One of the main jurisdictions of a municipality is organizing protection against weather and other major disasters, as well as fire protection and creating conditions for its removal and minimizing its consequences. Since there is a risk of extraordinary situations on the territory of municipalities, it can be concluded that there are multiple threats to the citizens, material and cultural goods and environment. The existence of risk is determined in passed Assessments of endangerment on whose bases the Protection and rescue plans against dangers caused by weather and other disasters and technical-technological dangers and catastrophes are formed. The Municipal Headquarters for Extraordinary Situations organize, manage and perform the actions of protection and rescue and measures that prevent, remove and minimize immediate dangers and consequences, as well as ensure protection and rescue of the population and material goods. The commissioners and deputies in residential areas and companies undertake immediate measures in order to include the population in conducting measures and tasks of CP and personal, mutual and collective protection, while the citizens of endangered and destroyed locations are obliged to act in accordance with the instructions set by the commissioners and their deputies.

The protection and rescue system, especially CP, is still being formed in the Republic of Serbia. A lot has been done in the past five years, but not all elements of PaR have been finalized. The emergency situation in May 2014 has shown certain weaknesses of the existing system and pointed out further paths of work and development. Understandably, a special attention is paid to CP in the units of local self-government where people live and work. This area holds a special place in the future plans of local self-government. The Decision regarding organization and functioning of civil protection on the territory of a town/municipality has been reached in 95% of cases, but the implementation of that Decision is slow and hard mostly because of the lack of funding and untrained cadre – in the municipal administration, CP units, with enabled and authorized legal entities and citizens who have mostly not had proper training yet. The emergency situation in May 2014 should

serve as an example for all subjects of civil defense who should draw certain lessons and conclusions conduct all measures insuring that a similar catastrophe does not occur again.

5. BIBLIOGRAPHY

- [1] Zakon sa izmenama i dopunama Zakona o vanrednim situacijama, "Službeni glasnik RS", br. 111/2009, 92/2011 and 93/2012.
- [2] Zakon o odbrani sa izmenama i dopunama Zakona, "Službeni glasnik RS", br. 116/2007, 88 and 104/2009.
- [3] Uredba o visini i načinu ostvarivanja prava na jednokratnu novčanu pomoć, "Službeni glasnik RS", br. 98/2010, 24th December 2010.
- [4] Uredba o obaveznim sredstvima i opremi za ličnu, uzajamnu i kolektivnu zaštitu od elementarnih nepogoda i drugih nesreća, "Službeni glasnik RS", br. 3/2011, 24th January 2011.
- [5] Pravilnik o organizaciji i načinu upotrebe specijalizovanih jedinica CZ, "Službeni glasnik RS", br. 26/2011, 15th April 2011.
- [6] Odluka o određivanju ovlašćenih i osposobljenih pravnih lica za ZiS u RS, "Službeni glasnik RS", br. 36/2011, 27th May 2011.
- [7] Pravilnik o obučavanju, nastavnim planovima i programima i normativima nastavnih sredstava i opreme za obučavanje pripadnika CZ, "Službeni glasnik RS", br. 8/2013, 25th January 2013.
- [8] Uredba o načinu angažovanja stvari za potrebe ZiS i načinu ostvarivanja prava na naknadu za korišćenje istih, "Službeni glasnik RS", br. 10/2013, 30th January 2013.
- [9] Pravilnik o uniformi i oznakama CZ, oznakama funkcija i specijalnosti i ličnoj karti pripadnika CZ, sa izmenama i dopunama, "Službeni glasnik RS", br. 13/2013, 8th February 2013 and 84/2014, 8th April 2014 (amendments).
- [10] Uredbu o službi u aktivnoj rezervi u specijalizovanim jedinicama CZ, "Službeni glasnik RS", br. 46/2013, 24th May 2013.
- [11] Pravilnik o sadržaju i načinu vođenja evidencije o pripadnicima organa, jedinica, službi i drugim učesnicima i o sredstvima i opremi u CZ, "Službeni glasnik RS", br. 91/2013, 18th October 2013.

Alexander Matveev¹
Alexander Maximov²
Andrey Perlin³

Review paper

THE RESOURCE POTENTIAL OF EMERCOM OF RUSSIA: CONCEPT AND PROSPECTS OF USE

Abstract: The paper deals with different types of resources (administrative, labor, material, financial, information) of EMERCOM of Russia, and the organizational and legal relations for the purpose of obtaining maximum efficiency from the use of the resource potential in ensuring safety in the Russian Federation.

Key words: resource, potential, safety, efficiency

РЕСУРСНИ ПОТЕНЦИЈАЛ РУСКОГ МИНИСТАРСТВА ЗА ВАНРЕДНЕ СИТУАЦИЈЕ: ПОЈАМ И КОРИШЋЕЊЕ

Апстракт: Рад се бави различитим врстама ресурса (административни, радни, материјални, финансијски, информацијски) Министарства за ванредне ситуације Русије, као и организационим и правним односима ради постизања максималне ефикасности код коришћења потенцијала тих ресурса у постизању безбедности у Руској федерација.

Кључне речи: ресурс, потенцијал, безбедност, ефикасност

¹ Associate Professor, Department of Applied Mathematics and Information Technology of Saint-Petersburg University of EMERCOM of Russia, Ph.D.

² Lecturer, Department of Applied Mathematics and Information Technology of Saint-Petersburg University of EMERCOM of Russia,

³ Deputy Chief of International Department of Saint-Petersburg University of EMERCOM of Russia

In recent decades there is a tendency to an increase of number and scale of consequences of natural and manmade emergency situations (ES). These emergencies occur in industrial areas, major cities and inevitably lead to significant destructions and loss, as well as take away hundreds and thousands of lives. One of the main reasons for the advent and growth of ES is the rapid development of business and engineering human activity. The number of accidents, human impacts and natural disasters in the Russian Federation is also increasing. Therefore huge amounts of money are allocated for control an emergency, including the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, emergencies and elimination of consequences of natural disasters (EMERCOM of Russia), as to the main ministry dealing with safety issues, in particular with the prevention or emergency elimination.

Currently there is a situation all over the world where it is necessary to live in a mode of rigid economy. In this regard it is required to optimize management of resources of EMERCOM of Russia, receiving maximum efficiency from use of its resource potential.

The term "potential" contains two important aspects: existence of resources and target orientation of their use. The concept "resource" is divided into four groups: material, labor, financial and information, which are limited in quantity and in quality. And it turned out that the main feature is the limitations.

It is worth understanding possibility of total volume of the administrative, labor, material, financial, information resources, available at this stage of development united by use purposes, and also the organizational and legal relations ensuring safety in the Russian Federation (fig. 1) as the resource potential of the sphere of EMERCOM of Russia.

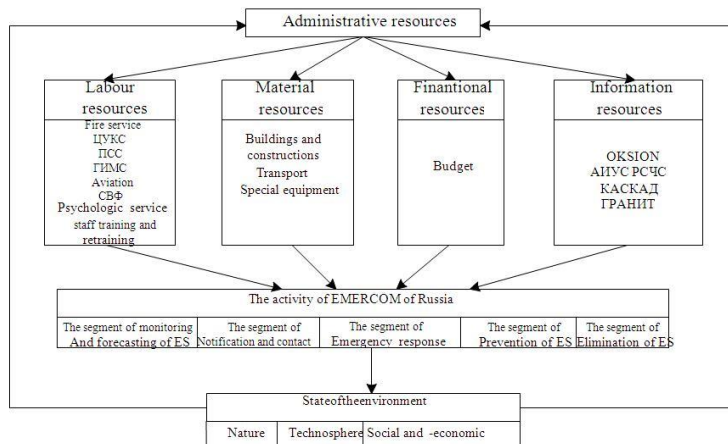


Figure 1 – Resource potential of EMERCOM of Russia

Administrative resources influence main types of resources: labor, material, financial and information. This article observes each of them.

Labour resources are the most extensive and complex structured resources of EMERCOM of Russia. It is connected, first of all, by that the huge number of tasks, both of complexity and scale level is assigned to the ministry, which need to be solved as in daily activity and the increased readiness, and in the emergency mode. Officers primarily are labour

resources: fire department, the Centers for Crisis Management (CCM) at various levels of territorial subordination, search and rescue team of regions, psychological services, etc.

Undoubtedly, material resources belong to the most important resources of EMERCOM of Russia. They are formed beforehand for ensuring effective work. The process of creation of material resources joins in a complex of organizational and technical actions for the prevention and elimination of an emergency, to decrease in risks of emergence and reduction of possible negative consequences. Every emergency is unique therefore it is difficult to foresee about need of volumes and quantity of the used material resources, such as a special equipment and transport (avia, auto and water transport). An important task of officers of the ministry is safety in proper condition all material resources.

The source of financial resources' formation of EMERCOM of Russia is budgetary funds of federal, regional and municipal levels.

Information resources are also an integral part in activity of EMERCOM of Russia. After all the role of information, its completeness, quality and reliability takes an important place in any sphere, especially, if it is connected with threat of life and human health or the prevention of an emergency. EMERCOM of Russia uses different types of information resources, each of which carries out certain tasks within employment activity. So Russian National Integrated Population Notification and Warning System (OKSION) is difficult system for informing citizens not only on all incidents, number of victims and rescued for a certain period, but also preparation in the field of civil defense, protection against emergency situations.

All above-mentioned resources form the activity of all ministry in general which includes the solution of target tasks:

1. Constant monitoring and forecasting of possible emergencies and their consequences.
2. Notification and communications support: with various levels of hierarchy in the ministry (from lower to top and vice versa), with the population (through mass media, by departure of SMS on mobile phones, radio, etc.), services of life support (the Ministry of Internal Affairs of Russia, ambulance, housing-and-municipal services, etc.).
3. Response to an emergency and its elimination.

Having considered a question of resources' provision EMERCOM of Russia it is possible to draw a conclusion that studying and its further research is a complex and fundamental challenge where it is necessary to consider all numerous relations both in the considered system, and from a position of the whole state for the purpose of obtaining maximum efficiency from use of its resource potential.

REFERENCES

- [1] <http://www.mchs.gov.ru>
- [2] Matveev A.V., Burlov V. G., Matveev V. V., Potapov B. V. Bases of the theory of the analysis and management of risk in emergency situations. The monograph in 2 volumes.: – SPb.: St. Petersburg state polytechnical university, 2003. – 407s.
- [3] Matveev A.V., Burlov V. G., Magulyan G.G. General approach to modeling of systems of safety//Scientific and technical sheets SPBSPU. Informatics.Telecommunications.Management. Volume 5 (133), SPb, SPBSPU.2011, c.73-77.



Драган МЛАЂАН¹
Предраг МАРИЋ²
Ђорђе БАБИЋ³

Прегледни рад

ШТАБСКИ НАЧИН РУКОВОЂЕЊА У ЗАШТИТИ И СПАСАВАЊУ

Резиме: Ванредни догађаји, катастрофе и ванредне ситуације представљају један од најкомплекснијих објеката управљања и зато се за одклањање њихових последица обично формирају специјализоване управљачке структуре. У раду је изложен кратак преглед штабског начина руковођења одклањањем последица ванредних догађаја, катастрофа и ванредних ситуација. Такође, приказан је и начин руковођења када нема потребе за штабским начином руковођења.

Кључне речи: удес, катастрофа, ванредна ситуација, штабови, руковођење

THE ROLE OF EMERGENCY MANAGEMENT HEADQUARTERS FOR THE ELIMINATION OF CONSEQUENCES IN CASE OF DISASTERS AND EMERGENCY SITUATIONS

Abstract: Emergencies, disasters and emergency situations are among the most complex events for strategic management and therefore, it is necessary to form specialized management structures for elimination of consequences of such events. This paper represents a brief overview of the role of the Emergency Management Headquarters for elimination of consequences in case of emergencies, disasters and emergency situations. Furthermore, this paper also presents the methods and ways for quality management when there is no need for activation of emergency management headquarters.

Key words: accident, disaster, emergency situation, emergency management headquarter, management

¹Проф. др., Криминалистичко - полицијска академија, Београд: dragan.mladjan@kpa.edu.rs

²Начелник Сектора за ванредне ситуације МУП РС: predrag.maricc@mup.gov.rs

³Заменик начелника Сектора за ванредне ситуације МУП РС: djordje.babic@mup.gov.rs

1. УВОД

На ефикасност супротстављања насталим ванредним догађајима, катастрофама и ванредним ситуацијама (у даљем тексту В/С), одлучујући утицај има комплекс благовремено предузетих мера. Припрема тих мера, њихова реализација, координација¹ активности великог броја организација и људи у борби с насталим последицама ванредних догађаја, катастрофа и В/С немогућа је без организованог система руковођења. Заједничке особине за катастрофе и ванредне ситуације су:

- неочекиваност (изненадност);
- висок ниво угрожености животно важних интереса;
- изражен недостатак времена за предузимање одговарајућих мера

Стратегија и тактика управљања и руковођења пре, у току и после настанка ванредног догађаја, катастрофе и В/С морају бити међусобно повезане. Стратешка решења, усмерена на спречавање ванредних догађаја, катастрофе и ванредне ситуације, обично се усвајају и реализују у раним фазама управљања пре настанка догађаја. Она се у већој мери заснивају на анализи чињеница, догађаја, информација и предвиђању развоја ситуације, него на тачним и објективним подацима о ванредном догађају, катастрофи и В/С. Тактичко решење се усваја на основу тачних, потпуних и објективних информација у тренутку настанка ванредних догађаја, катастрофа и В/С, али у том случају времена за спречавање истих има веома мало или га уопште нема.

Специфичности руковођења приликом настанака катастрофа и ванредних ситуација су (Воробьев и др, 2006):

- стални утицај фактора неодређености;
- стални утицај фактора времена;
- константна и понављана процена проблема који се појављују у зависности од промена спољашње средине;
- константна анализа ситуације и интерних могућности;
- скраћивање времена реаговања на настале проблеме;
- усклађивање руководне структуре са промењеним условима и циљевима ради повећања ефикасности руковођења;
- примена ситуационог и комплексног приступа при решавању проблема;
- мобилизација и коришћење свих постојећих радних, материјалних и финансијских ресурса, научних и техничких достигнућа итд.

Руковођење задацима одклањања последица ванредних догађаја, катастрофа и В/С је извршна функција управљања и подразумева усмеравање појединаца и организационих целина у извршавању задатака. Руководиоци на различитим нивоима обављају процесне функције планирања, организовања, вредновања и надзора.

¹Координација или усклађивање подразумева временску и просторну повезаност деловања свих учесника у активностима заштите и спасавања по етапама спровођења задатака, као и правовремено информисање (Toth и др, 2011).

Постоје три нивоа руковођења у В/С: стратешки; тактички и оперативни, при чему се тактички и оперативни налазе на месту догађаја.

2. ШТАБОВИ ЗА ВАНРЕДНЕ СИТУАЦИЈЕ

Стратешко управљање у В/С у принципу обавља посебно, законом дефинисано, оперативно-стручно тело (орган). У различитим државама овај орган има различит назив, по правилу то су штабови (кризни, штабови цивилне заштите и др.) или њима аналогни органи (управе, дирекције и др.). У нашој земљи, у складу са одредбама Закона о ванредним ситуацијама (Сл. Гл. РС бр. 111/09, 92/11 и 93/12), управљање у В/С врше штабови за ванредне ситуације, који се образују на свим територијално-административним нивоима (општина и град, округ, покрајина, Република). То су оперативна стручна тела која обезбеђују управљачку функцију система у односу на све субјекте заштите и спасавања у В/С (чл. 33.). Штабови за В/С су помоћни (стручно специјалистички) менаџерски (на челу се налазе команданти) органи (Стевановић, 2012). Припадају групи формалних и повремених (већина) и сталних штабова (нпр: Републички штаб за ванредне ситуације).

Састав штабова је конципиран да својом персоналном структуром обједињује административно-управну и стручно-оперативну функцију. Наиме, чланови штаба се именују из реда руководилаца државних органа у чијем делокругу су послови од значаја за заштиту и спасавање, руководилаца других органа, организација и установа чији су послови у вези са заштитом и спасавањем, руководилаца органа локалне самоуправе, стручњака из појединих области и других лица. Штаб сачињавају командант, заменик (општине и градови), начелник штаба и чланови штаба. Надлежни органи именују команданта штаба (Република и покрајина) или су то по положају (начелник управног округа, градоначелник и председник општине). Начелници штабова су руководиоци територијално надлежне организационе јединице Сектора за В/С.

Штабови своје активности остварују у три режима: редовне делатности; приправности (наређује штаб) и В/С (штаб припрема предлог за проглашење):

- у режиму редовне делатности – посматрање и контрола стања животне средине и ситуације у оквиру потенцијално опасних објеката; информисање и обавештавање становништва о ризицима и опасностима и предузетим мерама за смањење ризика од катастрофа; припрема Плана заштите и спасавања, органа управљања, јединица и средстава за деловање у В/С као и Цивилне заштите; формирање финансијских и материјално-техничких ресурса за отклањање последица В/С и др.;
- у режиму приправности – интензивирани контрола стања животне средине и ситуације на потенцијално опасним објектима; процена угрожености и прогнозирање могућих размера В/С; израда сценарија; појачан рад дежурних оперативних центара; формирање, уколико је то потребно, оперативне групе за процену ситуације у зони избијања могуће В/С; разрада планова деловања јединица, приправност снага за први одговор; мобилизација и упућивање у предвиђене зоне деловања; уређење објеката за заштиту (ојачавање насипа,

чишћење склоништа, провера исправности инсталација, поправка постојеће и набавка недостајуће опреме),

- у режиму В/С – заштита становништва од штетних дејстава извора В/С; организација, наређивање употребе и руковођење активностима субјеката система заштите и спасавања и снага заштите и спасавања на отклањању последица В/С; формирање оперативног штаба и одређивање његовог руководиоца (командант-руководилац интервенције); логистичка подршка (особље, опрема, транспорт, смештај), евакуација и смештај становништва, планирање опоравка заједнице.

У свим режимима Републички штаб сарађује са надлежним органима заштите и спасавања суседних држава као и руковођење и координација спровођења мера и задатака обнове, реконструкције и рехабилитације В/С погођене заједнице.

Поред ових општих надлежности штабова за В/С сваки од штабова појединих нивоа има своје специфичне послове, задатке и надлежности. Ради реализације својих активности штабови могу доносити: наредбе, закључке и препоруке и где год је то могуће образложење које подржава одлуку (наредбе, закључке и препоруке) треба бити забележено заједно са самом одлуком. Штаб за В/С образује, по потреби, помоћне стручно-оперативне тимове за специфичне задатке заштите и спасавања. Стручно оперативни - тимови, по правилу се образују по врстама опасности за извршавање задатака заштите и спасавања и то: евакуације, збрињавања, склањања, радиолошко - хемијско - биолошке заштите, заштите од пожара и експлозија, заштите и спасавање од поплава и непогода на води и под водом, у случају техничко - технолошких удеса и друге задатке које одреди надлежни штаб за В/С. Најчешће, штаб за В/С у зависности од нивоа организованости за командно место користи простор националног или оперативног центра 112 или ситуационог центра.

Снагама за заштиту и спасавање ангажованим у акцијама и операцијама у којима учествује Министарство унутрашњих послова, на територији за коју је проглашена В/С, непосредно руководи надлежни орган-Сектор за ванредне ситуације

3. ОПЕРАТИВНИ ШТАБОВИ

Осим штабова за В/С постоје и оперативни привремени штабови, формиран од стране надлежних штабова за В/С, Сектора за В/С или другог надлежног тела, кад настане ванредни догађај већих размера или В/С. Ови штабови припадају тактичком нивоу руковођења. Овим, оперативним штабом руководи командант-руководилац интервенције (руководилац отклањања последица В/С) .

Периодом настанка катастрофа и ванредних ситуација стање се анализира на основу следећих основних елемената (Воробьев и др, 2006):

- врста и размере В/С, степен опасности за запослене и за становништво, границе опасних зона (пожара, радиоактивне контаминације, хемијског и биолошког загађења и друго) и прогнозе њиховог ширења;
- врсте, обим и услови неодложних радова;
- потребе у људству и средствима за извођење радова у најкраћем могућем року;



- бројност, попуњеност, снабдевеност и спремност за деловање јединица и средстава, редослед њиховог упућивања у зону В/С.

Права жртва и преживелих су најважнија и морају се поштовати у свим облицима одлучивања у В/С. Одлука о спровођењу санације, спасилачких и других неодложних операција у зони В/С представља основу управљања и руковођења. Одлуку доноси и њено извршење организује надлежни руководилац Сектора за В/С или Руководилац оперативног штаба, зависно од нивоа проглашавања В/С. Одлука укључује следеће основне елементе: кратке закључке на основу процене стања; план деловања; задатке подређеним јединицама; мере безбедности; подела оперативних зона-сектора деловања, и улога оперативних руководилаца као и координацију деловања; обезбеђење деловања јединица.

Могу се направити и кратки закључци на основу процене ситуације и они тада садрже основне податке о карактеру и размерама В/С, обиму предстојећих радова и условима њиховог спровођења, јединицама и средствима која се имају на располагању и о њиховим могућностима.

У плану деловања наводе се циљеви које јединице треба да постигну, основни задаци и редослед реализације радова, објекти (подручја, локације) где треба усредсредити основне напоре, начин распореда и груписања јединица и средстава (одређивање оперативних сектора деловања).

Пошто командант-руководилац интервенције подели оперативне зоне-секторе, њима командују оперативни командири (оперативни ниво руковођења), који управљају активностима снага и средстава заштите и спасавања у том простору. Основни задатак, ових, оперативних, командира је усмеравање активности на спашавању угрожених и страдалог становништва и њихове имовине, пружање хитне медицинске помоћи страдалим лицима и организовање измештања (евакуације) на сигурне локације истих. За свој рад оперативни командири одговарају руководиоцу интервенције.

При организацији заједничког деловања важно је (Воробьев и др, 2006):

- одредити границе објеката деловања сваке јединице (зоне-сектори);
- утврђује се начин деловања на граничним објектима, посебно при извођењу радова који могу представљати опасност по суседне објекте или могу утицати на њихов рад;
- усаглашава се време и место концентрисања дејства при заједничком извођењу посебно важних и сложених операција;
- одређује се систем размене података о изменама ситуације и о резултатима операција у граничним зонама;
- утврђује се начин пружања хитне узајамне помоћи.

Приликом великих и распрострањених катастрофа и В/С, на којима је ангажовано доста снага и средстава, за координацију рада више оперативних руководилаца, може се поставити координатор, који за свој рад одговара руководиоцу оперативног штаба.

Као основа за организацију одклањања последица В/С служе Планови за заштиту и спасавање. Руководиоци спасилачких служби и јединица који први стигну у зону деловања преузимају овлашћења руководилаца при одклањању последица В/С све до

доласка руководиоца који су именовани од стране органа државне власти, органа локалне самоуправе или руководства организација.

Одклањање последица В/С се организује и реализује у складу са одлуком руководиоца оперативног штаба или руководиоца интервенције која је усаглашена са решењима надлежног штаба за В/С. У одређеним објектима и деловима зоне В/С у току операција, одлуке на основу постављених задатака и конкретне ситуације доносе командири јединица које ту делују. Руководиоци на свим нивоима су лично одговорни за усвојена решења, примену јединица под својом командом и резултате операција.

Руководилац интервенције обично командује на месту В/С следећим ангажованим структурама; ватрогасно-спасилачке јединице; хитна медицинска помоћ; полиција (само део послова). Такође могу се подредити и тела или јединице цивилне заштите, специјализовани тимови за спасавање, екипе за деконтаминацију и сл. зависно од природе В/С и околностима у којима се одвија отклањање последица.

Када на тактичком нивоу делује више од једне оперативне јединице различитих нивоа формирања, потребна је редовна координација тактичких руководиоца, па би њихова појединачна места требала бити смештена што је могуће ближе једно другом.

Уз руководиоца интервенције формира се оперативни штаб, у чији састав улазе неопходни стручњаци, укључујући и представнике органа извршне власти (органа локалне самоуправе), научних, производних, медицинских и других организација, а који су компетентни када се ради о питањима ликвидације ванредних ситуација. Број чланова оперативног штаба одређује се на основу задатака и обима предстојећих операција.

При оперативном штабу у зависности од потребе могу се формирати оперативне групе-тимови које се попуњавају стручњацима из различитих области и обезбеђују (Воробьев и др, 2006):

- добијање информација о В/С и њихово достављање руководиоцу интервенције;
- предвиђање размера и могућег развоја В/С;
- аналитичку обраду информација о В/С, припрему варијантних решења за ангажовање и примену снага и средстава;
- упознавање подређених органа управе и јединица са усвојеним решењем;
- контролу развоја и спровођења операција у складу са усвојеним решењем;
- подношење извештаја о промени ситуације у току операција.

Руковођење операцијама врши се са опремљених командних пунктова тј. просторија које су опремљене средствима за везу и осталим неопходним техничким средствима. Стационарни командни пунктови се по правилу смештају у управним или јавним зградама и објектима. Мобилни командни пунктови омогућавају ефикаснији рад оперативног штаба и могу бити смештени у возилима и др.

Руководилац оперативног штаба (интервенције) може повремено обилазити место догађаја, упознавати се лично са тренутном ситуацијом, давати моралну и сваку другу подршку свим учесницима интервенције, мада постоји и мишљење, посебно стручњака из САД, да је немогуће вршити ефективну комуникацију и руковођење и у исто време обилазити место интервенције. На крају, ако је интервенција била емоционално напета (озбиљне повреде или смрт), руководиоц оперативног штаба (интервенције) треба да искористи погодан тренутак да се сусретне са ангажованим

спасиоцима и другим учесницима како би проверио њихово психофизичко стање, чиме шаље јаку поруку да он као руководилац, али и систем у целини, брине о њима.

Напред описани систем формирања и састава оперативног штаба има неке заједничке елементе ICS (Incident Command System) система за руковођење ванредним догађајима у САД (Млађан и др, 2012). У почетку је ICS представљао систем за одбрану од великих пожара и у његовом центру се налазила ватрогасно-спасилачка служба и није одмах прихваћен од стране других служби. Међутим, временом исти прераста у систем за реаговање на све типове В/С. Законску потврду у САД, добио је 1985. год. и данас се, у изворном облику, или модификован, примењује у САД-у, Великој Британији, Немачкој и другим државама. ICS је заснован на следећим принципима: оптимална структура за реаговање на било коју врсту ванредног догађаја; примењив за сваку службу; креиран као ефективна веза између владиних и невладиних организација, као и војних структура; функционисање служби не зависи од структуре личности команданта инцидента и његове индивидуалне интерпретације догађаја. Такође, ICS има четири сектора: административни сектор, који је неопходан за В/Скоја трају дуже, ради доношења одлука везаних за финансирање и минимизацију утрошка времена и ангажованих средстава; сектор за планирање, који одређује приоритете и доноси акциони план за ванредну ситуацију (Incident Action Plan- IAP); сектор за логистику који обезбеђује подршку особљу ICS - а и оперативни сектор који пружа подршку становништву које је угрожено инцидентом. Командант инцидента (Incident Commander- IC) уз подршку руководећег тима надгледа интервенцију, логистику, планирање и административни део ICS. У потпуно развијеном облику, што се иначе, веома ретко дешава, ICS има потенцијал за руковођење са око 5200 учесника, при чему један руководилац руководи са 3-5 људи.

У случају мањих и средњих ванредних догађаја руководилац-командир интервенције је најчешће командир ватрогасно-спасилачке јединице на месту догађаја. У овим случајевима руководилац-командир интервенције руководи и координира рад ангажованим снагама без формирања оперативног штаба. Овакав начин непосредног руковођења се остварује преко:

- лица-курир/везиста за одржавање везе са надлежним командно-оперативним центром и извршавање курирских и других послова;
- руководиоца-командира сектора рада и
- руководиоца-командира логистичке службе.

Веома важан принцип у В/С је да свака хитна служба и организација задржава одговорност команде и контроле над својим службеницима. Међутим, принцип дужности бриге о другима примењује се код свих хитних служби, тако да припадник једне хитне службе има одговорност у погледу помоћи и спасавања, припадника друге службе, ако се исти налази у непосредној опасности.

4. ЗАКЉУЧАК

Добро организовано управљање и руковођење у ванредним догађајима, катастрофама и ванредним ситуацијама за ефекте има извршавање задатака у најкраћем року при минималним губицима. Успешно постигнуће тог циља, у многоме, је одређено стварањем методолошких основа стратегијског и оперативног



руководђења у екстремним условима као и обуком руководилица чије особине одговарају том виду делатности.

У раду је приказана основна организација и задаци образовања и функционисања система руковођења у условима ванредних догађаја, катастрофа и ванредних ситуација, на различитим нивоима организованости, планирање, оперативно руковођење и специфичности доношења решења у условима катастрофа и ванредних ситуација. Такође, у раду приказан штабски начин руковођења заштитом и спасавањем и отклањањем последица ванредних догађаја, катастрофа и ванредних ситуација, почео је са применом у Републици Србији. Ефекти оваквог начина руковођења, не могу се процењивати на основу неколико искустава. За оцену ефикасност овог система руковођења потребно је искуство из више догађаја различитог карактера и у дужем временском периоду, дубља и свестрана анализа и укључивање науке.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Акимов, В. В. Лесных, Н. Н. Радаев, *Основы анализа и управления риском в природной и техногенной сферах*, России – М, Деловой экспресс, 2004.
- [2] Alexander, D., *Principles of Emergency planning and Management*, Harpenden, Terra Publishing, 2002.
- [3] Воробьев, Л. Ю, Лактионов Н.И, Фалеев М.И., Шахраманьян М.А, Шойгу С.К, Шолох В.П., *Катастрофы и человек*, — М.: АСТ-ЛТД, 1998.
- [4] Воробьев, Л. Ю, В.А. Пучков, В.А., Дурнев, Р.А; под общ. ред. Воробьева, Ю.Л.; *Основы защиты населения и территорий в кризисных ситуациях*, МЧС России. – М.: Деловой экспресс, 2006.
- [5] Воробьев, Л. Ю., В.А. Пучков, В.А., Дурнев, Р.А; под общ. ред. Воробьева, Ю.Л.: *Основы защиты населения и территорий в кризисных ситуациях*, МЧС России. – М., Деловой экспресс, 2006.
- [6] Мاستрюков Б.С; *Безопасность в чрезвычайных ситуациях*, М.: Издательский центр "Академия", 2004.
- [7] Марков, П; *Уграђивање мера заштите од елементарних непогода и просторне и урбанистичке планове*, Југословенско саветовање, Будва, 1986.
- [8] Милојковић, Б., Млађан, Д., (2010). Адаптивно управљање заштитом и спасавањем од поплава – прилагођавање поплавном ризику, *Безбедност*, год. 52, бр. 1/2010, стр. 172 –237.
- [9] Млађан, Д., Цветковић, В., Величковић М., Систем руковођења у ванредним ситуацијама у САД, Часопис "Војно дело"-*Министарство одбране Републике Србије*; Београд, година 2012, страна 89-105.
- [10] Млађан, Д., *Тактика гашења пожара*, уџбеник за средње школе, Завод за уџбенике, Београд, 1997.
- [11] National Research Council; *Facing Hazards and Disasters: Understanding Human Dimensions*. Washington, DC: The National Academies Press, 2006.



- [12] Paul B. K; *Environmental Hazards and Disasters: Contexts, Perspectives and Management*; John Wiley & Sons, Ltd, 2011.
- [13] *Risk and Reducing Disaster*, London: Routledge, 2013.
- [14] В.А. Акимов, В.А., Владимирова, В.А., Измаков, В.И., *Катастрофыи безопасность МЧС России*. – М., Дело, Экспр., 2006.
- [15] Kaufhold F., Rempé A.; *Feuerloschmittel, Kohlhammer, Stuttgart*, 2. Aufl, 1982.
- [16] Микеев А.К., *Пожар. Социальные, экономические, экологические проблемы*, Пожнаука, Москва, 1994.
- [17] Стевановић, О., *Безбедносни менаџмент*, Криминалистичко-полицијска академија, Београд, 2012.
- [18] Toth, I.; Čemerin, D.; Vitas, P.: *Osnove zaštite i spašavanja od katastrofa*, Velika Gorica, 2011.

*Међународна научна конференција
Безбедносни инжењеринг*

Нови Сад, 2-3. октобар, 2014.



БЕЗБЕДНОСТ И ЗДРАВЉЕ НА РАДУ

*International Scientific Conference
on Safety Engineering*

Novi Sad, October 2-3, 2014.



OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH

За садржај радова и квалитет језика одговорни су сами аутори.

The authors themselves are responsible for the content and language quality of the papers.



Мира ПУЦАРЕВИЋ,¹
Петра ТАНОВИЋ,²
Љиљана ЋУРЧИЋ³

Оригинални научни рад

ТЕШКИ МЕТАЛИ У СУСПЕНДОВАНИМ ЧЕСТИЦАМА ПРАШИНЕ У ШТАМПАРИЈАМА

Резиме: Загађивачи присутни у радној и животној средини, због негативног утицаја на здравље људи, привлаче велику пажњу стручњака из разних области. При раду се свесно или несвесно угрожава здравље, а и животна средина. Посебно се истиче дејство честица које се могу удахнути у респираторни систем. Суспендоване честице прашине су присутне у графичкој индустрији најчешће у одељењу штампе. У раду су приказани резултати мерења тешких метала у прашини која је присутна у штампаријама. С обзиром на штетно деловање предузимају се одређене мере да би се умањило њихово негативно дејство и ризик по здравље.

Кључне речи: прашина, тешки метали, животна средина, здравље људи

HEAVY METALS IN SUSPENDED DUST PARTICLES IN THE PRINTING OFFICES

Summary: Because of the negative impact on human health, contaminants present in the working and living environment attracted great attention of experts in various fields. During the working process, the human health and the environment are being consciously or unconsciously threatened. Especially pointed out effects of particles that can be inhaled into the respiratory system. Suspended dust particles are present in the printing industry most often in the department of printing. This work presents the results of measurements of heavy metals in the dust that is present in the printing industry. Due to the harmful effects the certain measures are being held to minimize their negative effects and health risks.

Key words: dust, heavy metals, environment, human health

¹ Проф др, Факултет заштите животне средине, Универзитет Educons, Сремска Каменица, mira.pucarevic@educons.edu.rs

² Проф др, Висока техничка школа струковних студија у Новом Саду, Нови Сад, stevanovic@vtsns.edu.rs

³ Др, Факултет заштите животне средине, Универзитет Educons, Сремска Каменица, ljiljazastita@yahoo.com

1. УВОД

Чист ваздух је основ за здравље и живот људи и читавог екосистема. Атмосфера служи и као средство транспорта загађујућих материја до удаљених локација и као средство загађења копна и воде. Загађење ваздуха зависи првенствено од типа загађивача. Главни извори загађења ваздуха су загревање станова, индустријске активности и саобраћај. Најчешће загађујуће материје су угљенмоноксид (CO), сумпордиоксид (SO₂), азотдиоксид (NO₂), микрочестице чађи. Специфичне загађујуће материје ваздуха су и олово, кадмијум, манган, арсен, никл, хром, цинк и други тешки метали и органска једињења која настају као резултат различитих активности.

Највећи загађивач ваздуха је индустрија. Индустрија генерише различите полутанте ваздуха специфичне за примењени процес производње. Постоји 5 основних полутаната: угљен-моноксид, угљоводоници, оксиди азота, оксиди сумпора, честичне материје (прашина, чађ).

Основне гране индустрије које су извори полутаната у ваздуху су: енергетска постројења на бази сагоревања горива, индустрија и друге делатности које користе раствараче (нпр. штампарије), неорганска хемијска индустрија, органска хемијска индустрија, прехранбена индустрија, индустрија минералних производа, нафтна индустрија, металургија, прерада дрвета. У овом раду је приказано како графичка индустрија, (штампарије) утичу на загађење радне и животне средине.

Хемијске материје које се користе у штампаријама штете здрављу запослених, а могу и оставити дуготрајне последице на животну средину јер садрже испарљива органска једињења (VOC – Volatile Organic Compounds). Поред испаривих органских једињења у радној околини се налазе и тешки метали, које запослени свакодневно уносе у свој организам удисањем. Здравље радника може бити угрожено у одељењу припреме штампарске форме и у самој штампарији.

2. ЗАГАЂУЈУЋЕ МАТЕРИЈЕ У ПОГОНУ ШТАМПЕ

Сваки човек током свог живота проведе пуно времена на радном месту. Он је приликом обављања својих активности изложен разним утицајима који понекад штетно делују на здравље. Циљ свих запослених радника и руководећих органа, треба да буде стварање таквих услова који ће свим запосленим обезбедити очување како физичког тако и психичког здравља.

Под штетним супстанцама подразумевамо материје које су по својим обележјима, количини и концентрацији стране организму, оштећују структуру и функцију ткива и остављају за собом одређене последице, оштећења. Представљају опасност због могућности озбиљног оштећења здравља након једног или поновљеног излагања овим супстанцама. Могу бити у различитом агрегатном стању. До тровања овим материјама може доћи када супстанца доспе у организам гутањем, удисањем или преко коже и слузокоже. Степен оштећења који оне могу да изазову варира у зависности од врсте штетне хемикалије, начина контаминирања, присутне концентрације и времена.

Један од важнијих вештачких извора загађења је индустрија. Индустрија загађује ваздух, воду и земљиште. Ово све заједно негативно утиче на квалитет животне средине људи. Индустрија такође може произвести загађења радијацијом и буком. (5-7) Број законских регулатива расте из дана у дан и посвећује им све већа пажња. Брига за очувањем животне средине је попримила такве размере да се говори као о међународном тренду, који доминира у програмима многих земаља.

Према неким истраживањима графичка индустрија је била један од већих загађивача и радне и животне средине, међутим и у овој области све се више развијају зелене технологије. На здравље неповољно утичу сировине, графички материјали, хемикалије које се користе у процесу припреме штампарске форме, боје у процесу штампе, растварачи, разни лепкови, средства за чишћење и прање машина и радног простора итд. За разлику од опасности које делују у кратком временском периоду изазивајући повреде радника, претходно наведене штетности делују у дужем временском периоду и изазивају разна обољења.

Боја је важна за процес штампе и не може се избацити или заменити нечим другим. Боје за штампу могу да садрже штетне материје попут тешких метала и растварача који убрзавају процес сушења. У процесу сушења долази до испаравања лакоиспарљивих органских једињења. Да би смањили штетна испарења произвођачи су представили нове боје са малом количином испарљивих органских материја које су мање штетне по околину. Последњих година делимично или потпуно замењују раствараче са водом, уљем и другим мање штетним супстанцама. Тако имамо боје на бази воде, боје на бази уља и боје које се суше дејством УВ зрачења. Међутим, у бојама и даље су присутне друге штетне материје међу којима су и тешки метали.

3. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Тешки метали у суспендованим честицама одређују се методом атомске апсорпционе спектрометрије. У суспендованим честицама одређују се следећи тешки метали: олово, кадмијум, цинк, манган, никл, арсен и хром (шестовалентни). Узорак суспендованих честица, да би се могао анализирати потребно је превести у растворни облик. Начин превођења зависи од врсте филтера који је употребљен:

- узорци суспендованих честица адсорбовани на филтер папиру од стаклених влакана екстрахују се у са азотном киселином;
- узорци суспендованих честица адсорбовани на мембранским филтрима разарају се са смесом азотне и перхлорне киселине на одговарајућој температури;

Коришћењем одговарајућих лампи и подешавањем таласне дужине за читавање апсорпције одређених метала добијају се вредности за количину тешких метала у суспендованим честицама, изражене у g/m^3 . У следећој табели приказан су таласне дужине за одређивање присуства тешких метала.

Табела 1: Таласне дужине при одређивању концентрације тешких метала

| Тешки метали | Таласне дужине |
|--------------|----------------------------|
| As | $\lambda=189.042\text{nm}$ |
| Cd | $\lambda=228.802\text{nm}$ |
| Mn | $\lambda=259.373\text{nm}$ |
| Ni | $\lambda=221.647\text{nm}$ |
| Pb | $\lambda=220.353\text{nm}$ |
| Zn | $\lambda=202.548\text{nm}$ |

Табела 2: Концентрације тешких метала у суспендованим честицама прашине

| Uzo rak | As (ppm) | Cd (ppm) | Co (ppm) | Cr (ppm) | Cu (ppm) | Fe (ppm) | Mn (ppm) | Ni (ppm) | Pb (ppm) | Zn (ppm) |
|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | 0.855 | 0.9013 | 8.15 | 31.49 | 153.3 | 4932 | 108.2 | 60.63 | 35.95 | 489.3 |
| 2 | 0.9481 | 0.7883 | 76.87 | 54.12 | 268.7 | 7100 | 206.3 | 31.69 | 58.65 | 1039 |
| 3 | 0.0091 | 0.0799 | 0.5167 | 1.698 | 44.59 | 326.1 | 8.605 | 1.988 | 2.282 | 83.62 |
| 4 | 0.426 | 0.1709 | 13.58 | 47.22 | 47.22 | 1763 | 56.2 | 11.78 | 26.51 | 249.4 |
| 5 | 0.2747 | 0.1231 | 8.424 | 9.09 | 47.95 | 1684 | 45.47 | 9.184 | 22.62 | 195.4 |
| 6 | 0.5542 | 0.2124 | 6.434 | 38.3 | 65.72 | 2906 | 73.92 | 45.29 | 16.29 | 389 |
| 7 | 1.043 | 0.9215 | 23.72 | 42 | 644.4 | 3363 | 129.3 | 13.54 | 547.4 | 1552 |
| 8 | <0.005 | 0.2037 | 5.277 | 24.95 | 172.3 | 2794 | 52.44 | 28.76 | 15.6 | 671.4 |
| 9 | 0.1018 | 0.5112 | 35.91 | 94.18 | 65.58 | 2865 | 101.7 | 15.96 | 19.24 | 229 |
| 10 | 0.339 | 0.3493 | 10.87 | 19.92 | 119.5 | 3640 | 91.49 | 14.57 | 218.6 | 701.8 |

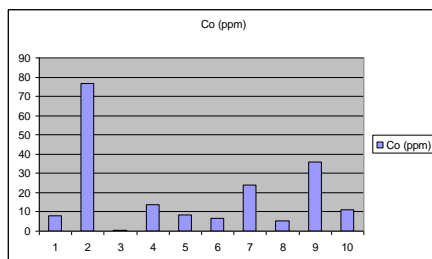
Места где су узимани узорци су следећа:

1-угао просторије

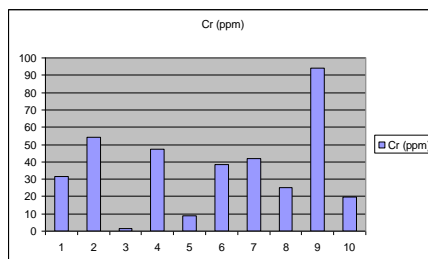
2,3,4,5,7,9,10-око машина за штампање

6-машина за савијање папира

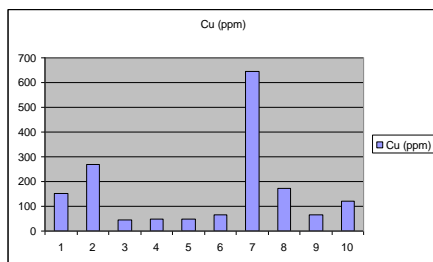
8-машина за повез



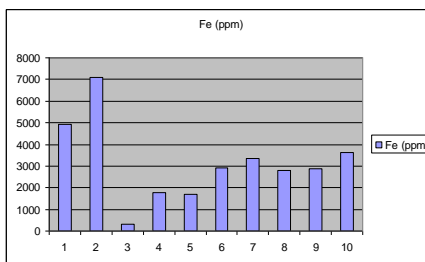
Графикон 1: Концентрација кобалта (Co)



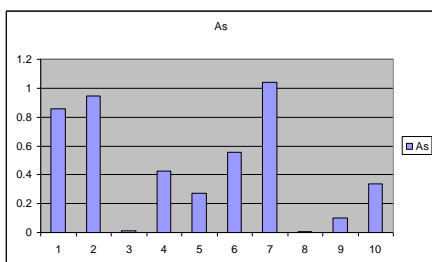
Графикон 2: Концентрација хрома (Cr)



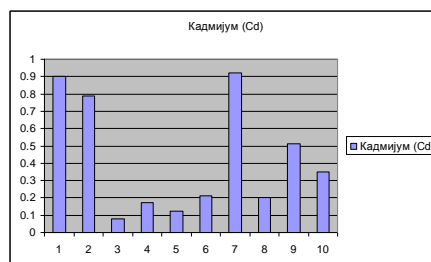
Графикон 3: Концентрација бакра (Cu)



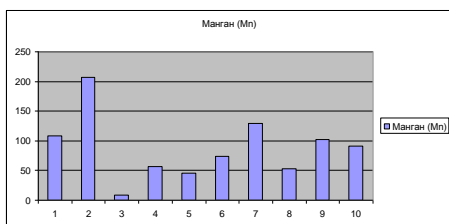
Графикон 4: Концентрација гвожђа (Fe)



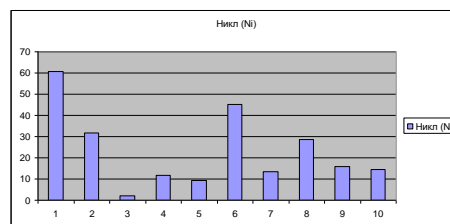
Графикон 5: Концентрација арсена (As)



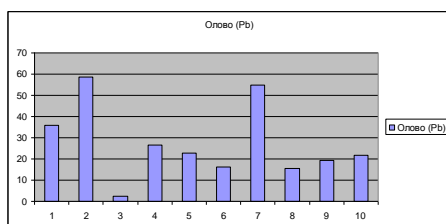
Графикон 6: Концентрација кадмијума (Cd)



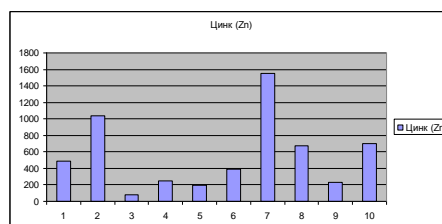
Графикон 7: Концентрација мангана (Mn)



Графикон 8: Концентрација никла (Ni)



Графикон 9: Концентрација олова (Pb)



Графикон 10: Концентрација цинка (Zn)

У штампаријама у ваздуху налази се већа или мања концентрација прашине. У суспендованим честицама налазе се разни тешки метали који потичу, углавном, из боја за штампање. С аспекта здравља целокупне популације, најзначајнија су хронична тровања, јер настају као последица дуготрајне изложености малим дозама опасних

супстанци. Механизми деловања су бројни; на пример, блокирају ензимске процесе који су присутни у свим ткивима и органима људског организма, стварају слободне радикале који су доведени у везу с развојем малигних обољења, али и развојем преко стотину других обољења/стања, у међу се и ремете метаболичке путеве у ћелијама итд. [4] Када су у питању тешки метали и њихов токсиколошки значај, данас највећа пажња се посвећује олову, живи и кадмијуму. Међутим, од тешких метала који се могу наћи у погонима штампарија присутни су арсен (As), кадмијум (Cd), манган (Mn), никл (Ni), олово (Pb), цинк (Zn), кобалт (Co), гвожђе (Fe), бакар (Cu) и други. У овом раду су приказани резултати мерења на разним местима у одељењу штампе.

Олово је метал који има велику примену у штампаријама, индустрији акумулатора, индустрији стакла, гумарској индустрији, индустрији боја и лакова, нафтної индустрији, индустрији пестицида, муниције, лимова за конзерве итд. Међутим, услед доказане токсичности и ефеката по екосистем, постепено је избациван из употребе и замењен је једињењем на бази мангана. Нећемо сви једнако одреаговати на унос исте количине олова. Наш одговор ће зависити од наше генетски условљене осетљивости; другим речима, зависиће од способности нашег детоксикационог система да изметаболише и елиминише олово из организма. [4]

Олово делује на продукцију еритроцита и изазива појаву анемије. Депонује се у централном и периферном нервном систему и изазива различите тегобе – промене у понашању, несанице, вртоглавице, главобољу итд. Олово је доведено у везу и с појавом малигних обољења код људи. [4] У суспендованим честицама прашине око машина за штампу, испитивањем, неђен је и кадмијум.

Највећи део уноса кадмијума у условима непрофесионалне изложености, потиче из контаминиране хране, воде и ваздуха. По уласку у организам, кадмијум се највећим делом складишти у бубрезима, јетри, мишићима, костима; има га и у свим другим ткивима/органима. Кадмијум је класификован као сигурно доказан карциноген! [4]

Према правилнику о заштити радника од ризика излагања хемијским супстанцама гранична вредност за професионално излагање значи просечну концентрацију хемикалија у ваздуху на радном месту, унутар подручја дисања, која начелно не штети здрављу радника ако здрав радник ради 8 сати на дан (40 сати недељно). [1]

4. ЗАКЉУЧАК

На основу резултата приказаних у овом раду може се закључити да су у суспендованим честицама прашине, која се налази у штампаријама, присутни тешки метали. Од тешких метала присутни су арсен, кадмијум, кобалт, хром, бакар, гвожђе, манган, никл, олово и цинк. Тешки метали могу да изазову озбиљна здравствена оштећења разних органа. Да би се спречио унос ових честица у организам запослени се морају придржавати мера заштите на радном месту.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Правилник о превентивним мерама за безбедан и здрав рад при излагању хемијским материјама („Службени гласник РС“, бр. 106/09).



- [2] Уредба о граничним вредностима емисија загађујућих материја у ваздуху ("Сл. гласник РС", бр. 71/2010 и 6/2011 – испр.)
- [3] Sandra Rothenberg, Rafael Toribio, Monica Becker, "Environmental Managing in Lithographic Printing» (Printing Industry Center), 2002.
- [4] Вешовић Душан: Токсини и њихова улога у настанку тумора и хроничних болести
- [5] Правилник о граничним вредностима, методама мерења емисије, критеријумима за успостављање мерних места и евиденцији података, ("Сл. гласник РС", бр. 54/92, 30/99 и 19/2006)
- [6] Јаблановић М., Јакшић П., Косановић К.: Увод у екотоксикологију, Природно математички факултет Универзитета у Приштини, 2003.
- [7] Morag-Levine, Noga, Chasing the Wind: Regulating Air Pollution in the Common Law State. Princeton University Press, Princeton, 2003.
- [8] Биочанин Р., Амићић Б. Загађујуће материје у радној и животној средини, Научно-стручни скуп здравствених радника републике Србије са међународним учешћем, Златибор, 2004.
- [9] С. Стоилковић, М. Затежић, И. Биочанин: Саобраћај и заштита ваздуха у урбаним срединама,
- [10] Закон о заштити животне средине ("Сл. гласник РС", бр. 135/2004, 36/2009, 36/2009 - др. закон, 72/2009 - др. закон и 43/2011 - одлука УС)
- [11] „Сериколов приручник за УВ сито-штампу“, Sericol limited, 2004.
- [12] Уредба о условима за мониторинг и захтевима квалитета ваздуха („Службени гласник РС“, бр. 11/10, 75/10 и 63/13).



Весна ПЕТРОВИЋ¹
Борислав СИМЕНДИЋ²
Весна МАРИНКОВИЋ³

Оригинални научни рад

ДЕКОМПОЗИЦИЈА АЗБЕСНО ЦЕМЕНТНИХ КРОВНИХ ПЛОЧА ПРИ ТЕРМИЧКОМ ТРЕТМАНУ

Резиме: Употреба азбеста и производа од азбеста је забрањена у већини европских држава, међутим, он се још увек налази у великом броју материјала са којим се људи срећу у радном и животном окружењу. У тим материјалима азбест је углавном везан у композит и тако не представља опасност по здравље људи. У овом раду су приказани резултати термичког третмана азбестне салонит плоче, чија употреба као кровног покривача била изузетно распрострањена у протеклом периоду. Термичким третманом (загревање у пећи на 400 °C, 500 °C, 600 °C, 800 °C и 1000 °C са временском задршком од 1 h) симулиран је пожар, при чему је праћено понашања и структура материјала инфрацрвеном спектроскопијом (FTIR - *Fourier transform spectroscopy*). Резултати су указали да термичким третманом изнад 600 °C долази до декомпозиције и прекристализације азбеста, те након тога он више не представља опасност по здравље људи.

Кључне речи: хидратисани силикати, кризотил, азбест, FTIR (*Fourier transform infrared spectroscopy*)

DECOMPOSITION OF ASBESTOS SALONIT PLATES DURING THERMAL TREATMENT

Abstract: By regulations, the use of asbestos and asbestos products have been banned in most European countries, but it still is in many materials with which people meet in the working and living environment. In these materials, asbestos is mainly related to the composite and thus does not pose a threat to human health. This paper presents the results of thermal treatment asbestos panels, which use as roofing was very widespread in the past. Heat treatment (heating in an oven at 400 °C, 500 °C, 600 °C, 800 °C and 1000 °C) simulated a fire to monitor the behavior of the material and the structure of the infrared spectroscopy (FTIR - *Fourier transform spectroscopy*). The results showed that the thermal treatment above 600 °C leads to decomposition and recrystallization of asbestos, and after that it no longer poses a risk to human health.

Key words: hydrated silicate, chrysotile, asbestos, FTIR (*Fourier transform spectroscopy*)

¹ Prof. dr, Висока техничка школа струковних студија Нови Сад, Школска 1, petrovic.v@vtsns.edu.rs

² Prof. dr, Висока техничка школа струковних студија Нови Сад, Школска 1, simendic@vtsns.edu.rs

³ Мастер хемије, Висока техничка школа струковних студија Нови Сад, Школска 1, marinkovic@vtsns.edu.rs

1. УВОД

Јединствене физичко-хемијске особине азбеста, као што су: екстремно танка влакнаста структура (због које их одликује висока отпорност на кидање), мала топлотна проводљивост и велика термичка стабилност (температура топљења је од 1200 °C до 1500 °C) утицале су на широку употребу ових материјала. Американци су избројали да око 5000 производа у модерним економијама садржи азбест. Осим ових 5000 производа азбест се налази и свуда у природи јер је саставни део стена које изграђују Земљину кору. Зависно од геолошке формације тла среће се у различитим концентрацијама. Тако је нпр. у руралним подручјима концентрација је врло ниска и износи $3 \cdot 10^{-7}$ до 10^{-6} влакана по кубном сантиметру, док је у урбаним срединама њена концентрација $3 \cdot 10^{-4}$ по кубном сантиметру и више [1]. Микроскопски танка влакана азбеста (дужине веће од 5 μm и ширина мање од 3 μm , а однос дужине и ширине је већи од 3:1) се лако могу наћи у радној и животној средини уколико се праве производи од азбеста или након деструкције материјала у којима се налази азбест. Ова влакна се лако подижу у ваздух и уколико дође до инхалације у плућа, она могу да прођу природно филтрирање и да се забоду дубоко у плућно ткиво и изазивају озбиљне здравствене проблеме [1,2].

Светска здравствена организација WHO (World Health Organisation) дефинише следеће болести које су директно повезане са инхалацијом азбеста: Азбестоза, Малигна болест плућа (lung cancer by asbestosis) и Мезотелиомија. Посебан проблем код експозиције азбестом је то што његово присуство не изазива симптоме као што је главобоља, болови у мишићима или неке друге симптоме. Кумулативни ефекти се примећују тек после више од 15 година и тада доводе до поменутих болести [2].

Ипак свест о опасностима које изазива инхалација азбеста довела је до његове замене неким другим материјалима. Међутим, уклањање азбеста и материјала који садрже азбест у већ уграђеним производима, је веома скуп захват тако да су многи људи још увек у директном контакту са овим материјалима у свом радном или животном окружењу.

2. УПОТРЕБА АЗБЕСТУ

И поред сазнања о штетним ефектима, азбест се и даље користи широм света. Према подацима Института за геолошке студије Сједињених америчких држава у свету га је 2007. године утрошено више од два милиона тона. Највећи корисник је Кина, са око 30%, а за њом следе Индија (15%), Русија (13%), Казахстан и Бразил (по 5%). Према подацима Светске здравствене организације (WHO) из 2007. године, око 125 милиона радника у свету је изложено азбесту на радном месту, а најмање 90.000 годишње умире од болести које су повезане са азбестом. Сазнања о штетном дејству азбеста су ипак довела до постепене забране производње и коришћења производа који га садрже [2].

У Србији су 2010. године донета два правилника која регулишу присуство азбеста у радној и животној средини, *Правилник о превентивним мерама за безбедан и здрав рад при излагању азбесту* и *Правилник о ограничењима и забранама производње и стављања у промет и коришћење хемикалија, које представљају неприхватљив ризик*

за здравље људи и животну средину. Међутим, и пре доношења ових правилника у грађевинарству се он већ дуго не користи. Осим забране у грађевинарству, у Србији је прекинута и производња производа који садрже азбест.

И поред наведених мера, а према извештају европског Пројекта подршке за примену забране азбеста у Србији, азбест и даље може представљати опасност за здравље и животну средину у Србији, јер је доста распрострањен, посебно у грађевинарству, у водоводним цевима, кочионим системима у возилима и у бродовима. Осим тога, у Србији су се налазила два рудника азбеста, (Страгари и Корлаће) који су данас затворена, али су према подацима из 2005. и 2006. године произвели 4.080, односно 4.500 тона азбеста. [3].

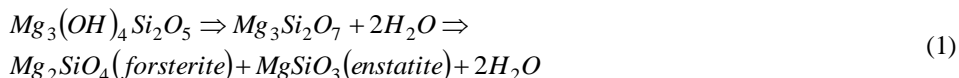
Законске регулативе према којима се ограничава и забрањује употреба производа који садрже азбест, међутим, није уништила производе који садрже азбест те је присуство азбеста и у радној и у животној средини у Србији реалност. Треба нагласити да у већини производа азбест није чист, него је везан у неки композитни материјал. Током времена, међутим, долази до трошења материјала, што доводи до разградње матрице композита и ослобађања азбестних влакана. Због тога је веома значајно истражити присуство азбестних влакана у ваздуху у радном и животној окружењу у којем се налазе производи који садрже азбест.

Употреба азбестних салонит плоча, као кровних покривача, била је веома распрострањена у Србији током седамдесетих и осамдесетих година двадесетог века. Иако се током деведесетих престало са том праксом, кровни покривачи на већ изграђеним објектима нису замењени. У Србији постоје читава насеља која имају азбестне салонит плоче као кровне покриваче. У случају пожара на оваквим објектима важно је знати да ли постоји опасност ослобађања азбестних влакана.

3. ТЕРМИЧКА ДЕКОМПОЗИЦИЈА

Термичка декомпозиција чистог азбеста се одвија кроз две трансформације током загревања. То су процеси дехидратације и прекристализације [4-7].

Праћење понашања чистог кризотила (азбеста из групе серпентина) при термичком третману, нпр. DSC анализом, региструју се 2 пика. Први пик је ендотермни и јавља се на мало изнад 500 °С, док је други пик егзотермни и јавља се изнад 800 °С. Појава првог пика условљена је процесом дехидратације (губитак кристалне воде из минерала), а другог пика процесом рекристализације (у којем настају форстерит и енстатит). Процес декомпозиције који су предложили Gualtieri и Tartaglia [4,5] предвиђа и постојање међуфазе, тако да се према њима процес одвија на следећи начин:



Слично томе, термичким третманом другог типа азбеста тремолита (азбеста из групе амфибола) - $Ca_2Mg_5Si_8O_{22}(OH)_2$ након процеса дехидратације јавља се прекристализација али на вишим температурама (900 - 1000 °С) при чему се формира диопсит, енстатит и кристобалит:



Наведени процеси дехидратације и прекристализације су, међутим, знатно другачији у сложенем цемент – азбест систему у којем се јављају бројна калцијумова једињења, калцит кварц, глине и азбест (најчешће кризотил). Како би се утврдило шта се ту дешава праћени су термички процеси до 1200 °C [6]. Прва фаза декомпозиције везана је за каолин код којег се процес дехидратације јавља у интервалу температура 400–600 °C према релацији $Al_2(OH)_4Si_2O_5 \Rightarrow Al_2Si_2O_7(\text{metakaolinite}) + 2H_2O$ [7]. У овом облику *Al* и *Si* могу учествовати и касније у високо температурним процесима прекристализације. Друга фаза је везана за кризотил и ту долази до процеса прекристализације у опсегу температура 700–800 °C према процесу (1). У трећој фази, на око 900 °C долази до декомпозиције калцита $CaCO_3 \Rightarrow CaO + CO_2$, при чему је претходно на 350 °C код њега дошло до прве декомпозиције ($CaSO_4 \Rightarrow CaO + SO_3$). Коначна рекристализација до стабилног силикокарнатита ($Ca_5(SiO_4)_2SO_4$) ће се десити уколико се настави загревање до 1200 °C.

Након термичког третмана сложеног цемент – азбестног материјала до 1200 °C добија се материјал који има састав сличан цементу само са вишком гвожђа и магнезијума. Разумевање овог сложеног процеса је неопходно при оптимизацији процеса грејања током рециклаже азбестног материјала [6].

4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ РАД

У овом раду је приказно истраживање термички третиране салонит плоче која садржи азбестна влакна (кризотил). Термички третман, који у овом случају треба да симулира пожар, је извршен на комаду салонит плоче загрејном у пећи на 400 °C, 500 °C, 600 °C, 800 °C и 1000 °C са температурном задршком од 1h. Одабрано време је максимално време које би у реалним условима протекло од почетка пожара до завршетка интервенције ватрогасаца на објекту. Експеримент је извршен да би се добио одговор на питање „Да ли, у случају пожара на објектима чија је кровна површина прекривена азбестним салонит плочам, постоји опасност од ослобађања азбестних влакана?“. У случају потврдног одговора пожар на оваквим објектима би представљао акцидентну ситуацију и била би неопходна евакуација становништва и посебне мере заштите за ватрогасце.

Након третмана, анализирани су комада азбестних салонит плоча инфрацрвеном спектроскопијом - FTIR – ом (*Fourier transform infrared spectroscopy*).

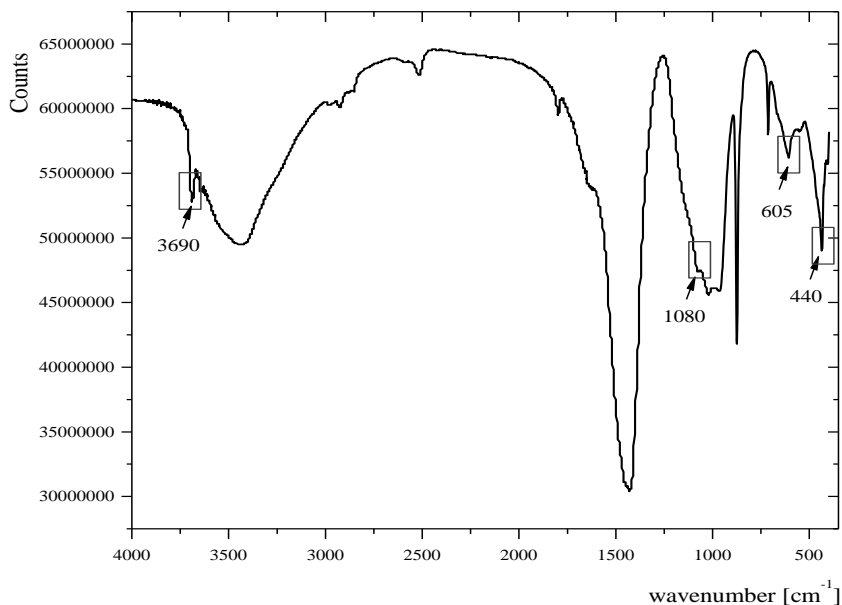
5. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

FTIR анализе узорака урађени су на IR спектрометру *Thermo Nicolet Nexus 670* са резолуцијом од 4cm^{-1} на Универзитету у Новом Саду. Спрашени узорци салонит плоча помешани су са прахом калијум бромида (KBr) и потом пресовани у форму таблете. Интервал снимања је износио од 4000cm^{-1} до 400cm^{-1} .

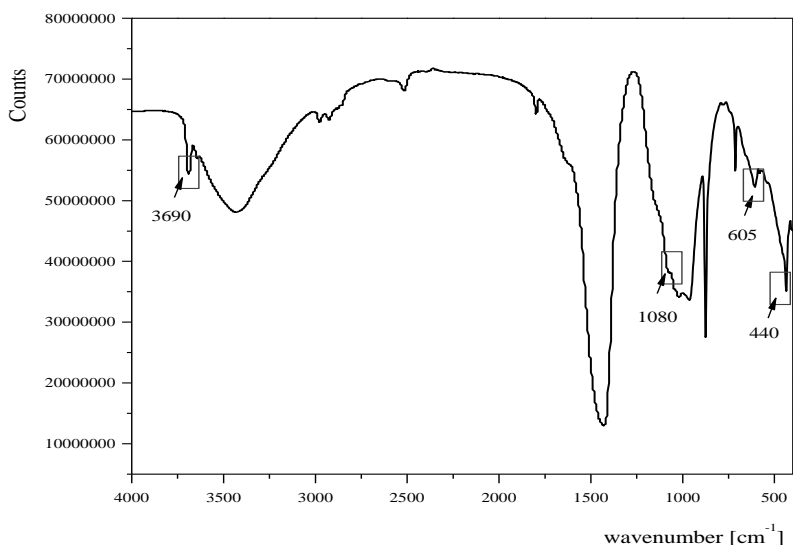
На слици 1 је приказан FTIR снимак термички не третиране салонит плоче који је потврдио присуство кризотила у плочи, али је послужио и као контролни снимак при анализама термички третираних узорака. Регистрована су четири пика на: 440cm^{-1} , 605cm^{-1} , 1080cm^{-1} и 3690cm^{-1} , чији положаји у спектру одговарају кризотилу. Наведене карактеристичне вибрације кризотила су означене на слици.

Према литературним подацима [4-7] кризотил има јаку апсорпцију у следећим областима инфрацрвеног дела спектра: $400\text{--}440\text{ cm}^{-1}$, $600\text{--}606\text{ cm}^{-1}$, $1069\text{--}1080\text{ cm}^{-1}$ и $3685\text{--}3691\text{ cm}^{-1}$. Ове апсорпције су последице молекулских вибрација и то: прве две области су условљене Mg-O истежућим вибрацијама, трећа област је последица Si-O истежућих вибрација, док је апсорпција у далекој IC области условљена O-H истежућим вибрацијама у кризотилу. Најинтензивнији пик ($1500\text{--}1400\text{ cm}^{-1}$), али и више мањих пикова ($1100 - 1000\text{ cm}^{-1}$, $900 - 800\text{ cm}^{-1}$ и $\sim 700\text{ cm}^{-1}$), одговарају истежућим и савијајућим вибрацијама калцијум – карбоната (CaCO_3) [8,9]. Наведени пикови су регистровани код свих узорака, без обзира на термички третман, јер се они појављују и код кристалног и код аморфног калцијум – карбоната [9]. Међутим, како се у раду прати декомпозиција азбеста - кризотила пикови CaCO_3 се неће даље анализирати.

FTIR снимци термички третираних узорака салонит плоче дати су на сликама 2 -5.

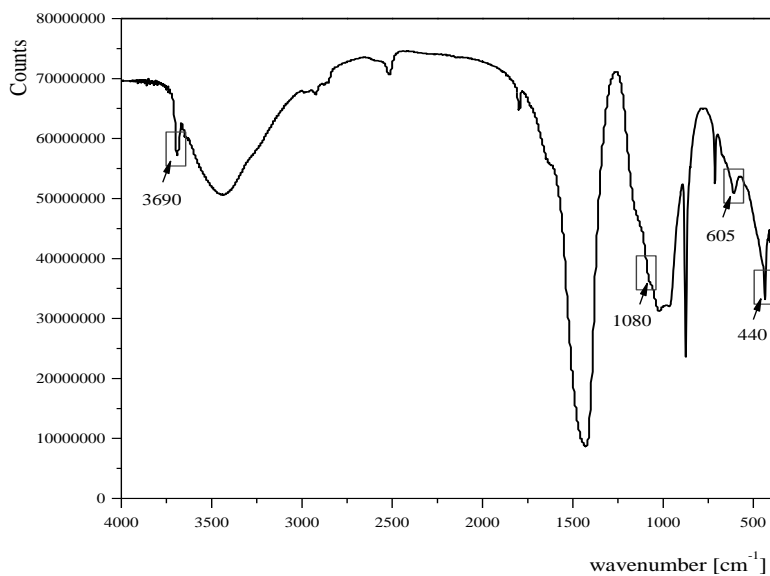


Слика 1 FTIR снимак термички не-третиране азбестне салонит плоче

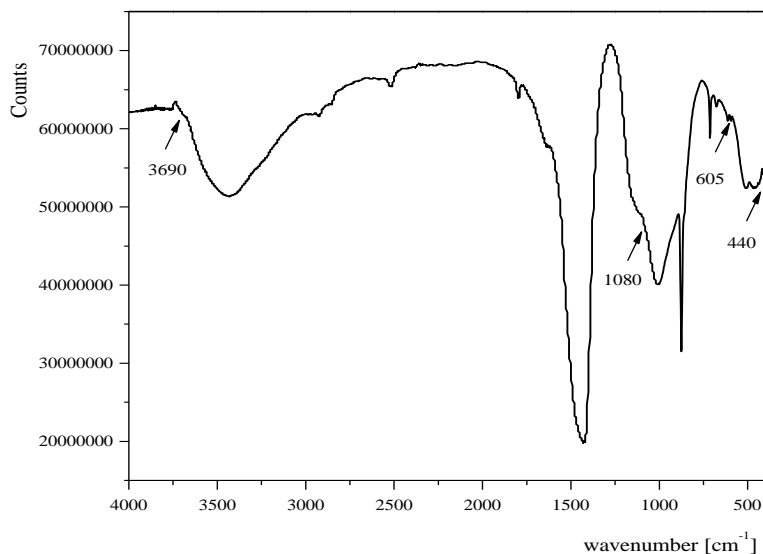


Слика 2 FTIR анализа термички третиране азбестне салонит плоче на 400 °C

Термичким третманима азбестне салонит плоче до максималних температура од 400 °C, односно 500 °C, није дошло до нарушавања структуре азбеста. На сликама 2 и 3 приказани су FTIR снимци ових узорака, а пикови који одговарају азбесту – кризотилу су обележени.

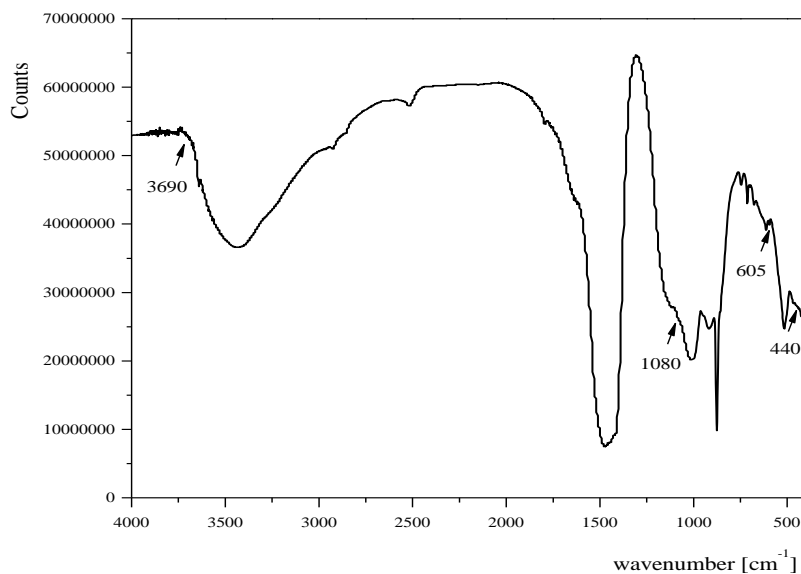


Слика 3 FTIR анализа термички третиране азбестне салонит плоче на 500 °C

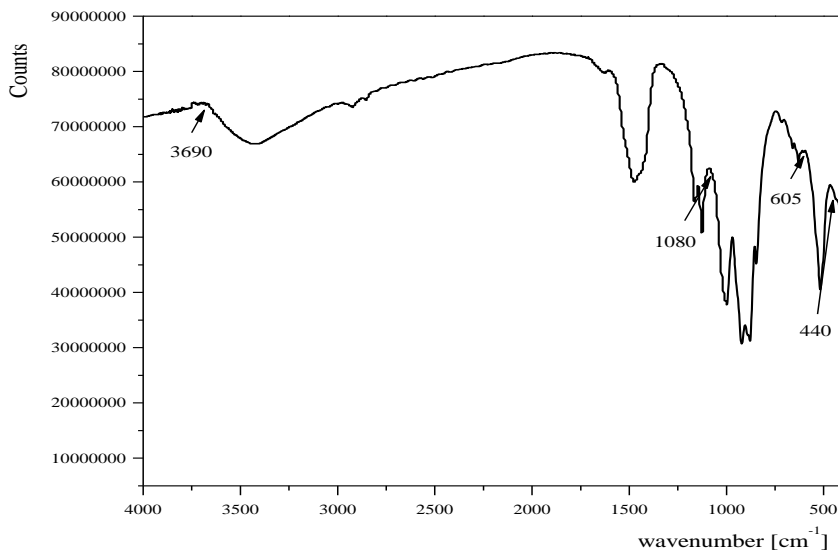


Слика 4 FTIR анализа термички третиране азбестне салонит плоче на 600 оС

Код термички третираних узорака почев од 600 °С, на FTIR снимцима (слике 4-6) нису регистровани карактеристични пикови кризотила, али су обележени положаји на којима би се они налазили. Ово нам указује да је термичким третманом салонит плоче на 600 °С, 800 °С и 1000 °С са временском задршком од 1h, дошло до рекристализације азбеста, и ове салонит плоче више нису азбестне. Овакав резултат је у сагласности са резултатима добијених рендгено структурном анализом истих узорака [12].



Слика 5 FTIR анализа термички третиране азбестне салонит плоче на 800 оС



Слика 6 FTIR анализа термички третиране азбестне салонит плоче на 1000 оС

Рекристализација азбеста у термички третираним салонит плочама се одвијала према једначини 1. Тако да се детаљном анализом ФТИР снимака, слике 4-6, могу уочити пикови форстерита на 408 cm^{-1} , 456 cm^{-1} , 506 cm^{-1} , 847 cm^{-1} и 876 cm^{-1} [10,11].

6. ЗАКЉУЧАК

У раду су приказни резултати истраживања термички третиране азбестне салонит плоче чија је употреба, као кровног покривача, била веома распрострањена током 70-тих и 80-тих година 20-тог века. Термички третмани, који су требали да симулирају температурни развој пожара, су извршени на комадима салонит плоче загревањем у пећи на $400\text{ }^{\circ}\text{C}$, $500\text{ }^{\circ}\text{C}$, $600\text{ }^{\circ}\text{C}$, $800\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ са температурном задршком од 1h. Анализа узорака је извршена инфрацрвеном спектроскопијом - FTIR-ом (**Fourier transform infrared spectroscopy**), а резултати су упоређени са термички не-третираним узорком.

FTIR анализа је показала присуство кризотила само код узорака који су термички третирани на $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $500\text{ }^{\circ}\text{C}$, што указује да је загревањем салонит плоче на вишим температурама (изнад $600\text{ }^{\circ}\text{C}$) дошло до рекристалације кризотила у нове форме (форстерит и енстатит) и престанка егзистенције азбеста. На овај начин је утврђено да уколико дође до разбукутавања пожара, на објектима који су прекривени азбестним салонит плочама, и достигне се температура од најмање $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ након 1h у салонит плочи ће доћи до рекристалације азбеста у форме које не представљају опасност за здравље људи (ватрогасаца и околног становништва).



7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] www.chrysotileinstitute.com
- [2] www.who.int
- [3] ***: www.euractiv.rs/.../3578-zabranjeni-azbest
- [4] A.F. Gualtieri, A. Tartaglia, *J. Eur. Cer. Soc.*, 20, 1409-1418 (2000)
- [5] T. Zeremba, A. Krazakala, J. Piotrowski, D. Garczorz, *J. Therm. Anal. Calorim.*, (2010), 101, 479 – 485.
- [6] A.F. Gualtieri, G. Elmi, European Conference on Asbestos Risks and Management, Rome, 2006.
- [7] A.F. Gualtieri, M. Bellotto, *Phys. Chem. Minerals*, 25(6), 442-452, 1998.
- [8] Holger Nebel, Markus Neumann, Christian Mayer, and Matthias Epple, *Inorg. Chem.*, 2008, 47, 7874 -7879.
- [9] F.A. Andersen, L. Brečević, *Acta Chim. Scand.*, 1991, 45, 1018 – 1024.
- [10] S. Y. Wang, S. K. Sharma, T. F. Cooney, *American Mineralogist*, Volume 78, 469-476, 1993.
- [11] H. Sogawa, C. Koike, H. Chihara, H. Suto, S. Tachibana, A. Tsuchiyama, and T. Kozasa, *Astronomy & Astrophysics*, 451, 357 - 361, 2006.
- [12] Петровић В., Симендић Б., Анализа термичи третираних азбесних салонит плоча, *Мониторинг и експертиза у безбедносном инжењерингу*, 3, 3, 2013



Жарко ЈАНКОВИЋ¹
Срђан ГЛИШОВИЋ²

Прегледни рад

СМАЊЕЊЕ РИЗИКА ПРИ ПРОЈЕКТОВАЊУ ОПРЕМЕ ЗА РАД

Резиме: У раду су дати општи принципи које пројектанти треба да примене у фази пројектовања опреме за рад. Поштовањем ових принципа смањује се ризик који може настати при коришћењу опреме за рад у предвиђеним наменама. Дати захтеви за смањење ризика су засновани на обавезној примени стандарда приликом пројектовања опреме за рад. У циљу безбедног коришћења опреме за рад дати су начини елиминисања опасности и штетности, односно смањење ризика у фази пројектовања опреме за рад. Смањењем ризика још у фази пројектовања опреме за рад утиче се на повећање безбедности лица која користе ову опрему.

Кључне речи: ризик, опрема за рад, заштитни уређаји, технички системи заштите, конструисање

RISK REDUCTION IN THE DESIGN OF WORK EQUIPMENT

Abstract: This paper presents general principles that designers should apply in the stage of work equipment design. Following these principles reduces the risk that may occur during the use of work equipment for its intended purpose. The requirements for risk reduction are based on the mandatory application of standards in designing work equipment. In order to achieve safe use of work equipment, the ways of eliminating threats and hazards and reducing risk in the design of work equipment have been given in the paper. Risk reduction in the design stage increases safety of persons using this equipment.

Key words: risk, work equipment, protection devices, technical safety systems, design

¹ Проф. др, Универзитет у Нишу, Факултет заштите на раду у Нишу, Чарнојевићева 10а, Ниш, zarko.jankovic@znrfaq.ni.ac.rs

² Проф. др, Универзитет у Нишу, Факултет заштите на раду у Нишу, Чарнојевићева 10а, Ниш, srdjan.glisovic@znrfaq.ni.ac.rs

1. УВОД

У циљу смањења ризика у фази пројектовања опреме за рад пројектанти морају предузети мере оцене ризика. Оцена ризика почиње са одређивањем граница употребе опреме за рад, узимајући у обзир све фазе њеног животног циклуса. То значи да је потребно идентификовати карактеристике и перформансе опреме за рад у интегрисаном процесу, што подразумева конструисање, инсталирање опреме, време употребе и престанак коришћења, детаљније обрађено у [1].

Након одређивања граница употребе опреме за рад, битан корак је идентификација опасности и штетности које се могу предвидети (сталне, повремене и изненадне опасности које се могу појавити неочекивано). Само када се опасности и штетности идентификују могу се предузети кораци за њихово елиминисање или за смањење ризика. Да би се идентификовале опасности и штетности, неопходно је познавати начин коришћења опреме за рад. Пројектант мора узети у обзир све чињенице које могу утицати на ризик при коришћењу опреме за рад. Да би се ризици свели на најмању могућу меру, неопходно је користити одређене стандарде при пројектовању опреме за рад. Стандарди за одређену опрему тачно дефинишу начине за смањење ризика чак и у случају неправилног руковања опремом.

Примери опасности, опасних ситуација и опасних догађаја који могу служити као помоћ при решавању проблема смањења ризика који опреме за рад може да проузрокује, детаљније су описани у [1].

После идентификације опасности и штетности које проузрокује опрема за рад, спроводи се процена ризика за сваку опасност и штетност одређивањем нивоа ризика. Ризик који се односи на одређену опрему за рад зависи од нивоа штете и вероватноће појављивања штете. Ниво штете се може одредити уколико се узме у обзир број повреда или оштећења здравља (лакша, тежа или смртна повреда). Вероватноћа појављивања штете функционално зависи од:

- излагања особа опасностима и штетностима,
- настајања опасног догађаја,
- техничких и људских могућности да се избегне или ограничи штета. Ако постоје.

2. ФАКТОРИ СМАЊЕЊА РИЗИКА

При анализи смањења ризика у фази пројектовања опреме за рад потребно је узети у обзир напред наведене чињенице које обухватају одређене факторе за смањење ризика.

Фактори који се узимају у обзир приликом процењивања излагања особа опасностима и штетностима су: потреба приступа зони опасности, начин приступа (нпр. ручно улагање материјала), време проведено у зони опасности, број особа за које се захтева приступ и учесталост приступа опасним зонама.

Фактори који се узимају у обзир приликом процењивања настајања опасног догађаја су: поузданост рада машине, досадашње незгоде и штетни догађаји које машина прозрокује по здравље људи.

Фактори које се узимају у обзир приликом процењивања техничких и људских могућности за избегавања или ограничавања штете су: особе које могу бити изложене опасностима (нпр. оспособљена или неоспособљена особа), способност људи да избегну опасан догађај (нпр. спретност, добар рефлекс и сл.), одређено искуство и знање (нпр. обученост, радно искуство и сл.).

Након завршетка процене ризика, неопходно је спровести и вредновање ризика ради сазнања да ли се захтева смањење ризика у фази пројектовања опреме за рад. Уколико су захтеви за смањење ризика оправдани, потребно је изабрати и применити одговарајуће заштитне мере о којима ће посебно бити речи.

Адекватно смањење ризика у фази пројектовања опреме за рад се постиже када су: размотрени сви услови рада и све процедуре за интервенцију, опасности елиминисане или су ризици смањени на најнижи могући ниво, за све нове опасности примењене заштитне мере на одговарајући начин, корисници довољно информисани и упозорени о преосталим ризицима.

Заштитне мере које се предузимају у циљу смањења ризика при пројектовању опреме за рад су комбинација мера имплементираних од стране пројектанта и корисника. Може се констатовати да су мере заштите уграђене у фази пројектовања опреме за рад знатно ефикасније од оних које су имплементиране накнадно од стране корисника.

3. ЦИЉ СМАЊЕЊА РИЗИКА

Обавеза пројектанта је да још у фази концепцијског решења опреме за рада ризик сведе на најмањи могући ниво. Ово се може постићи уколико пројектант још у фази пројектовања има на уму да опрема за рад мора бити безбедна у свим фазама животног циклуса и мора несметано остваривати своју радну функцију. Безбедност опреме за рад се мора посматрати кроз све фазе животног циклуса што укључује: транспорт, инсталирање, употребу, руковање, демонтажу, стављање ван погона и одлагања на отпад.

Овај циљ се може постићи уколико се примене мере заштите дефинисане одговарајућим стандардима, [1].

Заштитним мерама дефинисаним још у фази пројектовања опреме за рад смањују се ризици. Мере заштите које се предузму пре конструисања опреме за рад су први и најважнији корак у процесу смањења ризика. То је зато што је немогуће раздвојити заштитне мере у фази пројектовања од конструкције опреме за рад. Према искуственим подацима може се констатовати да после конструисања опреме за рад, друге заштитне мере су углавном мање ефикасне или се не поштују.

Пројектоване заштитне мере обухватају факторе који се односе на:

- геометријски облик и
- физичке параметре опреме за рад.

Геометријски облик опреме за рад мора бити такав да обезбеди максималну видљивост подручја рада и зоне опасности од управљачке позиције. Сви пројектовани делови који имају оштре ивице и углове не смеју бити доступни јер могу проузроковати повреде, детаљније видети у [2].

Физички параметари опреме за рад односе се на:

- ограничавање силе за мануелно покретање делова (тако да покретни делови не могу изазвати механичку опасност),
- ограничавање масе и/или брзине покретних делова, односно њихове кинетичке енергије,
- ограничавање емисије буке и вибрација на извору,
- ограничавање емисије зрачења (укључујући на пример; избегавање употребе опасних извора зрачења, ограничавањем снаге зрачења на најнижи могући ниво довољан за нормално функционисање опреме за рад, обележавање извора тако да је зрак концентрисан на циљ, повећавањем растојања између извора и руковаоца или обезбеђивањем даљинског управљања), детаљније видети у [3].

4. ЕРГОНОМСКИ ЗАХТЕВИ

Поред свих експлоатационих карактеристика опреме за рад, при пројектовању, се мора водити рачуна о ергономским захтевима како би се смањили ментални или физички напори и оптерећења на руковаоца. Ови захтеви се анализирају приликом концепцијског решења опреме за рад, јер касније преправке нису ефикасне а ризике је тешко елиминисати.

Пројектанти морају посветити посебну пажњу следећим ергономским аспектима у фази пројектовања опреме за рад:

- избегавање напорних положаја и кретања у току употребе опреме за рад (на пример, обезбеђивањем лаког подешавања за сваког руковаоца),
- лако руковање опремом, тако да им се омогући лакши рад, узимајући у обзир лако покретање елемената за управљање, водећи рачуна о анатомији шаке, руке и ноге,
- ограничење нивоа буке, вибрација и топлотног утицаја - као што су екстремне температуре,
- обезбеђење локалног осветљења за подешавање и улагање обратка,
- постављање и означавање ручних команди за управљање мора бити тако да буду јасно видљиве и да се њима може безбедно управљати без оклевања и без двосмислености (на пример стандардни распоред команди смањује могућност грешке када руковалац користи неку другу опрему сличног типа).

Команде на опреми за рад морају бити тако постављене да њихов распоред, кретање и отпори при раду буду у складу са функцијама које се извршавају, узимајући у обзир ергономске принципе.

У циљу смањења ризика, у случају сложеније опреме за рад, потребно је изабрати, пројектовати и уградити визуелни дисплеј који одговара параметрима и карактеристикама људског опажања. Све информације на дисплеју морају бити погодне приказане како би их руковалац видео из положаја за управљање. Уколико је могуће, уређаји за управљање и контролу положаја морају бити постављени тако да руковалац може посматрати подручје рада или зону опасности са безбедног положаја.

Механизовани уређаји за аутоматско улагање и вађење предмета из зоне обраде имају позитивне ефекте у спречавању повреда радника, али исто тако могу бити узрок

опасност приликом отклањања кvara. Из тих разлога потребно је водити рачуна да употреба ових уређаја не доведи до додатних опасности, као што су захватање или пригњечење, између уређаја и делова опреме или радних комада/материјала који се обрађују. Уколико се наведене опасности не могу спречити, мора се предвидети уградња додатних заштитних уређаја.

5. ИЗБОР ЗАШТИТНИКА И ЗАШТИТНИХ УРЕЂАЈА

Кад год безбедносном мером уграђеном у фази пројектовања опреме за рад није предвиђена могућност потпуног отклањања опасности или смањења ризика на прихватљив ниво користе се заштитници и заштитни уређаји. Различите врсте заштитника и заштитних уређаја могу деловати самостално или у склопу са уређајима за заустављање. У зависности од њихове израде, заштитник може бити кућиште машине, оклоп, поклопац, завеса, и слично. Према конструкцији, заштитници могу бити непокретни, покретни, подесиви, заштитници са забрављивањем и блокадом, детаљније видети у [6].

Поједини заштитници се могу користити за заштиту од више опасности. На пример непокретни заштитник спречава приступ опасној зони када је присутна механичка опасност, али се користи и за смањење нивоа буке и спречавање ширења токсичних супстанци које машина може проузроковати својим радом.

Избор заштитника мора се извршити на основу појединачне оцене ризика за одређени тип машине узимајући у обзир стандарде за безбедност машина. Ако се не захтева приступ зони опасности током нормалног рада машине систем заштите може бити: непокретни заштитник, заштитник са блокадом и без блокаде, самозатварајући заштитник или заштитни уређаји осетљиви на притисак. Међутим, уколико се захтева приступ зони опасности у току нормалног рада машине, систем заштите може бити: заштитник са забрављивањем који има блокаду или без блокаде, светлосна заштитна завеса, подлоге осетљиве на притисак, подесиви заштитник, самозатварајући заштитник или дворучна команда, детаљније видети у [6].

Заштитници се морају пројектовати тако да буду погодни за предвиђену намену, узимајући у обзир механичке и друге опасности. Ови системи заштите морају смањити сметње при руковању опремом за рад.

Заштитници морају испунити одређене захтеве и то:

- да имају чврсту конструкцију,
- да не проузрокују било коју додатну опасност,
- да не могу лако да се преместе или искључе,
- да буду постављени на место довољно удаљеном од зоне опасности,
- да не стварају веће сметње у процесу рада,
- да дозвољавају интервенцију при оправци и одржавању опреме за рад.

Да би се одабрали и пројектовали типови заштитника који одговарају одређеној машини важно је проценити ризике који доносе различите опасности код те машине, детаљније видети у [1].

Приликом пројектовања заштитника и њихове примене неопходно је на прави начин размотрити и предвидети услове радне средине у којима ће се опрема за рад

користити. Ако се ово не узме у обзир још у фази пројектовања, резултат може бити да опрема за рад није безбедна и да не задовољава захтеве коришћења у одређеној радној средини (висока или ниска температура, релативна влажност и сл.).

Да би се приступ зони опасности свео на минимум, заштитнике је потребно пројектовати тако да је могуће обављати рутинска подешавања, подмазивања и одржавање опреме за рад без отварања или уклањања заштитника.

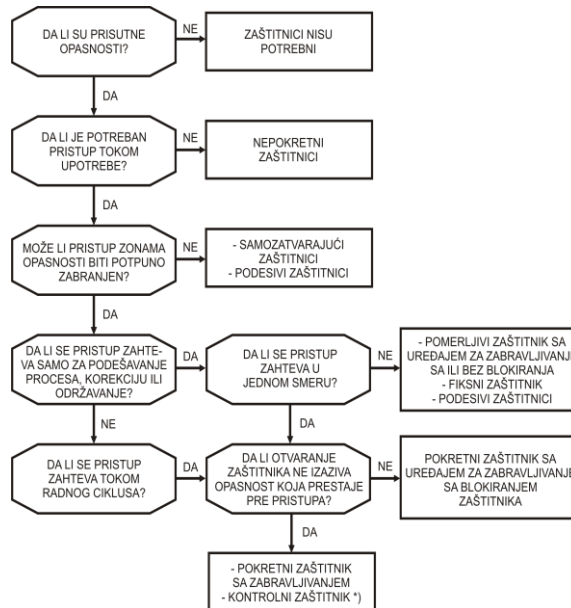
Уколико се после оцене ризика утврди да је потребно да машина има одређене заштитнике, они се морају одабрати у складу са захтевима на слици 1.

Најважнији критеријум за избор заштитника су:

- вероватноћа настајања повреда,
- опасности на машини,
- временско и просторно ангажовање радника поред машине.

На једној машини може се користити комбинација различитих типова заштитника. На пример, ако на машини постоји неколико зона опасности, а током рада се захтева приступ једној од њих, заштитници се могу састојати од фиксног заштитника који је комбинован с покретним заштитницима са забрављивањем.

Поред уграђених заштитника и заштитних уређаја веома је важно да опрема за рад поседује упутство за употребу. Упутство има за циљ да укаже на све преостале ризике који нису могли бити отклоњени у фази пројектовања. Информације наведене у упутству су намењене професионалним и/или непрофесионалним корисницима и треба да садрже све потребне смернице за безбедну и исправну употребу опреме за рад. На овај начин корисници се упозоравају на преостале ризике.



Слика 1 Избор типа заштитника

На слици 1 су дате смернице за избор типа заштитника у случају опасности које проузрокују покретни делови машина, детаљније видети у [7].

Свако упутство за коришћење опреме за рад мора садржати следеће компоненте: начин транспорта, монтаже, уградње, пуштања у рад, коришћења опреме (подешавање, обуку, радни процес, чишћење, уочавање отказа и одржавање), демонтаже машине, стављање ван употребе и одлагање на отпад. Штампана упутства је потребно поставити директно на опреми за рад и она морају бити трајна и остати читљива у току очекиваног животног века машине. Знаци или писана упозорења који се састоје само од речи „опасно“ не смеју се користити. Ознаке, знаци и писана упозорења морају бити лако разумљиви и недвосмислени. Лако разумљиве знаке (пиктограме) треба користити првенствено за писање упозорења.

6. ПРИМЕРИ СМАЊЕЊА РИЗИКА

Ради бољег разумевања постављеног проблема у овом делу је дато неколико примера могућих ризика и начина на које је могуће елиминисати ове ризике уградњом система заштите још у фази пројектовања машине.

Први пример је предвидив ризик од избацивања делова из машине (на пример лом алата или предмета који се обрађује). У том случају заштитник се пројектује и израђује од одговарајућих материјала како би се поломљени делови задржали. На пример у случају лома алата при обради брушењем, конструкција заштитника око алата за брушење мора бити сачињена да спречи неконтролисано одлетање поломљених комада алата, детаљније видети у [5].

Други пример се односи на предвидив ризик од емисије опасних супстанци из машине (нпр. течности за хлађење, испарења, гасови, опилци, искре, врућ или растопљени материјал, прашина). Заштитник се мора пројектовати тако да их задржи и одстрани из простора како се не би угрозило здравље људи. Уколико заштитник представља део система за одвођење штетних продуката из радног простора, ова функција се мора узети у обзир приликом пројектовања, избора материјала, израде и постављања заштитника на машину.

Трећи пример су заштитници који се пројектују са циљем смањења бука која потиче од машине. Ови заштитни морају испунити очекиване захтеве у погледу смањења нивоа буке и обезбедити заштита од других опасности. Заштитници који делују као акустично кућиште имају спојеве заптивене на одговарајући начин како би се смањила емисија буке, а врло често се бирају материјали којима се смањује ниво буке и вибрација. Ово се може постићи бољом изолацијом (стављањем акустичне препреке на пролаз буке) и/или апсорпцијом (облагањем заштитника одговарајућим материјалима који апсорбују буку) или комбинацијом оба.

Четврти пример је ризик од излагања опасном зрачењу, где се пројектују заштитници и бирају одговарајући материјали (нпр. употреба затамњеног стакла ради спречавања блеска приликом заваривања). За одређене примене, као што су заваривање или употреба ласера, морају се изабрати материјали који штите од штетног зрачења.



7. ЗАКЉУЧАК

Још у фази пројектовања машине пројектант треба да идентификује и документује опасности, као и опасну ситуацију и опасан догађај који може изазвати опрема за рад током свог животног циклуса. Све опасности треба документовати чак иако је ризик у вези са њима довољно смањен заштитним мерама за смањење ризика. У супротном, недокументована опасност може бити узрок настанка повреде.

При избору заштитника у фази пројектовања опреме за рад, мора се поћи од чињенице који заштитник је најефикаснији за смањење ризика. Најједноставнија заштита на опреми за рад је непокретни заштитник који се користи у случају када се приликом уобичајених радних активности не захтева прилаз зони опасности. Међутим, уколико се потреба за чешћим приступом зони опасности повећава, неопходно је применити алтернативне мере заштите (покретни заштитник са забрављивањем или светлосна заштитна завеса). Опрема за рад мора бити пројектована на начин на који се обезбеђује адекватна заштита руковаоцу, али и да се осигура заштита особљу које врши подешавање, обуку, испитује кварове, особљу задуженом за чишћење или одржавање, без ограничавања извршавања функције за коју је опрема намењена. Све потенцијалне ризике који настају у току коришћења опреме за рад, потребно је елиминисати или свести на најмању могућу меру још у фази пројектовања.

8. ЛИТЕРАТУРА

- [1] BS EN 953:1997+A1:2009: Safety of machinery, Guards, General requirements for the design and construction of fixed and movable guards
- [2] EN 12198-1:2000+A1:2008: Safety of machinery - Assessment and reduction of risks arising from radiation emitted by machinery - Part 1: General principles [Required by Directive 2006/42/EC]
- [3] EN 614-1:2006+A1:2009: Safety of machinery - Ergonomic design principles - Part 1: Terminology and general principles [Required by Directive 2006/42/EC]
- [4] ISO 12100:2010: Safety of machinery: General principles for design – Risk assessment and risk reduction
- [5] ISO 13857: Safety of machinery: Safety distances to prevent hazard zones being reached by upper and lower limbs
- [6] ISO/TR 14121-2: Safety of machinery — Risk assessment — Part 2: Practical guidance and examples of methods
- [7] Janković, Žarko (2000): The Risk Related to Grinding Tool Fracture, The scientific journal “Facta Universitatis”, series: “Working and Living Environmental Protection”, Vol. 1, No.5. pp (23-29), University of Nis
- [8] Јанковић, Жарко (2012): *Технички системи заштите 2*, Универзитет у Нишу, Факултет заштите на раду у Нишу, универзитетски уџбеник, УДК 331.45/.46:621.7/.9 (075.8) ISBN 978-86-6093-044-8, COBISS.SR-ID 194730252, Niš



Божо ИЛИЋ¹
Бранко САВИЋ²

Прегледни рад

ЗАШТИТА ОД СТРУЈНИХ УДАРА УЗРОКОВАНИХ ЛУТАЈУЋИМ СТРУЈАМА

Резиме: Лутајуће струје се дефинишу као повратне струје кроз земљу и металне конструкције узроковане електричним уређајима у нормалном раду или при сметњама. Оне могу настати у самим објектима, а могу ући и споља. Последице појаве лутајућих струја у објектима су различити негативни ефекти, као што су: сметње и откази на рачунарима и рачунарским мрежама, телекомуникационим системима, системима за заштиту од пожара и алармним системима, системима видео надзора, затим опасности од пожара, опасности од струјних удара и сл. Циљ овог рада је да размотри опасности по људе и опрему од лутајућих струја, као и да предложи мере за заштиту људи од струјних удара узрокованих лутајућим струјама.

Кључне речи: лутајуће струје, струјни удар, људи, металне конструкције, земља

PROTECTION ELECTRIC SHOCKS CAUSED BY STRAY CURRENTS

Abstract: The stray currents are defined as the return current through the earth and metal structures caused by electrical devices in normal operation or during disturbances. Stray currents can occur in the objects themselves, and can enter and view. Results in the appearance of stray currents in buildings are various negative effects, such as interference and failures on computers and computer networks, telecommunications systems, fire protection and alarm systems, video surveillance, then the risk of fire hazards from electrical shocks, etc.. The aim of this paper is to consider the risks to people and equipment from stray currents, and to propose measures to protect people from electrical shocks caused by stray currents.

Key words: stray currents, electric shock, men, metal construction, earth

¹ Мр, Технички школски центар Зворник, Каракај бб, bozoilic66@gmail.com

² Проф. др, Висока Техничка школа струковних студија у Новом Саду, Школска 1, savic@vtsns.edu.rs

1. УВОД

Лутајуће струје се дефинишу као повратне струје кроз земљу и металне конструкције узроковане електричним уређајима у нормалном раду или при сметњама. Електрични уређаји могу створити лутајуће струје само ако су уземљени на више од једног места. Уређаји који имају само једно уземљење могу узроковати лутајуће струје ако на још једном месту настане спој са земљом. Уређаји који нису уземљени могу проузроковати лутајуће струје ако се појави земљоспој бар на два различита места. Често се лутајуће струје региструју на тако великом растојању од њиховог извора, да се чак не може ни дати претпоставка о њиховом пореклу. Извора лутајућих струја у земљи има много, а те струје се међусобно разликују по свом пореклу и временској промени. Главни извори лутајућих струја су [1-5]:

- једносмерна електрична вуча, која као повратни вод користи шине по којима се креће електровучно возило (трамваји и метрои по градовима, електрификовна железница, разна возила у индустрији која се крећу по шинама),
- системи катодне заштите,
- уређаји за заваривање,
- далеководи високог напона једносмерне струје,
- постројења за електролизу,
- извори једносмерне струје у индустрији,
- дистрибутивне мреже са вишеструко уземљеним неутралним проводником,
- електричне инсталације итд.

2. НЕГАТИВНИ ЕФЕКТИ ЛУТАЈУЋИХ СТРУЈА

Без обзира да ли су ушле споља или су настале у самој електричној инсталацији лутајуће струје могу узроковати различите негативне ефекте. Приликом протицања лутајућих струја кроз металне конструкције у објекту, као што су: цеви за воду, цеви за гас, цеви за грејање, челична арматура у армирано-бетонској конструкцији објекта, метални омотачи информационо комуникационих каблова итд., може доћи до различитих негативних ефеката, који се могу класификовати, као [6,7]:

- електролитички,
- термички и
- електромагнетни ефекти

Поред наведених негативних ефеката постоје и опасности по људе од струјног удара, као и штетан утицај електромагнетних поља која стварају лутајуће струје на здравље људи [4].

2.1. Електролитички ефекти лутајућих струја

Електролитички ефекти лутајућих струја се манифестују у појави електролитичке корозије, услед електролизе металне конструкције на месту где лутајућа струја излази из ње [4].

2.2. Термички ефекти лутајућих струја

Термички ефекти се испољавају у појави варнице или прегревања конструкција кроз које протичу лутајуће струје. Разлика потенцијала створена између металних конструкција, узрокована протицањем лутајућих струја, условљава протицање неке струје изједначења између тих конструкција ако се оне електрично споје. Уколико та електрична веза иде преко неадекватних проводника који нису ни предвиђени ни димензионисани за то, као што су нискоомски метални омотачи коаксијалних каблова рачунарских мрежа, може доћи до њиховог прегревања, па и пожара. У пракси је веома чест случај да су крајеви омотача коаксијалних каблова рачунарских мрежа везани за различите уземљиваче, тако да лутајуће струје кроз њих могу достићи знатне вредности [5].

2.3. Електромагнетни ефекти лутајућих струја

Електромагнетни ефекти се манифестују у индуковању напона сметњи у водовима који се налазе у близини металних конструкција кроз које протичу наизменичне лутајуће струје или у близини водова са струјама одвода, које стварају јака електромагнетна поља. Ова електромагнетна поља могу довести до индуковања напона сметњи у водовима на штампаним плочама електронских уређаја, као што су монитори и друга рачунарска опрема, видео уређаји, ТВ пријемници и сл. Ако се монитор налази у просторији у близини металних конструкција кроз које протичу лутајуће струје или у близини водова са струјама одвода, које стварају јака магнетна поља, тада слика на монитору може значајно да се деформише („плива“ или „трепери“). Познати су случајеви, када се монитор прекрије обојеним пегама различитих нијанси, а понекад се слика потпуно или привремено изгуби. Очигледно је да је рад за таквим монитором штетан, а врло често и немогућ.

2.4. Пример из праксе сметњи узрокованих лутајућим струјама

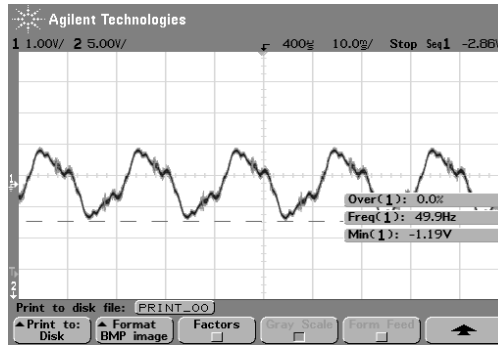
У једном пословном објекту са TN-C-S системом развода електричне инсталације уочене су сметње у раду рачунара и рачунарских мрежа. Помоћу осцилоскопа извршена су снимања временских дијаграма напона између следећих тачака у електричној инсталацији:

- заштитне стезалке у првој спратној разводној табли SRT1 и главне сабирнице за изједначење потенцијала, слика 1,
- заштитне стезалке у другој спратној разводној табли SRT2 и главне сабирнице за изједначење потенцијала, слика 2.

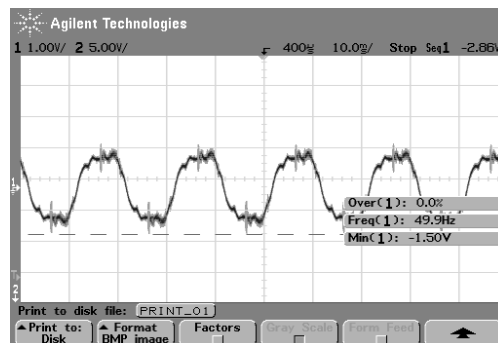
На приказаним дијаграмима може се уочити да постоје одређене вредности напона између наведених тачака (од 1,19 до 3,88 [V]), као и да постоје изобличења синусоидалних облика напона, која су изазвана вишим хармоницима струје.

Да би се отклониле сметње у раду рачунара извршен је прелазак електричне инсталације са TN-C-S на TT систем развода, односно извршено је раздвајање неутралног и заштитног проводника у целој електричној инсталацији (у мерном ормару и у разводним таблама) и уградња заштитног уређаја диференцијалне струје. При томе је заштитни проводник (PE) повезан са сабирницом за изједначење потенцијала, а

неутрални проводник (N) је повезан са неутралном тачком звездишта секундарне стране трансформатора у трафосатници.



Слика 1. Временски дијаграм напона између заштитне стезаљке у првој спратној разводној табли SRT1 и главне сабирнице за изједначење потенцијала



Слика 2. Временски дијаграм напона између заштитне стезаљке у другој спратној разводној табли SRT2 и главне сабирнице за изједначење потенцијала

Након преласка са TN-C-S на TT систем развода поново су снимани временски дијаграми напони између наведених тачака, али су у овом случају вредности напона биле једнаке нули. Може се закључити да су преласком са TN-C-S на TT систем развода остварени позитивни ефекти, јер су измерене вредности напона биле једнаке нули, тако да су нестале сметње у раду рачунара и рачунарских мрежа.

3. ОПАСНОСТИ ОД СТРУЈНИХ УДАРА УЗРОКОВАНИХ ЛУТАЈУЋИМ СТРУЈАМА У ЕЛЕКТРИЧНИМ ИНСТАЛАЦИЈАМА СА TN-C-S СИСТЕМОМ РАЗВОДА

Протицање лутајућих струја доводи до појаве разлика потенцијала која може изазвати опасне напоне додира и корака.

Опасани напон додира изазван лутајућим струјама може се појавити у купатилима, саунама, пливачким базенима, у близини бродова, пољопривредним објектима, пословним просторијама, индустрији и сл.

Опасни напон корака се може појавити у близини електрификованих железничких пруга, уземљивача, уређаја за електролизу и других подземних металних елемената кроз које протичу лутајуће струје.

Лутајуће струје се могу појавити у објектима са TN-C-S системом развода електричних инсталација при несиметричном или непунофазном оптерећењу.

TN-C-S систем развода електричних инсталација се раније називао нуловање. Код овог система развода звездиште секундарне стране трансформатора у трафостаници је повезано са погонским уземљењем и из њега је изведен заштитно-неутрални (PEN) проводник. Тако се од трафостанице до објекта простиру четири проводника, па је напајање објекта засновано на трофазном систему са четири проводника, три су фазна, а четврти је заштитно-неутрални (PEN) проводник. У спратној разводној табли (SRT) су заштитна и неутрална сабирница кратко преспојене. Значи, код TN-C-S система развода само у једном делу система (дистрибутивној мрежи) функцију заштитног (PE) и неутралног (N) проводника обавља један заштитно-неутрални (PEN) проводник, док у електричној инсталацији објекта те функције обављају два засебна проводника, неутрални (N) и заштитни (PE) проводник [1].

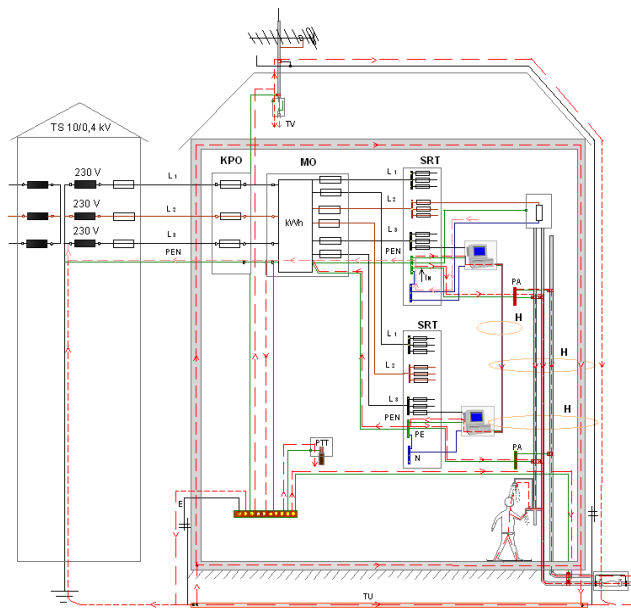
На основу истраживања разматране проблематике аутори овог рада су на илустративан начин, сликом 3., приказали расподелу лутајућих струја кроз металне конструкције објекта са TN-C-S системом развода електричне инсталације, путање простирања лутајућих струја су приказане испрекиданим линијама. Са приказане слике се могу уочити опасности по рачунаре и рачунарске мреже од лутајућих струја, као и опасности од струјних удара.

У случају несиметричног или непунофазног оптерећења фазорски збир струја све три фазе различит је од нуле, тако да се јавља повратна струја I_N која се враћа у трафостаницу. Чак и у случају симетричног оптерећења са нелинеарним пријемницима јавља се повратна струја у облику трећег хармоника $I_N / 3$. Међутим, сва повратна струја се не враћа у трафостаницу преко заштитно-неутралног (PEN) проводника, она се у тачки споја неутралних (N), заштитних (PE) и заштитно-неутралног (PEN) проводника (заштитној сабирници у разводној табли) грана. Један део те повратне струје се расподељује преко заштитних (PE) проводника, металних омотача коаксијалних каблова рачунарске мреже, проводника за изједначење потенцијала (РА) и металних конструкција у објекту, а затим кроз земљу враћа у трафостаницу. Други део те повратне струје се враћа према трафостаници преко заштитно-неутралног (PEN) проводника до мерног ормара (МО) где се поново грана. Одатле се део те струје директно враћа у трафостаницу преко заштитно-неутралног (PEN) проводника, а преостали део се преко проводника за изједначење потенцијала, уземљења објекта, земље и погонског уземљења трафостанице враћа у трафостаницу. Повратне струје које протичу кроз металне конструкције и земљу уствари представљају лутајуће струје. Ове струје могу довести до појаве струјних удара због превисоких напона додира.

Значи, код TN-C-S система развода у случају несиметричног или непунофазног оптерећења земља практично представља паралелну путању заштитно-неутралног (PEN) проводнику за повратне струје. Тако да кроз земљу протичу значајне лутајуће на које не делују заштитни уређаји прекомерне струје (осигурачи) у фазним проводницима, као ни заштитни уређаји диференцијалне струје (ZUDS). Што је мањи

отпор уземљења објекта и мањи отпор погонског уземљења трафостанице то су те лутајуће струје јаче [3].

Нарочито неповољна ситуација настаје приликом прекида заштитно-неутралног (PEN) проводника, између мерног ормара (МО) и трафостанице, тада TN-C-S систем прелази у TT систем заштите и сва повратна струја се враћа у трафостаницу преко разних металних конструкција у објекту, заштитног уземљења, земље и погонског уземљења трафостанице. Тада ће кроз металне конструкције и земљу протичати значајне лутајуће струје на које неће реаговати ни заштитни уређаји прекомерне струје (осигурачи) у фазним проводницима, а ни заштитни уређаји диференцијалне струје. Један део ових лутајућих струја ће протичати и кроз металне омотаче коаксијалних каблова рачунарских мрежа, услед чега може доћи до њиховог прегревавања, па и пожара. Такође може доћи и до сметњи у раду или оштећења рачунара и рачунарске опреме. Поред тога напон додира на металним кућиштима пријемника може прећи дозвољене вредности и тако се појавити опасности од струјних удара прокованих лутајућим струјама. Један део ових лутајућих струја може протичати кроз суседне објекте са TN-C или TN-C-S системом развода, па напон додира на металним кућиштима пријемника у тим објектима такође може прећи дозвољене вредности и узроковати опасне струјне ударе [5].



Слика 3. Илустрација расподеле лутајућих струја кроз металне конструкције објекта са TN-C-S системом развода електричне инсталације, где је: TS - трансформаторска станица, L_1 , L_2 , L_3 - фазни проводници, N - неутрални проводник, PE - заштитни проводник, PEN - заштитно-неутрални проводник, PA - проводници за изједначење потенцијала, E - земљовод, KPO - кућни прикључни ормарић, MO - мерни ормар, SRT - спратна разводна табла, H - магнетно поље, TU - темељни уземљивач

4. ПРЕДЛОГ МЕРА ЗА СПРЕЧАВАЊЕ ОПАСНОСТИ ОД СТРУЈНИХ УДАРА УЗРОКОВАНИХ ЛУТАЈУЋИМ СТРУЈАМА

На основу истраживања разматране проблематике аутори овог рада су предложили следеће мере за спречавање опасности од струјних удара узрокованих лутајућим струјама:

- Треба избегавати коришћење TN-C-S и TN-C систем развода, због тога што они могу узроковати лутајуће струје. То су најлошији али и најјефтинији системи развода, јер имају један проводник мање него други системи развода.
- Према техничким прописима IEC 60364-4-444: 2007 (Електричне инсталације ниског напона - Део 4-44: Заштита ради остваривања безбедности - Заштита од напона сметњи и електромагнетских сметњи) у објектима треба примењивати TN-S систем развода електричних инсталација, због његове електромагнетне компатибилности, који је је уземљен само на једном месту и то у трафостаници. Кроз цео систем заштитни (PE) и неутрални (N) проводник су раздвојени. У TN-S систему развода у поређењу са TN-C системом утрошак материјала за проводнике је већи за 20 до 30%. Код других система развода наведена уштеда на одвојеном заштитном (PE) проводнику доводи до смањења безбедности.
- Такође и TT систем развода је знатно повољнији од TN-C-S система развода. Прелаз са TN-C-S на TT систем развода могуће је остварити без полагања додатних проводника, али је потребно у разводној табли обавезно уградити заштитни уређај диференцијалне струје, који ће омогућити довољно брзо искључење напајања при пробоју фазе на метално кућиште пријемника. Поред тога потребно је да заштитни (PE) и неутрални (N) проводници буду раздвојени у целој електричној инсталацији.
- Код извођења електричних инсталација треба водити рачуна да се не направи грешка у монтажи утичница, разводних табли или мерних ормара којом би дошло до споја неутралног (N) са заштитним (PE) проводником или до замене њихових места на стезалкама.
- Приликом коришћења и одржавања електричних инсталација треба водити рачуна, да због лоших контактних спојева, оштећења изолације (механичких, термичких, хемијских и сл.) или влажних зидова не дође до споја неутралног (N) проводника са заштитним (PE) проводником или са металним конструкцијама у објекту, као што су: цеви за воду, цеви за гас, цеви за грејање, челична арматура у бетонској конструкцији објекта итд.
- Треба спречити, колико је то могуће, да у електричним пријемницима због оштећења изолације, лоших контактних спојева или влаге не дође до споја неутралног (N) са заштитним (PE) проводником или са металним кућиштем пријемника.
- Извођењем изједначења потенцијала према техничким прописима IEC60364-5-54: 2002 (Електричне инсталације у зградама - Део 5-54: Избор и постављање електричне опреме - Уземљење, заштитни проводници и заштитни проводници за изједначење потенцијала) значајно се може смањити улазак лутајућих струја у објекат преко металних цеви и металних омотача каблова.



- Треба користити заједнички уземљивач који повезује све металне елементе у објекту као што су метална кућишта електричних пријемника, све громобранске инсталације, све металне цевоводе (за воду, гас, централно грејање), металну конструкцију зграде, металне омотаче каблова (енергетске каблове, телекомуникационе каблове, каблове за телевизијске антене) и напојени заштитни (РЕ) односно заштитно- неутрални (PEN) проводник. Због ове повезаности промена њиховог потенцијала према рефернтној тачки се не манифестује као појава разлике потенцијала између металних елемената међусобно или према земљи, с обзиром да заједнички уземљивач обезбеђује да се сви метални елементи налазе на истом потенцијалу. На тај начин између појединих металних елемената у објекту нема разлике потенцијала нити сметњи због неконтролисаног протицања струје изједначења, прескога варнице и сличних манифестација по инсталационим и телекомуникационим водовима, као ни опасности од струјног удара услед опасних напона додира и корака.
- У подручјима где се често појављују лутајуће струје у земљи, треба поставити изолационе уметке у цевоводе како би се спречио улазак лутајући струја преко њих у објекат.

Применом наведених мера потпуно се или значајно спречавају сметње и опасности у раду информационо-комуникационих технологија, алармних и система за заштиту од пожара система, система видео надзора и сл.

5. ЗАКЉУЧАК

Појава лутајућих струја у објектима било да су настале у самом објекту или су ушле споља, може довести до сметњи, прекида у раду или оштећења рачунара и рачунарских мрежа, опасности од струјних удара и сл. Међутим применом одговарајућих техничких прописа при пројектовању и извођењу електричних инсталација, као што су: ИЕС 60364-4-444: 2007 и ИЕС 60364-5-54: 2002, као и применом других предложених мера наведене опасности се могу потпуно или значајно отклонити.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Илић, Б., Савић, Б., (2010): *Опасности од лутајућих струја по рачунаре и рачунарске мреже*, Зборник радова, 18 Телекомуникациони форум Телфор, Београд, стр. 906-909.
- [2] Илић, Б., Савић, Б., (2010): *Утицај лутајућих струја на информационо комуникационе технологије*, Зборник радова, Научно-стручни Симпозијум Инфотех, Јахорина, стр. 413-417.
- [3] Савић, Б., Илић, Б., (2010): *Опасности од пожара услед дејства лутајућих струја*, Зборник радова, II Међународна научна конференција „Безбедносни инжењеринг“, Нови Сад, стр.155-162.
- [4] Рузняев, Е., Скляр, Н., Волков, В., (2004): *Електробезопасность*, Издательство Пензенского государственного университета, Пенза.
- [5] Петухов, Б., (2005): *Электромагнитная экология TN-C система виновник ухудшения*, Журнал N1.
- [6] Петухов, В., Соколов, В., Меркулов А., (2003): *Токи утечки в электроустановках зданий*, Новости Электротехники, N5, стр. 93-97.
- [7] Матвеев, М., (2002): *Электромагнитная обстановка на объектах определяет ЭМС цифровой аппаратуры*, Новости Электротехники, N1.

Zoran VUČINIĆ¹
Nenad MUSTAPIĆ²
Jovan VUČINIĆ³

Pregledni rad

UTJECAJ NOĆNOG RADA NA RADNIKA

Rezime: U radu je dat prikaz istraživanja i analize utjecaja noćnog rada na zdravstvenu i svaku drugu sposobnost radnika provođenjem ankete. Rezultati ukazuju da je neophodno poduzeti određene mjere kako bi se zaštitilo zdravlje radnika pri obavljanju radnih zadataka.

Ključne riječi: radnik, noćni rad, zaštita na radu, tvrtka, poslodavac

IMPACT OF NIGHT LABOR TO WORKER

Abstract: This study research to analyze the impact of night work on health and every other ability of workers by the survey. The results indicate that it is necessary to take certain measures to protect the health of workers at work performing.

Key words: worker, night work, work safety, company, employer

¹ Struc. Spec. Oec.C:I:A:K., J.Lončara 3/1, Zagreb, Hrvatska, zoran.vucinic@ciak.hr

² Dr.sc., Veleučilište u Karlovcu, Trg J.J. Strossmayera 9 Karlovac, Hrvatska, nenad.mustapic@vuka.hr

³ Dr.sc., Veleučilište u Karlovcu, Trg J.J. Strossmayera 9 Karlovac, Hrvatska, jovan.vucinic@vuka.hr

1. UVOD

Noćni rad je teži od dnevnoga rada zbog narušavanja biološkog ritma radnika. Time se povećava psihički napor i umor radnika, a smanjuje oprez. Smanjenjem opreza povećava se mogućnost nastanka nesreće. Zbog boljeg odmora radnika, ako je to moguće, trebalo bi konstantno mijenjati radnike iz noćne i dnevne smjene.

2. ZADATAK ISTRAŽIVANJA

Zadatak istraživanja je bio otkriti da li postoji problem u usredotočenosti radnika tijekom noćnog rada i koje se štetne posljedice javljaju tijekom tog rada. Stupanj usredotočenosti pojedinog radnika je subjektivan podatak. Zbog toga je trebalo napraviti istraživanje koje će pokazati usredotočenost svakog radnika na točno određeni parametar.

3. CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj istraživanja je pomoću ankete među radnicima analizirati kako noćni rad utječe na radnike, na njihovo fizičko i psihičko zdravlje te na njihovu usredotočenost na rad. U ovom slučaju istraživanje će biti provedeno na radnicima koji svoju radnu funkciju obavljaju za strojem.

4. ISTRAŽIVANJE

Anketa je provedena među radnicima i bila je opisna analitički. Korišten je pismeni oblik anketne kao instrument anketnog istraživanja koja je sadržavala pitanja sa predloženim odgovorima. Tvrtka u kojoj je provedeno istraživanje je veličine velikog poduzeća u kojoj je zaposleno 860 radnika. Glavna djelatnost tvrtke je proizvodnja dijelova za elektroenergetska postrojenja i održavanje tih postrojenja. Oko 30% radnika radi u noćnoj smjeni.

Anketa je provedena na uzorku od 110 zaposlenih radnika, u životnoj dobi između 20 i 60 godina. Svi anketirani su srednje stručne spreme.

5. HIPOTEZA

Tijekom noćnog rada usredotočenost radnika pada jer bi noć trebala služiti čovjeku za odmor. Po noći se čovjek više umara jer noć nije prirodni dio dana kada bi čovjek trebao raditi.

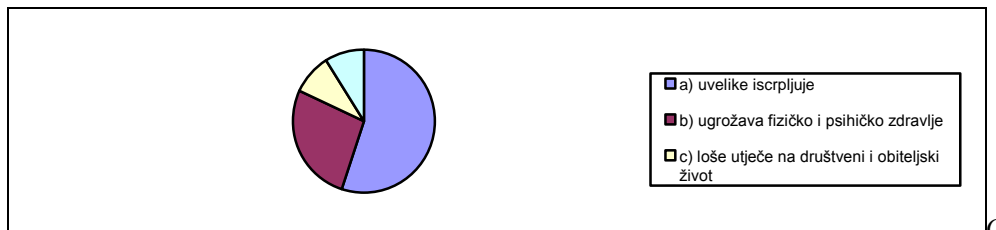
6. OBRADA I ANALIZA PODATAKA DOBIVENIH ANKETIRANJEM

Nakon provedenog anketiranja uslijedilo je sortiranje i obrađivanje odgovora na anketna pitanja.. Pitanja su vezana isključivo uz radno mjesto radnika, znači sastavljena su na način da se zaposlenici sa ovim ili sličnim situacijama susreću svakodnevno na svome radnom mjestu. Slijede rezultati istraživanja po pitanjima iz ankete.

I Što mislite o noćnom radu sa svog gledišta ?

- a) noćni rad uvelike iscrpljuju radnika
- b) ugrožava njegovo fizičko i psihičko zdravlje
- c) loše utječe na njegov društveni i obiteljski život
- d) nema štetnog utjecaja na radnika

Od anketiranih radnika njih 55% odgovara da ih noćni rad uvelike iscrpljuje, 27% ih odgovara da im je ugroženo fizičko i psihičko zdravlje, 9% odgovora da loše utječe na njihov društveni i obiteljski život, i 9% odgovara da nema štetnog utjecaja.



rafikon 1- Noćni rad s gledišta radnika

Analiza odgovora na ovo pitanje pokazala je da većina anketiranih radnika osjeća štetan utjecaj noćnog rada na njihovo zdravlje i znatno ih iscrpljuje. Ovi odgovori potkrepljuju činjenicu da bi noć trebala služiti čovjeku za odmor. Po noći se čovjek i više umara jer noć nije prirodni dio dana kada bi čovjek trebao raditi. Upravo umor predstavlja najveći razlog pada usredotočenosti tijekom noćnog rada.

II Koliko vam traju smjene?

- a) 8 sati - 3 smjene
- b) 12 sati - 2 smjene
- c) 6 sati - 4 smjene

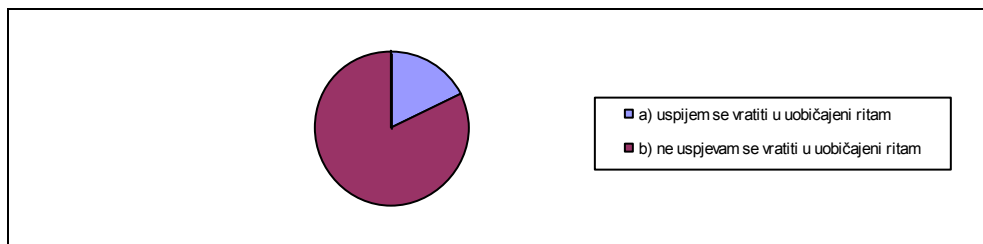
Od anketiranih radnika njih 73% odgovara da se radi u 3 smjene po 8 sati, 27% ih odgovara - 12 sati 2 smjene. Većina anketiranih radnika radi u tri smjene koje traju po osam sati. Tako je najčešće raspoređen rad u metaloprerađivačkoj industriji. Razlog tomu je to što je rad fizički zahtjevan i što radnik tijekom radnog vremena mora zadržati određenu razinu koncentracije kako bi proizvod bio sukladan zadanom i kako ne bi došlo do povreda radnika jer se rad izvodi na sredstvima rada sa povećanim opasnostima najčešće tokarski strojevi, glodalice, pile i slična strojevi za obradu metala. Tako da se smjene od 8 sati nastavljaju jedna na drugu neprekinuto u okviru 24 sata, jednog dana tako se omogućuje da se strojevi ne zaustavljaju a na njima se izmjenjuju operateri. Radi se na strojevima velikog proizvodnog kapaciteta što postavlja povećane zahtjeve svakom operateru.

III Koliko vam je vremena potrebno da bi se nakon odrađene noćne smjene vratili u svoj uobičajeni dnevni ritam ?

- a) nakon odspavanih nekoliko sati uspijem se razbuditi i vratiti u uobičajeni dnevni ritam
- b) cijelog dana sam neispavan i iscrpljen tako da se ne uspijevam vratiti u uobičajeni dnevni ritam
- c) ne osjećam se umorno

Od anketiranih radnika njih je 18% odgovorilo , nakon odspavanih nekoliko sati uspijem se razbuditi i vratiti u uobičajeni dnevni ritam, njih 82% odgovara - cijelog dana sam neispavan i iscrpljen tako da se ne uspijevam vratiti u uobičajeni dnevni ritam. Ovim se

odgovorom izravno potvrđuje štetni utjecaj noćnog rada. Kod ovog pitanja nije uzeta u obzir starostna dob ispitanika budući da se radi o grupi ispitanika koji su stari od 20 do 60 godina. Za očekivati je da su radnici s većim radnim stažom, više iscrpljeni radom i teže podnose noćni rad nego mlađi.

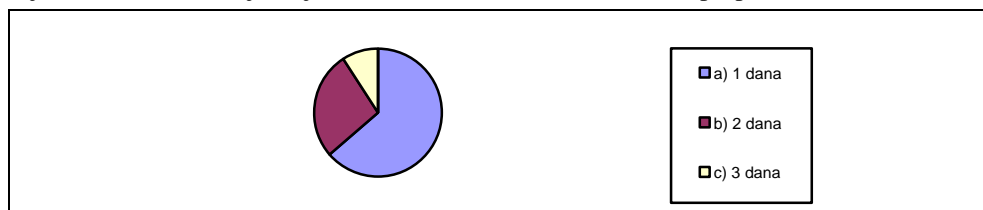


Grafikon 2- Potrebni odmor nakon noćne smjene

IV Nakon cijelog tjedna noćne smjene koliko vam dana treba da se vratite u normalni dnevno - noćni ritam?

- a) 1 dana
- b) 2 dana
- c) 3 dana
- d) niti jedan dan

Njih 64% je odgovorilo - 1 dan , 27% je odgovorilo-2 dana, i 9% je odgovorilo - 3 dana..Ukupno gledajući vrijeme oporavka radnika nakon noćnog rada traje između 1 do 2 dana, računajući da za vrijeme tog oporavka radnici odrađuju neku drugu smjenu. Zapravo taj oporavak se u pravom smislu nikad i ne dogodi jer nakon cijelotjednog odrađivanja noćne smjene dolazi do rotacije smjena te radnik nema vremena da se u potpunosti odmori.

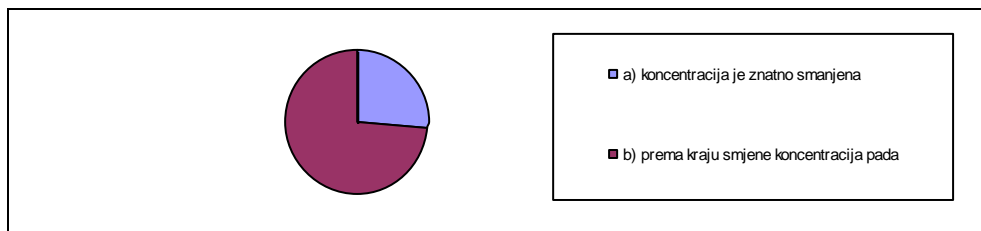


Grafikon 3 - Potrebno vrijeme za vraćanje u normalni dnevno - noćni ritam

V Uspoređujući sa ostalim smjenama kako rad noću utječe na vašu koncentraciju?

- a) koncentracija je znatno smanjena
- b) prema kraju smjene koncentracija jako pada
- c) pada do te mjere da lako može doći do ozbiljnijih ozljeda radnika
- d) koncentracija mi nije smanjena

Njih 27% odgovorilo je da je koncentracija znatno smanjena, a 73% odgovorilo je odgovor da prema kraju smjene koncentracija jako opada,



Grafikon 4 - Kako rad noću utječe na koncentraciju

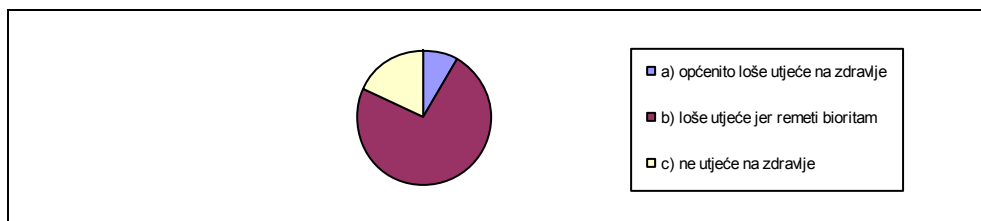
Anketirani radnici rade na strojevima za obradu metala visokih snaga i okretnih momenata koje vrlo lako mogu ozlijediti radnika. Iz navedenih odgovora koji su kod svih radnika slični vidljivo je da je koncentracija, a samimi time i radna efikasnost tijekom noćnog rada smanjena ali ne do te mjere da bi prouzrokovala ozbiljnije ozljede radnika ili smrtne slučajeve.

VI Po vašem mišljenju kako tjedna izmjena smjena i rad noću utječe na vaše zdravlje?

a) općenito loše utječe na zdravlje
b) loše utječe jer remeti bioritam

c) ne utječe na zdravlje

Od radnika 9% ih je dalo odgovor pod a) općenito loše utječe na zdravlje, 73% ih je dalo odgovor pod b) loše utječe jer remeti bioritam, 18% ih je dalo odgovor c) ne utječe na zdravlje.



Grafikon 5 – Kako izmjena smjena i rad noću utječe na vaše zdravlje

Većina radnika se izjasnila negativno jer tjedna izmjena smjena stalno remeti radnikov bioritam odnosno ritam budnosti i sna. Za normalnu radnu aktivnost čovjeka smatra se vrijeme ujutro od 07³⁰ pa sve do popodneva 17⁰⁰ odnosno 18⁰⁰ sati.

VII Jeste li vi imali kakvih zdravstvenih posljedica zbog rada u smjenama i rada noću?

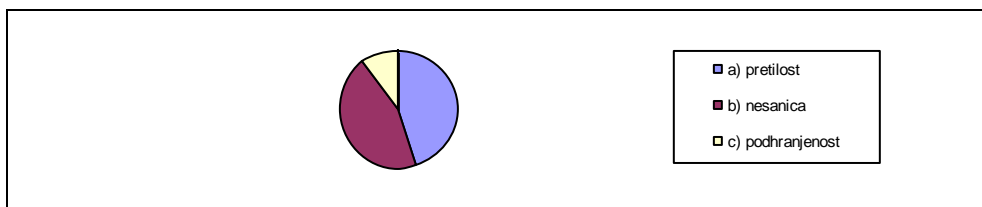
a) pretilost

b) nesаница

c) pothranjenost

d) nema zdravstvenih posljedica

Njih 45% je odgovorio pod a) pretilost, 45% odgovorilo je pod b) nesаница,, dok njih 10% se izjasnilo pod odgovorom d) da nema zdravstvenih posljedica.



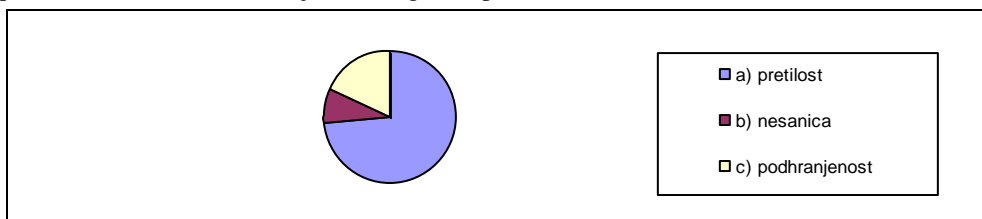
Grafikon 6 – Posljedice rada u smjenama i rada noću

Odgovorom na ovo pitanje jedan dio radika ističe nesanicu kao zdravstvenu posljedicu rada u smjenama i noću. Prema tome možemo zaključiti da sve ovisi o fizičkoj i psihičkoj pripremljenosti svakog pojedinog radnika.

VIII Po vašem mišljenju koji sati noćne smjene su najteži?

- a) od 3:00 – 5:00
b) od 5:00 – 6:00
c) od 4:00 – 5:00
d) od 3:00 – 4:00

Od ispitanih je njih 73% je zaokružilo odgovor pod a) od 3:00 – 5:00, 9% je odgovorio pod b) od 5:00 – 6:00, 18% je dalo odgovor pod c) od 4:00 – 5:00



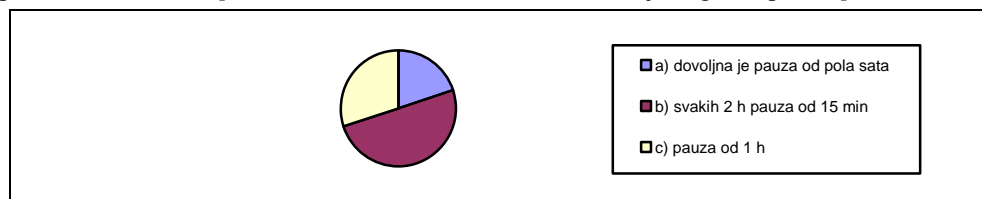
Grafikon 7 – Koji sati noćne smjene su najteži

Iz navedenih rezultata vidljivo je da radnici jednako teško podnose sva razdoblja noćnog rada. Time se potvrđuje teza i potreba čovjeka za snom te da je najdublji san čovjeka sredinom noći.

IX Po vašem mišljenju koliko vam je stanki ili pauza potrebno u noćnoj smjeni da bi održali određenu razinu koncentracije i učinkovitosti?

- a) dovoljna je pauza od pola sata
b) svakih 2 sata pauza od 15 minuta
c) pauza od 1 sat
d) bez pause

Njih 18% je dalo odgovor pod a) dovoljna je pauza od pola sata, 45% dalo je odgovor pod b) svakih 2 sata pauza od 15 minuta, 27% radnika dalo je odgovor pod c) pauza od 1 sat



Grafikon 8 – Koliko je pauza potrebno u noćnoj smjeni za učinkovit rad

8. LITERATURA

- [1] Zakon o radu (pročišćeni tekst Narodne novine, br. 137/04.)
- [2] Zakon o zaštiti na radu (Narodne Novine, br. 114/03.)
- [3] <http://www2.hgk.hr/izvoznici/izvoznik.asp?mbr=3629104>
- [4] <http://www.mrms.hr/pitanje/clanak-48-nocni-rad/>
- [5] <http://www.radno-pravo.hr/misljenja-det.cfm?id=55>
- [6] http://www.zbornica.com/index.php?option=com_zoo&task=item&item_id=1111&Itemid=108

Michal BELCIK¹
Karol BALOG²
Zuzana SZABOVA³
Pavol CEKAN⁴
Richard KURACINA⁵

Review paper

FACTORS AFFECTING HUMAN PERFORMANCE AND METHOD OF THEIR APPLICATION IN HUMAN RELIABILITY ASSESSMENT

Abstract: The aim of this paper is to characterize the factors that affect the performance of humans and the method of their application in the context of assessment of human reliability. The paper deals with differences that are associated with their use in various methods. In order to achieve a more objective assessment of human reliability it is necessary to take into account the elements of work performance as well as the conditions that can affect a person, but are not directly generated by the working environment

Key words: human factor reliability, HEART, THERP, failure, performance shaping factors

ФАКТОРИ КОЈИ УТИЧУ НА ПЕРФОРМАНСЕ ЉУДИ И НАЧИН ЊИХОВЕ ПРИМЕНЕ У ПРОЦЕНИ ЉУДСКЕ ПОУЗДАНОСТИ

Апстракт: Циљ овог рада је да окарактерише факторе који утичу на перформансе човека и начин њихове примене у контексту процене људске поузданости. Рад се бави разликама које су повезане са њиховом употребом у различитим методама. У циљу постизања објективније процене људске поузданости неопходно је узети у обзир елементе радног учинка, као и услове који могу да утичу на особу, али нису директно настали у радној средини.

Кључне речи: поузданост људског фактора, HEART, THERP, неуспех, фактори обликовања перформансе

¹ Prof Ing. Faculty of Materials Science and Technology in Trnava michal.belcik@stuba.sk

² PhD Ing. Faculty of Materials Science and Technology in Trnava karol.balog@ stuba.sk

³ PhD, Ing. Faculty of Materials Science and Technology in Trnava zuzana.szabova@ stuba.sk

⁴ PhD Ing. Faculty of Materials Science and Technology in Trnava pavol.cekan@stuba.sk,

⁵ PhD Ing. Faculty of Materials Science and Technology in Trnavarichard.kuracina @ stuba.sk

1. INTRODUCTION

Complexity of technological systems with human participation requires involving the human with its specificity for thorough assessment of safety and reliability during operation. In contrast to assessment of the machine reliability, assessment of the human reliability is more difficult owing to chosen tasks.

Human in the working system represents a highly sensitive and interactive element that efficiency and reliability is expressed by naturally oscillating value of the human error probability around the nominal human error probability. The nominal human error probability represents the probability that in case of doing a given task, a failure will occur. However, specific conditions of the working environment are not taken into account and the personal specificity of operators as well [1].

Many methods of human reliability assessment utilise performance influencing factors (PIFs), performance shaping factors (PSFs) etc. to describe many aspects of interaction between the human and the system [2].

2. FACTORS INFLUENCING THE HUMAN PERFORMANCE

PIFs are factors that combine with basic human error tendencies to create error-likely situations [3] and they represent a basis for human factors assessment in field of safety and reliability [4].

However, PIFs are not associated only with negative influence. In the case of suitable combination and scale of effect, they have a potential to affect human performance positive. So they can improve human reliability in this way [3].

By using these factors, we can reach following goals:

- exact determining the positive or negative effect on human performance,
- prediction of conditions that have potential to lead to the human errors,
- estimate of human error probability,
- qualitative information about possible scenarios [2].

These factors can have different names in various sources dealing with methods of human reliability or human error rate [4], for example, PIFs, PSFs or EPCs (Error-Producing Conditions) used in this contribution.

Abbreviations PIFs and PSFs have the same meaning in principle. The different abbreviations are related with their origin and a field, in which they are used. PSFs were created for using in methods of human reliability in the field of nuclear power plants [5], however, if they are relevant to the system under analysis, they can be applied in any system human-machine as well [1]. On the other side, origin and application of PIFs are related only to process industries [5].

EPCs have their origin in the Human Error Assessment and Reduction Technique (HEART). The HEART by EPCs expresses a contribution of specific conditions to a probability of a human failure during performing a given task [6].

Different origins of these factors affect a classification, definition and the way of using them by an assessment as well, because they are accurately adjusted to the developing

technique. As a result, a specific state of these factors may be defined different. As for their evaluation, they are given on scale from low to high influence in general [2].

Measuring or extrapolations of real values of affecting factors are not performed in the universal way, as well. Every method provides its own guidelines and advice how to perform quantification [2].

2.1. General evaluation of PIFs

Potential of PIFs is not limited only to use in specific methods of the human reliability assessment that producing probabilistic estimates of human failures, but their extensive set can be used in practice as a tool for evaluation of conditions that influence human performing given tasks and that have a potential to affect this perform and reliability. On the basis of obtained information, we can look for a way of improvement of current work conditions. Besides, this information can be useful in accident investigations, because they can help investigators to create an image of circumstances (effects of single factors at workplace) of an accident or another negative event [3].

A set of PIFs can be prepared or taken from some existing taxonomy. For example, International Atomic Energy Agency [7] recommends in section for collecting the data for purposes of human reliability assessment to see following PSFs taxonomies and make the most appropriate choice:

- THERP [1],
- Bellamy [8],
- PHECA [9],
- SRK [10, 11],
- Murphy Diagrams [12],
- Altman's [13],
- NUCLARR [14],
- INTENT [15, 16],
- HEART [6],
- HRMS [17],
- CORE-DATA [18].

By creation of point evaluating scale (the worst state – 1 point, the best state – 9 points) for every factor, we get a tool for evaluating their effect on an operator. In case of some factors, it can be necessary to use decomposition of the factor. Then, all subfactors are evaluated separately and their mean value is equal to the total factor value. It means that evaluation of the factor “fatigue” would be assessed by average of elements “working time”, “amount of sleep” and “shift rotation” as shows Figure 1 [3].

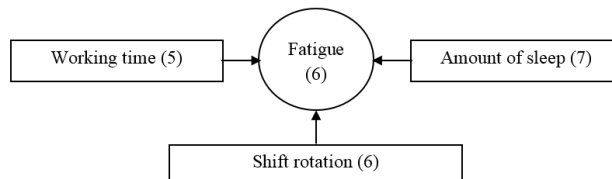


Figure 10 Fatigue and its subfactors [3]

2.2. Use of EPCs in HEART method

HEARTS is based on a number of assumptions. One of them is that EPCs degrade the probability of the successful task performance exclusively, let us say, they increase the human unreliability. They are defined by set of 38 EPCs with their maximum amount by which can influence the human reliability. However, in reasonable cases, an analyst can reduce the value of the numerator. Further aspect of EPCs in HEART is the proportion of the affect. An analyst subjective judge the proportion of the affect of the total potential of EPCs selected on the scale 0 – 1.0 [6].

Established value of every single EPC enters the following formula:

$$[(EPC - 1) \times (\text{proportion of affect EPC})] \quad (1)$$

The total human error probability (HEP) is given on basis of product of nominal HEP by the generic task table and the values given by formula 1 above [6].

For example, we can consider the task that is according to generic task table of the HEART defined as “(C) Complex task requiring high level of comprehension and skill” with suggested nHEP = 0,16. Further, we consider EPCs listed in Table 1.

Establishing the human error probability in carrying out the selected task is performed by the following formula:

$$HEP = nHEP \times \prod [(EPC_i - 1) \times (\text{proportion of affect } EPC_i)] + \quad (2)$$

$$HEP = 0.16 \times 1.06 \times 1.02 \times 1.6 \doteq 0$$

Where:

HEP - is the total human error probability,

nHEP - is the nominal error human probability given by the generic task table,

EPC_i - is the maximum amount of the selected EPC by which can influence the human reliability negatively,

proportion of affect EPC_i - the proportion of the affect of the total potential of EPCs selected on the scale 0 – 1.0 (subjective judged) [6].

If total value of HEP takes the value above 1.0, the total HEP is assumed to be the value 1.0 [6]

Table 1 EPCs affecting the task performance

| EPC | Max. amount of EPC | Proportion of affect EPC | $[(EPC - 1) \times (\text{proportion of affect EPC}) + 1]$ |
|---|--------------------|--------------------------|--|
| High-level emotional stress | 1.3 | 0.2 | 1.06 |
| Low workforce morale | 1.2 | 0.1 | 1.02 |
| A conflict between immediate and long-term objectives | 2.5 | 0.4 | 1.6 |

2.3. Use of PSFs in THERP

The method THERP provides 67 PSFs that are divided into 3 base groups and their subgroups:

- External factors (situational characteristics, job and task instructions, task and equipments characteristics),
- Internal factors (organismic factors),
- Stressors (psychological stressors, physiological stressors) [1].

The handbook for THERP contains the tables with the single-point estimates of the nominal HEP with the adjunct error factor (EF). EF creates the symmetric area around the nominal HEP. This area should contain 90 % of the HEPs and is bounded by the uncertainty bounds. Following example shows creating the upper and lower uncertainty bounds by EF [1].

We consider that operator is to check a condition by analog meter, table 20-11 in the handbook THERP [1] lists several possible conditions. Considered analog meter has easily seen limit marks and so we take relevant nominal values of HEP (0.001) and EF (3). Then the uncertainty bounds are calculated as follow:

$$UUB = nHEP \times EF = 0.001 \times 3 = 0,003 \quad (3)$$

$$LUB = nHEP \div EF = 0.001 \div 3 = 0,0003 \quad (4)$$

Where:

UUB - is the upper uncertainty bound,

nHEP - is the nominal error human probability,

EF - is the error factor,

LUB – is the lower uncertainty bound [1].

An analyst assumes the human failure probability on scale 0.00033 – 0.003. This assumption should take into account the effect of specific environment factors and operator individuality. The handbook does not show how to perform PSF assessment, so it is possible to use the classicist general evaluation. An analyst chooses the value of HEP on the basis of evaluation of specific conditions affecting the task performance [1].

3. CONCLUSION

Although we know many kinds of classification and different abbreviations of factors that affect the human performance, given examples showed similarity in the way of their use. Whether we speak about the general evaluating of PIFs and EPCs of the HEART, which enter mathematical evaluating HEP or about PSFs of the THERP, which make a decision on shift of the value of the HEP from basic, so called nominal value, each of them was used with the goal to express specific conditions of any task.

As far as the level of subjective analyst input, the general evaluation of PIFs is focused only on determining the PIF level on scale from the worst to the best. It gives to analyst the image about conditions, by which the tasks are carried out. Similarly, we can assess PSFs in the THERP and on the basis of that to determine the total value of a HEP. In case of performing the analysis by HEART method, an analyst gets the value of a HEP by chosen

type of a task, affecting EPCs, their proportion of affect and calculations directly. This value takes into account specific conditions of performance.

Factors affecting human performance and reliability have to be integral part of any human reliability analysis, because they introduce particularity of a plant and human individuality into analysis. The way of application of PSFs and EPCs in the methods THERP and HEART shows that a nominal HEP can fairly vary from HEP taking into account specific conditions. That confirms irreplaceable place in the field of the human reliability assessment.

4. ACKNOWLEDGEMENTS

The submitted work was supported by the project KEGA 028STU-4/2013 E-learning as a Handbook of Health and Safety in Welding and VEGA 1/2594/12 - Research of metallurgical joining and other technological processes of processing of magnesium and other light alloys by progressive and environmentally friendly technologies.

5. REFERENCES

- [1] SWAIN, A., GUTTMANN, H. E. Handbook of human reliability analysis with emphasis on nuclear power plant applications. Albuquerque, NM: Sandia National Laboratories, 1983. NUREG/CR-1278
- [2] GROTH, K. M., MOSLEH A.. A data-informed PIF hierarchy for model-based human reliability analysis. In: Reliability Engineering & System Safety. 2012, Vol. 108. pp. 154-174. ISSN: 0951-8320
- [3] EMBREY, D. Performance Influencing Factors (PIFs). [online]. 2000, [cit. 2013-03-07]. Dostupné na internete: <<http://www.humanreliability.com/articles/Introduction%20to%20Performance%20Influencing%20Factors.pdf>>
- [4] KIM, J. W., JUNG, W. A taxonomy of performance influencing factors for human reliability analysis of emergency tasks. In: Journal of Loss Prevention in the Process Industries. 2003, Vol. 16, issue 6, pp. 479-495. ISSN: 0950-4230
- [5] SKŘEHOT, P. Faktory ovlivňující člověka v pracovním systému. In: BOZPinfo.cz. [online]. 2011, [cit. 2013-03-11]. Dostupné na internete: <http://www.bozpinfo.cz/win/knihovna-bozp/citarna/tema_tydne/LC_kultura110913.castprvni.html. ISSN 1801-0334>
- [6] WILLIAMS, J. C. A data-based method for assessing and reducing human error to improve operational performance. In: IEEE fourth conference on human factors and power plants. Monterey, CA, 1988, pp. 436-450
- [7] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Collection and classification of human reliability data for use in probabilistic safety assessments. Vienna: International Atomic Energy Agency, 1998. IAEA-TECDOC-1048, ISSN 1011-4289
- [8] BELLAMY, L. J. The quantification of human fallibility. In: Journal of Health and Safety. 1991, 6, pp. 13-22

- [9] WHALLEY, S. P. Factors Affecting Human Reliability in the Chemical Process. Diploma thesis. Birmingham: University of Aston, 1987
- [10] RASMUSSEN, J. Skills, rules, knowledge; signals, signs and symbols and other distinctions in human performance models. In: IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics. 1983, 3, pp. 257-267
- [11] RASMUSSEN, J., DUNCAN, K., LEPLAT, J. New Technology and Human Error. Chichester: John Wiley & Sons, 1987. ISBN 0-4719-1044-9
- [12] PEW, R. W., MILLER, D. C., FEEHRER, C. S. Evaluation of Proposed Control Room Improvements through Analysis of Critical Operator Decisions. Palo Alto, CA: Electric Power Research Institute, 1982. EPRI-NP-1982
- [13] ALTMAN, J. W. A central store of human performance data. In: Proceedings of the Symposium on Quantification of Human Performance. Albuquerque, NM, 1964, pp. 97-108
- [14] GERTMAN, D. I. et al. Nuclear Computerised Library for Assessing Reactor Reliability (NUCLARR): Vol 1: Summary Description, Washington, DC: US Nuclear Regulatory Commission, 1988. NUREG/CR-4639
- [15] GERTMAN, D. I. INTENT: A method for calculating HEP estimates for decision-based errors. In: Proceedings of the Human Factors Society thirty-fifth Annual Meeting. 1991, pp. 1090-1094
- [16] GERTMAN, D. I. et al. INTENT: A method for estimating human error probabilities for decision-based errors. In: Reliability Engineering and System Safety. 1992, 35, pp. 127-136
- [17] KIRWAN, B. A resources flexible approach to human reliability assessment for PRA. In: Safety and Reliability Symposium. Altrincham, Elsevier Applied Sciences, London, 1990
- [18] TAYLOR-ADAMS, S. E., KIRWAN, B. Human Reliability Data Requirements. In: International Journal of Quality and Reliability Management. 1995, 12 (1)

Nenad MUSTAPIĆ¹
Zoran VUČINIĆ²
Igor BURIC³

Stručni rad

ZAŠTITA OD BUKE U POSTROJENJIMA TVORNICE MINERALNIH GNOJIVA

Rezime: U ovom istraživačkom radu, u koji je bio uključen i student Specijalističkog diplomskog stručnog studija Sigurnosti i zaštite kao provoditelj istraživanja, pomoću ankete nastojalo se utvrditi obaviještenost, informiranost, osposobljenost, kao i značaj i uloga poslodavaca u vezi zaštite od buke u postrojenjima tvornice mineralnih gnojiva. Dobiveni rezultati izuzetno su značajni za daljnje mjere i aktivnosti koje je neophodno poduzimati radi povećanja stupnja zaštite radnika od buke na određenim radnim mjestima.

Ključne riječi: radnik, zaštita na radu, buka, osobna zaštitna sredstva

PROTECTION FROM NOISE IN PLANTS PLANT MINERAL FERTILIZERS

Abstract: In this research work, in which he was involved and student specialist graduate study safety and protection as well as conducted the research using the survey sought to identify informed, awareness and competence, as well as the importance and the role of employers in respect of a prominent problem. The results are extremely important for further measures and activities that are necessary to take to increase the level of protection of workers from the noise in a particular workplace.

Keywords: worker, occupational safety, noise, personal protective equipment

¹ Veleučilište u Karlovcu, Trg J.J.Strossmayera 9, Karlova, Hrvatska, nenad.mustapic@vuka.hr

² C:I:A:K., J. Lončara 3/1, Zagreb, Hrvatska

³ Student Specijalističkog diplomskog stručnog studija na Veleučilištu u Karlovcu

1. UVOD

Zaštita na radu je sastavni dio organizacije rada i izvođenja radnog procesa, a svrha te zaštite je stvarati sigurne uvjete rada kako bi se na taj način spriječile ozljede na radu, profesionalne bolesti i nezgode na radu te zaštitio radni okoliš. U tom kontekstu, sigurnost radnog mjesta podrazumijeva odgovarajuću zaštitu od buke kako bi se izbjeglo da upravo buka bude uzrok narušavanja zdravlja zaposlenih radnika i ljudi u neposrednom okruženju. Osim zaštitnih sredstava koje su radnici koji su zaposleni u postrojenjima u kojima je prisutna visoka razina buke i vibracija dužni koristiti, na smanjenje buke može se utjecati i kroz niz vrlo učinkovitih tehničkih rješenja i metoda za snižavanje razine buke na pojedinim strojevima i instalacijama. Tvornica mineralnih gnojiva je kemijska industrija i kao takva je sastavljena od niza postrojenja. Na pojedinim postrojenjima konstantno su prisutne velike ili vrlo velike razine buke i vibracija, a kako su i zaposlenici svakodnevno u neposrednoj blizini strojeva koji proizvode tu buku i koja zasigurno može imati jako negativne učinke na njihovo zdravlje, dalje u ovom radu će biti riječi upravo o utjecaju te industrijske buke u tako velikim postrojenjima na zdravlje radnika, mogućnostima zaštite zdravlja i korištenju osobnih zaštitnih sredstava za zaštitu sluha. Nadziranje buke na izvoru svakako je najpoželjniji oblik ublažavanja buke, iako to može biti i skupo i tehnički dosta zahtjevno. Za svaki veliki izvor buke potrebno je ispitivanje mehanizma za stvaranje buke te procjena kako određeni stroj odašilje buku. Zaštita od buke svodi se prvenstveno na tehničke mjere. Kada je to moguće, potrebno je, prije svega, prikladnom konstrukcijom radnih prostorija smanjiti industrijsku buku, a strojeve koji su izvor buke izolirati. Buku je moguće smanjiti: podlogom ležišta strojeva gumom, oblaganjem zidova radnih prostorija šupljikavim materijalima i sl. Dok se mjerama za zaštitu od buke zvuk ne smanji na prihvatljivu razinu, potrebno je koristiti zaštitu za organe sluha iako bi njihova upotreba trebala biti samo privremeno, a ne trajno rješenje.

2. BUKA U POSTROJENJIMA TVORNICE MINERALNIH GNOJIVA

Tvornica mineralnih gnojiva Petrokemija d.d. Kutina potencijalni je izvor niza opasnosti i ugroza za radnike obzirom da se radi o kemijskoj industriji sastavljenoj od niza postrojenja. Kako se radi o poslodavcu koji zapošljava više od 2 000 ljudi, ova tvrtka ima ustrojenu posebnu službu koja se bavi poslovima zaštite na radu (Služba zaštitnih i općih poslova). Politika sigurnosti ove tvrtke osnova je za izgradnju sustava sigurnosti i zaštite zdravlja radnika u skladu s normama OHSAS 18001 (Zaštita zdravlja i sigurnosti na radu), IFA-inim načelima sigurnosti i Uredbom o sprječavanju velikih nesreća koje uključuju opasne tvari („Narodne novine“ br: 44/14), a ciljevi politike sigurnosti su:

- zaštita zdravlja zaposlenika
- stalno poboljšanje sigurnosti rada i opreme
- zaštita objekata
- sigurnost cjelokupnog okruženja

Za organizaciju i provođenje zaštite na radu u Petrokemiji sukladno odredbama Zakona o zaštiti na radu, tehničkim normama i drugim podzakonskim aktima odgovorna je Uprava, koja svoja ovlaštenja prenosi na ovlaštenike više i niže razine rukovođenja (neposredne rukovoditelje). Radnici za koje procjenom opasnosti nije utvrđena potreba za

osposobljavanjem za rad na siguran način, dužni su proći program informativnog upoznavanja s vrstama opasnosti i intenzitetom, te načinom prepoznavanja opasnosti i vrste zaštite.

3. METODIKA ISTRAŽIVANJA

3.1. Problem istraživanja

U ovom radu provedena je anketa među radnicima Tvornice mineralnih gnojiva koji su se izjašnjavali o tome koriste li sredstva za zaštitu sluha te vlastitom viđenju potrebe za osobnim zaštitnim sredstvima, razlozima nošenja ili nenošenja i mogućim posljedicama.

Na razini tvrtke nisu provedena nikakva istraživanja, ispitivanja i ankete na ovu temu.

Problem istraživanja se očituje u tome što veliki broj radnika koji su na svojim radnim mjestima konstantno ili povremeno, izloženi buci, nisu svjesni niti dovoljno educirani koliko i na koji način ta buka loše utječe na njihovo zdravlje. Problem je i to što poslodavac nedovoljno educira radnike o potrebi nošenja osobnih zaštitnih sredstava za zaštitu sluha kao i nedostatak kontrole na pojedinim radnim mjestima. Na temelju identificiranih problema, osnovno pitanje je: Kakvo je stanje i problematika glede nošenja osobnih zaštitnih sredstava za zaštitu sluha sukladno Pravilniku o upotrebi osnovnih zaštitnih sredstava („Narodne novine“ br. 39/06) i Pravilniku o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade („Narodne novine“ br. 145/04).

3.2. Cilj

Cilj ovog istraživanja i provedene ankete je analizirati i utvrditi koliki broj radnika ne nosi osobna zaštitna sredstva za zaštitu sluha iako rade u postrojenjima u kojima je buka konstantno visoke razine. Kroz provedenu anketu pokušat će se utvrditi razlozi takvog ponašanja radnika, razina njihove educiranosti, kao i to koliko su im predmetna zaštitna sredstva uopće dostupna.

3.3. Hipoteze

Na temelju utvrđenih problema, postavljenog općeg istraživačkog pitanja te cilja istraživanja, hipoteze istraživanja su sljedeće.

H1- Poslodavac je dužan o svom trošku osigurati zaposlenicima osobna zaštitna sredstva za zaštitu sluha.

H2- Svaki radnik je dužan koristiti sredstva za zaštitu sluha.

H3- Radnici nisu dovoljno educirani i svjesni štetnosti buke.

H4-Radnici ne koriste sredstva za zaštitu sluha uvijek kad bi trebali.

3.4. Zadaci

Inicijativa za ovo istraživanje proistekla je iz problema nenošenja osobnih zaštitnih sredstava za zaštitu sluha u Tvornici mineralnih gnojiva gdje je buka u pojedinim postrojenjima nerijetko prelazi najviše dopuštene razine, a radnici unatoč visokim razinama buke, lakomisleno smatraju da im osobna zaštitna sredstva nisu potrebna, posebno ako je izlaganje buci kratkotrajno.

3.5. Metode

Metode koje su korištene u ovom istraživanju su:

- Metoda analize sadržaja da bi se došlo do saznanja o sadržaju pisanih izvora vezanih za problematiku ovog rada, kao i do odgovora na pojedina pitanja istaknuta u zadatku rada.

3.6. Uzorak

Anketa je provedena na uzorku od 100 nasumično odabranih zaposlenika svih dobnih skupina i različitih razina obrazovanja. Svi ispitanici su zaposleni u sektoru proizvodnje obzirom da je buka problem upravo u postrojenjima.

3.7. Naziv istraživanja

Naziv ovog istraživanja je ZAŠTITA OD BUKE U POSTROJENJIMA TVORNICE MINERALNIH GNOJIVA pri čemu je objekt istraživanja to da li zaposlenici koji su svakodnevno izloženi buci koriste osobna zaštitna sredstva za zaštitu sluha.

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

1. Spol?

- a) muški
- b) ženski

Od 100 ispitanih radnika svi su muškog spola što i ne čudi obzirom da činjenicu da su u sektoru proizvodnje, na pogonima, zaposlenici gotovo isključivo muškarci.

2. Životna dob?

- a) 18-25 godina – 30%
- b) 25-40 godina – 30%
- c) 40-50 godina – 20%
- d) preko 50god. – 20%

Zastupljenost svih dobnih skupina u istraživanju je važna kako bi se utvrdilo ima li eventualno razlike u korištenju i načinu razmišljanja o osobnim zaštitnim sredstvima za zaštitu sluha kod starijih i mlađih radnika.

3. Stručna sprema?

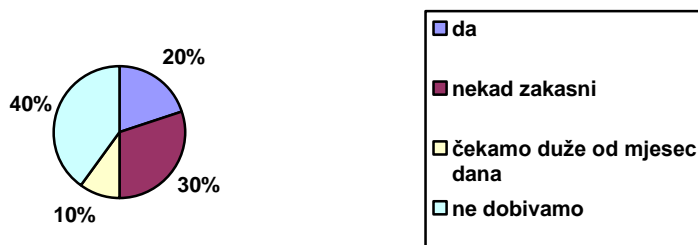
- a) NKV
- b) SSS
- c) VŠS
- d) VSS

Između ispitanika nije bilo niskokvalificiranih, od njih 10, 45% je srednje stručne spreme, 22% više stručne spreme, a 33% visoke stručne spreme obzirom da se i više i visoko obrazovani često puta nalaze u situaciji da su dužni obići postrojenja ili osobno intervenirati u slučaju kvara i problema, a istraživanje će dalje pokazati da li razina stručne spreme utječe na znanje i svijest o potrebi korištenja sredstava za zaštitu sluha.

Dobivate li redovito potrebna zaštitna sredstva za zaštitu sluha?

- da
- nekad zakasni
- čekamo duže od mjesec dana
- ne dobivamo

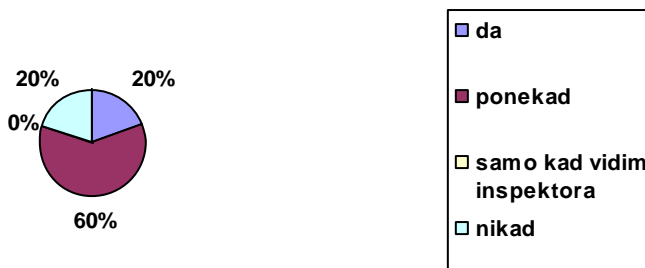
Rezultati odgovora na ovo pitanje su dosta zabrinjavajući, čak i poražavajući, budući da je čak 40 % ispitanika odgovorilo da ne dobiva redovito zaštitna sredstva za zaštitu sluha, njih 10% je odgovorilo da ista čeka dulje od mjesec dana, 30% ih je reklo da sredstva nekad kasne, a samo 20% da sredstva za zaštitu sluha dobiva redovito. Ovakvi rezultati su iz razloga što je zakazao poslodavac koji je očito propustio postupiti u skladu sa svojom zakonskom obvezom prema kojoj je radnicima dužan osigurati potrebna zaštitna sredstva, a razlika u odgovorima vjerojatno je rezultat različitih radnih mjesta na kojima ispitani zaposlenici rade.



Graf1.: Prikaz rezultata o dobivanju OZS

Nosite li redovito osobna zaštitna sredstva za zaštitu sluha?

- da
- ponekad
- samo kad vidim inspektora, inženjera sigurnosti ili poslodavca
- nikad



Graf 2. Korištenje OZS za zaštitu sluha

S aspekta zaštite na radu, ovakvi rezultati nisu zadovoljavajući obzirom da iz dobivenih rezultata proizlazi da samo 20% ispitanika redovito koristi sredstva za zaštitu sluha, dok ostalih 80% to ne čini nikada ili samo ponekad, unatoč činjenici da se kreću u vrlo bučnim pogonima.

Zašto ne nosite redovito osobna zaštitna sredstva? *(samo ako ste na prethodno pitanje odgovorili na b, c ili d)*

- smatram da je nepotrebno nošenje
- smetaju mi pri radu
- imam zdravstvenih problema zbog nošenja pojedinih osobnih zaštitnih sredstava
- neznam da trebam redovito nositi osobna zaštitna sredstava

Vežano za prethodno pitanje, ispitanici su upitani za razloge nenošenja sredstava za zaštitu sluha pri čemu je svih 80% ispitanih koji su na prethodno pitanje odgovorili da sredstva za zaštitu sluha ne koriste nikada ili samo ponekad, sada zaokružilo odgovor pod b) smetaju mi pri radu. Ovakvi rezultati ukazuju da je potrebno ispitati zaposlene na koji način im ta sredstva smetaju te razmotriti mogućnost da se sredstva za zaštitu sluha bolje prilagode radnicima jer ako je isključivi razlog nenošenja sredstava za zaštitu sluha to što radnicima smetaju, očito je da je nužno nešto mijenjati.

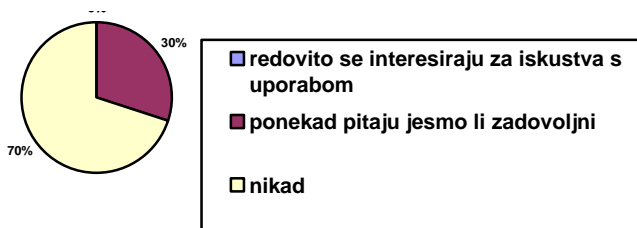
Što mislite kako takav rad bez korištenja osobnih zaštitnih sredstava za zaštitu sluha može utjecati na Vaše zdravlje?

- jednako kao kad nosim i ne nosim
- osjećam se sigurnijim, ali mislim da nemaju svrhu
- manja je mogućnost oštećenja sluha ako se koristim

Na ovo pitanje su svi ispitanici zaokružili odgovor pod c) manja je mogućnost oštećenja sluha ako se koristim iz čega proizlazi da su ispitanici upoznati s tim da im ta sredstva mogu zaštititi sluh i svjesni su njihove svrhe, ali to nažalost ne rezultira i njihovim postupanjem u skladu s ovim odgovorom obzirom da je istraživanje pokazalo da njih samo 20% sredstva za zaštitu sluha koristi redovito.

Da li Vas je poslodavac ili odgovorni inženjer za zaštitu na radu pitao za mišljenje i iskustva o opremi za zaštitu sluha?

- redovito se interesiraju za iskustva sa uporabom
- ponekad pitaju jesmo li zadovoljni
- nikad



Graf 3. Prikaz mišljenja o OZS

Na ovo pitanje je 30% ispitanih odgovorilo da ih poslodavac samo ponekad pita za mišljenje i iskustva o opremi za zaštitu sluha dok je njih čak 70% odgovorilo da ih poslodavac o tome nikada ne pita. Navedeno ukazuje na veliki propust poslodavca jer upravo iz razloga što se ne interesira za mišljenje i iskustva radnika o opremi za zaštitu sluha, nema povratne informacije o tome da su radnici sa istima nezadovoljni, odnosno da im smetaju pri radu, zbog čega ih velika većina niti ne koristi.

Da li Vas je poslodavac upućivao na štetnost buke i vibracija za zdravlje i potrebitost nošenja osobnih zaštitnih sredstava za zaštitu sluha?

- da
- mislim da nekada je
- nije nikada



Graf 4. Educiranost o štetnosti buke

G

Na pitanje o tome da li je poslodavac izvršio svoju obvezu i educirao zaposlene o štetnosti buke i vibracija za zdravlje i važnost nošenja osobnih zaštitnih sredstava za zaštitu sluha, 60% ispitanih je odgovorilo da ih je poslodavac uputio u navedeno, a 40% misli da je to poslodavac nekada učinio, iz čega proizlazi da u ovom dijelu zaštite na radu poslodavac nije zakazao, ali je upitno da li je to učinjeno dovoljno dobro obzirom da većina radnika ipak ne koristi ili ne koristi kad bi trebala sredstva za zaštitu sluha.

10. Jeste li ikada upozoreni ili kažnjeni zbog nenošenja sredstava za zaštitu sluha?

- Jesam
- Nisam

11. Da li nakon upozorenja i kažnjavanja redovito koristite sredstva za zaštitu sluha? (odgovarate ako ste na prethodno pitanje zaokružili a)

- a) Da
- b) Ne

Nitko od ispitanika nije bio kažnjen ili upozoren zbog nenošenja sredstava za zaštitu sluha. Obzirom da inženjeri zaštite na radu imaju ovlasti kazniti radnika kojeg prilikom nadzora u pogonu zateknu bez zaštite za sluh, vjerojatno se nadzor ne vrši dovoljno često uzme li se u obzir činjenica da su rezultati ovog istraživanja pokazali da velika većina ispitanika, njih čak 80% ne koristi sredstva za zaštitu sluha nikada ili koristi samo ponekad.

5. ZAKLJUČAK

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi koliko zaposlenika ne koristi osobna zaštitna sredstva za zaštitu sluha iako rade u postrojenjima gdje je svakodnevno prisutna visoka razina buke, pokušati utvrditi razloge nenošenja tih sredstava, stupanj educiranosti radnika te koliko su im sredstva uopće dostupna.

Anketa je provedena između nasumično odabranim radnicima, svih dobnih skupina i razina obrazovanja, a analiza je napravljena u odnosu na obveze i postupanje radnika, ali i obveze i postupanje poslodavca. Nije utvrđeno da životna dob ispitanika ili razina obrazovanja na bilo koji način utječu na odgovore. Nakon analize dobivenih rezultata moguće je zaključiti slijedeće:

- Poslodavac ne osigurava redovito zaposlenicima sredstva za zaštitu sluha.
- Velika većina zaposlenika ne nosi sredstva za zaštitu sluha ili ih nosi samo ponekad.
- Zaposlenici ne koriste sredstva za zaštitu sluha jer im smetaju pri radu.
- Zaposlenici su svjesni da je manja mogućnost oštećenja sluha ako koriste osobna zaštitna sredstva.
- Poslodavac se uglavnom ne interesira za mišljenje i iskustva zaposlenih o opremi za zaštitu sluha.
- Poslodavac je radnike informirao o štetnosti buke i vibracija za zdravlje i važnosti nošenja sredstava za zaštitu sluha.
- Poslodavac nedovoljno kontrolira da li radnici koriste sredstva za zaštitu sluha.

Slijedom navedenog, očito je da na strani poslodavca postoje propusti i da bi poslodavac svakako trebao redovito radnicima osigurati sredstva za zaštitu sluha, obzirom da mu je to i zakonska obveza. Sustav kontrole također nije učinkovit na što alarmantno ukazuje činjenica da 80% radnika ne koristi sredstva za zaštitu sluha, a da zbog toga nikada nisu upozoreni niti kažnjeni. Obzirom da je kao kazna predviđena obustava određenog postotka plaće, vrlo je vjerojatno da bi takvim kažnjavanjem više radnika počelo koristiti zaštitna sredstva, kada već nisu dovoljno svjesni koliko loše takvim postupanjem utječu na svoje zdravlje. Obzirom na navedeno, svakako bi trebalo dodatno educirati radnike o tome koliko im se sluh zaista može trajno oštetiti, razmotriti mogućnost poboljšanja zaštitnih sredstava i njihove bolje prilagodbe radnicima, ali i učestalije provoditi nadzor i kažnjavati one koji ne koriste zaštitna sredstva, nakon čega bi valjalo ponovno provesti ovakvo istraživanje kako bi se utvrdilo da li su poduzete mjere dale pozitivne rezultate.

6. LITERATURA

- [1] Trbojević, N.: Osnove zaštite od buke i vibracija, Veleučilište u Karlovcu 2011., ISBN 978-953-7343-53-8
- [2] Komljenović, V.: Pravilnik o kontroli radnog okoliša, Petrokemija d.d. Kutina, 2005.
- [3] Komljenović, V., Lončarević, M.: Priručnik za siguran rad, Petrokemija d.d. Kutina, 2010.
- [4] Zakon o zaštiti od buke („Narodne novine“ br. 30/09, 55/13, 153/13)
- [5] Zakon o zaštiti na radu („Narodne novine“ br. 59/96, 94/96, 114/03, 100/04, 86/08, 116/08, 75/09, 143/12)
- [6] Pravilnik o ispitivanju radnog okoliša, te strojeva i uređaja s povećanim opasnostima („Narodne novine“ br. 114/02).
- [7] Pravilniku o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave („Narodne novine“ br. 145/04).
- [8] Pravilniku o upotrebi osnovnih zaštitnih sredstava („Narodne novine“ br. 39/06)

Јован ПЕРОВИЋ¹
Смиља МАТИЋ²

Прегледни рад

ОПАСНОСТИ И (НЕ)БЕЗБЕДНОСТ ПОЛИЦИЈСКИХ СЛУЖБЕНИКА

Резиме: У раду је дат приказ рада полицијских службеника, безбедност рада, ограничења појединих њихових права, као и ризике које носи ова професија, услед чега су полицијски службеници перманентно изложени стресу. У раду ће бити речи о:

- појму стреса и стресора, о врстама стреса;
- најчешћим узрочницима стреса у раду полицијских службеника;
- реакцији на стрес и последицама које он изазива;
- кривичноправној (не)заштити полицијских службеника;
- мерама превенције у борби против стреса у раду полицијских службеника.

Циљ рада је да се прикаже степен (не)безбедност полицијског посла и последице које произилазе из посла полицијског службеника кроз анализу броја самоубистава полицијских службеника, и број напада на полицијске службенике.

Кључне речи: стрес, (не)безбедност, полицијски службеник, превенција

HAZARDS AND (UN) SAFETY POLICE OFFICERS ARE EXPOSED TO

Abstract: This paper will be about the safety of police officers, limitations of some of their rights, as well as the risks of their profession, due to which police officers are constantly exposed to stress. In this paper the following issues will also be discussed about:

- the concept of stress and the types of stress;
- the most common causes of stress in the work of police officers;
- reaction to stress and the consequences of stress;
- Criminal Law (un) protection of police officers;
- prevention measures to fight stress in the work of police officers.

The paper will be dealing with (in) safety of police work and the consequences arising from the work of police officers by analyzing the number of suicides and the number of attacks on police officers.

Key words: stress, (un) safety, police officer, prevention

¹ Полицијски саветник, ЦОПО Сремска Каменица, jovan.perovic962@gmail.com

² Стручни сарадник, ПУ у Новом Саду, smiljamatic63@gmail.com

1. УВОД

Основни циљ овог истраживања је:

- Идентификација и анализа стресогених фактора у полицији, на радном месту полицијског службеника;
- Оцењивање нивоа стреса на радном месту полицијског службеника применом методе Високе техничке школе у Новом Саду;
- Доношење конкретних предлога Програма за очување и унапређење здравља и превенцију стреса на радном месту полицијског службеника.

1.1. Појам стреса и стресора

Стрес је енглеска реч која се може превести на више различитих начина. Када се доведе у везу са стањем у организму, можемо рећи да је стрес стање напетости, које настаје под притиском одређених околности. Околности које изазивају стрес, односно стресни догађаји, називају се *стресорима*.

Стресори могу бити спољашњи и унутрашњи, физички и психолошки.

- Спољашњи стресори обично су физичке природе: напор, топлота, хладноћа, траума, хируршки захват,
- Унутрашњи стресори могу бити психолошки (страх, несигурност, разочарење, весеље) и социјални (понижење, развод, неговање блиских особа погођених тешким неизлечивим болестима, губитак посла) или физиолошки (упала, болест).

Критеријуми за класификацију и разликовање разних врста стреса могу бити веома различити.

- Психолошки и емоционални стресори - полицијски службеник није у стању да процени тренутну ситуацију, начин размишљања није повезан (напетост, повећање нестрпљивости, нетолеранције, ауторитета и мањак разумевања према другима, повећава се обесхрабрење).
- Физички стресори могу бити: главобоља, поремећај спавања, ноћно знојење, повећана и болна напетост мишића.

1.1.1. Врсте стреса

- Акутни стрес је продукт напетости које живот свакодневно доноси;
- Хронични стрес је дуготрајног карактера. Жртва таквог стреса више не види излаз из стресне ситуације (сиромаштво, незадовољавајући посао, незапосленост);
- Трауматски стрес је последица неке тешке трагедије (силовање, несрећа, природна катастрофа);
- Социјални стрес односи се на све укупну социјалну ситуацију у одређеном временском раздобљу која делује на већину људи.

У пракси се показало да у занимања повезана са високим нивоом стреса спадају послови везани за: едукацију (просвета и слично), бригу о другима (медицинско особље), као и полицијски службеници.

Стресогене ситуације су неизбежне у свакодневном животу полицијског службеника.

Индивидуални одговор на сваку врсту стреса, може се манифестовати на различите начине (на физиолошком, психолошком и бихејвиоларном нивоу).

1.2. Најчешћи узрочници стреса у раду полицијских службеника су:

- сцене злочина и насиља,
- погибија или повреда колеге на дужности,
- одговорност за свој живот и туђе животе,
- сменски рад, непланиран прековремени рад,
- лоша комуникација, хоризонтално и вертикално,
- непостојање адекватне опреме за рад итд.

Познато је да је сваки посао с људима веома сложен и да, готово увек, представља значајан извор стреса.

Ако се има у виду да су послови полиције тешки, сложени и разноврсни радни задаци дефинисани Законом о полицији¹, јасно је да су полицијски службеници континуирано изложени различитим врстама оптерећења, које се могу сврстати у три групе:

- физичка оптерећења, настају током вишесатног стајања уз оптерећеност наоружањем и опремом, посебно панцир-прслуцима, често у скученом простору;
- психо-физиолошка оптерећења, обухвата сменски и ноћни рад, неправилан ритам рада и одмора и напрезање и оптерећење чула (вида и слуха);
- ментална и емоционална напрезања, чине велику групу оптерећења, од процењивања ситуације и одговорности за донете одлуке, до веома стресних ситуација које су неодојиви део посла (последнице саобраћајних удеса, убиства...).

2. РЕЗУЛТАТИ РЕАКЦИЈЕ НА СТРЕС И ПОСЛЕДИЦЕ КОЈЕ ОН ИЗАЗИВА

Људи различито реагују на стресне ситуације, па су и последице по њихов живот различите. На пример, сведоци смо чињенице да полицијски службеници све чешће дижу руку на себе, понекад и на чланове своје породице, па се поставља озбиљно питање шта је узрок томе, шта је допринело да до таквих ситуација дође? У дневном

¹Др Ранко Соколовић Коментар Закона о полицији са подзаконским актом, цит. стр. 22. Безбедносна заштита, права, слобода и личног интегритета лица, као и заштита имовине; безбедносна заштита имовине; спречавање, откривање и расветљавање кривичних дела, прекршаја и других деликата; откривање и хватање извршилаца кривичних дела и прекршаја и других лица за којима се трага и њихово провођење надлежним органима; одржавање јавног реда, пружање помоћи у случају опасности и пружање друге безбедоносне помоћи онима којима је неопходна; регулисање, контрола, пружање помоћи и надзор у саобраћају на путевима; обезбеђење одређених јавних скупова, личности, органа, објеката и простора; заштита државне границе; извршавање задатака утврђених прописима о странцима; извршавање других задатака утврђених законом и подзаконским актима добнетим на основу овлашћења из Закона.

листу Политика, од 18. 6. 2012. Године, наводе се следећи подаци о броју самоубистава радника МУП-а:

- 2000. г. – 9 случајева
- 2001. г. – 6 случајева
- 2002. г. – 6 случајева
- 2003. г. – 9 случајева
- 2004. г. – 16 случајева
- 2005. г. – 3 случајева
- 2010. г. – 10 случајева
- 2011. г. – 7 случајева (до маја месеца)

Следећа табела 1 показује резултате из упитника колико је радно место полицијског службеника опасно и у којим сегментима

Табела 1. Опасност и штетност радног места полицијских службеника

| | n (N = 33) | % |
|----------------------------------|------------|---------------|
| Пол (мушки/женски) | 29/4 | 87.8/12.2 |
| Образовање (средње/више/високо) | 27/4/2 | 81.3/12.1/6.6 |
| Рад на отвореном (да) | 25 | 75.7 |
| Службено моторно возило (да) | 27 | 81.8 |
| Нефизиолошки положај (да) | 30 | 90.0 |
| Носи оружје (да) | 31 | 93.9 |
| Последице стреса (да) | 29 | 87.8 |
| Сменски рад (да) | 25 | 75.5 |
| Рад за време др. празника (да) | 24 | 72.7 |
| Рад са маргиналним групама (да) | 28 | 84.9 |
| Могућност пот. заразе (да) | 30 | 90.0 |
| Задовољство личним дохотком (да) | 3 | 10.0 |
| Изложеност мобингу (да) | 10 | 30.3 |
| Изложеност стресу (да) | 27 | 81.8 |

Полицијски службеници су често мета и вербалних и физичких напада грађана. Као представници закона полицијски службеници су често у прилици да на разне начине санкционишу прекршаје које људи чине, па отуда и тај отпор према њима (табела 2).

Табела 2 Статистички показатељи ПУ Нови Сад: број пријављених лица за нападе на полицијске службенике¹

| | чл. 23 ЗЈРМ ² | одржавање ЈРМ | ЗБС | Провера идентитета | Довођење |
|---------------------|-----------------------------|------------------|-----|-----------------------|----------|
| 2009. год. | 134 | 49 | 8 | 11 | 9 |
| 2010. год. | 157 | 52 | 10 | 15 | 7 |
| 2011. год. | 132 | 62 | 12 | 11 | 7 |
| Укупно КД | 423 | 163 | 20 | 37 | 23 |
| Укупно пријав. лица | 470 | | | | |

У табели је по чл. 23.ЗЈРМ, напад на овлашћено службено лице у знатном порасту

Међутим, рад полицијских службеника у Републици Србији подлеже и спољашњој³ и унутрашњој⁴ контроли. Полицијски службеници, приликом обављања својих послова примењујући полицијска овлашћења,⁵ а на њихову примену грађани имају право на притужбе и представке (табеле 3 и 4).

Табела 3 Статистички показатељи ПУ Нови Сад: број поднетих притужби

| Година | Укупан број | Утврђено пропуста | Нису утврђени пропусти | Уступљено комисији | Одбачено притужби | Утврђено пропуста | Нису утврђени пропусти |
|--------|-------------|----------------------|------------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|------------------------------|
| 2009. | 69 | 6 | 45 (65,2%) | 10 | 0 | 5 | 5 (50,0%) (72,4%) |
| 2010. | 91 | 11 | 53 (58,2%) | 20 | 0 | 0 | 19 (0,9%) (79,1%) |
| 2011. | 96 | 12 | 45 (46,9%) | 30 | 0 | 4 | 23(76,6%) (70,8%) |

¹ ППУ у Новом Саду (Информација бр. 66/2012) статистички показатељи.

² Реч је о нападу на овлашћено службено лице ЗЈРМ (Закон о јавном реду и миру)

³ Ђокић, З. оп. цит. ст 62.

⁴ Ибид, ст. 62-65.

⁵ Ђокић, З. оп. цит. ст. 14 Полицијска овлашћења прописана су чл. 30 Закона о полицији:

Упозорење и наређење; Провера и утврђивање идентитета лица и идентификација предмета; Позивање; Довођење; Задржавање лица и привремено ограничење слободе кретања; Тражење обавештења; Привремено одузимање предмета; Преглед простора, објеката и документације и противтерористички преглед; Зауостављање и прегледање лица, предмета и саобраћајних средстава; Обезбеђење и преглед места догађаја; Употреба туђег саобраћајног средства и средства везе; Пријем пријава о учињеном кривичном делу; Јавно расписивање награде; Снимање на јавним местима, полиграфско тестирање, полицијско опажање; Трагање за лицима и предметима; Заштита жртава кривичних дела и других лица; Прикупљање, обрада и коришћење личних података; Мере циљне потраге; Употреба средстава принуде.

Табела 4 Статистички показатељи ПУ Нови Сад: Број поднетих представки

| година | укупно | основано представки | неосновано представки | покренут поступак, тешка повреда рад. обавеза | покренут поступак, лака повреда радних обавеза | поднето претшјајних пријава |
|--------|--------|------------------------|--------------------------|--|---|-----------------------------------|
| 2009. | 58 | 5 | 53 (91,4%) | 2 | 2 | 0 |
| 2010. | 44 | 8 | 36 (81,8%) | 5 | 2 | 0 |
| 2011. | 62 | 12 | 50 (80,6%) | 3 | 0 | 2 |

У табелама 3 и 4 су приказани подаци поднетих притужби и представки на рад полицијских службеника. За три године је забележен пораст, као и број основаних – утврђених представки, услед чега су покренуте одговарајуће санкције.

Уколико полицијски службеници не користе прописана и расположива заштитна средства, постоји могућност настанка различитих штетних последица, као нпр:

- бука у стрељани, возила у којима има вибрација, рад на улици и на раскрсници приликом контроле и регулисања саобраћаја или приликом контроле и обезбеђења масовних окупљања;
- нејонизујућа зрачења (рад са видео-терминалима, ултравиолетна зрачења, инфрацрвени таласи у раду са уређајима за осматрање и детекцију...);
- јонизујућа зрачења (провера лица и пртљага ренген-уређајима);
- биолошки материјал (могућност заразе при претресу лица, ствари и просторија);
- хемијске штетности (увиђај и обезбеђење на месту хаварије, интервенције на месту експлозије и пожара);
- употреба хемијског оружја (спреј дозе, разни пројектили, рад у лабораторијама криминалистичке технике, фото-лабораторијама, веће концентрације издувних гасова у саобраћајној гужви прометних улица и раскрсница, у гаражама службеног возног парка).

2.1. Мере превенције у борби против стреса у раду полиције

Није лако борити се са стресом, а још га је теже избећи, али постоје начини да се он контролише или смањи на прихватљив ниво. У том смислу треба нешто рећи и о превенцији у борби против стреса. Да би полицијски службеници били што мање изложени стресним ситуацијама, требало би да имају у виду следеће:

- добро познавање позитивно правних норми;
- психофизичку спремност радника за обављање редовних и ванредних задатака;
- неопходност спровођења редовних и ванредних систематских прегледа свих запослених;
- обавезне лекарске прегледе након завршених сложених службених задатака где је неминовно доживљавање стреса;
- добру обученост за препознавање стреса како код себе тако и код других;
- самоиницијативно истицање неспремности за обављање појединих задатака без стида и без страха од консеквенци;

- стицање основног знања о стресу и о борби против стреса у послу полицијског службеника, које се стиче како кроз теоретску наставу тако и кроз практичне вежбе (у ЦОПО-у Сремска Каменица).

У превенцију стреса укључују се индивидуалне и организационе и законодавне мере за смањење стреса, јер таквим приступом се уклањају и извори и последице стреса.

Индивидуалне мере:

- наћи време за своја лична интересовања (хоби),
- разговор са блиским особама,
- медитација,
- смех је најјаче оружје против стреса.

Организационе мере:

- правилно и равномерно расподелити послове у циљу избегавања стреса.
- Законодавно-административне мере:
- регулисати права и обавезе из заштите на раду с аспекта превенције настанка хроничног и професионалног стреса.

2.2. Кривичноправна (не)заштита полицијског службеника

У глави 29 Кривичног законика Републике Србије прописана су кривична дела против државних органа.¹ Законом о јавном реду и миру, прописана је заштита радника државних органа.² Ово кривично дело је у надлежности Основног суда, а не Суда за прекршаје.

3. ЗАКЉУЧАК

Многи полицијски службеници су дали свој живот извршавајући своје радне задатке и обавезе, а цитат господина Августа Волмера одсликава тежину полицијске професије:

¹ Ђокић, З. (2006). Збирка прописа, издавач МУП, стр. 187-191, Кривична дела против државних органа: спречавање службеног дела лица у вршењу службене радње члан 322 КЗ; Напад на службено лице у вршењу службене радње члан 323 КЗ; Учествовање у групи која спречи службено лице у вршењу службене радње члан 324 КЗ; Позивање на отпор члан 325 КЗ; Неучествовање у отклањању опште опасности члан 326 КЗ; Скидање и повреда службеног печата и знака члан 327 КЗ; одузимање и уништење службеног печата или списка члан 328 КЗ; лажно представљање члан 329 КЗ; самовлашће члан 330. (Сл. гласник РС, 72/2011, 101/2011) од 5.1.2012. године;

² Ђокић, З. оп. цит. ст. 239 Закона о јавном реду и миру прописује кривично дело Ометање овлашћеног службеног лица у обављању послова безбедности или одржавања јавног реда и мира члан 23 (Сл. гласнике РС, бр 51/92, 53/93, 67/93, 48/94, 101/2005-др. закон и 85/2005) „Ко увреди, злостави, прети да ће напасти, покуша да нападне или нападне, или на други начин омета овлашћено службено лице у обављању послова безбедности или одржавања јавног реда и мира. Ако извршењем дела из става 1 овог члана учинилац овлашћеном службеном лицу прети употребом оружја или се маши за оружје, или му нанесе лаку телесну повреду, чини тежи облик овог дела. Ако извршењем дела из става 1 овог члана учинилац на овлашћено службено лице потегне оружје, или га употреби, или му нанесе тешку телесну повреду, чини тежи облик овог дела”

„Полицајац треба да има мудрост Соломона, храброст Давида, снагу Самсона, стрпљење Јова, предводништво Мојсија и љубазност доброг Самарићанина, стратегију Александра Великог, веру Данијела, дипломатију Линклонa, толеранцију дрводеље из Назарета и коначно солидно знање свих грана природних, биолошких и друштвених наука. Припаднике полиције оговара јавност, исмевају га у филмовима, критикују у листовима и не подржавају га ни тужиоци ни судије, избегавају га они који га се боје, криминалци га мрзе, сви га varaју, глупи и преварантски политичари га шутирају наоколо као да је лопта. Изложен је бројним искушењима и опасностима, осуђују га када примењује прописе, а отпуштају из службе ако то не чини. Мисле да мора имати образовање војника, лекара, правника, дипломате и васпитача за плату која је мања од оне коју има надничар“.

Брига за ментално здравље радника, нарочито оних који се баве врло стресним занимањима као што је последицијски службеник, није луксуз већ професионална обавеза.

Ниво стреса расте са повећањем захтева рада, тј. са опадањем могућности за одлучивањем. За смањење стреса је потребан процес идентификације извора стреса у радној средини и предузимањем мера за уклањање идентификованих извора.

У делимично обрађеној процени ризика за радно место полицијски службеник обрађене су опасности и штетности за наведено радно место, са препорученим мерама заштите и мерама за одржање нивоа ризика.

Предлаже се да наставе истраживања у свери специфичности радног места полицијског службеника, који носи велику одговорност за животе људи, а овај рад да буде само један у том низу.

4. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Перовић Ј., 2012. „Полиција и људска права у Србији“ Међународна конференција о људским правима Тара;
- [2] Матић С., 2009. „Појава стреса у пословима полиције“ Специјалистички рад
- [3] Радослав Свичевић, 2003. „Стрес и болест“
- [4] Радосевић-Видачек, Б. 2002. „Стрес на послу“, Медих –специјализовани медицински двомесечник ;
- [5] А. Милић, 2004 „Стилови реаговања људи у стресним ситуацијама“, Бања Лука;
- [6] З. Влаховић, 2009 „Психосоцијални стресори на радном месту комуналног полицајца –инспектора“, Нови Сад;
- [7] Н. Јоцић, 2009 радови „Екологија радне и животне средине“, „Болести у вези са радом“, “ Стрес на радном месту“ Нови Сад;
- [8] Закон о полицији (Сл. гласник РС бр. 101/2005, 63/2009, 92/2011);
- [9] Кривични законик Републике Србије (Сл. гласник РС бр. 72/2011. 101/2011 од 5.1.20112);
- [10] Ђокић, З. (2006) Збирка прописа, изавач МУП, Закон о јавном реду и миру (Сл. гасник РС бр. 51/92, 53/93, 67/93, 48/94, 101/2005. и 85/2005);
- [11] Б. Николић, Љ. Ружић-Димитријевић, 2009 „Процена ризика“, Зборник радова Висока техничка школа, Копаноник.
- [12] www.mup.rs



Звонимир БУКТА¹
Цвијо ШМАЊА²

Прегледни рад

ПОВЕЋАЊЕ БЕЗБЕДНОСТИ НА РАДУ ПРИМЕНОМ БЕЗБЕДНОСНИХ МЕТОДА РАДА

Резиме: Вишегодишње богато искуство стечено у пракси експерата IBS Нови Сад и професора са ВТШСС Нови Сад довело је до међусобне сарадње у области безбедности и здравља на раду. Истраживања у области безбедности при раду на машинама показала су сву комплексност овог проблема. Врло често машине су извор опасности које се не могу избећи. То је разлог да се у процени ризика обезбеде такве методе рада које ће у што већем проценту елиминисати недостатке машина. Истраживања су такође показала да се у пракси недовољно пажње обраћа на *безбедносне методе рада* што врло често проузрокује несреће на послу. Применом обавезујућих процедура за руковоаце машинама у великој мери би се избегли удеси, а тиме и повећала безбедност запослених.

Кључне речи: безбедност машина, методе за безбедан рад.

ENHANCEMENT OF SAFETY AT WORK USING SAFETY WORK METHODS

Abstract: Perennial practical experience of the experts from IBS Novi Sad and the professors of VTŠSS Novi Sad has led to mutual cooperation in the area of safety and health at work. Studies in the field of safety with the use of machinery has shown the complexity of this particular problem. Machines are often the source of risk that cannot be avoided. Therefore, it is necessary that the risk assessment contains safety work methods to eliminate higher percentages of machinery deficiency. The research also shows that insufficient attention is given to safety occupational measures that frequently cause accidents at work. By the use of mandatory procedures for machine operators accidents could be avoided to a great extent, thus increasing the safety of all employees.

Key words: safety of machinery, methods for safe work.

¹ Проф. мр, Висока техничка школа струковних студија, Нови Сад, bukta@vtsns.edu.rs

² Дипл инг машинства, IBS институт безбедности, ibsns@sbb.rs

1. УВОД

Стратегија повишења безбедности и здравља на раду у Европској заједници на првом месту поставља безбедност у експлоатацији машина у производним погонима. Машина мора да поседује поузданост и оперативну готовост.

Дефиниција безбедности машине из Стандарда EN ISO 12100 гласи:

„Безбедност машине је особина машине да обавља своје функције, да се преноси, поставља, подешава, одржава и размешта под условима употребе утврђеним упутством за безбедан рад и одржавање без повреда и штетности по здравље запослених.“ [2]

Да би се остварила континуална максимална безбедност машина морају се предвидети све опасности које могу настати у њиховој експлоатацији. Обавезе примене безбедносних мера су испреплетане како од стране конструктора – произвођача машине тако и од стране корисника. Безбедносне мере од стране конструктора – произвођача машине су:

- смањење ризика помоћу конструкције,
- уградња заштитника,
- израда упутства за безбедан рад и одржавање машине и
- обавештење и упозорење корисника о преосталим ризицима.

Ове безбедносне мере су дефинисане „Правилником о безбедности машина“ и подржане стандардима EN ISO 14121 (из 2012.) и EN ISO 12100 (из 2012.).

Безбедносне мере које мора обезбедити корисник су:

- обука руковоаца,
- безбедносне методе рада,
- надзор,
- поседовање стручног налаза (у конкретним условима околине) и
- лична заштитна средства. [1]

2. БЕЗБЕДНОСНЕ МЕТОДЕ РАДА

Нарочиту пажњу треба обратити на израду упутства и упозорења за безбедан рад. Упутства и упозорења за безбедан рад израђују се као обавезујућа процедура за поступак управљања машином од стране руковоаца.

Упутство за употребу машине, по правилу не може да надокнади мањкавост конструкције (рад обрађује искључиво услове експлоатације већ инсталираних машина у погонима).

Посебну пажњу треба обратити на увођење *безбедносних метода рада*. *Безбедносне методе рада* се могу дефинисати као обавезујуће понашање радника на радном месту и у радној околини које елиминише или умањује опасности које настају у процесу рада.

Најчешћа примена безбедносних метода рада су:

- кретање радника у погонима,
- поступак управљања машином,
- положај радника у односу на изворе опасности на машини,
- руковање ручним преносивим елементима машине (алатима),
- пењање на висину, итд.

Могућност злоупотребе машине од стране руковаоца, код старијих типова машина, корисник мора надокнадити увођењем безбедносних метода рада, обуком и мониторингом од стране корисника.

Превентивне безбедносне мере од стране корисника обезбеђују се кроз „Акт о процени ризика на радном месту и радној околини“, увођењем обавезујућих процедура у експлоатацији машина од стране руковаоца.

Стратегија избора безбедносних мера подразумева интегрисану примену конструктивних безбедносних мера и безбедносних мера које мора применити корисник. Конструктивне безбедносне мере код већ произведених машина врло често се не могу разним и накнадним реконструкцијама побољшати што изискује примену осталих превентивних безбедносних мера од стране корисника. Законска регулатива захтева обавезујући периодични преглед машина од стране компетентних и овлашћених правних лица који издају записник о стручном налазу.

Конкретан избор безбедносне методе рада најчешће произилази анализом практичних искустава из производње.

Добра инжењерска пракса представља врло значајан извор за стицање знања о врстама и узроцима потенцијалних опасности насталим у радним процесима. Између осталог, појам добра инжењерска пракса произашао је посматрањем практичних примера при вештачењу на суду из различитих струковних области.

3. ВЕШТАЧЕЊЕ КАО ДОПРИНОС СТИЦАЊУ ДОБРЕ ИНЖЕЊЕРСКЕ ПРАКСЕ

Вештачење спроведено на примеру руковања машином, када је настало повређивање руковаоца машином, при чему је констатовано да постоји узрочно-последична веза између повреде и рада машине.

У првом кораку вештачења извршен је преглед машине на лицу места на коме је дошло до повређивања. Конкретно, у питању је вишелисни циркулар за обраду дрвета.



Слика 1 Положај машине у производном погону



Слика 2 Задњи изглед машине



Слика 3 Предњи изглед машине

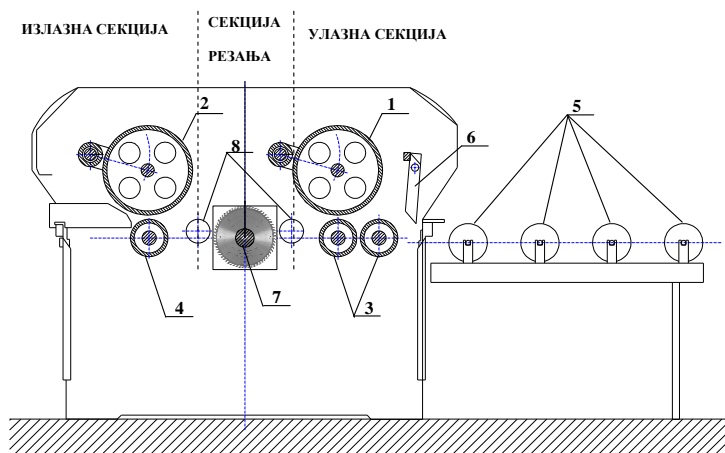


Слика 4 Натписна плочица машине

Као битан фактор ризика је дефинисање намене машине. Вишелисни циркулар функционише помоћу резног алата који се састоји од више кружних тестера монтираних на главном вратилу. Кружне тестере се обрћу великим обимским брзинама (преко 30 m/s) и обрћу се у смеру ка руковаоцу.

У другом кораку вештачења прегледан је Записник о стручном налазу који је у критичном времену био актуелан.

Руковање машином захтева да се радник придржава обавезних правила у складу са *безбедносном методом рада*. Сви подсклопови који обезбеђују основну функцију (резање) и помоћне функције кретања даске су били у исправном стању. Безбедносни подсклоп – шиљци који спречавају повратни удар даске ка раднику су такође били у функцији у исправном стању.



- 1 - потисни ваљак на улазу у машину (испред циркулара) 2 - потисни ваљак на излазу из машине (иза циркулара)
3 - ваљци испред циркулара 4 - ваљак иза циркулара 5 - припремни ваљци на улазној секцији 6 - заштитни шиљци
7 - циркулар 8 - ваљци у секцији резања (испред и иза циркулара)

Слика 5 Цртани приказ радних елемената вишелисног циркулара типа DKV-2A

У трећем кораку вештачења извршена је симулација догађаја. Реконструкција догађаја дала је детаљан увид у узроке и последице догађаја.



Слика 6 Изглед носача и заштитних шиљака (поглед одозго)



Слика 7 Изглед заштитних шиљака (поглед спреда)

Након спроведених свих фаза вештачења утврђени су пропусти у руковању машином, који су довели до повређивања руковаоца. Руковаоц није применио све елементе обавезујуће процедуре безбедносних метода рада и то:

- неправилно подешавање улазно-излазних потисних ваљака (велик зазор између даске и ваљака), те је вучење даске било онемогућено од стране машине. Помоћно кретање обратка уместо машине радник је вршио ручно;
- радник није сачекао да претходни обрадак напусти радни простор машине те је дошло до судара претходне и наредне даске које је проузроковало повратно кретање даске;
- радник је стајао у равни обртања резних алата (мора стајати ван равни бочно од машине) што је довело до удара даске у тело радника;
- у том положају радник није био у могућности да активира тастер „Хитно“ и да заустави рад машине.



Слика 8 Трасолошка идентификација на обрађиваној дасци



4. ЗАКЉУЧАК

Безбедносни ризик на раду је врло комплексна појава и догађај. Најчешће се као фактори ризика идентификују опасности које ствара машина, па се она конструише и производи са неопходним заштитницима, увођењем аутоматизације као замена ручном управљању, поузданошћу машине, те самом конструкцијом итд. Такође се као превентивне мере безбедности уводе (што би требало да је последња безбедносна мера) у систему заштите.

Поред поменутих превентивних мера важно место заузима документација за безбедан рад и одржавање. Рад нарочиту пажњу поклања увођењу *безбедносних метода рада* као врло значајну превентивну безбедносну меру. Безбедносне методе рада дају се кроз обавезујуће процедуре у процесу рада и врло су битне са становишта сигурности, што и показује наведени пример.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] *** Правилник о безбедности машина („Службени Гласник РС“, број 13/2010)
- [2] *** Стандард EN ISO 12100: 2012.; Безбедност машина – Општи принципи пројектовања – Процена ризика и смањивање ризика
- [3] *** Стандард EN ISO 14121: 2012.;
- [4] *** Налаз и мишљење вештака: бр. 2: П 2503/2011
- [5] *** Записник о стручном налазу: бр. 01-1697/2 од 27.09.2006.



Душан ГАВАНСКИ¹

Стручни рад

БЕЗБЕДАН РАД НА РАВНАЛИЦИ

Резиме: Рад на равналици у непосредној је вези са многобројним ризицима који прете да угрозе безбедност и здравље запосленог. У раду је циљ пружање помоћи лицима задуженим за безбедност и здравље на раду и процењивачима у поступку процене ризика за радно место – руковалац равналицом, препознате и утврђене потенцијалне опасности и штетности и дате мере за управљање ризиком.

Кључне речи: Равналица, безбедност, опасност, ризик.

SAFETY WORK ON HAND-FED PLANING MACHINES

Abstract: Working with planing machines carry a number of risks towards the safety and health of workers. In order to assist health and safety officers as well as risk assessors during the process of risk assessment for the planing machine operator, potential hazards and harms are identified and measures for risk management are given.

Key words: Hand-fed planing machine, safety, hazard, risk.

¹ Проф. др, Висока техничка школа струковних студија у Новом Саду, Школска бр.1,
gavanski@vtsns.edu.rs:

1. УВОДНА РАЗМАТРАЊА

Послодавац је дужан да, у складу са чланом 15. став 7. Закона о безбедности и здрављу на раду [1], ангажује правно лице са лиценцом у циљу спровођења превентивних и периодичних прегледа и испитивања опреме за рад. У Републици Србији су у члану 3. Правилника о поступку прегледа и испитивања опреме за рад и испитивања услова радне околине [2] прописане категорије опреме за рад које подлежу превентивним и периодичним прегледима и испитивања. Машине за обраду и прераду дрвета су експлицитно наведене у члану 3. под тачком 7.

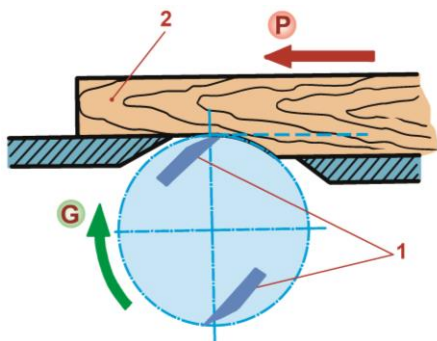
Машине за обраду дрвета сврставају се у најопасније машине из групе за обраду материјала, првенствено због велике брзине резног алата али и честих помоћних операција које се обављају ручно при потискивању материјала.

На основу начина механичке обраде и прераде дрвета и сличних материјала, ове машине се могу поделити на:

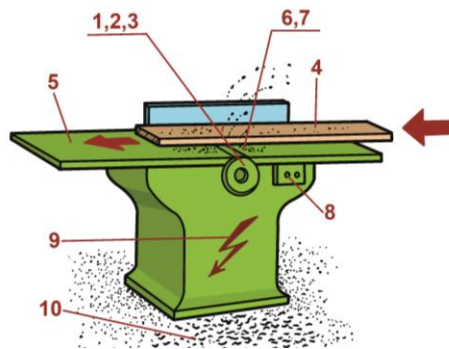
- *машине за резање, сечење и љуштење – скидање струготине* (гатери, кружне и тракасте тестере, равналице, дебљаче, глодалице, дубилице, брусилице, бушилице и комбиноване столарске машине) и на
- *машине за обликовање деформисањем* (пресе, машине за савијање, машине за наношење разних премаза и машине за лепљење фурнира), [3].

Равналице (абрихтери) су машине које се користе за равнање површина на даскама или гредама у циљу стварања базне површине за даљу обраду на другим машинама.

Алат су ножеви (1) који изводе главно обртно (G) кретање, а помоћно праволинијско (P) кретање остварује предмет обраде – даска (2) ручним померањем, што је приказано на слици 1.



Слика 1 Кретања при обради на равналици



Слика 2 Равналица са назначеним опасностима

2. ОПАСНОСТИ ПРИ ОБРАДИ НА РАВНАЛИЦИ

При обављању радних активности на равналици, приказаној на слици 2, и у складу са члановима 8. и 9. Правилника о начину и поступку процене ризика на радном месту и у радној околини [4] препознате су и утврђене следеће опасности и штетности, табела 1, које могу угрозити живот и здравље радника.

Табела 1: Препознате и утврђене опасности и штетности при обради на равналици

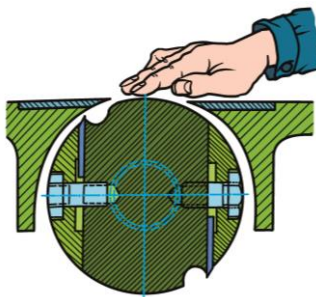
| Р. бр. | ОПАСНОСТИ И ШТЕТНОСТИ | ОПИСНА АНАЛИЗА |
|---|--|--|
| 1. | Ротирајући или покретни делови | Захватање прстију или шаке радника ножевима за време обраде (слика 2, позиција 1), када се равналица користи без заштитника изнад вратила са ножевима и ручног потискивача или када раднику руке склизну док потискује предмет према ножевима или када се равналица подешава и подмазује док је у покрету. |
| | | Заношење руке на ножеве при обради малих комада или код рада на равналици без водилице (слика 2, позиција 3), [5]. |
| | | Враћање и одбацивање предмета обраде уназад према раднику (повратни удар, слика 2, позиција 4), [5]. |
| | | Запињање и погрешно одвођење комада на радном столу за време обраде (слика 2, позиција 5), [5]. |
| | | Уклањање отпадака и струготине са ножева и радног стола рукама, без коришћења помоћног алата (слика 2, позиција 7). |
| | | Случајно укључење равналице у рад (слика 2, позиција 8). |
| 2. | Делови и честице које лете | Одлетање ситних честица у око радника (слика 2, позиција 6), [5]. |
| 3. | Опасне површине | Шиљасти и оштри ножеви. |
| 4. | Клизање или спотицање | Спотикање о електричне каблове и пад радника на ножеве или на под просторије услед закрчености и неуредности радне површине (простор око машине или простор за припрему и одлагање обрађених предмета). |
| | | Клизање услед просипања уља по поду у зони рада (слика 2, позиција 10). |
| 5. | Опасност од директног и индиректног додира | Удар електричне струје приликом додира са оштећеним електричним кабловима, утичницом или прекидачем (слика 2, позиција 9). |
| | | Лоше уземљење машине. |
| 6. | Хемијска штетност - прашина | При раду са дрветом и сличним материјалима долази до формирања ситних честица дрвене прашине у ваздуху, па су радници изложени инхалацији прашине и тешким алергијским обољењима дисајних органа и појави канцера код обраде храста и букве. |
| РАД НИЈЕ НАМЕЂЕН ДА ОБУХВАТИ СВЕ ПОТЕНЦИЈАЛНЕ ОПАСНОСТИ И ШТЕТНОСТИ ПРИ РАДУ НА РАВНАЛИЦИ. | | |

3. МЕРЕ БЕЗБЕДНОСТИ ПРИ ОБРАДИ НА РАВНАЛИЦИ

Анализом технолошког процеса обраде дрвета и сличних материјала и препознатих опасности и штетности утврђене су следеће мере за спречавање, отклањање и/или смањење ризика:

- користити равналицу у складу са наменом,
- одржавати равналицу према упутству произвођача у складу са чланом 15. став 6. Закона о безбедности и здрављу на раду [1],
- одржавање, поправку и подешавање равналице једино може вршити стручно и овлашћено лице,
- вршити периодичне прегледе и испитивања равналице у складу са чланом 15. став 7. Закона [1] и Правилника [2],
- вршити оспособљавање запослених за безбедан рад са равналицом у складу са члановима 27. и 28. Закона [1],
- обезбедити допунска упознавања запослених са опасностима путем упутстава, натписа и знакова упозорења на основу члана 30. став 1 Закона [1], а према Правилнику о обезбеђивању ознака за безбедност и здравље на раду [6],
- вршити дневну проверу исправности равналице,
- обезбедити правилно коришћење прописаних средстава за личну заштиту на раду,
- обавезна примена заштитника за покривање дела вратила са ножевима на коме се не ради,

Најзначајнија опасност за време обраде на равналицама је захватање прстију радника ротирајућим ножевима док радник потискује предмет обраде у зони ножева, слика 3.



Слика 3: Опасност на равналици од захвата прстију ножевима

Пре почетка рада на равналици обавезно је наместити заштитник за покривање дела вратила са ножевима. У пракси се користе заштитници у облику окретне плоче, у облику моста или пластични са зглобно повезаним елементима, који задовољавају основну функцију заштите руке радника тако што спречавају додир са ротирајућим ножевима у току рада.

Основни задатак свих заштитника је да покривају у што већој мери опасни радни простор, односно зону која настаје обртањем ножева, па су сви ови заштитници заправо покривачи опасне зоне.

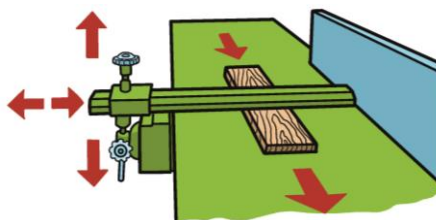
Заштитник у облику окретне плоче, приказан на слици 4, врши покривање резног дела алата. Када започне процес обраде окретна плоча се окреће око вертикалне осовине, односно помера се у страну за ширину даске или греде покривајући део алата који није у захвату са предметом обраде. Након завршене обраде окретна плоча се

враћа у почетни положај (положај који код мировања равнанице потпуно покрива ножеве по дужини и ширини) помоћу опруге која обавија вертикалну осовину, [3].



Слика 4 Окретна плоча са опругом

Заштитник у облику моста, приказан на слици 5, покрива резни део алата. У процесу резања спречена је могућност повређивања јер предмет обраде (даска) се провлачи испод моста. При равнању предмета обраде различитих дебљина мост се помера у страну, подиже или спушта на одређену висину, [3].



Слика 5 Заштитник у облику моста

Највише се употребљава ламелно-зглобни покривач зоне ножева на равнаници, односно заштитник састављен од малих пластичних елемената међусобно зглобно повезаних, слика 6.



Слика 6 Заштитник од малих пластичних међусобно повезаних елемената

Зглобно повезане ламеле формирају ланац и могу се, према потреби, зависно од ширине предмета обраде, појединачно дизати и спуштати, [5].

- правилно стезање ножева на вратило,

- подешавање ножева и заштитника сме се изводити само када се машина потпуно заустави, а довод енергије искључи,
- врло је важно да се често прегледа и контролише положај ножева и њихова оштрина,
- вратило са ножевима мора бити кружног пресека,

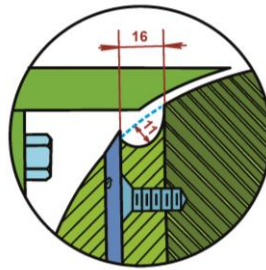
Највећи број повреда при раду на равналицама настаје услед додира са резним алатом (ротирајућим ножевима). Повреде радника на равналици данас су много лакше природе, јер ножеви обично изврше одрезивање само јастучића на врховима прстију, док је раније повреда шаке била честа појава, [7].

Повећана безбедност у раду, односно смањења тежине повреде је постигнута обавезном применом округлих вратила са ножевима, док су квадратна вратила (слика 7) потпуно избачена из употребе.

Испред ножева се налази жљоб у циљу што бољег уклањања материјала са ножева. Жљоб (слика 8) не сме бити дубљи од 11 mm , нити шири од 16 mm , [7].



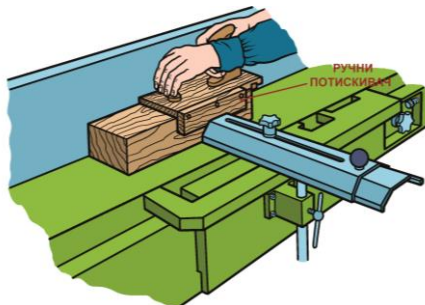
Слика 7 Квадратно вратило



Слика 8 Жљоб испред ножева са ножевима за уклањање стругодине

- правилно користити потискиваче и водилице,

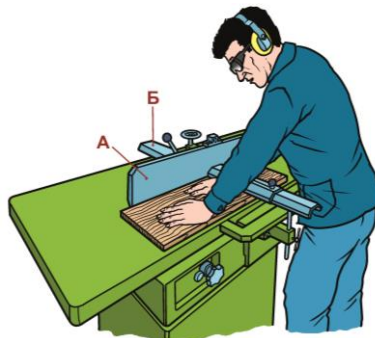
При резању танких, узаних и кратких комада дрвета до 50 cm радник долази прстима у близину ножева. Да би се спречиле повреде које при томе могу настати, треба обавезно користити одговарајући ручни потискивач (слика 9) за потискивање предмета обраде а не то радити рукама.



Слика 9 Ручни потискивач

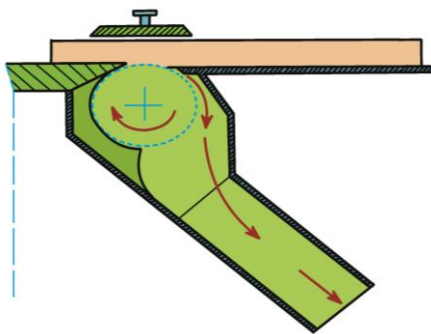
Водилица мора бити равна и глатка са стране вођења предмета обраде и израђена од једног комада, слика 10/А. Висина водилице мора да износи најмање половину максималне дебљине предмета који се обрађује, [5,7,8].

Коришћење водилице знатно повећа безбедност при обради на равналици и треба је зато увек употребљавати. Треба нагласити да део резног алата иза водилице треба да буде стално заштићен, односно покривен, што је и приказано на слици 10/Б, [7,9].



Слика 10: Водилица

- струготину уклањати са радног стола четком или метлицом,
- правилно поставити исправан уређај за одвођење прашине и струготине, слика 11,



Слика 11: Локална издувна вентилација на равналици

- забрањен је рад са равналицом уколико постоји механичко оштећење каблова или прибора за напајање електричном енергијом,
- пре почетка чишћења, поправке или неке друге интервенције на равналици, као и након завршетка дневног рада, обавезно искључити главни прекидач за напајање равналице електричном енергијом и обезбедити је од случајног поновног укључења и
- када завршите рад, радно место распремити и равналицу очистити – радни простор треба одржавати да буде уредан и без препрека.



4. ЗАКЉУЧАК

Рад је доказао разноврсност и сложеност опасности и штетности, које се појављују при коришћењу равнанице.

На основу искуства аутора намеће се неопходност да равнанице морају бити опремљене заштитницима и безбедносним уређајима.

Опште је познато да заштитници и безбедносни уређаји не могу спречити све повреде на раду, па је због тога неопходно користити сва прописана средства личне заштите на раду и вршити перманентно оспособљавање запослених за безбедан рад.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Закон о безбедности и здрављу на раду, Службени гласник РС, бр.101/05.
- [2] Правилник о поступку прегледа и испитивања опреме за рад и испитивања услова радне околине, Службени гласник РС, бр.94/2006 и 108/2006 – исправка.
- [3] Дрезгић, М.; Јанковић, Ж.: Зашита на машинама и уређајима, Универзитет у Нишу, Факултет заштите на раду, Ниш, 1994.
- [4] Правилник о начину и поступку процене ризика на радном месту и у радној околини, Службени гласник РС, бр.72/06 и 84/06 – исправка.
- [5] Девећ, М.: Прегледи и испитивања стројева и уређаја, Центар за информације и публицитет, Загреб, 1985.
- [6] Правилник о обезбеђивању ознака за безбедност и здравље на раду, Службени гласник РС, бр. 95/2010.
- [7] Делац, Н.: Сигурност при раду на стројевима за обраду дрвета, Институт за сигурност, Загреб, 1970.
- [8] Правилник о посебним мерама заштите на раду при механичкој преради и обради дрвета и сличних материјала ("Службени гласник СРС", бр. 51/88).
- [9] <http://www.hse.gov.uk/pubns/wis17.pdf> Safe use of hand-fed planing machines

Dario BOGNOLO¹

Stručni rad

Mensur FERHATOVIĆ²

Mladen ŠĆULAC³

OUTSOURCING U VATROGASTVU

Rezime: Zakonom o vatrogastvu u svojim temeljnim odredbama, vatrogasna djelatnost je definirana kao stručna i humanitarna djelatnost od interesa za Republiku Hrvatsku. U zadnjih desetak godina pojavljuju se anomalije u tumačenju i primjeni Zakona o Vatrogastvu. Tranzicijom društva u društvo liberalnog kapitalizma gdje je profit iznad svega, gdje se iskrivljuju standardi i propisi i gdje je forma bitnija od sadržaja, došlo je do pojave outsourcinga u vatrogastvu. Outsourcing (vanjsko ugovaranje usluga) se angažira za uglavnom sporedne poslove. U praksi se pokazalo da outsourcing u vatrogastvu nije zakonom predviđen, da tvrtke koje se bave outsourcingom vatrogasaca nemaju status Agencije za privremeno zapošljavanje, da kvaliteta, stručno znanje i operativna sposobnost „iznajmljenih“ vatrogasaca nije niti blizu sposobnosti vatrogasaca koji su zaposleni u profesionalnim postrojbama. Pošto je vatrogasna djelatnost od općeg interesa za Republiku Hrvatsku, ne bi se smjele koristiti usluge outsourcinga.

Ključne riječi: Zakon o vatrogastvu, vatrogasna djelatnost, outsourcing

OUTSOURCING IN THE FIRE SERVICE

Abstract: Firefighting Law in its fundamental declarations states that fire activity is defined as a professional and humanitarian activity of interest to the Republic of Croatia. In the last decade anomalies with interpretation and application of the fire service are appearing. Transition of society into a society of liberal capitalism where profits is above all else, where standards and regulations are distorted and where the form is more important than the content, occurrences of introducing outsourcing into the fire service started to happen. Outsourcing (external contracting services) is usually used for secondary services. Practice has shown that outsourcing in the fire service has not been predicted by the law, that the Company engaged in outsourcing of firefighters don't have the status of a temporary employment agency, that the quality, expertise and operational capacity of "leased" firemen's in nowhere near the ability of firefighters that are employed in professional units. Since the fire activity is of general interest to the Republic of Croatia, outsourcing services should not be allowed.

Keywords: Law of firefighting, fire activity, outsourcing

¹dipl.ing. Veleučilište u Rijeci, Trpimirova 2, Rijeka, dbognolo@veleri.hr

²mr.sc. Udruga profesionalnih vatrogasaca Hrvatske, Ksaverska cesta 107, Zagreb, fermen1963@gmail.com

³dipl.ing. Vatrogasna zajednica Primorsko Goranske županije, Krešimirova 38, mladen.sculac@vz-pgz.hr

1. UVOD

Djelatnost profesionalnih vatrogasnih postrojbi je od posebnog javnog interesa te se ukazuje potreba za organizirani pristup, kako u spašavanju osoba i imovine tako i u zaštiti zdravlja i sigurnosti vatrogasaca, te očuvanje operativne sposobnosti vatrogasnih postrojbi.

Radi zaštite zdravlja i sigurnosti vatrogasaca potrebno je za izgradnju tehničko-tehnološke sposobnosti, organizaciji i edukaciji vatrogasaca primjenjivati pravila zaštite na radu koja propisuje Zakon o zaštiti na radu, te se time razina rizika u aktivnostima vatrogasnih postrojbi smanjuje na najmanje moguću mjeru.

Vatrogasci pripadaju radnoj populaciji koja obavlja poslove u posebnim radnim uvjetima skoro svakodnevno izloženi teškom radu u ne-psihološkim uvjetima nepovoljne mikroklimе. Pored psihološkog tereta, vatrogasci su izloženi mentalnom stresu na koji reagira njihov autonomni živčani sustav.

Aktivnosti vatrogasaca tijekom radnog dana strogo je određen planovima koji uključuju niz aktivnosti, uvježbavanje taktičkih zadataka, provjeru opreme i vozila, svakodnevno usavršavanje teoretskog znanja i razne vidove kondicionih vježbi kako bi bili što spremniji za obavljanje vatrogasnih intervencija.

2. ZAKON O VATROGASTVU

Zakonom o vatrogastvu (ZOV 139/04, 174/04, 38/09, 80/10) je utvrđeno da je vatrogasna djelatnost sudjelovanje u provedbi preventivnih mjera zaštite od požara i eksplozija, gašenje požara i spašavanje ljudi i imovine ugroženih požarom i eksplozijom, pružanje tehničke pomoći u nezgodama i opasnim situacijama te obavljanje i drugih poslova u nesrećama, ekološkim i inim nesrećama. Nadalje, vatrogasna djelatnost je definirana kao stručna i humanitarna djelatnost od interesa za Republiku Hrvatsku.

U članku 2 Zakona o vatrogastvu obrazlaže se tko obavlja vatrogasnu djelatnost: vatrogasne postrojbe, dobrovoljna vatrogasna društva i vatrogasne zajednice kao stručne i humanitarne organizacije koje ostvaruju pravo na olakšice i povlastice, sukladno propisima te ujedno navodi i vrste vatrogasnih postrojbi:

- javna vatrogasna postrojba koja se osniva za područje općine ili grada, dobrovoljna ili profesionalna (JVP)
- postrojba dobrovoljnoga vatrogasnog društva, (DVD)
- profesionalna vatrogasna postrojba u gospodarstvu, (PVPG)
- postrojba dobrovoljnoga vatrogasnog društva u gospodarstvu, (DVDG)
- postrojba za brzo djelovanje (u daljnjem tekstu: intervencijska postrojba).

Prema Zakonu o vatrogastvu profesionalna vatrogasna postrojba u gospodarstvu ne mora biti samostalna pravna osoba već može djelovati unutar pravne osobe, najčešće privatne tvrtke.

Takve postrojbe osnivaju se temeljem kategorizacije (kategorija zaštite od požara I i II) prema Procjeni i Planu zaštite od požara za opasnosti koje nastaju ili su sastavni dio proizvodnog procesa.

Preventivne mjere zaštite od požara nadopunjavaju se operativnim djelovanjem vatrogasne postrojbe koja u slučaju da ne može pogasiti požar traži pomoć od javne vatrogasne postrojbe iz jedinice lokalne samouprave.

3. OUTSOURCING U VATROGASTVU

Outsourcing" je engleska riječ koja se najčešće prevodi kao "izdvajanje". To je model ugovaranja u kojem tvrtke ili javne ustanove radi poboljšanja produktivnosti ustupaju određene, uglavnom sporedne poslove, vanjskim poduzećima koja se njima bave. Najviše se izdvajaju usluge logistike, upravljanja skladištima, čišćenja, kuhanja, posluživanja i pranja, IT-a i upravljanja ljudskim resursima.

Zagovaratelji outsourcinga ističu da je njegova glavna značajka efikasnost, odnosno smanjenje troškova uz uvjet da proizvod i usluga ostanu iste kvalitete. Zbog toga ugovori o prepuštanju dijela poslova moraju biti dobro pripremljeni, u suprotnom može doći do pada kvalitete.

U praksi se događa da pojedine pravne osobe iz zaštitarske djelatnosti obavljaju pravnim osobama I i II kategorije zaštite od požara, usluge iz područja vatrogasne djelatnosti. Ovim načinom pravne osobe iz zaštitarske djelatnosti ulaze u vatrogasnu djelatnost ali ne nude cjelovitu uslugu vatrogasne djelatnosti, preuzimaju signal vatrodojave u svoje centrale (dežurstva 0-24) ali ne preuzimaju i obvezu izlaza na intervencije gašenja požara u roku od petnaest minuta, nego upućuju ophodnje djelatnika zaštitara na provjeru intervencije gdje se gubi dragocjeno vrijeme.

Zakon o vatrogastvu govori o vrstama vatrogasne postrojbe a zaštitarske tvrtke nemaju svoju vatrogasnu postrojbu temeljenu na zakonu o vatrogastvu. Na trgovačkom sudu zaštitarske tvrtke su registrirane za poslove zaštite od požara odnosno za slijedeće poslove :

- izrada prosudbe ugroženosti, planova zaštite za zaštitu djelatnost, zaštitu od požara i eksplozija
- projektiranje, izvedba i servisiranje vatrodojavnih sistema
- zasnivanje i izrada nacrt (projektiranje) zgrada, izrada nacrt strojeva i industrijskih postrojenja, nadzor nad gradnjom, inženjering, projektni menadžment i tehničke djelatnosti
- razvoj, proizvodnja, montaža i održavanje sustava zaštite od požara i eksplozije

Dakle, zaštitarske tvrtke nisu registrirane za obavljanje vatrogasne djelatnosti i prema važećem Zakonu o vatrogastvu ne mogu obavljati poslove vatrogasne djelatnosti. Prema važećem zakonodavstvu Republike Hrvatske i Zakonu o zabrani i sprječavanju obavljanja neregistriranih djelatnosti (NN 61/11) obavljanje neregistrirane djelatnosti je zabranjeno [1].

Kroz djelatnost zaštite od požara provode se mjere i radnje da se umanje mogućnosti nastanka požara a vatrogasna djelatnost provodi operativne mjere i radnje da se nastali požar lokalizira i ugasi u što kraćem vremenu.

Iznajmljivanjem djelatnika vatrogasaca zaštitarskih tvrtki predstavlja vatrogasnim postrojbama neloyalnu konkurenciju, bez obveza koje moraju ispunjavati vatrogasne postrojbe (vatrogasna vozila, stručni ispit, broj vatrogasaca, edukacija vatrogasaca – obveza nastave).

Upitno je da profesionalna vatrogasna postrojba u gospodarstvu (PVPG) ima u svojoj postrojbi dvije kategorije gasitelja, vatrogasce zaposlene u PVPG i kooperante (zaštitare) s najmanje rečeno dvojbenom situacijom da se na intervenciji i u svakodnevnom poslu u istoj tvrtki, nalaze dva industrijska vatrogasca koji svoje poslove obavljaju uz različitu plaću (gotovo dvostruko veća primanja vatrogasaca PVPG).

Sukladno Zakonu o kritičnoj infrastrukturi (NN 56/13) čl. 3. nacionalne kritične infrastrukture su sustavi, mreže i objekti od nacionalne važnosti čiji prekid djelovanja ili prekid isporuke roba ili usluga može imati ozbiljne posljedice na nacionalnu sigurnost, zdravlje i živote ljudi, imovinu i okoliš, sigurnost i ekonomsku stabilnost i neprekidno funkcioniranje vlasti. Sektori nacionalnih kritičnih infrastrukture mogu biti osobito energetika (proizvodnja, uključivo akumulacije i brane, prijenos, skladištenje, transport energenata i energije, sustavi za distribuciju).

Iz čitanja zakona o kritičnim infrastrukturama vidljivo je da su objekti i sustav energetike izuzetno značajni, od nacionalne važnosti i prioriteta. Zaštitarska tvrtka zaposlila je vatrogasce s odgovarajućom stručnom spremom ali bez radnog iskustva ili s minimalnim radnim iskustvom u vatrogastvu. Djelatnici koji se prvi puta zapošljavaju u zanimanju, u ovom slučaju vatrogasci trebali bi prema zakonu o radu biti u statusu pripravnika 12 mjeseci (1 godina).

4. PRIMJER IZ PRAKSE

Primjer outsourcinga u vatrogastvu susrećemo u Profesionalnoj vatrogasnoj postrojbi u gospodarstvu u rafineriji nafte u Rijeci.

U postrojbi rafinerije nema dovoljan broj vatrogasaca niti postojeći imaju kvalitetnu osobnu zaštitnu opremu, vatrogasci nemaju zakonom traženo radno iskustvo. [2]

Uprava rafinerije u zadnjih desetak godina poslove protupožarne zaštite odlučila je najvećim dijelom povjeriti outsourcing tvrtkama, a od konca prošle godine taj posao preuzeli su djelatnici poznate zaštitarske tvrtke.

Na upit zaštitarskoj tvrtki o broju djelatnika na poslovima vatrogasaca u rafineriji nafte Rijeka te o njihovoj obučenosti, opremljenosti i popunjenosti smjena, odgovor iz uprave zaštitarske tvrtke glasi da su te informacije i ugovor koji su sklopili s rafinerijom poslovna tajna

Za uspješno obavljanje vatrogasnih poslova u zahtjevnom okruženju rafinerije bilo bi idealno da većina vatrogasaca ima barem tri do četiri godine iskustva u radu na konkretnim rafinerijskim postrojenjima s ciljem da u slučaju požara u rafineriji da vatrogasci temeljito poznaju tehnološki proces

Prema zakonu o radu postoji mogućnost zapošljavanja putem Agencije za privremeno zapošljavanje, ali zaštitarske tvrtke nisu još zatražile ovakav status. Međutim, iz same definicije outsourcinga, jasno je da se izdvajanje ili outsourcing primjenjuje samo na sposedne djelatnosti.

5. ZAKLJUČAK

Iako je vatrogasna djelatnost, prema Zakonu o vatrogastvu u svojim temeljnim odredbama definirana kao stručna i humanitarna djelatnost od interesa za Republiku Hrvatsku, i u 2. Članku definirane su vatrogasne postrojbe koje svoju djelatnost obavljaju kao javnu službu, u zadnjih desetak godina pojavljuju se anomalije u tumačenju i primjeni Zakona o Vatrogastvu.

Tranzicijom društva u društvo liberalnog kapitalizma gdje je profit iznad svega, gdje se iskrivljuju standardi i propisi i gdje je forma bitnija od sadržaja, došlo je do pojave outsourcinga u vatrogastvu. Možda to i nebi bio problem kada bi se to zakonom reguliralo i kada bi se zadržali standardi i norme za one koji obavljaju vatrogasnu djelatnost a da pri tome ne izgube svoju osnovnu bit kao što su stručnost i humanost.

U praksi se pokazalo da outsourcing u vatrogastvu nije zakonom predviđen i da tvrtke koje se bave outsourcingom vatrogasaca nemaju status Agencije za privremeno zapošljavanje, da kvaliteta i stručno znanje i operativna sposobnost „iznajmljenih“ vatrogasaca nije niti blizu sposobnosti vatrogasaca koji su zaposleni u profesionalnim postrojbama. Iznajmljeni vatrogasci nisu izjednačeni s profesionalnim vatrogascima u primjeni Zakona o radu i Zakona o vatrogastvu što ima za posljedicu potplaćenost za iste poslove koje obavljaju industrijski i profesionalni vatrogasci, manju motivaciju za obavljanje ovoga posla te manji interes za stručno napredovanje i usavršavanje.

6. LITERATURA

- [1] Zakon o vatrogastvu, NN 106/99, 117/01, 36/02, 96/03, 139/04, 174/04, 38/09, 80/10; <http://www.zakon.hr/z/305/Zakon-o-vatrogastvu>, 2014.
- [2] Ferhatović, Mensur; Bognolo, Dario. Procjena opasnosti radnog mjesta vatrogasac - nedostaci postojeće legislative, primjedbe i prijedlozi za promjene utemeljene na znanstvenim dokazima. *Vatrogastvo i upravljanje požarima*. 2 (2012), 1; 65-82.
- [3] Bognolo, Dario; Ferhatović, Mensur. Modeli evidencija u funkciji smanjenja ozljeda vatrogasaca. *Vatrogastvo i upravljanje požarima*. 3 (2013), 1; 55-69.

*Међународна научна конференција
Безбедносни инжењеринг*

Нови Сад, 2-3. октобар, 2014.



РИЗИЦИ ОД КАТАСТРОФАЛНИХ ДОГАЂАЈА

*International Scientific Conference
on Safety Engineering*

Novi Sad, October 2-3, 2014.



DISASTER RISK ASSESSMENT

За садржај радова и квалитет језика одговорни су сами аутори.

The authors themselves are responsible for the content and language quality of the papers.

Борко Ђ. БУЛАЈИЋ¹
Миодраг И. МАНИЋ²
Ђорђе ЛАЂЕНОВИЋ³

Original scientific paper

ON THE APPLICATION OF UNIFORM HAZARD SPECTRA IN EARTHQUAKE ENGINEERING

Abstract: In Eurocode 8, spectral shapes are chosen with respect to the size of one or a few earthquakes that dominantly influence the PSHA (Probabilistic Seismic Hazard Assessment) estimate at a given location, while the whole spectrum is scaled by the PGA (peak ground acceleration) value that is defined through the PSHA analysis, that is, by taking into account all prospective earthquakes in the considered region. The problem lies in the simple fact that different ordinates of the Eurocode 8 spectrum will not have the same probability of (not) being exceeded as the PGA values. However, if the PSHA analyses use a series of empirical equations for scaling different spectral amplitudes instead of a single attenuation equation for PGA, the so-called Uniform Hazard Spectra are obtained. In this Paper, main features of the Uniform Hazard Spectra are presented and compared to the normalized spectra.

Key words: Eurocode 8, probabilistic seismic hazard assessment, uniform hazard spectrum

O PRIMENI SPEKTARA UNIFORMNOG HAZARDA U ZEMLJOTRESNOM GRAĐEVINARSTVU

Резиме: У Еврокоду 8, спектрални облици се бирају у односу на јачину једног или више земљотреса који доминантно утичу на пробабилистичку процену сеизмичког хазарда (PSHA – „Probabilistic Seismic Hazard Assessment“) на датој локацији, док се цео спектар скалира помоћу једне PGA („peak ground acceleration“) вредности која се дефинише путем PSHA анализе, тј. узимањем у обзир свих могућих земљотреса у посматраном региону. Проблем је што различите ординате Еврокодовог спектра неће имати исту вероватноћу да (не) буду превазиђене као PGA вредности. Међутим, ако PSHA анализе користе низ емпиријских једначина за скалирање различитих спектралних амплитуда уместо једне атенуационе једначине за PGA, добијају се спектри униформног хазарда (UHS – „Uniform Hazard Spectra“). У овом раду су презентоване главне особине UHS спектра и упоређене са особинама нормализованих спектра.

Кључне речи: Еврокод 8, пробабилистичка процена сеизмичког хазарда, спектар униформног хазарда

¹Assistant Professor, Ph.D., M.Sc., Civ.Eng, University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Department of Civil Engineering, borkobulajic@yahoo.com

²Professor, Ph.D., M.Sc., Civ.Eng, Faculty of Civil Construction Management, Union – Nikola Tesla University, manic.miodrag@yahoo.com

³ Professor, Ph.D. M.Sc., Civ.Eng, University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Department of Civil Engineering, ladjin@uns.ac.rs

1. INTRODUCTION

Eurocode 8 [1] design spectra are the normalized spectra scaled by the peak ground acceleration (PGA) values that are obtained as results of probabilistic seismic hazard assessment (PSHA) analyses. The design ground acceleration on the ground type A (i.e., on the rock), a_g , by which the Eurocode 8 elastic response spectra are scaled, is a probabilistic value, that is, the value obtained through the probabilistic hazard assessment for the site¹ in question. More precisely, the design acceleration, a_g , represents the product of the reference peak ground acceleration, a_{gR} (see Clauses 2.1 and 3.2.1(2), in: [1]), and the “importance factor,” γ_I (Clauses 2.1 and 3.2.1(3), in: [1]), by which the reliability differentiation is also implemented in Eurocode 8 by classifying structures into different importance classes. Reference acceleration, a_{gR} , is associated with the reference probability of exceedance $P_{NCR} = 10\%$ in $t = 50$ years, that is, with the return period $T_{NCR} = 475$ years, for the no-collapse requirement (the requirement that the structural integrity and a residual load bearing capacity will be retained after the earthquake), and with the reference probability P_{DLR} of 10% in $t = 10$ years, that is, with $T_{DLR} = 95$ years, for the damage limitation requirement (the requirement that the costs of prospective damages are also limited). The importance factor, γ_I , is further assigned to different importance classes (related to different types of structures), and if it is feasible this factor is to be derived so as to correspond to a higher or lower probability of exceedance of the seismic event (with regard to the reference probability) as appropriate for the design of the particular class of structures. On the other hand, shape of the Eurocode 8 elastic spectra, $S_e(T)$ or $S_{ve}(T)$, is selected with respect to the magnitude of the earthquakes “that contribute most to the seismic hazard defined for the purpose of probabilistic hazard assessment” ([1]: Note 2 in Clause 3.2.2.1(5), Note 1 in Clause 3.2.2.2(2)P, and Note in Clause 3.2.2.3(1)P).

Thus, according to Eurocode 8 [1], spectral shapes are chosen with respect to the size of *one or a few* earthquakes that dominantly influence the probabilistic seismic hazard estimate at a given location, while the whole spectrum is *scaled* by the value of the peak ground acceleration that should be found, for the given location, on an appropriate PSHA (Probabilistic Seismic Hazard Assessment) map that was on the other hand derived by taking into account all prospective earthquakes in the considered region. As we shall see in the following text, the problem lies in the simple fact that different ordinates of a Eurocode 8 spectrum do not have the same probability of (not) being exceed as the peak ground acceleration (i.e. as the spectral ordinate at $T = 0$ s). Instead of using such method for creation of design spectra, it is possible to carry out a probabilistic hazard analysis for each

¹ There are two basic philosophies for seismic hazard analyses: the deterministic seismic hazard assessment (DSHA) and the probabilistic seismic hazard assessment (PSHA). Although there is no generally accepted deterministic approach for all parts of the world and all application areas, it can be said that the DSHA approach proposes design for only one (e.g. maximum credible) or just a few single prospective earthquakes of a particular size (magnitude) and with the origin (source) at a particular distance from the given site, while the PSHA approach, on the other hand, estimates the *probability* that a particular level of strong ground motion will be experienced or exceeded during the expected lifetime of the analyzed structure, considering *all* conceivable prospective earthquakes that could occur in the region surrounding the considered site.

spectral ordinate by using empirical equations for scaling response spectra, and for each site in the considered region to obtain a Uniform Hazard Spectrum. In the following pages, main features of the Uniform Hazard Spectra will be presented and compared to those of the normalized Eurocode 8 spectra scaled by the peak acceleration values that are obtained through probabilistic hazard analyses.

2. PROBABILISTIC SEISMIC HAZARD ASSESSMENT

Probabilistic seismic hazard assessment (PSHA) is being used to calculate the probabilities of experiencing a particular level of a ground motion parameter due to all different seismic events that could occur in some area around a given structure during its estimated life period. Although there are several different methodologies that can be used for the PSHA analyses (read, e.g., the related discussion in: [2]), for the illustration purposes, the still widely used “deductive” approach will be used. This approach is called “deductive” because beside using the catalogue of historical earthquakes and the appropriate empirical attenuation equations for the region¹, we are also trying to *deduce* what are the possible faults and earthquake sources for the selected region, as well as what are the seismicity features of these sources.

The first widely available computer program for performing elementary PSHA based on the work of Cornell [6], was presented in 1976 by McGuire [7], while the first complete deductive methodology for introduction and modeling of the tectonic region, and for producing complete response or Fourier spectra having a constant probability of no exceedance (“Uniform Risk Spectra”) was developed a year later by Anderson and Trifunac [8-9].

The concept of “Uniform Risk Spectra,” which was introduced by Anderson and Trifunac [8], was later renamed to *Uniform Hazard Spectra* or the UHS approach. Up to date, many variations of the original deductive approach have been developed, and the detailed descriptions of the theory behind these methods can be found in numerous publications (see e.g.: [10-12]). Now, the most important steps of the deductive method will be briefly presented, and the standard misconceptions made frequently by engineers and researchers on reliability and probabilistic nature of the obtained results, will be further discussed.

The first step in any deductive PSHA method is the characterization of the various seismic sources that may affect the given site [13-15]. After delineating the source zones and defining their focal depths, it is necessary to define the seismicity (i.e., the expected rate of occurrence of earthquakes of different size), expected to occur in each zone during a specified period of time. The seismicity is usually estimated through a least square regression analysis of the data on past earthquakes, defining the parameters a and b of the Gutenberg and Richter [16] recurrence relationship:

¹ The ground motion attenuation relations are equations specifying the values of the selected ground motion parameter at a particular site, as a function of: earthquake size, distance from the earthquake source to the site in question, local soil conditions, and sometimes also some other local soil, geology or earthquake characteristics that influence ground motion (see e.g. state of the art papers on attenuation equations by Douglas [3], Lee [4], or a paper by Lee and Manić [5]).

$$\log N_{GR}(M) = a - bM, \quad (1)$$

where $N_{GR}(M)$ is the mean yearly rate of occurrence of earthquakes with magnitude greater than or equal to M , a characterizes the mean yearly number of earthquakes, while b describes the relative frequency of larger earthquakes to the smaller ones. If we assume that sizes (magnitudes) of earthquakes are temporally and spatially independent, and want to use such assumption for the estimation of the seismicity characteristics of the selected source zone, in that case the foreshocks and aftershocks should be first removed from the corresponding part of the seismic catalogue. Probability density function of magnitude for a double-truncated (bounded by limit magnitudes from both sides) Gutenberg-Richter recurrence relationship, can be further expressed (for a Poisson-distributed main shocks) as

$$f_m(M) = \beta \frac{\exp[-\beta(M - M_{\min})]}{1 - \exp[-\beta(M_{\max} - M_{\min})]}, \quad M_{\min} \leq M \leq M_{\max}, \quad (2)$$

where M_{\min} and M_{\max} are the lower and upper bounds for magnitudes, β is equal to $(\ln 10)b$, while the annual rate of earthquakes exceeding the magnitude M_{\min} can be defined as

$$\nu = \exp[a \ln 10 - (b \ln 10)M_{\min}]. \quad (3)$$

For the fault-specific sources it may be sometimes more appropriate to propose special time-varying distributions, while the time-invariant probability distribution as defined by Eq. (2) could still be used to describe the seismicity of areal source zones (which typically comprise a number of different faults). The temporal and spatial variations of the seismic potential can be incorporated into the seismic hazard analysis (refer, e.g., to: [8, 9, 11, 17-18]), but such analyses are feasible only when there are enough data [19].

The next step is to define the empirical attenuation relationships. The general form of the attenuation equations can be expressed as

$$Y = f(M, R, Pi), \quad (4)$$

where Y represents the selected ground motion parameter (e.g. peak ground motion, an ordinate of a response spectrum, duration of strong ground shaking, etc.), M is the magnitude or some other measure of the earthquake size, R is the distance from the earthquake source to the site in question, while Pi represents all other parameters that describe earthquake source mechanism, seismic wave path effects, or local shallow and deep geology characteristics, which will influence value of the used ground motion parameter at the given site. In order to develop an attenuation equation for a region or country, one has to possess a series of strong ground motion time histories recorded in that region. Using large number of such strong motion data, it is possible to derive the attenuation equation empirically. Hence, there is no definite, once for all, empirical attenuation equation, and these equations must be updated whenever significant number of new data for the region becomes available. Further, attenuation equations usually specify median amplitudes (i.e., the 50th percentile values on the empirically obtained cumulative distribution function) while the scatter of the amplitude values around the median estimates is usually assumed to follow log-normal or a similar probability distribution. It is important to mention, however, that the probability distributions that are associated with the attenuation equations, are usually not truncated, and thereby the values of the chosen ground motion parameter (that can be predicted by such scaling equations) are not limited [20]. Thus, the strong earthquake ground motions that are

physically not conceivable for the real seismo-tectonic and geological conditions in the considered region, can still have a definite estimated probability of exceedance (in t years). Having in mind that even very small probabilities can sometimes be required (e.g. for the design or safety assessment of dams, nuclear power plants, long-span bridges, high-rise buildings, etc.), the upper bounds for the strong ground motion values that can be estimated by attenuation equations, should be defined for each seismically active region or country. Definition of the upper bound ground motion values is an important issue for both the deterministic and probabilistic seismic hazard analysis [21], and has been recently discussed by a number of researchers from all over the world [22].

Now, if we, for example, follow the formulations of the PSHA method developed by Cornell [6] and McGuire [7,10], and assume that the overall hazard at a site is composed of the respective contribution from each source zone i (out of the set of zones I), by using the so-called “theorem of total probability” [23], the mean annual *rate of occurrence* (that is the mean annual *expected number*) of the earthquakes that cause an amplitude A_{gmp} of a ground motion parameter to exceed the expectation A_e , can be expressed as

$$N(A_e) = \sum_{i \in I} v_i \int_{M_{\min}}^{M_{\max}} \int_{R_{\min}}^{R_{\max}} G(A_{gmp} > A_e | M, R) f_{m_i}(M) f_{r_i|m_i}(R|M) dM dR, \quad (5)$$

where v indicates the annual rate of earthquakes exceeding the lower bound magnitude M_{\min} , M_{\max} is the upper bound magnitude, R_{\min} and R_{\max} define the bound values for the distance for each source zone; $G(A_{gmp} > A_e | M, R)$ denotes the conditional cumulative distribution function defining the probability that the expectation A_e of the ground motion amplitude is exceeded under the condition that an event of magnitude M occurred at distance R (it is defined from the selected attenuation equation for the used ground motion parameter), f_m denotes the probability density function of magnitude (see Eq. (2)), and $f_{r|m}$ is the probability density function for the source to site distance, which depends on the spatial relationship between the source and the site. Thus, to compute the total seismic hazard at the chosen site, the contributions from each of the considered source zones are first integrated over all magnitudes and distances (inside the limits defined for each source zone), and then summed for all zones. If we further assume that all seismic events in the region (i.e., in all considered zones), are both temporally and spatially independent, then by following the Poisson distribution [23], the *probability* of at least one exceedance of the expectation A_{gmp} of a ground motion parameter of interest, in a period of 1 year (the so-called “annual” probability), can be calculated as

$$P(A_e) = 1 - \exp[-N(A_e)], \quad (6)$$

and this probability is considered to be time-independent. Furthermore, by using the so-called Binomial distribution [23], the probability $P_t(A_e)$ of at least one exceedance of the expectation A in a period of t years can be calculated as

$$P_t(A_e) = 1 - [1 - P(A_e)]^t. \quad (7)$$

Calculations for $P(A_e)$ are usually performed for a certain number of expectation values A_e of a strong ground motion parameter, and after that is done, the interpolation is used to find the values of A_e for the chosen probability levels. By fitting a curve to the calculated probabilities for a range of values A_e , one can create a *hazard curve* for each investigated

site. By further creating a closely spaced grid of sites covering the complete territory of a certain region, one is able to develop a whole seismic hazard *map* for a selected value of the probability $P(A)$ or $P_i(A)$, simply by contouring the sub-areas for which the values of A_e fall in the same range (refer, e.g., to: [24]).

Thus, the purpose of the PSHA is to calculate the *probability* of (no) occurrence, $P(A_e)$, and not the return period, defined as $T_r = N(A_e)^{-1}$, because such parameter does not have a clear physical meaning, regardless of the fact that it has been used by many researchers (and also even in Eurocode 8 [1]) as an alternative way for the quantification of the seismic hazard (see Table 1). In other words, the return period, T_r , defined as the reciprocal value of the annual frequency of exceedance of a certain level of ground motion, cannot be directly converted to the definition of a single earthquake that will contribute most to the seismic hazard at a site, because the outputs of the PSHA analyses are composed of the respective contributions from *all* plausible earthquakes that had been taken into account in the PSHA analysis.

Earthquakes that contribute most to the hazard, that is, to the calculated values of the probability $P(A_e)$ or $P_i(A_e)$, however can be found, and the process of the decomposition of the PSHA estimates into the respective contributions of different seismic events is called “de-aggregation” (of the seismic hazard) [25], the purpose of which is to identify “hazard-consistent” [26] earthquakes¹. Beside the size and the location of the hazard-consistent earthquakes, by a de-aggregation procedure usually some measure of the uncertainty is also defined, like, e.g., the number of standard deviations from the median ground motion predicted by an attenuation equation [25,31], and the finding of the most appropriate de-aggregation procedure, which includes the treatment of the uncertainties, is still a subject of an extensive research (see e.g.: [34-35]).

Table 1 Set of the corresponding values for different PSHA measures: a) $P(A)$ are the probabilities of at least one exceedance of the expectation A of a ground motion parameter in the period of one year, b) $P_{10}(A_e)$ and c) $P_{50}(A_e)$ are the probabilities of at least one exceedance of A_e during the time period of 10 and 50 years, respectively, and d) $T_r(A_e)$ denotes the values of the so-called “return periods.”

| $P(A_e)$ | $P_{10}(A_e)$ [%] | $P_{50}(A_e)$ [%] | $T_r(A_e) = \frac{1}{N(A_e)} \cong \frac{1}{P(A_e)} = \frac{1}{1 - \sqrt{1 - P_i(A_e)}}$ [years] |
|----------|-------------------|-------------------|--|
| 0.020000 | 18.29 | *63.58 | 50 |
| 0.010481 | 10 | 40.95 | 941 (EC8 “damage limitation” requirement) |
| 0.005000 | 4.89 | 22.17 | 200 |
| 0.002105 | 2.09 | 10 | 4706 (EC8 “no-collapse” requirement) |
| 0.001000 | 1.00 | 4.88 | 1000 |
| 0.000100 | 0.10 | 0.50 | 10,000 |

* The probability values of at least one exceedance of the expectation A_e in the period of T_r years (i.e., in the time period of the return period itself) rapidly decrease from 100% for $T_r=1$ year to 75% for $T_r=2$ years, than gradually decrease and are equal to ~ 63% for all return periods $T_r > \sim 50$ years.

¹ These earthquakes can be identified in terms of ranges of magnitudes and distances [25, 27-30] for which the relative contribution to the corresponding hazard estimate, $P(A_e)$ or $P_i(A_e)$, is the largest, or in terms of the latitudes and longitudes, which define the exact locations of the earthquake sources [31-32], so that the predominant earthquakes can be directly identified in specific source zones or on specific active faults.

3. UHS APPROACH

In the case when the seismic hazard maps are expressed only by the values of the peak ground acceleration, one has also to define, beside the seismicity characteristics and geometrical distribution of plausible seismic sources, an appropriate attenuation equation for estimation of the PGA values at a certain source-to-site distance and for a certain earthquake size, and the probabilistically estimated PGA values are then used for scaling the design spectra of a normalized shape. However, if instead of a single attenuation equation for estimating PGA, one uses a series of attenuation equations for estimating different spectral amplitudes, then by applying virtually the same PSHA procedure as for the PGA values, the probabilistic estimate can be found for each spectral ordinate and thus the so-called “uniform hazard spectra” can be derived. Expectations of all spectral UHS amplitudes will have the same probability of exceedance in one or in t years. In other words, by following exactly the same PSHA procedure as for the PGA values, the “uniform hazard spectra” can be created for any site [8-9, 11, 13, 35-37].

4. UHS AND DESIGN OF ENGINEERING STRUCTURES

It is further important to remember that in a probabilistic seismic hazard analysis every probability of exceedance is obtained by considering all earthquakes in the region that can contribute to some extent to the seismic hazard at a site, and thereby any uniform hazard spectrum does not correspond to only one of those contributing earthquakes. In fact, the PSHA estimates of the strong ground motion at the same site and with the same probability level (annual or in t years), but for different frequency ranges, are governed by earthquakes with different magnitudes and/or source-to-site distances [38], and in general it is not possible to define one most contributing earthquake for all ordinates of a uniform hazard spectrum.

Hence, strictly speaking, it will be a conservative approach to apply a multimodal response spectrum structural analysis by using the ordinates of a uniform hazard spectrum, because in that case one would combine maximum modal responses for each vibration period. Again, strictly speaking, the UHS provide the most probable results if the dynamic response of a given structure can be realistically modeled by a simple single-degree-of-freedom oscillator. Gupta [39] and Todorovska [40] have presented a method of how to carry out a seismic evaluation also of the multi-degree-of-freedom systems, at least for structures with small modal damping and natural frequencies that are not too close, but such issues will remain out of the scope of current discussions.

Furthermore, one can disaggregate the obtained PSHA estimates, define a series of different earthquake scenarios, construct scenario response spectra, and then use the obtained scenario spectra as input in the multi-modal analyses.

However, the earthquakes that contribute most to the PSHA estimates for the selected site usually have the predominant influence on the shapes of the estimated uniform hazard spectra, and hence it is not over-conservative to use the Uniform Hazard Spectra for the multi-modal response spectrum analyses, provided that the shapes of the UHS for the given site had been previously compared to the shapes of the corresponding UHS-consistent empirical scenario spectra and that no significant discrepancies between the two were found.

An alternative, and a liberal, approach, is to create and use the conditional mean spectrum (CMS), as discussed, e.g., by Baker and Cornell [41].

5. CONCLUSIONS

Eurocode 8 [1] design spectra are scaled by the peak ground acceleration values that are defined for the given site through a probabilistic seismic hazard analyses (PSHA). However, spectra that are created by combining the empirical shapes with the single PSHA-defined scaling factor will not represent the so-called Uniform Hazard Spectra (UHS). Moreover, the very shape of the Eurocode 8 elastic spectrum (Type 1 or Type 2) is selected with respect to the magnitude of the earthquakes “that will contribute most to the seismic hazard defined for the purpose of probabilistic hazard assessment...”. Such definition is obscure since these “most contributing” earthquakes are, even at the same site and for the same probability of no exceedance in one or more years (that is, for the same “return period”), different (in a general case) for spectral ordinates at different vibration periods, while the whole Eurocode 8 spectrum is scaled by using only the PSHA estimate of the spectral ordinate at the vibration period $T = 0$, i.e. for the peak ground acceleration.

The example presented in [42-43] indicates further that use of the Eurocode 8 [1] response spectra may in some cases lead to underestimation and in some other to overestimation of the design seismic action, that is, they can lead either to grossly unconservative or to even over-conservative seismic design, and hence advocate that the so-called Uniform Hazard Spectra should be created for a dense network of sites and used instead. As for the choice of how many and which one of spectral ordinates are sufficient for definition of the design Uniform Hazard Spectra in the region of the north-western Balkans, this choice can not be made *a priori*, that is not before the responsible national authorities use reliable regional empirical equations in the PSHA analyses and perform a thorough analysis of the UHS shapes for a series of different sites in this region.

6. ACKNOWLEDGMENTS

The research of the first and the third authors was partially financially supported in the scope of the University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Project: “Theoretical, experimental and applied research in the field of civil engineering”.

7. REFERENCES

- [1] Eurocode 8 (2004). Design of structures for earthquake resistance, Part I: General rules, seismic actions and rules for buildings, EN 1998-1, CEN, Brussels.
- [2] Bulajić. B. and M. Manić (2006). Selection of the appropriate methodology for the probabilistic seismic hazard analysis on the territory of the Republic of Serbia, *Facta Universitatis, Series: Architecture and Civil Engineering*, Vol. 4, No. 2, pp. 101-113, University of Niš, Republic of Serbia.
- [3] Douglas, J. (2003). Earthquake ground motion estimation using strong motion records: A review of equations for the estimation of peak ground acceleration and response spectral ordinates, *Earth-Science Reviews*, Vol. 61, pp. 43-104.

- [4] Lee, V.W. (2002). Empirical scaling of strong earthquake ground motion – Part I: Attenuation and scaling of response spectra, *ISET Journal of Earthquake Technology*, Paper No. 425, Vol. 39, No. 4, pp. 219-254.
- [5] Lee, V.W. and M.I. Manić (2009). Empirical scaling of strong earthquake ground motion in the former Yugoslavia – a review, *Izgradnja*, Vol. 63, No. 5-6, pp. 155-158.
- [6] Cornell, C.A. (1968). Engineering seismic risk analysis, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 58, No. 5, pp. 1583–1606.
- [7] McGuire, R.K. (1976). Fortran computer program for seismic risk analysis, *Technical Report 76-77*, US Geological Survey Open File Report.
- [8] Anderson, J.G. and M.D. Trifunac (1977). Uniform risk functionals for characterization of strong earthquake ground motion, *Report No. 77-02*, Department of Civil Engineering, University of Southern California, Los Angeles, California.
- [9] Anderson, J.G. and M.D. Trifunac (1978). Uniform risk functionals for characterization of strong earthquake ground motion, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 68, No. 1, pp. 205-218.
- [10] McGuire, R.K. (1993). Computations of seismic hazard, *Annali di Geofisica*, Vol. 36, pp. 181–200.
- [11] Lee, V.W. and M.D. Trifunac (1985). Uniform risk spectra of strong earthquake ground motion: NEQRISK, *Report No. 85-05*, Department of Civil Engineering, University of Southern California, Los Angeles, California.
- [12] Gupta, I.D. (2002). The state of the art in seismic hazard analysis, *ISET Journal of Earthquake Technology*, Vo. 39, No. 4, pp. 311-346.
- [13] Anderson, J.G., M.D. Trifunac, and V.W. Lee (1987). Methods For Introduction Of Geological Data Into Characterization Of Active Faults And Seismicity And Upgrading Of The Uniform Risk Spectrum Technique, U.S. Nuclear Regulatory Commission, Washington, D.C., *Report NUREG/CR-4903*, Vol. 2.
- [14] Anderson, J.G. (1979). Estimating the seismicity from geological structures for seismic risk studies, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 69, No. 1, pp. 135–158.
- [15] Anderson, J.G. (1981). A simple way to look at a Bayesian model for the statistics of earthquake prediction, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vo. 71, No. 6, pp. 1929–1931.
- [16] Gutenberg, B. and C. Richter (1944). Frequency of earthquakes in California, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 34, No. 4, pp. 185–188.
- [17] Lee, V.W. (1992). On strong motion uniform risk functionals computed from general probability distributions of earthquake recurrences, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering* Vol. 11, No.6, pp. 357-367.
- [18] Todorovska, M.I. (1994). Comparison of response spectrum amplitudes from earthquakes with lognormally and exponentially distributed return periods, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, Vol. 13, No. 2, pp. 97-116.

- [19] Secanell, R., X. Goula, T. Susagna, J. Fleta, and A. Roca (2004). Seismic hazard zonation of Catalonia, Spain, integrating random uncertainties, *Journal of Seismology*, Vol. 8, pp 25–40.
- [20] Bender, B. (1984). Incorporating acceleration variability into seismic hazard analysis, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 74, No. 4, pp. 1451-1462.
- [21] Bommer, J.J. (2002). Deterministic vs. probabilistic seismic hazard assessment: an exaggerated and obstructive dichotomy, *Journal of Earthquake Engineering*, Vol. 6 (Special Issue No. 1), pp. 43-73.
- [22] Bommer, J.J., N.A. Abrahamson, F.O. Strasser, A. Pecker, P.-Y. Bard, H. Bungum, F. Cotton, D. Fäh, F. Sabetta, F. Scherbaum, and J. Studer (2004). The challenge of defining upper bounds on earthquake ground motions, *Seismological Research Letters*, Vol. 75, No. 1, pp. 82–95.
- [23] Ang, A.H. and W.H. Tang (2006). Probability Concepts in Engineering: Emphasis on Applications to Civil and Environmental Engineering, John Wiley & Sons.
- [24] Trifunac, M.D. and V.W. Lee (1987). Microzonation of a metropolitan area, *Report No. 87-02*, Department of Civil Engineering, University of Southern California, Los Angeles, California.
- [25] McGuire, R.K. (1995). Probabilistic seismic hazard analysis and design earthquakes: Closing the loop, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 85, No. 5, pp. 1275-1284.
- [26] Ishikawa, Y. and H. Kameda (1988). Hazard consistent magnitude and distance for extended seismic risk analysis, *Proc. of the 9th World Conference on Earthquake Engineering*, Vol. 2, Tokyo, Japan, pp. 89-94.
- [27] McGuire, R.K. and K.M. Shedlock (1981). Statistical uncertainties in seismic hazard evaluations in the United States, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 71, No. 4, pp. 1287-1308.
- [28] Cramer, C.H. and M.D. Petersen (1996). Predominant seismic source distance and magnitude maps for Los Angeles, Orange, and Ventura Counties, California, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 86, No. 5, pp. 1645-1649.
- [29] Harmsen, S., D. Perkins, A. Frankel (1999). Deaggregation of probabilistic ground motions in the central and eastern United States, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 89, No. 1, pp. 1-13.
- [30] Solnes, J., R. Sigbjörnsson, and J. Eliasson (2004). Probabilistic seismic hazard mapping of Iceland: Proposed seismic zoning and de-aggregation mapping for EUROCODE 8, *Proc. of the 13th World Conference on Earthquake Engineering*, Vancouver, B.C., Canada, Paper No. 2337.
- [31] Bazzurro, P. and C.A. Cornell (1999). Disaggregation of seismic hazard, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 89, No. 2, pp. 501-520.
- [32] Harmsen, S. and A. Frankel (2001). Geographic deaggregation of seismic hazard in the United States, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 91, No. 1, pp. 13-26.

- [33] Harmsen, S.C. (2001). Mean and modal ε in the deaggregation of probabilistic ground motion, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 91, No. 6, pp. 1537-1552.
- [34] Takada, T. and S. Ochi (2004). Probability-based determination of design earthquakes, *IFED International The First Forum on Engineering Decision Making*, Stoos, Switzerland, <http://www.ifed.ethz.ch/events/firstforum.html>.
- [35] Anderson, J.G. (1978). Program EQRISK: A computer program for finding uniform risk spectra of strong earthquake ground motion, *Report No. 78-11*, Department of Civil Engineering, University of Southern California, Los Angeles, California.
- [36] Anderson, J.G. and M.D. Trifunac (1979). A Note on Probabilistic Computation of Earthquake Response Spectrum Amplitudes, *Nuclear Engineering and Design*, Vol. 51, No. 2, pp. 285-294.
- [37] Todorovska, M.I. (1995a). Uniform probability response spectra for selecting site specific design motions, *Proc. Of the Third Int. Conf. on Recent Advances in Geotechnical Earthquake Engineering and Soil Dynamics*, Theme 8- Seismology: Predicting strong ground motion for design, Vol. II, St. Louis, Missouri, USA, pp. 613-618.
- [38] Trifunac, M.D. (1989). Threshold magnitudes which cause ground motion exceeding the values expected during the next 50 years in a metropolitan area, *Geofizika*, Vol. 6, pp. 1-12.
- [39] Gupta, I.D. (1994). A probabilistic approach for estimating the response of multi-degree-of-freedom structures, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, Vol. 13, No. 2, pp. 79-87.
- [40] Todorovska, M.I. (1995b). A note on distribution of amplitudes of peaks in structural response including uncertainties of the exciting ground motion and of the structural model, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, Vol. 14, No. 3, pp. 211-217.
- [41] Baker, J.W. and C.A. Cornell (2006). Spectral shape, epsilon and record selection, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, Vol. 35, pp. 1077-1095.
- [42] Bulajić, B.Đ, M.I. Manić, and Đ. Lađinović (2012). Towards preparation of design spectra for Serbian National Annex to Eurocode 8 – Part II: Usage of the UHS approach instead of normalized spectral shapes scaled by a single PSHA parameter, *Facta Universitatis, Series: Architecture and Civil Engineering*, Vol. 10, No. 3, pp. 259-274.
- [43] Bulajić, B. (2013). *A contribution to more reliable definition of design response spectra in the north-western Balkans*, Doctoral Dissertation, presented to the Faculty of Technical Sciences Graduate School, University of Novi Sad, Novi Sad, Republic of Serbia, in partial fulfillment of the requirements for Ph.D. degree in Technical Sciences.



Владимир М. ЦВЕТКОВИЋ¹

Прегледни рад

Бојан ЈАНКОВИЋ²

Божидар БАНОВИЋ³

ГЕОПРОСТОРНА И ВРЕМЕНСКА ДИСТРИБУЦИЈА ЦУНАМИЈА КАО ПРИРОДНИХ КАТАСТРОФА

Сажетак: Предмет истраживања представља утврђивања геопросторне и временске дистрибуције цунамија у светском геопростору у периоду од 1900. до 2013. године. Имајући у виду да се ради о масовној појави која се састоји из мноштва јединица, најпрепоручљивији научни метод за доношење закључака о цунамију јесте статистичка метода. При томе, само статистичко истраживање је спроведено на тај начин што су у првом кораку преузети необрађени подаци о свим природним катастрофама (25.552) у виду „Excel” фајла из међународне базе података о катастрофама (CRED) у Бриселу, а затим су анализирани у програму за статистичку обраду података SPSS. У оквиру геопросторне дистрибуције анализиран је укупан број и последице цунамија по континентима. По истом принципу, у оквиру временске анализе разматрана је дистрибуција укупног броја и последица цунамија на годишњем, месечном и дневном нивоу.

Кључне речи – безбедност, ванредне ситуације, природне катастрофе, статистичка анализа, геопросторна и временска дистрибуција, цунами.

GEOSPATIAL AND TEMPORAL DISTRIBUTION OF TSUNAMI AS A NATURAL DISASTER

Abstract: The subject of research is determination of geospatial and temporal distribution of tsunami in the global geospace in the period from 1900 to 2013. Bearing in mind that this is a mass phenomenon that consists of multiple units, most preferred scientific method to draw conclusions about the tsunami is a statistical method. In addition, a statistical study was conducted in such a way that the first step to take raw data about all natural disasters (25,552) in the form, „ Excel "file from the international database on disasters (CRED) in Brussels, and then analyzed in program for statistical analysis SPSS. Within the geospatial distribution analyzed the total number and consequences of the tsunami across the continents. By the same token, within the temporal analysis examined the distribution of the total and the consequences of the tsunami on a yearly, monthly and daily.

Key words: security, emergency situations, natural disasters, statistical analysis, geospatial and temporal distribution, tsunami.

¹ Асистент, Криминалистичко-полицијска академија, Београд, vladimir.cvetkovic@kpa.edu.rs.

² Асистент, Криминалистичко-полицијска академија, Београд, bojan.jankovic@kpa.edu.rs.

³ Професор др, Правни факултет у Крагујевцу, bbanovic@jura.kg.ac.rs.

1. УВОД СА МЕТОДОЛОШКИМ ОКВИРОМ ИСТРАЖИВАЊА

Геопросторне и временске анализе укупног броја и последица различитих природних катастрофа у свету, недвосмислено указују на њихов пораст, што условљава неопходност што боље спремности становништва за реаговање у таквим ситуацијама. [1][2][3][4][5] Управо стога, веома је значајно сагледати и геопросторну и временску дистрибуцију цунамија.

Цунами је обично изазван масивним сменама или померањем воде обично услед кретања морског дна које прати подморске земљотресе. [6] Могу бити изазвани и другим механизмима који изазивају нагла померање великих количина воде. Ово укључује вулканске ерупције, клизишта или одроне, пад дела вулкана и удари астероида. Најсмртоноснији су од свих таласа. Могу да путују брзинама од 950 км/час и када дођу од обале могу бити високи 30 метара. [7] Цунами не може да буде само један талас него ланац талас, а први је ретко највећи. Масивни зидови воде могу да заплусну обалу на неколико сати, скидајући песак са плажа и чупајући дрвеће и вегетацију. Брза вода може да помете острво, поплави поља и прави хаос у градовима и селима. Цунамији изазвани земљотресима и вулканима (тектонски цунамији) су довољно моћни да преобликују обалу и могу да путују хиљадама километара преко океана.[8][9]

Само истраживање дистрибуције цунамија је спроведено на основу материјала центра за истраживање епидемиологија катастрофа (CRED). [10] Реализовано је на тај начин, што су у првом кораку необрађени подаци у виду „Excel“ фајла са регистрованим 25.552 догађаја преузети из центра (www.emdat.be). Након тога, подаци су обрађени програмом за статистичку обраду података „IBM SPSS advanced statistics 20.0“, израчунате су фреквенције и проценти разматраних варијабли, израђене су табеле и графикони, који су додатно обрађени у „MS Word 2013“. Резултати обраде квантитативних података су приказани текстурално, табеларно и графички у виду картографске визуелизације методом тематског картирања – запреминског картограма. Значења појединих термина који су коришћени у раду су: број погинулих - број људи којима је потврђена смрт и број несталих, очигледно мртвих људи; број повређених - број људи који пате од психичких повреда, траума или захтевају тренутну медицинску помоћ; број погођених - број људи који захтева моменталну помоћ током и после катастрофе, укључује размештене или евакуисане људе; без дома - број људи којима је потребан хитан смештај јер су остали без свога дома; укупно погођени – збирни преглед повређених, бескућника и погођених; укупна материјална штета - глобална слика економског утицаја цунамија, дата у америчким доларима.

Како се ради о заиста обимној материји, предмет рада биће анализа облика испољавања, броја, последица и временског и геопросторног размештаја цунамија. Феноменологија осталих видова природних катастрофа биће предмет будућих истраживања.

2. АНАЛИЗА ГЕОПРОСТОРНЕ ДИСТИБУЦИЈЕ ЦУНАМИЈА

На основу прикупљених и обрађених података о геопросторном размештају из наведене базе може се рећи да се највише цунамија у посматраном периоду од 1900. до

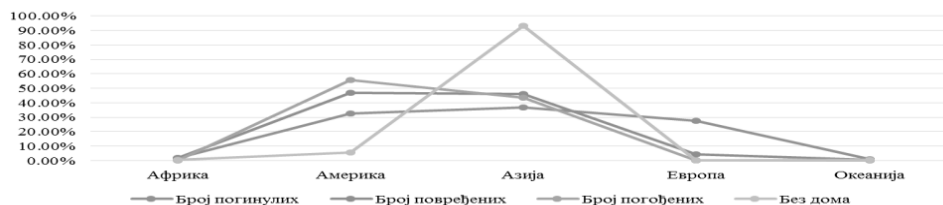
2014. године догодило у Европи 671, а најмање у Океанији 36. Имајући у виду све континенте, по броју суша на првом месту је Европа, па Америка, Африка, Азија и на крају Океанија (Табела 1).

Табела 1 - Преглед укупног броја и последица цунамија по људе у периоду од 1900. до 2013. године, разврстан по континенту. Извор: калкулација аутора.

| Континент | Број догађаја | Број погинулих | Број повређених | Број погођених | Без дома | Укупно погођених | Укупна материјална штета (\$) |
|-----------|---------------|----------------|-----------------|----------------|----------|------------------|-------------------------------|
| Азија | 62 | 2394 | 402 | 58778 | 57068 | 116248 | 0 |
| Америка | 321 | 38968 | 9744 | 10537094 | 472020 | 11018858 | 5043454 |
| Европа | 671 | 44414 | 9490 | 8248040 | 7885106 | 16142636 | 5633832 |
| Африка | 136 | 33086 | 932 | 58814 | 17250 | 76996 | 6217778 |
| Океанија | 36 | 1092 | 104 | 4526 | 36000 | 40630 | 4932 |
| Укупно | 1226 | 119954 | 20672 | 18907252 | 8467444 | 27395368 | 16899996 |



Слика 1. Тематска карта укупног броја и последица цунамија у свету за период од 1900 до 2013. године. Извор: калкулација аутора.



Графикон 3. Процентуални преглед последица цунамија по људе у периоду од 1900. до 2013. године, разврстан по континентима. Извор: калкулација аутора.

Од последица цунамија, у односу на континенте, највише погинулих било је у Азији (71,05%), затим у Америци (17,13%), у Европи (10,85%), а најмање у Океанији (0,13%). Распоред континената је исти и када се посматрају друге последице, тако да у Азији има такође и највише повређених (65,97%), погођених (77,28%) и без дома (70,44%). Поред најмањег броја погинулих, у Океанији је и најмањи број повређених (0,12%), погођених (0,46%) као и оних који су остали без дома (0,09%) услед последица цунамија (Графикон 3).

Табела 2. Топ пет држава по броју цунамија у периоду од 1900. до 2013. године. Извор: калкулација аутора.

| Земља | Број догађаја | Број погинулих | Број повређених | Број погођених | Без дома | Укупно погођених | Укупна материјална штета (\$) |
|------------|---------------|----------------|-----------------|----------------|----------|------------------|-------------------------------|
| Кина | 118 | 10642 | 3374 | 4427492 | 52608 | 4483474 | 3700800 |
| Индонезија | 96 | 4502 | 1074 | 709592 | 75710 | 786376 | 241490 |
| Италија | 84 | 9524 | 1062 | 444600 | 7232570 | 7678232 | 109000 |
| Колумбија | 78 | 5928 | 7058 | 40540 | 12126 | 59724 | 800 |
| Перу | 64 | 17068 | 324 | 1561480 | 19552 | 1581356 | 2027000 |

У периоду од 1900. до 2013. године, највише цунамија се догодило у Кини 118. Дакле, по броју цунамија на првом месту је Кина, Индонезија 96, Индија 84, Колумбија 78, и Перу 64 (Табела 2).

Табела 3. *Топ пет држава по броју погинулих људи у цунамима у периоду од 1900. до 2013. године. Извор: калкулација аутора.*

| Земља | Број догађаја | Број погинулих | Број повређених | Број погођених | Без дома | Укупно погођених | Укупна материјална штета (\$) |
|------------|---------------|----------------|-----------------|----------------|----------|------------------|-------------------------------|
| СССР (бив) | 12 | 24564 | 0 | 0 | 5000 | 5000 | 546000 |
| Перу | 64 | 17068 | 324 | 1561480 | 19552 | 1581556 | 2027000 |
| Кина | 118 | 10642 | 3374 | 4427492 | 52608 | 4483474 | 3700800 |
| Индија | 84 | 9524 | 1062 | 444600 | 7232570 | 7678232 | 109000 |
| Колумбија | 78 | 5928 | 7058 | 40540 | 12126 | 59724 | 800 |

У периоду од 1900. до 2013. године, највише погинулих људи услед последица цунамија је било у СССР-у (бив.) 24.564. Дакле, по броју погинулих људи услед последица цунамија на првом месту је СССР (бив), Перу 17.068, Кина 10.642, Индија 9.524, Колумбија 5.928 (Табела 3).

Табела 4. *Топ пет држава по броју повређених људи у цунамима у периоду од 1900. до 2013. године. Извор: калкулација аутора.*

| Земља | Број догађаја | Број погинулих | Број повређених | Број погођених | Без дома | Укупно погођених | Укупна материјална штета (\$) |
|------------|---------------|----------------|-----------------|----------------|----------|------------------|-------------------------------|
| Колумбија | 78 | 5928 | 7058 | 40540 | 12126 | 59724 | 800 |
| Кина | 118 | 10642 | 3374 | 4427492 | 52608 | 4483474 | 3700800 |
| Индонезија | 96 | 4502 | 1074 | 709592 | 75710 | 786376 | 241490 |
| Индија | 84 | 9524 | 1062 | 444600 | 7232570 | 7678232 | 109000 |
| Филипини | 60 | 4882 | 924 | 588144 | 46024 | 635092 | 66562 |

У периоду од 1900. до 2013. године, највише повређених људи услед последица цунамија било је у Колумбији 7.058. Дакле, по броју повређених људи услед последица цунамија на првом месту је Колумбија, па Кина 3.374, Индонезија 1.074, Индија 1.062, Филипини 924 (Табела 4).

Табела 5. *Топ пет држава по броју погођених људи у цунамима у периоду од 1900. до 2013. године. Извор: калкулација аутора.*

| Земља | Број догађаја | Број погинулих | Број повређених | Број погођених | Без дома | Укупно погођених | Укупна материјална штета (\$) |
|------------|---------------|----------------|-----------------|----------------|----------|------------------|-------------------------------|
| Бразил | 46 | 3312 | 428 | 8180340 | 294200 | 8474968 | 172054 |
| Кина | 118 | 10642 | 3374 | 4427492 | 52608 | 4483474 | 3700800 |
| Перу | 64 | 17068 | 324 | 1561480 | 19552 | 1581356 | 2027000 |
| Непал | 38 | 3262 | 248 | 724588 | 160400 | 885236 | 0 |
| Индонезија | 96 | 4502 | 1074 | 709592 | 75710 | 786376 | 241490 |

У периоду од 1900. до 2013. године, највише погођених људи услед последица цунамија је било у Бразилу 8.180.340. Дакле, по броју погођених људи услед последица цунамија на првом месту је Бразил, па Кина 4.427.492, Перу 1.561.480, Непал 724.588, и Индонезија 709.592 (Табела 5).

Табела 6. *Топ пет држава по броју људи који су остали без дома у цунамима у периоду од 1900. до 2013. године. Извор: калкулација аутора.*

| Земља | Број догађаја | Број погинулих | Број повређених | Број погођених | Без дома | Укупно погођених | Укупна материјална штета (\$) |
|------------|---------------|----------------|-----------------|----------------|----------|------------------|-------------------------------|
| Индија | 84 | 9524 | 1062 | 444600 | 7232570 | 7678232 | 109000 |
| Бразил | 46 | 3312 | 428 | 8180340 | 294200 | 8474968 | 172054 |
| Непал | 38 | 3262 | 248 | 724588 | 160400 | 885236 | 0 |
| Тацикистан | 22 | 710 | 46 | 72928 | 121794 | 194768 | 429400 |
| Гватемала | 16 | 614 | 236 | 5440 | 102200 | 107876 | 1000000 |

У периоду од 1900. до 2013. године, највише људи који су остали без дома услед последица цунамија је било у Индији 7.232.570. Дакле, по броју људи који су остали без дома услед последица цунамија на првом месту је Индија, па Бразил 294.200, Непал 160.400, Тацикистан 121.794 и на крају Гватемала 102.200 (Табела 6).

Табела 7. *Топ пет држава по процењеној вредности материјалне штете у цунамиима у периоду од 1900. до 2013. године. Извор: калкулација аутора.*

| Земља | Број догађаја | Број погинулих | Број повређених | Број погођених | Без дома | Укупно погођених | Укупна материјална штета (\$) |
|---------|---------------|----------------|-----------------|----------------|----------|------------------|-------------------------------|
| Јапан | 115 | 388740 | 314246 | 1882986 | 588240 | 2785472 | 719324800 |
| Кина | 277 | 1751161 | 1308165 | 132365104 | 9032350 | 142705619 | 200231414 |
| Италија | 64 | 231290 | 25698 | 1550744 | 532600 | 2109042 | 98569704 |
| САД | 80 | 5772 | 26024 | 77428 | 40478 | 143930 | 82083340 |
| Чиле | 38 | 119056 | 153082 | 14663964 | 2637150 | 17454196 | 69224140 |

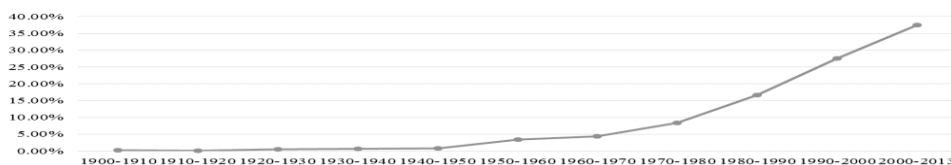
У периоду од 1900. до 2013. године, највећа процењена материјална штета настала услед последица цунамија је била у Јапану 719.324.800. Дакле, по процењеној материјалној штети насталој услед последица цунамија на првом месту је Јапан, па Кина 200.231.414, Италија 98.569.704, САД 82.083.340, и Чиле 69.224.140 (Табела 7).

3. АНАЛИЗА ВРЕМЕНСКЕ ДИСТРИБУЦИЈЕ ЦУНАМИЈА

У периоду од 1900. до 2013. године, догодило се 1226 цунамија, погинуло је 119.954, повређено 20.672, погођено 18.907.252, и без дома остало 8.467.444 људи. Дакле, на годишњем нивоу догађало се 10,8, месечно 0,9, дневно 0,0 цунамија (Табела 8).

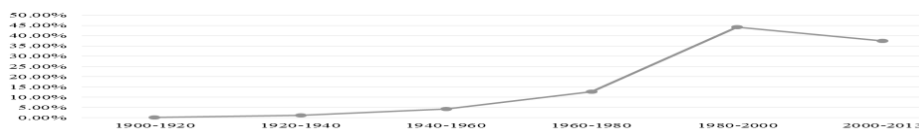
Табела 8. *Преглед укупног броја и последица цунамија у периоду од 1900. до 2013. године, са освртом на годишњу, месечну и дневну дистрибуцију. Извор: калкулација аутора.*

| Врста | Број догађаја | Број погинулих | Број повређених | Број погођених | Без дома | Укупно оштећених | Укупна материјална штета (\$) |
|------------|---------------|----------------|-----------------|----------------|----------|------------------|-------------------------------|
| 1900-2013. | 1226 | 119954 | 20672 | 18907252 | 8467444 | 27395368 | 16899996 |
| Годишње | 10,8 | 1061,5 | 182,9 | 167320,8 | 74933,1 | 242436,9 | 149557,5 |
| Месечно | 0,9 | 88,5 | 15,2 | 13943,4 | 6244,4 | 20203,1 | 12463,1 |
| Дневно | 0,0 | 2,9 | 0,5 | 464,8 | 208,1 | 673,4 | 415,4 |



Графикон 4. *Процентуални преглед укупног броја цунамија у периоду од 1900. до 2013. године, разврстан по периодима од по десет година. Извор: калкулација аутора.*

Све до 1970. године цунами су се догађали у просечном броју који је износио 5%. Након тог периода, примећује се значајан пораст броја цунамија, а врхунац је период од 2000. до 2013. године када се дешава 27,94% од укупног броја цунамија за посматрани период. Најмањи број цунамија се десио у периоду од 1910. до 1920. године, а износи 1,98% (Графикон 4).



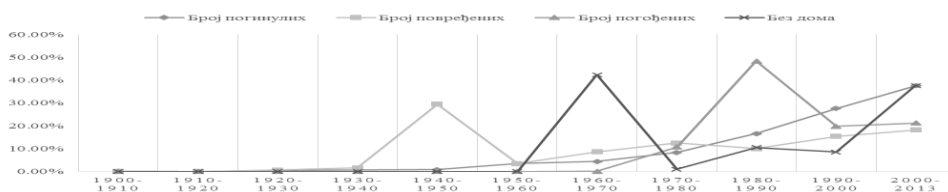
Графикон 5. *Процентуални преглед укупног броја цунамија у периоду од 1900. до 2013. године, разврстан по периодима од по двадесет година. Извор: калкулација аутора.*

У периодима од по двадесет година највећи број цунамија се догодио у периоду од 1980. до 2000. године (37,26%), а најмањи у периоду од 1900. до 1920. године (4,60%) (Графикон 5).



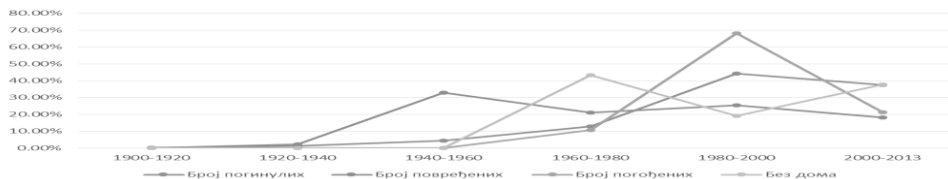
Графикон 6. Процентуални преглед укупног броја цунамија у периоду од 1900. до 2013. године, разврстан по периодима од по педесет година. Извор: калкулација аутора.

Када се посматра период од по педесет година, примећује се да након 1950. године долази до значајно већег броја цунамија. Тако, укупан број од 1900. до 1950. године износи 15,54%, а од 1950. до 2013. године 84,46% (Графикон 6).



Графикон 7. Процентуални преглед последица цунамија по људе у периоду од 1900. до 2013. године, разврстан по периодима од по десет година. Извор: калкулација аутора.

У процентима, од последица цунамија, највише људи је погинуло (27,76%), повређено (51,77%), погођено (53,30%) и остало без дома (52,75%) у периоду од 2000. до 2013. године. Најмање погинулих од последица цунамија (1,46%) је у периоду од 1950. до 1960. године, најмање повређених (0%) у периоду од 1900. до 1910. године, најмање погођених (0%) у периоду од 1910. до 1920. године, а најмање људи је остало без дома (0%) у периоду од 1900. до 1910. и од 1910. до 1920. године (Графикон 7).



Графикон 8. Процентуални преглед последица цунамија по људе у периоду од 1900. до 2013. године, разврстан по периодима од по двадесет година. Извор: калкулација аутора.

Гледано по периодима од по двадесет година, највише погинулих је у периоду од 2000. до 2013. године (27,76%), затим следи период од 1920. до 1940. године (24,05%), а најмање погинулих је у периоду од 1980. до 2000. године (6,18%). Занимљиво је да на сваких двадесет година долази до наизменичног смањивања и пораста броја погинулих. Сличан тренд се примећује и код броја повређених, тако да после двадесет

година раста броја повређених долази, по правилу, период од двадесет година када се смањује број повређених. Најмање повређених је у периоду од 1900. до 1920. године (0,9%), а највише у периоду 2000. до 2013. године (51,77%). Број погођених и број оних који остају без дома услед последица цунамија се константно повећава и то готово идентичном узлазном линијом. Најмање погођених је у периоду од 1920. до 1940. године (0,08%), а највише у периоду 2000. до 2013. године (53,30%). Најмање људи је остало без дома у периоду од 1900. до 1920. године (0%), а највише у периоду 2000. до 2013. године (52,75%) (Графикон 8).

Табела 9. *Топ пет година по броју погинулих услед последица цунамија у периоду од 1900. до 2013. године. Извор: калкулација аутора.*

| Година | Број догађаја | Број погинулих | Број повређених | Број погођених | Без дома | Укупно погођених | Укупна материјална штета (\$) |
|--------|---------------|----------------|-----------------|----------------|----------|------------------|-------------------------------|
| 1949 | 2 | 24000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1941 | 2 | 10000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1973 | 10 | 7082 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2010 | 64 | 6804 | 1374 | 4800046 | 118390 | 4919810 | 2554156 |
| 1963 | 4 | 4066 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

У периоду од 1900. до 2013. године, 1949. године је погинуло највише људи услед последица цунамија и то 24.000. На првом месту по броју погинулих услед последица цунамија је 1949., па 1941, 1973, 2010, и на крају 1963. година (Табела 9).

Табела 10. *Топ пет година по броју повређених услед последица цунамија у периоду од 1900. до 2013. године. Извор: калкулација аутора.*

| Година | Број догађаја | Број погинулих | Број повређених | Број погођених | Без дома | Укупно погођених | Укупна материјална штета (\$) |
|--------|---------------|----------------|-----------------|----------------|----------|------------------|-------------------------------|
| 1987 | 26 | 2408 | 6000 | 62238 | 4080 | 72318 | 1251600 |
| 1988 | 30 | 1904 | 2310 | 116610 | 11370 | 130290 | 0 |
| 1974 | 20 | 1808 | 2000 | 24000 | 3000 | 29000 | 43400 |
| 2010 | 64 | 6804 | 1374 | 4800046 | 118390 | 4919810 | 2554156 |
| 2003 | 42 | 1412 | 896 | 915374 | 1026 | 917296 | 103922 |

У периоду од 1900. до 2013. године, 1987. године је повређено највише људи услед последица цунамија и то 6.000. На првом месту по броју повређених услед последица цунамија је 1987, па 1988, 1974, 2010, и на крају 2003. (Табела 10).

Табела 11. *Топ пет година по броју погођених људи услед последица цунамија у периоду од 1900. до 2013. године. Извор: калкулација аутора.*

| Година | Број догађаја | Број погинулих | Број повређених | Број погођених | Без дома | Укупно погођених | Укупна материјална штета (\$) |
|--------|---------------|----------------|-----------------|----------------|----------|------------------|-------------------------------|
| 1986 | 18 | 1002 | 36 | 612 | 5000732 | 5001400 | 0 |
| 1995 | 32 | 3042 | 844 | 31126 | 2236790 | 2268790 | 72378 |
| 2000 | 56 | 2024 | 454 | 133270 | 296580 | 430304 | 924000 |
| 2006 | 40 | 3276 | 152 | 667560 | 196600 | 864312 | 80292 |
| 1993 | 42 | 2816 | 482 | 186286 | 124614 | 311382 | 1956980 |

У току 1966. године је погођено највише људи услед последица цунамија и то 8.000.000. На првом месту по броју погођених људи услед последица цунамија је 1966, па 2010, 1983, 2003, и на крају 2006. година (Табела 11).

Табела 12. *Топ пет година по броју људи који су остали без дома услед последица цунамија у периоду од 1900. до 2013. године. Извор: калкулација аутора.*

| Година | Број догађаја | Број погинулих | Број повређених | Број погођених | Без дома | Укупно погођених | Укупна материјална штета (\$) |
|--------|---------------|----------------|-----------------|----------------|----------|------------------|-------------------------------|
| 2010 | 64 | 6804 | 1374 | 4800046 | 118390 | 4919810 | 2554156 |
| 1983 | 30 | 2318 | 466 | 1450000 | 0 | 1450466 | 1977600 |
| 1993 | 42 | 2816 | 482 | 186286 | 124614 | 311382 | 1956980 |
| 1998 | 44 | 2282 | 562 | 413386 | 11678 | 425626 | 1837400 |
| 1999 | 36 | 890 | 62 | 20800 | 9720 | 30582 | 1498200 |

У току 1986. године је највише људи услед последица цунамија остало без дома и то 5.000.732. На првом месту по броју људи који су остали без дома услед последица цунамија је 1986, па 1995, 2000, 2006, и на крају 1993. година (Табела 12).

Табела 13. *Топ пет година по броју људи који су остали без дома услед последица цунамија у периоду од 1900. до 2013. године. Извор: калкулација аутора.*

| Година | Број догађаја | Број погинулих | Број повређених | Број погођених | Без дома | Укупно погођених | Укупна материјална штета (\$) |
|--------|---------------|----------------|-----------------|----------------|----------|------------------|-------------------------------|
| 2010 | 64 | 6804 | 1374 | 4800046 | 118390 | 4919810 | 2554156 |
| 1983 | 30 | 2318 | 466 | 1450000 | 0 | 1450466 | 1977600 |
| 1993 | 42 | 2816 | 482 | 186286 | 124614 | 311382 | 1936980 |
| 1998 | 44 | 2282 | 562 | 413386 | 11678 | 425626 | 1837400 |
| 1999 | 36 | 890 | 62 | 20800 | 9720 | 30582 | 1498200 |

Највећа процењена материјална штета настала услед последица цунамија је била 2010. године и то 2.554.156. Дакле, по процењеној материјалној штети насталој услед последица цунамија на првом месту је 2010, па 1983, 1993, 1998, и на крају 1999. година (Табела 13).

4. ЗАКЉУЧАК

Већина цунамија се ствара током подводних земљотреса са плитиким фокусом повезаних са изненадним подизањем или спуштањем морског дна што истискује велику количну воде. Цунами којег генерише земљотрес се дешава најчешће померањем океанског дна на померању пукотине у зони субдукције. У зони субдукције океанска обично клиже под континенталну литосферу. Иако се плоче померају по скоро константној стопи, граница између две плоче се сабија много година. Где се такве плоче спајају, континентална ивица се гура надоле и ка континенту како се субдуктирајућа плоча помера под њега. Све то изазива да се плоча која је испод савија на горе у приобалној избочини, на исти начин како се комад папира издише на горе ако повучено његову даљу ивицу ка себи. Када дође до својих граница, коначно пуца у земљотрес, ивица континента пуца на горе и према океану.

У квантитативном истраживању које се односило на испитивање геопросторне и временске дистрибуције цунамија дошло смо до следећих закључака: највише цунамија се догодило у Европи 671, а најмање у Океанији 36; највише погинулих људи било је у Азији (71,05%), а најмање у Океанији (0,13%); по броју цунамија (118) на првом месту је Кина, погинулих људи (24564) бивши СССР, повређених (7058) Колумбија, погођених (8180340) Бразил, вредности материјалне штете (719324800) Јапан; посматрано на годишњем нивоу, догађало се 10 цунамија; у току 2000-2013. године, процентуално посматрано (27.94%), догодило се највише цунамија; највише погинулих људи услед цунамија, било је 1949. године (24.000); 1987. године било је највише повређених (6000); 1986. године је највише људи остало без дома (5000); 2010. године је нанета највиша материјална штета у износу од 2.554.156 америчких долара.

Из свега наведеног, потребно је наставити стална истраживања феноменологије и методологије праћења и предвиђања цунамија како би се безбедност људи и њихове имовине подигла на адекватан ниво.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Cvetković, V. (2014): Spatial and temporal distribution of floods like natural emergency situations. International scientific conference Archibald Reiss days (pp. 371-389). Belgrade: The academy of criminalistics and police studies.



- [2] Cvetković, V., & Mijalković, S. (2013): Spatial and temporal distribution of geophysical disasters. International conference natural hazards - links between science and practice (pp. 345-360). Belgrade: Serbian Academy of Sciences and Arts and Geographical Institute Jovan Cvijić, *Journal of the Geographical Institute "Jovan Cvijić"*.
- [3] Mijalković, S., & Cvetković, V. (2013): "Vulnerability of Critical Infrastructure by Natural Disasters". In: Kekovic, Z., Čaleta, D., Kešetović, Ž., & Jevtić, Z., (eds.): National Critical Infrastructure Protection – Regional Perspective, pp. 91–102. Belgrade: University of Belgrade – Faculty of Security Studies, Institute for Corporative Security Studies in Ljubljana.
- [4] Цветковић, В., Милојковић, Б., & Стојковић, Д. (2014): Анализа геопросторне и временске дистрибуције земљотреса као природних катастрофа. *Војно дело*, 275-290.
- [5] Cvetković, V. (2014). Analysis of spatial and temporal distribution of volcanic eruptions as natural disasters. *NBP: Journal of criminalistics and law*, 2/2014.
- [6] Bryant, E. (2008): *Tsunami: the underrated hazard*. New York: Springer.
- [7] Chadha, R. K., Latha, G., Yeh, H., Peterson, C., & Katada, T. (2005): The tsunami of the great Sumatra earthquake of M 9.0 on 26 December 2004: Impact on the east coast of India. *Current Science*, 88(8), 1297-1301.
- [8] Lavrentyev, M., Titov, V., & Romanenko, A. (2014): Approaches to real-time tsunami wave parameters evaluation. In *EGU General Assembly Conference Abstracts* (Vol. 16, p. 3742).
- [9] Kanamori, H. (1972): Mechanism of tsunami earthquakes. *Physics of the earth and planetary interiors*, 6(5), 346-359.
- [10] Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (2003): "EM-DAT: the OFDA/CRED International Disaster Database", pristupljeno 05.06.2013. godine u 15,00 časova



Душан ВРАЊЕШ¹

Прегледни рад

СТАЊЕ И МЈЕРЕ ЗАШТИТЕ ОД ПОПЛАВА НА ПОДРУЧЈУ ГРАДА ПРИЈЕДОРА

Резиме: Поплаве представљају најзначајнију опасност за угрожавање становништва и материјалних добара на подручју града Приједора. Честа појава поплава на овом подручју узрокује велике материјалне штете и деградацију животне средине. Циљ овог рада је да се на бази анализе стања угрожености од поплава и планираних мера заштите од поплава овог подручја утврде активности и мере које би дале значајнији допринос превенцији и заштити од поплава. За успостављање квалитетног система заштите од вода неопходно је спровођење низа организационих финансијских и других мјера које ће омогућити регулацију водотока ријека Сане, изградњу водозащитних објеката који ће смањити површине угрожене поплавама на овом подручју. Истовремено је неопходно извршити квалитетне припреме за планско и организовано спровођење оперативних мјера заштите и спасавања становништва и материјалних добара.

Кључне речи: поплаве, угроженост од поплава, мере заштите од поплава

STATE AND PROTECTION MEASURES FLOODS IN THE TOWN OF PRIJEDOR

Abstract: Floods are the most significant risk to people and property in the town of Prijedor. The frequent occurrence of floods in the area causing major property damage and environmental. The aim of this paper analysis of the threat of flooding and the planned measures for flood protection in this area determine the activities and measures that would give the most significant contribution to the prevention and flood protection A survey and analysis of the current state of vulnerability to flooding of the area show that the hydrological characteristics of water resources and wealth with poor quality solved the issue of maintaining the current system of protection against water. Establishing a quality system for the protection of water it is necessary to implement a number of organizational financial and other measures that will enable the Sana river beds, construction of water protection facilities, which will reduce the area affected by floods in this area. At the same time it is necessary to make good preparations for a planned and organized the implementation of operational measures for the protection and rescue of people and property.

Key words: floods, flood risk, measure of the floods protection

¹ др, Градска управа Приједор, dusan.vranjes@opstinaprijedor.org



1. УВОД

Поплаве на подручју града Приједора представљају елементарну непогоду која скоро сваке године угрожава становништво, животну средину и наноси велике материјалне штете на овом подручју. Због тога је евидентна све већа потреба за организованом заштитом и провођењем превентивних и оперативних мера заштите од поплава у које морају бити укључени сви сегменти друштва. Организовање оперативних мера на заштити и спасавању је посебна брига и задатак цивилне заштите која је као и код осталих непогода и несрећа већих размера носилац и организатор свих акција заштите и спасавања.

На подручју града Приједора поплаве могу бити узроковане: интензивним и дуготрајним падавинама, појавом и продором подземних вода, услед бујица и ерозија као и евентуалног рушења брана. Неријешени или непотпуно ријешени проблеми регулације водотока и неотпуна изграђеност водозащитних објеката и неадекватан систем заштите од вода значајно доприносе појави поплава на овом подручју.

Спровођење превентивних мера заштите од поплава још увек не гарантује потпуну заштиту од поплава због чега је нужно припремити и организовати спровођење оперативних мера заштите и спасавања људи и материјалних добара на подручју угроженом поплавама.

Спровођење оперативних мера заштите од поплава зависи од врсте поплаве, карактеристика захваћеног простора, времена припреме, динамике извођења одбрамбених радова као и степена организованости. Успех на заштити и спасавању бит ће сразмеран правовремености реализације појединих радњи и поступака предвиђених планом уз уважавање наведених специфичности.

Основни услови за успешну заштиту и спасавање људских живота и материјалних добара су квалитетно руковођење акцијама спасавања, временски усклађени поступци, рационално кориштење снага и средстава и брзо доношење одлука. Овдје је од изузетне важности и упознатост становништва са опасностима и поступцима у одбрани од поплава.

2. ПОЈАВЕ ПОПЛАВА НА ПОДРУЧЈУ ГРАДА ПРИЈЕДОРА И МОГУЋНОСТ ЗАШТИТЕ

Штетно дјеловање вода на подручју града Приједора условљено је неравномјерношћу и неравнотежом бројних природних фактора (водног режима, климатских, геолошких, топографских фактора и сл.) и људских дјелатности. Слив ријеке Сане, као основне хидрографске артерије града Приједора, карактерише развијен рељеф са релативно великом количином падавина, које су изразито неравномјерно распоређене.

Због великог сливног подручја, нарочито у горњим токовима ријека Сане и Гомјенице, у условима великих падавина или наглог топљења снијега, долази до прихватања већих количина воде, што у условима презасићености земљишта влагом има за последицу излијевање ријеке Сане и њених притока (Гомјенице, Пухарске,

Милошевице, Светиње, Цигануше, Љубијске ријеке и др.) из корита, угрожавајући становништво и материјална добра на ширем подручју града. При водостају од 420 cm и у условима када ријека Уна на ушћу у Новом Граду има већи водостај од ријеке Сане, правећи тако њен успор, долази до формирања плавног вала, који се шири по равничарском терену уз рјечне токове, чинећи велику материјалну штету на стамбеним објектима, објектима инфраструктуре и на пољопривредним парцелама.

На критичном водостају, од 460 cm, ријека Сана плави и магистрални пут Приједор- Сански Мост, на потезу од градског моста до раскрснице за Љубију, у дужини од 300 m, пут за месну заједницу Бишћане у дужини од 400 m, те пут кроз насеље Рашковац (стари пут за Нови Град), у дужини од 200 m. [8]

Најугроженија подручја су насеља уз ове водотокове и то: Тукови, Гомјеница, Рашковац, Приједор Центар, Брезичани, Омарска, Градина, Марићка, Доња Љубија и Орловача (табела 1). Већи дио ових насеља се налази на надморској висини од 145 m, те их Сана и Гомјеница угрожавају код водостаја 420cm.

Табела 1 Приказ најугроженијих месних заједница са прегледом броја домаћинства

| Р.бр. | Назив месне заједнице | Водоток | Број домаћинства |
|-------|-----------------------|------------------|------------------|
| 01. | Тукови | река Сана | 450 |
| 02. | Гомјеница | река Гомјеница | 430 |
| 03. | Рашковац | река Сана | 120 |
| 04. | Брезичани | река Сана | 50 |
| 05. | Омарска | река Гомјеница | 100 |
| 06. | Градина | река Гомјеница | 60 |
| 07. | Марићка | река Гомјеница | 85 |
| 08. | Доња Љубија | Љубијска река | 130 |
| 09. | Орловача | поток Милошевица | 180 |
| 10. | Пухарска | поток Пухарска | 100 |

Најзначајније водене површине које потенцијелно могу угрозити подручје града Приједора плављењем су површине рибњака "Саничани" и вјештачко језеро у Градини. РЖР "Љубија" у свом производном процесу ствара отпадни муљ за чије депоновање су такође изграђене акумулације Жуне" и "Шикић" сјеверозападно од насеља Доња Љубија са земљаним бранама поред којих су формирана вјештачка језера. Ове бране спадају у ред високих брана, обзиром да висина бране Жуне износи 47m, запремина $2,2 \times 10^6 \text{ m}^3$ и са котом круне 303 m. Висина бране "Шикићи" износи 57 m, запремина $7,8 \times 10^6 \text{ m}^3$ и kota круне 272,60 m, те брана "Међеђа" са $7,7 \times 10^6 \text{ m}^3$ воде, котом круне 202 m, и висином бране 34 m. [8]

Поплаве на подручју града Приједора представљају елементарну непогоду која нам сваке године доноси велике материјалне штете. Преглед појава и учесталости поплава приказана је на табели 2. Поплаве већих размера на подручју града Приједор десиле су се: 1955., 1970., 1972., 1973., 1976., 1982 и 2014 године.

Табела 2 Преглед поплава на подручју града Приједора за периоду од 2006 до 2014.

| Ред. број | МЈЕСЕЦ | ГОДИНА | | | | |
|-----------|-----------|--------|-------|-------|-------|--------------|
| | | 2006. | 2007. | 2008. | 2010. | 2014. |
| 01. | ЈАНУАР | 1-3 | 2-3 | - | 9-11 | - |
| 02. | ФЕБРУАР | - | - | - | 20-22 | - |
| 03. | МАРТ | 24 | - | 23-26 | - | - |
| 04. | АПРИЛ | 3-5 | - | - | - | 24-27 |
| 05. | МАЈ | - | - | - | - | 4.7 16-26 |
| 06. | ЈУН | - | - | - | 20-24 | - |
| 07. | ЈУЛИ | - | - | - | - | - |
| 08. | АВГУСТ | - | - | - | - | - |
| 09. | СЕПТЕМБАР | - | - | - | - | - |
| 10. | ОКТОБАР | - | - | - | - | - |
| 11. | НОВЕМБАР | - | - | - | - | - |
| 12. | ДЕЦЕМБАР | - | - | - | 1-5 | - |

2.1. Структура идентификованих ризика појаве поплава на подручју града Приједора

На бази анализе стања и потенцијалних опасности и сценарија појаве поплава на подручју града Приједора, може се констатовати да су присутни ризици за појаву поплава на овом подручју који су приказани у табели 3.

Табела 3 Листа идентификованих ризика појаве поплава на подручју града Приједора [7]

| Идентификовани Ризици | Карактер ризика | | |
|--|-----------------|--------------|---------------|
| | Стални | Потенцијални | Прекогранични |
| Излијевање ријеке Сане у зони насеља Тукови, Рашковац и Брезичани | + | | |
| Излијевање ријеке Гомјеница у зони насеља Гомјеница | | + | |
| Излијевање ријеке Милошевице у насељима Тополик и Врбице | | + | |
| Излијевање ријеке Сане у руралним дијеловима града: Ништавци, Гаћани, Бишћани, Југовци, Цикоте и Доња Драготиња. | | + | |
| Излијевање ријеке Гомјенице на подручју села Градина, Марићка, Петров Гај, Кевљани и Грнопоље. | | + | |
| Излијевање мањих бујичних водотока на подручју села Ракелићи, Козарац и Доњи и Горњи Орловци. | | + | |
| Пуцање бране и земљаних насипа у рибању Саничани. | | + | |
| Пуцање брана на муљним акумулацијама Жуне и Шикићи и плављење насеља Љубија, Доња Љубија, Љескаре, Југовци и Цикоте. | | + | |
| Пуцање бране на муљној акумулацији Међеја и плављење насеља у зони МЗ: Омарска, Градина и Јелићка. | | + | |

2.2. Анализа идентификованих ризика и појава поплава

Плављење дијелова насеља у овој зони започиње са нивоом водостаја ријеке Сане од 420 cm. Даљи раст водостаја проузрокује плављење стамбених и помоћних објеката, као и пресијецање, на неколико мјеста, путне комуникације која води према селу Бишћани. На водостају ријеке Сане од 460 cm започиње плављење дијела насеља Тукови, Гомјеница и Рашковац.

Уколико у у горњем току ријеке Гомјенице дође до значајнијих падавина кише или наглог топљења снијега долази до успора пријема воде из ријеке Гомјенице у ријеку Сану, што за последицу има нагли пораст водостаја ријеке Гомјенице и њено прелијевање преко постојећих насипа, односно плављење терена и стамбених и помоћних објеката у насељу Гомјеница све до регионалног путног правца Приједор - Томашица.

Поплаве у наведеним насељима дешавају се услед интензивних падавина или наглог топљења снијега у зони планине Козаре када ријечица Милошевица поприми бујични карактер и када због великог водостаја ријеке Гомјеница и њене немогућности да прими сву воду из Милошевице, дође до прелијевања воде преко постојећих обалоутврда у насеља Тополик и Врбице.

До поплава у овим дијеловима града Приједора долази услед вишедневних обилнијих падавина и топљења снијега у горњим токовима ријека и потока. Углавном се плаве веће пољопривредне површине и мањи број стамбених и помоћних објеката као и један број локалних сеоских путева. Ове поплаве у принципу не трају дуго и не праве велику материјалну штету јер се дешавају у вријеме када, осим засијаних озимих култура, на њивама још није започела прољетна сјетва..

Ова врста сценарија није се, на срећу, до сада дешавала захваљујући пре свега правовременом спровођењу мера на редовном одржавању изграђене бране и насипа у зони рибњака Саничани. Повећана опасност за дешавање ове појаве била би стање обилних вишедневних падавина и крајње неповољна хидролошка ситуација у ширем окружењу када би услед рекордно великог водостаја ријека и сталног пристизања нових великих количина воде дошло до издизања водостаја у рибњацима,

Земљане бране које су изграђене на вјештачким водним акумулацијама за потребе сепарације жељезне руде спадају у ред високих брана и представљају потенцијално опасне објекте високог ризика по становништво и материјална средства која се налазе низводно од њих. Појава пуцања брана није се на срећу никад дешавала, али у условима настанка инцидента те врсте дошло би, због брзине истицања воде и житког муља као и висине чеоног ударног вала те немогућности предузимања хитних сврсисходних мјера на заштити и спасавању становништва, до великих људских жртава и трајног рушења и прекривања муљом објеката и цјелокупне инфраструктуре низводно од ових брана све до мјеста улијевања ових вода у водоток ријеке Сане у мјесту Цикоте.

Матрица ризика појаве поплава на подручју града Приједора је приказана на графikonу 1.

| | | | | | |
|------------------|----------------|---|--|--|--------------------------------------|
| ЧЕСТО (5) | | | | Излевање реке Сане у Туковима и Рашковцу | |
| ПОУЗДАНО (4) | | | Излевање реке Гомјенице у насељу Гомјеница | | |
| ДЕШАВА СЕ (3) | | Излевање малих водотока у руралним зонама | Излевање реке Сане у руралним зонама | Излевање реке Милошевице у Врбицама и Тополику | |
| РЕТКО (2) | | | | | |
| СКОРО НИКАДА (1) | | | Пуцање бране и насипа на рибњаку Саничани | | Пуцање брана на муљним акумулацијама |
| | БЕЗНАЧАЈНО (1) | МАЊА ШТЕТА (2) | ТРАЈ. ШТЕТА(3) | ВЕЛ. ШТЕТА (4) | КАТАСТРОФА (5) |

Легенда

| | |
|--|------------------|
| | ВРЛО ВИСОК РИЗИК |
| | ВИСОК РИЗИК |
| | ПРОСЈЕЧАН РИЗИК |
| | НИЗАК РИЗИК |
| | ВРЛО НИЗАК РИЗИК |

Графикон 1 - Матрица ризика појаве поплава на подручју града Приједора[7]

2.3. Стање постојећих водозаштитних објеката и заштита од вода

Када је у питању изградња водозаштитних објеката, односно регулисање водотока, до сада су извршени радови на :

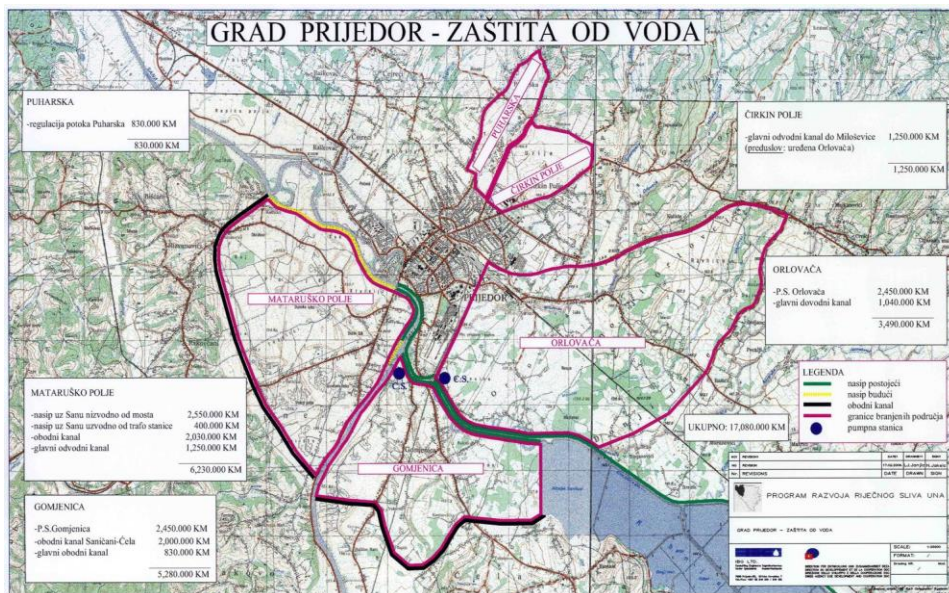
- изградњи обалоутврда на ријечи Сани, узводно од градског моста (насипи и дио заштитног зида на лијевој обали ријеке Сане у зони МЗ Тукови),
- изградњи насипа уз доњи ток ријеке Гомјенице,
- регулацији водотока Пухарске кроз насеље Пећани,
- регулацији и чишћењу водотока ријеке "Милошевице",
- побољшању пропусне моћи Милошевице у зони Стевића моста и
- изградњи брана на вјештачким акумулационим језерима у саставу рудника.

Низводно од градског моста, ријека Сана није регулисана, тако да долази до плавења зоне изворишта за водоснабдијевање града Приједора (Матарушко поље), што угрожава рад бунара и нарушава санитарно-хигијенски режим снабдијевања града питком водом. Тренутно стање изграђених водозаштитних објеката није задовољавајуће нарочито у зонама низводно од градског моста гдје је обострано потребно изградити одговарајуће обалоутврде (насипе) и насељу Тукови гдје недостаје



око 400 m парапетног зида. Преглед зона у кјима је неопходно извршити регулацију водотока и изградњу водозаштитних објекта дат је на карти.1.[8]

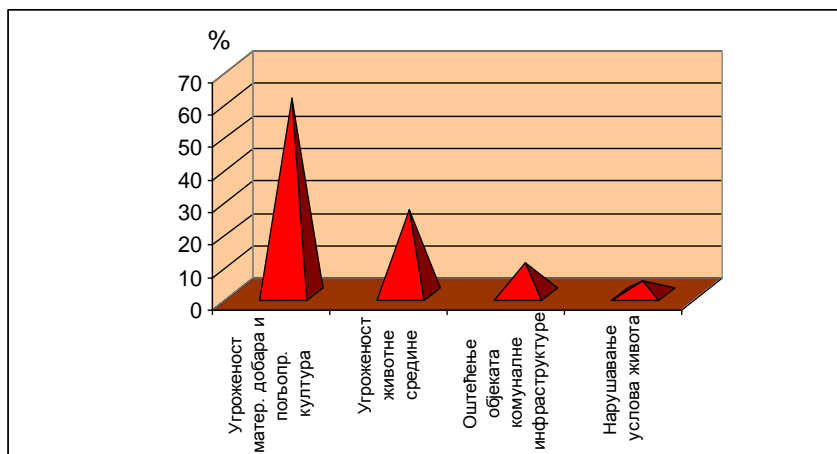
И овај сценарио спада у ред оних који се до сада никад нису десили на подручју града Приједора. Брана Међеђа изграђена је за исте намјене и по истом принципу као и бране на локацији Љубије. На овој брани успостављен је систем сталног праћења и систем јавног узбуњивања становништва. Ипак у случају инцидента десиле би се неминовно људске жртве и трајне материјалне штете на објектима и инфраструктури. [7]



Карта 1 Преглед зона за планску регулацију водотока и заштиту од вода :

2.4.Последице појаве поплаве на подручју града Приједора и мере заштите од вода

С обзиром на карактер водотока и географске карактеристике поплаве на подручју Приједора су таквог карактера да не представљају објективну опасност угрожавања живота људи. Постепени раст нивоа водостаја и изливање водотока у плавне зоне омогућавају предузимање свих мера заштите становништва (евакуација, збрињавање и сл). Поплаве на нашем подручју узрокују материјалне штете односно угрожавање материјалних добара и пољопривредних култура (графикон 2), те значајно доприносе угрожавању животне средине и објеката комуналне инфраструктуре. [2]



Графикон 2 Преглед последица појаве поплава на подручју града Приједора

Када је у питању успешна заштита од поплава спровођењем превентивних мера заштите од поплава остварио би се најзначајнији допринос заштите од поплава. Провођење оперативних мера заштите од поплава такође представља значајану активност систему заштите од поплава. [2] Како спровођење превентивних мера заштите од поплава подразумева предузимање читавог низа активности и мјера, најзначајнија активност представља регулација водотока и изградња водозащитних објеката. (графикон 3)



Графикон 3 Приказ превентивних мера заштите од поплава подручја града Приједора

Како спровођење оперативних мјера заштите од поплава представља изузетно значајан сегмент система заштите од поплава најзначајнија активност код спровођења ових мјера заштите од поплава је изградња привремених насипа (графикон 4), и збрињавање угроженог становништва.



Графикон 4 Приказ оперативних мјера заштите од поплава

2.5. Предлог мера и активности из области заштите од поплава

Да би се обезбиједила адекватна заштита од поплава и негативни ефекти поплаве свели на минимум, потребно је даље развијање система заштите и спасавања људи и материјалних добара у складу са реалним могућностима локалне заједнице и инсистирање на регулацији водотока и фазној изградњи недостајућих водозащитних објеката.

Постојеће водозащитне објекте потребно је плански и редовно одржавати и надограђивати а значајно унаприједити квалитет управљања великим хидро акумулацијама, а посебно оним на којима егзистирају високе земљане бране као што су акумулације Жуне и Шикићи на подручју Љубије, првенствено изградњом недостајућег система за јавно узбуњивање грађана и обиљежавањем зона простирања пропагационог вала као и увођењем сталног праћења стања на бранама.

У циљу квалитетне заштите од поплава, приоритетно треба предузети сљедеће мјере:

- приступити изградњи недостајућих водозащитних објеката на ријечи Сани, Гомјеници и другим водотоцима и то заједничким напорима локалне заједнице и надлежних Републичких органа.
- предузети активности на редовном одржавању постојећих водозащитних објеката, чишћењу и продубљивању ријечних корита, у циљу повећања њихове пропусне моћи.
- Извршити набавику неопходних материјално-техничка средства и опреме, за рад Специјализованих јединица цивилне заштите и других субјеката који се укључују у заштиту и спасавање спасавање на води и под водом.
- забранити изградњу објеката у природним депресијама и плавним зонама у којима се акумулирају вишкови плавних вода које не може прихватити водоток.
- извршити регулацију водотока ријеке Сане, Гомјенице, Милошевице и Пухарске у зонама у којима није извршена њихова регулација.

3. ЗАКЉУЧАК

Појаве поплава на подручју града Приједора представљају сталну опасност угрожавања становништва, материјалних добара и животне средине

Интензитет опасности и штете које узрокују поплаве условљен је нивоом регулације водотока и изграђености хидротехничких објеката и појавама прекомерних сеча шума на брдским подручјима што узрокује појаве бујучних вода.

Поплаве на подручју града Приједора углавном узрокују материјалне штете односно угрожавање материјалних добара и пољопривредних култура. Такође, појаве поплава у значајној мери узрокују оштећење објеката инфраструктуре и угрожавање животне средине поплавлених подручја.

Спровођење мјера заштите од вода као и превентивних мере заштите од поплава условљено је квалитетом и нивоом организације и издвајања финансијских средстава за рјешавање питања заштите од вода и заштите и спасавања становништва и материјалних добара.

Спровођење мера заштите од поплава неопходно је усмерити на довођење у функционално стање система заштите од поплава на рекама, регулацију водотока и изградњу водозаштитних објеката.

Мјере заштите и спасавања становништва и материјалних добара у случају појаве поплава морају се спроводити плански, организовано у потпуној координацији са свим субјектима који учествују у спровођењу мјера заштите и спасавања

4. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Aleksander, D. ;Principles of emergency planing and menagment, University of Massachusets Amherst, first published in 2002. by Terra Publishing.
- [2] Врањеш Д., Чворовић, З., Потенцијалне опасности угрожености од поплава Регије Бања Лука, Зборник радова Сајетовање Процјена Ризика, Копеонок 2009. Библиотека матица Српске, Нови Сад 2009.,
- [3] *****Disaster Risk Reduction, Mitigation and Preparandes in Development, and Emergency Programming; Good Practice Review, Overseas Development Institute, London, 2004.
- [4] [2]. Врањеш Д., Чворовић З., Потенцијалне опасности угроженосто од поплава регије Бања Лука и мере заштите, Сајетовање Процјена Ризика, Копеонок 2003.,
- [5] *****Интегрално управљање водним ресурсима дијела слива Саве на подручју Босне и Херцеговине, студија, Регионални еколошки центар за средњу и Источну европу, 2004. године.
- [6] Јаковљевић В.; Систем мера цивилне заштите и спасавања, »Зборник радова факултета цивилне одбране» Београд, 2000. год.
- [7] Лепушина М., Цивилна заштита у систему заштитње и спашавања (нормативна уређеност) Зборник радова семинара» Руководјење акцијама заштите и спашавања у природним и другим катастрофама. Сарајево, 2003.



- [8] *****Процјена угрожености од природних и других несрећа на подручју града Приједора, Скупштина града Приједора, 2014.год.
- [9] *****Урбанистички план града Приједора, Скупштина града Приједора, Приједор, 2014.
- [10] *****Уредба о садржају и начину израде плана заштите од елементарних непогода и других несрећа (Сл.гласник Републике Српске бр68/13)
- [11] *****Закон о заштити и спасавању у ванредним ситуацијама (Сл. гласник Републике Српске бр.121/12)



Зоран БЛАГОЈЕВИЋ¹

Прегледни рад

Станимир ЖИВАНОВИЋ²

Дејан КРСТИЋ³

Дарко ЗИГАР⁴

АНАЛИЗА ВЕТРА НА ПОДРУЧЈУ НЕГОТИНА СА АСПЕКТА УГРОЖЕНОСТИ ШУМА ОД ПОЖАРА

Резиме: Учесталост појаве шумских пожара, успех гашења и величина причињених штета зависе од добро проучених и детаљно разрађених климатских утицаја и промена климатских параметара. Ветар посредно и/или непосредно утиче на температурни режим ваздуха, садржај водене паре у ваздуху као и на интензитет евапотранспирационих процеса. У раду је на основу података извршених мерења и испитивања дата квантификација ветра као и утицај на угроженост шума од пожара на подручју Неготина. Добијени резултати истраживања указују на вишеструку улогу ветра и то како на стање горивог материјала, тако и на развој пожара и успешност гашења.

Кључне речи: ветар, шума, пожар, клима

ANALYSIS OF THE WIND IN THE AREA OF NEGOTIN FROM THE ASPECT OF RISK FROM FOREST FIRES

Abstract: The frequency of the appearance of forest fires, the success of extinguishing the fires and the volume of the caused damage, depend upon well studied and detailed climate influences and changes of climate parameters. Wind has a significant influence on the characteristics of climate elements. Wind indirectly and/or directly influences the temperature regime of the air, the contents of the vapor in the air and the intensity of the evapotranspiration process. In the paper, based on the data of the carried out measurements and surveys, the quantification of the wind is given as well as the influence of vulnerability of the forests from fires in the territory of Negotin. The obtained research results point to multiple roles of the wind affecting the balance of fuel material, as well as the development of the fire and the efficiency of the fire.

Key words: wind, forest, fire, climate

¹ ХЕ "Ђердап 1" Кладово, Трг краља Петра 1, Кладово, zoran.blagojevic@djerdap.rs

² Сектор за вандредне ситуације, Неготин, zivannn@open.telekom.rs

³ Факултет заштите на раду у Нишу, Чарнојевића 10а, Ниш, dejan.krstic@znrfak.ni.ac.rs

⁴ Факултет заштите на раду у Нишу, Чарнојевића 10а, Ниш, darko.zigar@znrfak.ni.ac.rs



1. УВОД

Ветар је важан климатски параметар утицајан на формирање временских прилика неког подручја, [3, 7]. У извесним случајевима се сматра да је ветар фактор који одређује и остале климатске елементе. Наиме, промена правца ветра (посебно у умереним ширинама) може за врло кратко време да доведе до промене и осталих климатских елемената, пре свега температуре, влажности, облачности, падавина итд. Брзина, правац и учесталост ветра су од великог значаја на вегетацију као и на земљиште. Појачано кретање ваздушних маса утиче на појачано испаравање са слободне површине воде, земљишта као и са биљног покривача. У суштини, ветар је последица кретања ваздушних маса с подручја високог притиска на подручје ниског притиска, односно кретање ваздушне масе условљено температурним стањем ваздушних маса. Сваки ветар преноси са собом карактеристичне одлике оне климе одакле дува. Уколико ветар дува из дубоких континенталних предела доноси особине континенталне климе, а ако долази са мора и океана доноси особине морске климе. Брзина и јачина ветра условљене су разликама у притиску, односно температури ваздушних маса. Ветар најчешће не дува истом брзином већ је најчешће са убрзаним кретањима и затишјима, [3].

Промене у правцу и брзини ветра најчешће настају у периоду раног поподнева када су највише дневне температуре ваздуха. Брзина ветра расте са порастом висине тако да је најмања брзина ветра изнад саме земљине површине. Смањење брзине ветра настаје услед трења ваздуха о подлогу што се нарочито испољава када је земљиште покривено биљним покривачем. Шуме спречавају ветрове у хоризонталном кретању те се често користе и као ветрозаштитни појасеви насељених места. Преко подлоге покривене снегом као и преко језера ветрови се крећу са незнатним успорењем и лако преносе своје особине до великих даљина, [3].

2. ПОДАЦИ И МЕТОД РАДА

За сагледавање анализе ветрова на подручју Неготина, коришћени су подаци приземних метеоролошких мерења Републичког хидрометеоролошког завода за метеоролошку станицу Неготин. Анализе су урађене за период 1961-2010. година. Правац је одређен ружом ветрова из 16 правца (страна света). Правци су означени почетним великим словом речи за одговарајући правац, на енглеском језику. На основу података преузетих из годишњака Републичког хидрометеоролошког завода Србије урађене су руже ветрова за мерну станицу Неготин. Подаци су обрађени у програму *webMathematica* у склопу интернет странице Истраживачког центра за смањење ризика од катастрофа¹. *WebMathematica* је програм који омогућава интерактивно израчунавање и визуелизацију на интернет страницама тако што повезује математику са најновијом технологијом веб сервера. Утицај ветра на угроженост шума од пожара је сагледан на основу утицаја ветра на стање горивог материјала и на развој пожара.

¹ Disaster risk reduction research ftn <http://www.drrrc.rs/>



3. УТИЦАЈ ВЕТРА НА СТАЊЕ ГОРИВОГ МАТЕРИЈАЛА

Ветар утиче на стање горивог материјала повећањем интензитета сушења елиминисањем влаге у гориву. Сув гориви материјал садржи мање влаге те се из тог разлога раније пали и брже сагорева. Потпуно осушено дрво садржи 40 до 60% целулозе, 25 до 30% лигнина, 12 до 17% смоле, танина, дрвне гуме, воскова, шећера и минералних материја. Дрво са садржајем влаге од преко 30% тешко ће се запалити. Достицање ранотежног садржаја влаге се најбрже дешава код финог горива те је из тог разлога ова врста горивог материјала најподложнија паљењу и брзом ширењу пожара. Средње крупно и крупно гориво спорије губи слободну влагу те је и мање пожарно угрожено. Под условима стандардног дана (температуре 21°C, релативне влажности 45% и брзине ветра од 3,6m/s, у 12 сати) потребно је 12 дана без падавина већих од 1,5mm да средње крупно гориво изгуби 2/3 своје слободне влаге. Код финог горива садржај влаге се не мења уколико су падавине мање од 0,5mm. Веће количине падавина од 5,8mm не утичу на влажност финог горива због његовог засићења.

Сув ваздух са ниском релативном влажношћу утиче на повећање коефицијента евапотранспирације а тиме и снижење садржаја влаге у горивом материјалу, и обрнуто. Честа је појава спарушење биљака услед интензитета транспирације, која је у великој зависности од дејства ветра. Појава спарушења је израженија у мањим шумским комплексима и на земљишту које није заклоњено од дејства сувих ветрова. Велики шумски комплекси су са вишим садржајем влажности ваздуха као и већим резервама воде у земљишту. Влажан ваздух, због високе релативне влаге, не апсорбује влагу из горивог материјала већ је враћа услед чега материјал постаје теже запаљив. Са аспекта заштите од пожара посебно су интересантни продужени периоди са ниским садржајем влаге у ваздуху када је и повећана опасност од пожара [9]. На истраживаном простору релативна влажност ваздуха од 70 до 75% је показатељ сувог времена. Ветрови јачег интензитета ломе гранчице, гране или обарају целе биљке чиме се повећава гориви материјал у приземном делу шуме, [6].

4. УТИЦАЈ ВЕТРА НА РАЗВОЈ ПОЖАРА

Утицај ветра на развој и понашање пожара се огледа у убрзању интензитета горења и брзине ширења пожара са могућношћу и пребацивања пожара преко пожарне линије. Изненадна промена правца ветра може променити правац фронта пожара и тиме угрозити безбедност присутног људства и отежати локализовање. Ветар јачег интензитета утиче на појаву високих пожара када се ватра шири по крошњи дрвећа и претиче ниску површинску ватру, [2]. У периоду времена без ветра горење по крошњама дрвећа се не шири, или веома ретко.

Утицај ветра на ширење пожара у шуми се огледа у следећем:

- повећава интензитет сушења горивог материјала елиминисањем влаге
- повећава доток свежег ваздуха у зону горења и убрзава процес горења
- изазива брже и неуједначеније ширење пожара
- изазива нове пожаре преношењем жишке и запаљених угарака на простор који није захваћен пожаром



- ствара ваздушне струје померањем прегрејаног ваздуха изнад пожара што ствара доток хладног ваздуха у зону горења, и променом правца може скренути главни фронт пожара и умањити ефикасност гашења и угрозити особе које учествују у гашењу.

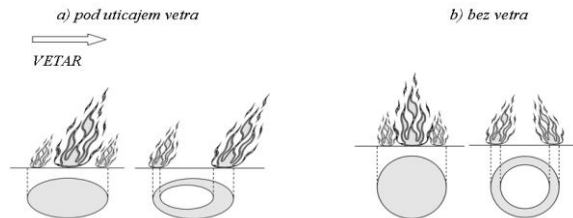
Ветар, мада и слаб, усмерава пламен у правцу запаљивог материјала и убрзава њихову термичку - односно топлотну припрему. Постоји утврђена зависност брзине напредовања фронта пожара и интензитета горења од брзине ветра. Брзина ширења пожара је у директној зависности од јачине ветра, [1]. Најспорији развој пожара је за време честине тишина а највећи при јаком ветру. Утицај ветра на брзину ширења пожара зависи и од количине гориве вегетације у јединичном волумену простора. Брзина ширења пожара расте на теренима са мањом густином вегетације. Сува трава омогућава највећу брзину ширења пожара као и највеће убрзање. Објашњење ове појаве је да ветар гура пламен према напред омогућавајући директан контакт пламена и неизгореле вегетације као и да истовремено повећава зрачење са извора на пријемнике топлоте.

Утицај ветра на развој и ширење шумског пожара зависи од:

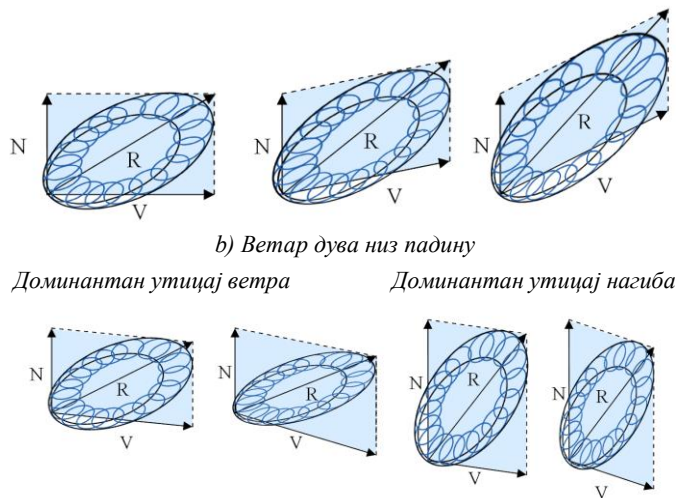
- величине горивих честица
- количине горива у јединичном волумену простора, и
- брзине и смера ветра.

Повећањем брзине ветра повећава се брзина ширења пожара. При брзини ветра од 55km/h достиже се максимално напредовање фронта пожара од 0,74km/h, а да касније, при већим брзинама ветра долази до опадања брзине напредовања фронта пожара. Ветар јачег интензитета, (сматра се да је ветар јак уколико има брзину већу од 18km/ч), смањује угао пламена „гурајући” пламен ближе земљи што доводи до бржег ширења пожара. Брзина ветра је утицајна и на висину пламена пожара тако да је при мањим брзинама ветра већа висина пламена пожара и обрнуто. Дата зависност је нарочито утицајна на могућност преношења пожара на удаљенија места од места пожара. Дужина прескока ватре, при брзини ветра 21,6km/h, код брзог ширења високих пожара може износити и више десетина метара а некада и више. На Слици 1. дат је приказ утицаја ветра на контуре пожара и правац пружања.

Руже ветрова и тишине утичу на контуре фронта пожара који ће бити кружни или елиптични. Уколико се благовремено открије пожар површина захваћена пожаром је приближног облика кружнице. Након 10 до 15 минута од почетка горења присуство ветра утицаће на формирање контуре неправилног облика, (Слика 1-а) са јасно израженим главним правцем неконтролисаног ширења у смеру дувања ветра. Поред главног правца ширења пожара присутно је и бочно ширење као и ширење супротно од правца дувања ветра. Интензитет и брзина горења горивог материјала захваћеног бочним ширењем и ширењем ка “уназад” зависи од конфигурације терена, брзине ветра и сл, [5].



Слика 1 Развој пожара
а) Ветар дува у правцу падине
Доминантан утицај ветра



Слика 2 Правац ширења пожара у зависности од доминантног правца ветра и нагиба терена (N - вектор нагиба, V - вектор ветра, R - резултанта правца ширења пожара)

Брзина ширења пожара се повећава чак до 30 пута основне брзине ширења пожара уколико нагиб терена нарасте са 0° на 30° до 40° , [1]. Конфигурација терена налик на кањон при горењу ниског растиња може утицати на појаву феномена еруптивног пожара “fire blow-up”. Нагиб терена и смер ветра су векторске величине утицајне на утврђивање доминантног правца ширења пожара, [5]. Нагиб терена може смањити утицај ветра, али га, исто тако може и повећати, Слика 2. У одређеним условима са већом брзином ветра ограничена је или потпуно онемогућена акција директног гашења пожара, [2]. Честе и изненадне промене у правцу и интензитету ветра утичу на неконтролисано ширење пожара у простору и времену. Правац и интензитет ветра, између осталих фактора, утичу на избор тактике и опреме и средстава за гашење пожара.

5. АНАЛИЗА ВЕТРА НА ПОДРУЧЈУ НЕГОТИНА

На подручју Неготина највећу частину има локални ветар, кошава и северозападни и западни ветрови. Западни и северозападни ветар (код локалног становништва познат

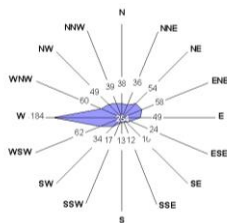
као горњак) одликују се знатном јачином (до 32m/s а некад и више), услед обрушавања низ падине планина Дели Јован и Велики Гребен. Нарочито по учесталости и јачини ветра су позната места Попадија, између Дели Јована и Великог Гребена, и Расадник, између Великог Гребена и Мироча, на којим локацијама су и стабла дрвећа нагнута у супротном смеру. За овај ветар се често каже да одређује климу Неготина и околине. На пример, када је тихо Неготин је међу најхладнијим местима у Србији те зато и има назив “српски Сибир“. Кошава је источни и југоисточни ветар који дува са Карпата, условљен високим атмосферским притиском око источног дела Румуније, протире кроз Ђердапску клисуру и уз реку Тимок и пребацује се даље према западу. Кошава најчешће дува 2 до 3 дана непрекидно, ређе од 2 до 3 недеље, претежно у току зимских месеци. Ветар кошава има особину сувог падајућег фена што за време вегетационог периода, нарочито током месеца августа и септембра, при иначе сувој земљи, утиче на још зелену вегетацију под чијим се дејством биљке спаруше. Појава спарушења вегетације нарочито долази до изражаја на земљишту које није заклоњено од сувих ветрова. Средња брзина кошаве је од 5 до 10m/s при чему поједини удари могу бити са брзином и преко 30m/s, [4]. Ветар кошава подржава претежно суво и ведро време. Крајински реон карактерише највећу антициклонску временску ситуацију, [3]. Поље ветра одражава многе реалне карактеристике струјања зависне од орографије односно висине и правца пружања планинских венаца, котлина и речних долина, као и трења и загревања.

Табела 1 Процентуалне годишње вредности честина ветрова и тишина
у Неготину (%) 1961-2010

| Место | Честина ветрова и тишина (%) | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|--------------------------------|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|
| Неготин | NNE | NE | ENE | E | ESE | SE | SSE | S | SSW | SW | WSW | W | WNW | NW | NNW | N | C |
| | 38 | 36 | 54 | 58 | 49 | 24 | 16 | 12 | 13 | 17 | 34 | 62 | 184 | 60 | 49 | 39 | 254 |

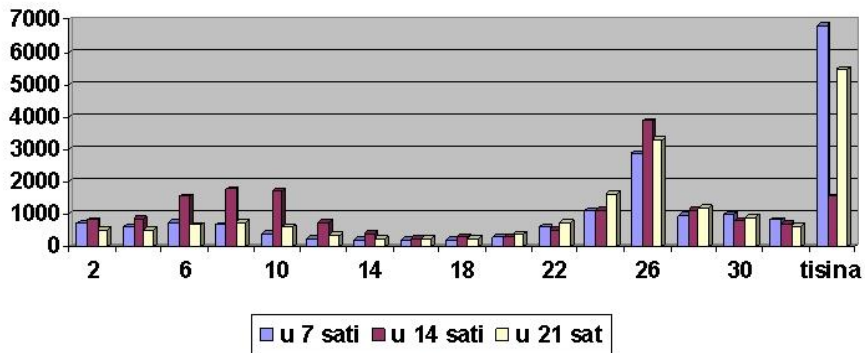
*Наротена: N-север, NE-североисток, E-исток, SE-југоисток, S-југ, SW-југозапад, W-запад, NW-северозапад, C-тишина

Према табели 1 види се да је однос ветрова и тишина 74,6:25,4. На подручју Неготина највећа честина ветра припада тишини (C) (25,4%). Олујни ветрови су врло ретки. Однос ветрова и тишина указује на чешће честине ветрова у односу на тишине на метеоролошкој станици Неготин. Честине ветрова се могу приказати и графички тако да се добија тзв. “Ружа ветрова” која са одговарајућим брзинама даје слику о просечном струјању ваздуха, Слика 3.



Слика 3 Приказ расподеле ветрова за мерну станицу Неготин, јануар-децембар 1961-2010 на 10 m висине

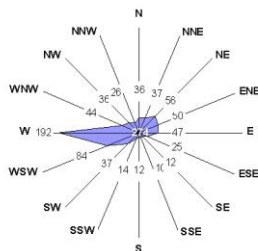
Дневна појава Честина ветрова и тишина (%) 1961-2010, је приказана на Слици 4.



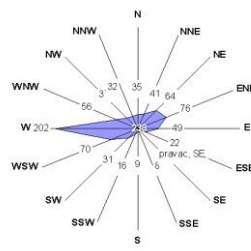
Слика 4 Дневна појава Честина ветрова и тишина (%) 1961-2010

На Слици 4. се види да је тишина више изражена у јутарњим сатима (7 сати) а најмање у току поднева (14 сати). Сагледавајући правце ветрова и њихове појаве у току дана, уочава се да је правац WNW, који је најчешћи на овом подручју, највише изражен у току поднева. Најмања појава ветра је из правца S, SSW, SSE, SW, и SE.

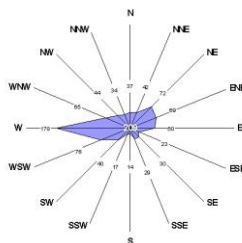
Процентуалне месечне вредности појављивања ветра на МСа Неготин за период 1961/2010, су дате сликама 5 до 16.



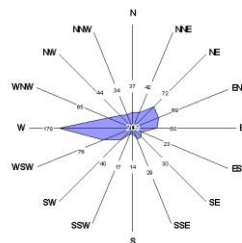
Слика 5 Карта честине ветрова у Неготину у току јануара за период 1961-2010



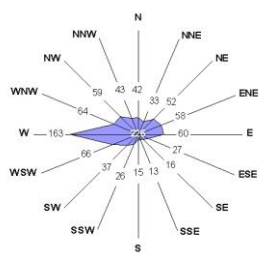
Слика 6 Карта честине ветрова у Неготину у току фебруара за период 1961-2010



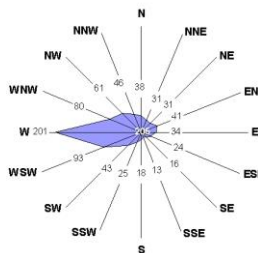
Слика 7 Карта честине ветрова у Неготину у току марта за период 1961-2010



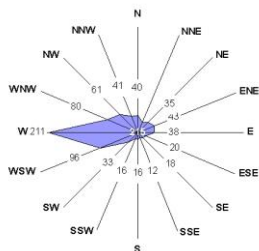
Слика 8 Карта честине ветрова у Неготину у току априла за период 1961-2010



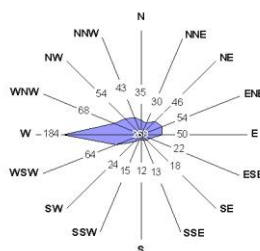
Слика 9 Карта честине ветрова у Неготину у току маја за период 1961-2010



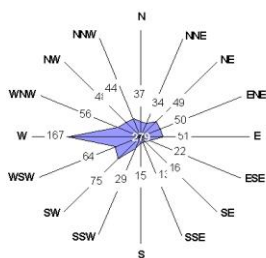
Слика 10 Карта честине ветрова у Неготину у току јуна за период 1961-2010



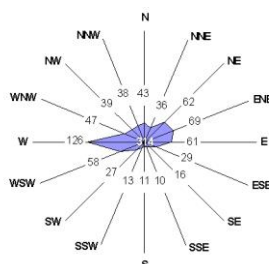
Слика 11 Карта честине ветрова у Неготину у току јула за период 1961-2010



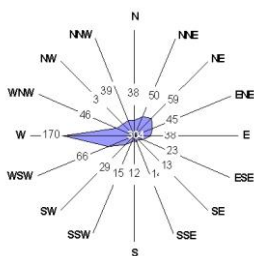
Слика 12 Карта честине ветрова у Неготину у току августа за период 1961-2010



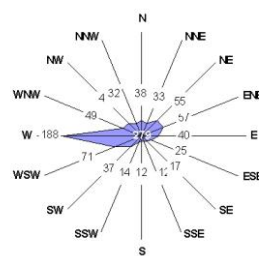
Слика 13 Карта честине ветрова у Неготину у току септембра за период 1961-2010



Слика 14 Карта честине ветрова у Неготину у току октобра за период 1961-2010



Слика 15 Карта честине ветрова у Неготину
у току новембра за период 1961-2010



Слика 16 Карта честине ветрова у
Неготину у току децембра за период 1961-
2010

6. ЗАКЉУЧАК

Ветар игра значајну улогу у стварању погодних услова за настанак и развој пожара у природи. Климатски параметри су утицајни како на настанак и развој а тако и на поступак гашења пожара. Ветрови су један од важнијих елемената локалне климе углавном одређени широм временском ситуацијом односно положајем и кретањем циклона и антициклona, затим рељефом као и загревањем и хлађењем тла. Улога ветра је вишеструка како на стање горивог материјала а тако и на развој пожара и успешност гашења. Брзина, правац и учесталост ветра утиче на понашање пожара у шуми. Утврђивање свих параметара ветра је од значаја за утврђивање брзине и правца ширења пожара а тиме и потребних мера за гашење као и избор потребне опреме и средстава за гашење. У циљу креирања сценарија заштите шума од пожара потребно је као један од значајних климатских података размотрити и утицај ветра.

Истражени подаци са метеоролошке станице Неготин указују на многе разлике у правцу и интензитету ветра. Преовлађајући правци ветрова могу се објаснити конфигурацијом терена и типовима времена. На истраживаном простору преовлађује континентална клима са израженим утицајем кошавског и планинског типа времена. Брзине ветра се најчешће подударају с дневним кретањем температуре ваздуха односно минимум у ноћним сатима а максимум у подне. Упоређујући податке честине, брзине и руже ветрова може се закључити да су на подручју Неготина у топлој делу године доминантни ветрови са запада и северозапада. Током хладног дела године доминира источни и југоисточни ветар-кошава.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Васић Миломир: Шумски пожари, 1996. ЈП “Србија шуме”, Београд.
- [2] Курњацки Н.П.: Техника и тактика гашења шумских пожара, Београд 1966
- [3] Милосављевић М.: Метеорологија, Научна књига Београд, 1990
- [4] Подаци Републичког хидрометеоролошког завода Београд, интерни документи метеоролошки годишњак 1961-2010.



- [5] Раткнић М., Ракоњац Ј., Матовић Милић, Билибајкић С., Брауновић С: Развој експертног система за заштиту шума од пожара у националном парку Тара, Научна конференција Газдовање шумским екосистемима националних паркова и других заштићених подручја, Јахорина НП Сутјеска 2006. Зборник радова стр. 381-388
- [6] Светислав Живојиновић: Заштита шума, Научна књига, Београд 1958.
- [7] Алексић П., Јанчић Г.: Заштићена природна добра у функцији очувања биодиверзитета у Јавном предузећу "Србијашуме" *Београд, Екологија*, 2010, вол. 17, бр.59, стр.381-386
- [8] www.en.wikipedia.org/wiki/Climate
- [9] Živanović S., „Risk factors for forest fires“, *Bezbednost, Beograd 2010*, vol 52, iss 2, pp 179-190.
- [10] Gburčik, R. et. al., (2004). *Study of potential of Serbia for exploitation of wind and solar energy*, MNŽŽS, National energy efficiency programm, EE704-1052A, Beograd.
- [11] *** <http://www.hidmet.gov.rs>
- [12] *** <http://www.meteoplaneta.rs>



Александар БАБИЋ¹
Предраг ИЛИЋ²

Стручни рад

ЗНАЧАЈ И УЛОГА ПЛАНА ЗАШТИТЕ И СПАСАВАЊА ОД ЕЛЕМЕНТАРНЕ НЕПОГОДЕ И ДРУГЕ НЕСРЕЋЕ

Резиме: Елементарне непогоде су проблем који посљедњих година све више оптерећује човјечанство и значајно утиче на живот и рад људи. У раду се обрађује проблем елементарних непогода, као и обавезе у области заштите и спасавања у Р. Српској. Указано је на значај и улогу плана заштите и спасавања од елементарне и друге непогоде и дат је и посебан осврт на утицај елементарних непогода на примјеру медицинске установе, у којој болесници чине најрањивију и угрожену категорију становништва. Опасности од процеса рада у директној је вези са активностима које се одвијају и подразумевају бригу о већем броју лица. Дат је преглед угрожености од елементарних и других непогода, приједлог организације заштите и спасавања и друге обавезе.

Кључне речи: процјена угрожености, план заштите и спасавања, ванредне ситуације

THE IMPORTANCE AND ROLE OF THE PLAN OF PROTECTION AND RESCUE FROM NATURAL DISASTERS AND OTHER CATASTROPHES

Abstract: Natural disasters are the problem that in recent years has burdened humanity more and more and it had the significant impact on people's life and work. In the work the problem of natural disasters have been dealt, as well as obligations in the area of safety and protection in the R. of Srpska. It has been suggested to the importance and role of the plan of protection and rescue from natural and other disasters, and it has been given the special emphasis on the impact of natural disasters in the example of a medical facility, where patients make the most vulnerable category of the population. Dangers of a process of work is directly related to the activities that take place and involve care of a greater number of persons. Regarding this an overview of threat of natural and other catastrophes has been given, the proposal of the organization of protection and rescue, as well as other obligations.

Key words: risk assessment, plan of protection and rescue, emergencies.

¹ стр. инж. зоп, ЈНУ Институт за заштиту и екологију Републике Српске, Бања Лука, Видовданска 43, aleksandar.babic@institutzei.net

² доц. др, ЈНУ Институт за заштиту и екологију Републике Српске, Бања Лука, Видовданска 43, pedja_1979@yahoo.co.uk



1. УВОД

Елементарне непогоде (земљотреси, поплаве, олује, снег, клизање терена,...) су од увијек представљале велику опасност чије су посљедице биле тешке и катастрофално много људских жртава, велика пустошења и разарања. Поред бројних људских жртава, тешких поремећаја социјалне и психолошке природе, непроцењива је и материјална штета коју су становници и држава претрпјели (Бабић, 2012). Сваке године елементарне непогоде и друге несреће у свијету утичу на 200 милиона људи (Vandrova & Kopesny, 2006). Повећање фреквентности и озбиљности самих катастрофа и њихових посљедица указују да проблем катастрофа мора бити у фокусу свјетске заједнице у годинама које долазе (Сакулски и сар., 2012). Ове опасности настале су, углавном, са појавом и сталним развојем индустрије и технике. Оне се могу јављати као: пожари, несреће у рудницима, разне експлозије, саобраћајне несреће, загађење атмосфере, рушење брана хидросистема и сл. (Бабић, 2012). Елементарне непогоде и друге несреће изазивају велике штете земљама у развоју, њиховим економијама, животној средини у свим регијама свијета и самим тим угрожавају безбједност људи у истим. Приступи смањењу посљедица од елементарних непогода и других несрећа постали су комплексни (Сакулски и сар., 2012).

2. ЗАКОНСКА ОБАВЕЗА У ОРГАНИЗОВАЊУ ЗАШТИТЕ ОД ЕЛЕМЕНТАРНЕ НЕПОГОДЕ И ДРУГЕ НЕСРЕЋЕ У РЕПУБЛИЦИ СРПСКОЈ

Одредбама Закона о заштити и спасавању у ванредним ситуацијама ("Службени гласник Републике Српске", бр. 121/12), прописан је начин провођења и унапређења заштите и спасавања у ванредним ситуацијама.

Одредбом члана 22. Закона утврђене су обавезе скупштина општине, односно града да донесу планове заштите и спасавања од елементарне непогоде и друге несреће. Одредбом члана 23. Закона утврђене су обавезе скупштина општине, односно града да донесу одлуку којом одређују привредна друштва и друга правна лица која су обавезна поступати у складу са чланом 23. став 1. Закона, односно да утврде привредна друштва и друга правна лица која су дужна да израде процјену угрожености од елементарне непогоде и друге несреће, план заштите и спасавања од елементарне непогоде и друге несреће и проводе мјере и задатке заштите и спасавања.

3. УПРАВЉАЊЕ АКЦИДЕНТИМА И ПЛАН ЗАШТИТЕ ОД ЕЛЕМЕНТАРНЕ НЕПОГОДЕ И ДРУГЕ НЕСРЕЋЕ У РЕПУБЛИЦИ СРПСКОЈ

Циклус управљања акцидентним ризицима подразумијева суму свих активности, мјера и програма који се предузимају прије, у току и након акцидента у циљу његовог избјегавања, смањења његовог утицаја и опорављања од претрпљене штете. Три кључне фазе у оквиру управљања акцидентним ризицима су:

1. Фаза прије акцидента:

Активности које се предузимају у овој фази имају за циљ смањење потенцијалних и материјалних губитака у случају акцидента. На примјер, спровођење кампања за рано упозорење, ојачавање постојећих слабих структура, припремање планова у оквиру управљања ризицима на нивоу домаћинства и заједница итд, као што је и План заштите и спасавања од елементарне непогоде и друге несреће, чија је израда обавезна у Републици Српској (Закон, 121/12). Активности предузете у овој фази називају се мјере приправности и ублажавања.

2. Фаза током трајања акцидента:

Подразумијева кораке који се предузимају ради што ефектнијег збрињавања жртава и смањења нанијете штете. Активности предузете у овој фази називају се мјере тренутног реаговања на удес.

3. Фаза након акцидента:

Подразумијева предузимање иницијативе за реаговање на удес у циљу брзог опоравка погођеног становништва непосредно након што се акцидент одиграо. Ове активности се називају мјере брзог реаговања и опоравка.

Фазе управљања акцидентима су:

- Ублажавање - подразумијева минимизирање негативних ефеката акцидента. Примјери: грађевински прописи, анализе рањивости, образовање и припрема јавности...
- Припремљеност - подразумијева планирање одговора. Примјери: планови заштите и спасавања, оспособљавање за случај опасности (Закон, 121/12), системи упозорења...
- Реаговање или одговор - подразумијевају се напори за смањење посљедица од хазарда. Примјери: хитно указивање помоћи, потрага за жртвама и спашавање...
- Опоравак - враћање заједнице у нормалу. Примјери: медицинска помоћ, привремена прихватилишта, монтажне куће, субвенције... (Сакулски и сар., 2012).

Сходно Уредби о садржају и начину израде плана заштите од елементарне непогоде и друге несреће ("Службени гласник Републике Српске", бр. 68/13) у Републици Српској утврђује се методологија, предмет, сврха, циљеви, носиоци и начин израде Плана заштите од елементарне непогоде и друге несреће.

План заштите и спасавања чине сљедећи документи:

- а) Процјена угрожености од елементарне непогоде и друге несреће,
- б) План превентивног дјеловања,
- ц) План приправности,
- д) План мобилизације и
- е) План хитног поступања.

Веома је битно да се донесе (изради) План заштите и спасавања од елементарне непогоде и друге несреће, којим би се усагласило постојеће стање заштите од елементарне непогоде и друге несреће са прописима из ове области, а уједно дала

рјешења и дефинисали проблеми заштите од елементарне непогоде и друге несреће који нису дефинисани прописима.

Планом заштите и спасавања планирају се превентивне и оперативне мјере за спречавање и смањење последица елементарних непогода, удеса и катастрофа, као и снаге и средства заштите и спасавања, организација дјеловања у ванредним ситуацијама у циљу заштите и спасавања људи, материјалних и културних добара и обезбјеђења основних услова за живот.

План заштите и спасавања је основни плански документ чији је циљ утврђивање задатака свих субјеката заштите и спасавања, планско и организовано ангажовање капацитета, усклађивање активности у спровођењу мјера и задатака заштите и спасавања.

План заштите и спасавања се ради на основу процјене угрожености а у складу са сопственим расположивим капацитетима и могућностима (снаге и средстава).

Као један од најбитнијих елемената Плана заштите и спасавања је процјена угрожености од елементарне непогоде и друге несреће. Процјена угрожености је основни документ који се припрема за израду Плана заштите и спасавања од елементарне непогоде и друге несреће органа, организација и привредних друштава.

Процјена угрожености огледа се у идентификацији, анализи, процјени и оцјени ризика. Идентификација ризика од елементарне непогоде и друге несреће разрађује се по врстама опасности. Идентификација ризика се врши повезивањем циљних/ризичних група и догађаја на основу историјских података, искустава, извјештаја спасилачких и хитних служби (врста, обим и последице несрећа, вријеме и мјесто несрећа, колико често су се дешавале у одређеном временском периоду) и података прикупљених од других релевантних субјеката.

Након завршене прелиминарне идентификације ризика врши се анализа ризика, која се реализује преко анализе сценарија и анализе капацитета.

Анализа сценарија обухвата израду могућих сценарија на основу раније дефинисаних циљних/ризичних група и догађаја, односно ризика, доступних података и претпоставки и анализу сценаријима претпостављених несрећа по обиму, подручју, времену, простору, учесталости и последицама.

Анализа капацитета обухвата идентификацију и процјену стања капацитета за превентивно дјеловање и капацитета за интервентно дјеловање и има полазиште у репрезентативним сценаријима.

Анализа ризика резултује детерминисањем нивоа ризика.

Ризик представља могућност да се неки штетан догађај реализује и изазове негативне ефекте поштићене вриједности.

Након анализе се ради процјена ризика, на основу које се оцјењује ризик. Циљ оцјене ризика је помоћ у доношењу одлука на основу резултата анализе ризика о томе којим се ризицима треба бавити и о приоритетима третмана ризика. Оцјена ризика обухвата поређење степена ризика који су пронађени у току процеса анализе и критеријума за ризике који су утврђени у току разматрања читавог контекста. Одлуке треба да узму у обзир шири контекст ризика и укључе разматрање толеранције ризика.

Уколико степен ризика не задовољи критеријум за ризике (прихватљиве ризике), онда се тим ризиком треба бавити (ризик би требало да буде разматран-третиран).

Оцјена ризика може такође водити и ка одлуци о томе да се ризик даље не ублажава ни на који други начин осим реализацијом постојеће контроле ризика.

Ради оцјене ризика врши се класификација ризика у категорије ризика (Адамовић и сар., 2014).

4. ОРГАНИЗАЦИЈА ЗАШТИТЕ И СПАСАВАЊА

Медицинске установе, али и други привредни субјекти од интереса за заштиту и спасавање, су дужне да успоставе властиту организацију за спровођење активности, обезбиједе обуку и спроводе припреме за дјеловање у случају елементарне непогоде и друге несреће.

Организација заштите и спасавања обухвата успостављање властите организације за спровођење активности, обезбјеђења обуке и припреме за дјеловање у случају елементарне непогоде и друге несреће.

Организовање и провођење заштите и спасавања од елементарне непогоде и друге несреће врши се на основу Закона ("Службени гласник Републике Српске", бр. 121/12) и прописа донесених на основу истог.

Сходно члану 48. и 49. Закона, формирати штаб за ванредне ситуације који се уређује општим актом или одредити повјереника заштите и спасавања у складу са унутрашњом организацијом и бројем запослених.

Повјереник предузима мјере и активности које омогућавају учешће радника у спровођењу личне, узајамне и колективне заштите и мјера заштите ради спасавања људи и материјалних добара. Повјереника именује и разрјешава директор, односно други надлежни орган одређен општим актом.

Руковођење у систему заштите и спасавања врши директор или орган одређен општим актом медицинске установе.

У руковођењу акцијама заштите и спасавања, сагласно Закону, руководилац заштите и спасавања у медицинској установи овлаштен је да:

- одлучује о упућивању снага и средстава заштите и спасавања на подручја и мјеста гдје треба да се врши заштита и спасавање угрожених и настрадалих људи и материјалних добара,
- наређује мјере заштите и спасавања које треба да се спроводе,
- усмјерава, координира и руководи акцијама заштите и спасавања свих учесника ангажованих на заштити и спасавању и
- рјешава сва питања која се појаве у току спровођења активности на заштити и спасавању и ангажовања снага и средстава заштите и спасавања.

5. НИВО ПРЕВЕНТИВНИХ МЈЕРА И АКТИВНОСТИ ЗАШТИТЕ И СПАСАВАЊА

Спровођење превентивних мјера значајно умањује губитке настале усљед дјеловања елементарне непогоде и друге несреће. У складу са претходним анализама доноси се низ превентивних мјера, које регулише питање заштите и спасавања,



правила понашања у случају опасности, руковање заштитном опремом и мјера пружања прве помоћи и др.

Детаљно се Планом прописују мјере, сходно Закону о заштити и спасавању, али и другим прописима који се тичу заштите и спасавања, као што су прописи из области заштите од пожара, заштите на раду, заштите животне средине, хемикалија и др.

За успјешно спровођење мјера заштите и спасавања неопходно је стриктно поштовање стандарда и прописа у овој области, најмање једанпут годишње разматрати стање безбједности запослених и болесника у медицинским установама и вршити ажурирање процјене угрожености и планова заштите и спасавања. Неопходно је упознати запослене са садржином Плана заштите и спасавања.

У циљу заштите запослених и болесника у медицинским установама спроводити мјере заштите од пожара предвиђене Законом којим се прописује заштита од пожара, а које подразумевају обезбјеђеност медицинске установе довољним бројем апарата за гашење пожара, обуку запослених за руковање тим апаратима и понашање у случају опасности и редовну контролу обучености радника, али и спроводити друге мјере заштите од пожара.

6. ЗАКЉУЧАК

Елементарне непогоде су постале све већи проблем човјечанства. Суше, поплаве, пожари, климатске промјене и сл. су постале недаћа планете Земље и свих њених становника. Елементарне непогоде се чешће јављају него у ранијем периоду, односно скраћени су циклични периоди понављања елементарних непогода и све снажније остављају посљедице по човјечанство. Многе државе свијета су законски регулисале питање елементарних непогода и других несрећа, међу којима је и Република Српска, у којој је ова област била у значајној мјери занемарена, у којој су по инерцији преузета рјешења и методолошки приступ који је имао своју примјену у СФРЈ, а који није више одговарао теорији и пракси која се примјењује у свијету.

Доношењем нових прописа у значајној мјери је регулисано питање елементарних непогода и других несрећа, на основу којих се израђује План заштите и спасавања од елементарне непогоде и друге несреће, који је кључни документ којим се даје преглед угрожености од елементарних непогода и других несрећа, приједлог организације заштите и спасавања и друге обавезе у овој области.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Адамовић, С., Данојевић, С., Бабић, А., Драгичевић, И. (2014). План заштите и спасавања од елементарне непогоде и друге несреће за Дом здравља Бања Лука. *ЈНУ Институт за заштиту и екологију Републике Српске, Бања Лука.*
- [2] Бабић, Б. (2012). Заштита становништва и имовине у ванредним ситуацијама. *Зборник радова, 10. међународни научни skup Sinergija, 117-125.*
- [3] Vandrova, T., & Konecny, M. (2006). Kartografiranje prirodnih rizika i elementarnih perogoda za potrebe obrazovanja. *Kartografija i Geoinformacije, 6, 4-12.*
- [4] Сакулски, Д., Ћосић, Ђ., Попов, С., Павловић, А., Поповић, Љ., Новаковић, Т., Симић, Ј. (2012). Управљање акцидентним ризицима-скрипта. *Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Департман за инжењерство заштите животне средине.*



Душан ВРАЊЕШ¹,
Небојша МИЉУШ²

Стручни рад

ПРОЦЕНА УГРОЖЕНОСТИ ОД ПОЖАРА ПОДРУЧЈА ГРАДА ПРИЈЕДОРА ПО МОДЕЛУ РИЗИКО БАЗИРАНОГ ДИМЕНЗИОНИРАЊА

Резиме: За израду Процене угрожености подручја града Приједора примењен је методолошки приступ „Ризико-базирано димензионирање“ кроз који су повезани сви документи Плана заштите и спашавања. Израда Процјене угрожености састојала се од пет повезаних и међусобно зависних фаза, које омогућавају прилагођавање идентификованим ризицима спасилачких и других хитних служби. Пожар као опасност на подручју града Приједора према својој учесталости и према штетама које проузрокује заузима високо место у списку несрећа. Да би се обезбедили услови за ефикаснију заштиту од пожара на подручју града Приједор неопходно је подизање нивоа опремљености и обучености за заштиту од пожара, предузети све потребне мере на спречавању појаве пожара на отвореном простору, донети одговарајуће планове заштите од пожара и прецизирати начине спашавања људи и материјалних добара те обезбиједити ефикасан надзор и контролу у области заштите од пожара

Кључне речи: пожар, процена ризика, опасност од пожара, превенција, заштита од пожара

RISK ASSESSMENT FIRE AREA OF PRIJEDOR DONE ACCORDING TO RISK BASED SIZING

Abstract: To create a risk assessment area of Prijedor was applied methodological approach "Risk - based sizing " through which all documents related to protection and rescue. Development of risk assessment consisted of five interconnected and interdependent phases, which allows adjustment of the identified risks and rescue and other emergency. Fire hazard in the town of Prijedor is high on the list of accidents due to their frequency and damage caused. In order to provide conditions for effective fire protection in the city of Prijedor, it is necessary, first of all, to improve the equipment and training for fire protection, as well as to take the necessary measures to prevent the occurrence of fires in the open space (burning weeds, etc), and to make appropriate plans for fire protection and precise way of saving people and property and to ensure effective oversight and control in the field of fire protection

Key words: fire, risk assessment, fire hazard, prevention, fire protection

¹ др Градска управа Приједор, dusan.vranjes@opstinaprijedor.org

² дипл инг маш, ОО Територијална ватрогасна јединица Приједор



1. УВОД

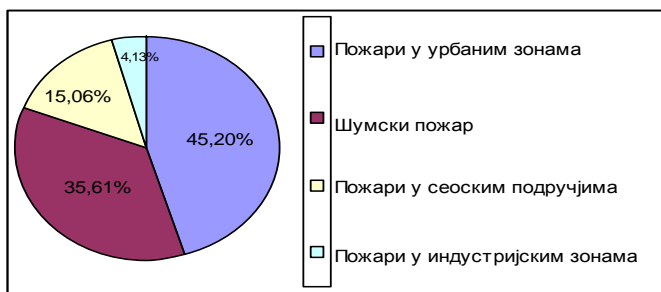
Пожар као профил опасности на подручју града Приједора представља доста честу појаву и заузима високо место у списку несрећа које угрожавају ово подручје. Како пожар прати и друге облике угрожавања, појављује се код експлозија, рушења и тд., мере заштите а прије свега превентивне мере заштите од пожара морају бити обавеза сих субјеката друшта и сих грађана. Појаве пожара у највећем броју случајева се могу спречити или избећи елементарним поступцима превентивне заштите од пожара и одређеном културом понашања у пожару.

Пројена угрожености од пожара овог подручја извршене је на бази анализе стања и идентификације ризика након које је извршена анализа ризика (анализа сценарија и анализа капацитета). Узроци због којих настају пожари на овом подручју су врло различити а најчешће се јављају пожари у насељеним местима као и шумски пожари. Најчешћи узрок је човек, и то првенствено због: неправилног поступања са запаљивом материјом, непоштовање правила и забране ложења на орвореном простору, грешака у пројектовању, ненаменске употребе машина, уређаја и опреме, и због пушења на недозвољеним местима.

На бази извршене анализе сценарија и анализе капацитета и потреба за обезбјеђење ефикасног система заштите од пожара идентификовани су присутни проблеми и утврђење мере које је неопходно спровести у систему заштите од пожара на подручју града Приједора. Мере заштите од пожара морају бити системски организоване а оне подразумевају поред добро организованих превентивних мера и формирање, опремање и обуку професионалних и добровољних ватрогасних јединица које покривају комплетно подручје Града. Ефикасно функционисање у домену заштите од пожара такође подразумева доношење квалитетних оперативних планова заштите од пожара и добро нормативно регулисање ове проблематике како би се обезбедила добра координација активности а поготово у ситуацији појаве пожара већих размера за чије гашење је неопходно учешће више јединица за гашење пожара.

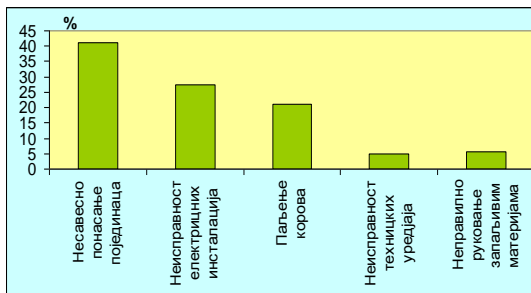
2. ПОЈАВЕ ПОЖАРА НА ПОДРУЧЈУ ГРАДА ПРИЈЕДОРА И МОГУЋНОСТ ЗАШТИТЕ

Пожари на подручју града Приједора се најчешће јављају на стамбеним и јавним објектима и објектима у којима се користи или складишти лакозапаљиви материјал, (бензин, гас и остали деривати). Посебан проблем у области заштите од пожара овог подручја представља потенцијална опасност од шумских пожара који се изузетно тешко гасе у локализују [2]. Преглед најчешћих места настанка пожара на подручју града Приједора приказан је на графикаону 1 [3].



Графикон 1 Преглед места настанка пожара на подручју града Приједор

Најчешћи узрок пожара већих размера на овом подручју су несавесно понашање појединаца, те неисправност електричних инсталација, паљење корова и неправилно руковање запаљивим материјалима. (графикон 2)



Графикон 2 Приказ узрочника пожара већих размјера на подручју града Приједора.

Најчешће локације настанка пожара на подручју града Приједора представљају јавни и стамбени објекти у којима се користи или складишти лакозапаљиви материјал. Постојећи привредни капацитети који располажу са већим количинама запаљивих материјала, а нарочито складишта нафте и бензинске пумпе те складишта за гас АД "Мира", располажу са оспособљеним људством за гашење пожара као и са потребном опремом. Интерне јединице за гашење пожара у предузећима се одмах активирају у случају пожара, али се у случају већег пожара активира и Територијална ватрогасна јединица. Као помоћне снаге за сузбијање пожара могуће је ангажовати добровољне ватрогасне јединице и јединице опште намјене, односно грађане у мјесним заједницама и предузећима. У случајевима појаве шумског пожара већих размера такође се ангажује обучено људство у НП «Козара» и Шумског Газдинства Приједор, а по потреби и припадници полиције из СЈБ Приједор и војници ОС БиХ из Гарнизона Приједор.

2.1. Структура идентификованих ризика појаве пожара на подручју града Приједора

На основу анализе стања и потенцијалних опасности и сценарија за појаву пожара на подручју града Приједора може се констатовати да су присутни следећи ризици за појаву пожара на овом подручју:

- Појава пожара на стамбеним објектима у урбаној зони града
- Појаве пожара на индустријским и енергетским капацитетима
- Појава шумских пожара
- Појава пожара на објектима у сеоком подручју
- Појава пожара на саобраћајним капацитетима
- Пожар у објекту у којем борави велики број људи

Преглед идентификованих ризика за појаву пожара, учесталост јављања и опис идентификованих ризика дат је у табели 1[7].

Табела 1 Преглед идентификованих ризика – појаве пожара

| Ред. број | Идентификовани Ризици | Учесталост јављања | | Опис |
|-----------|---|--------------------|--------------|--|
| | | Стални | Потенцијални | |
| 1. | Појава пожара на стамбеним објектима у урбаној зони града | + | | Врло учестали пожари са присутном опасности ширења и угрожавања великог броја људи и великих материјалних штета |
| 2. | Појаве пожара на индустријским и енергетским капацитетима | | + | Рјеђе се јављају али имају врло опасне посљедице због појаве других облика акцидената |
| 3. | Појава шумских пожара | | + | Имају велику учесталост а присутна је велика опасност ширења и изазивања великих материјалних и еколошких штета. |
| 4. | Појава пожара на објектима у сеоком подручју | + | | Велика учесталост и присутан проблем велике удаљености и благоврем. Интервенција. |
| 5. | Појава пожара на саобраћајним капацитетима | | + | Присутна опасност појаве других облика акцидента (експлозија и цурења токсичних компоненти). |
| 6. | Пожар у објекту у којем борави велики број људи | | + | Угрожен велики број људи и нужна добра организација и брза евакуација присутних |

2.2. Анализа ризика у области заштите од пожара

2.2.1. Анализа ризика

На бази анализе сценарија ризика за појаву пожара на подручју града Приједора може се констатовати да је присутна висока вероватноћа појављивања шумских пожара са критичним посљедицама и великим материјалним и еколошким штетама. Појава пожара у урбаној зони града Приједора има такође високу вероватноћу и врло озбиљне посљедице поготово због угрожености великог броја људи и могућности ширења пожара. Нешто нижу вероватноћу појављивања са критичним посљедицама имају пожари у индустријским и складишним капацитетима као и пожари на објектима у којима борави повремено или стално или се окупља велики број људи (школе, вртићи, здравствене установе и сл.). Врло високу вјероватноћу и високу

вероватноћу појављивања имају пожари у руралним подручјима и пожари на саобрћајним капацитетима. Ови пожари могу имати озбиљне посљедице с обзиром на ограничену ефективност деловања и гашења ових пожара као појаве и повезаности пожара на транспортним капацитетима са појавом других врста акцидентата (експлозије, цурење токсичних компоненти и сл.). Матрица ризика и анализа сценарија за појаву пожара на подручју града Приједора дата је на графикаону 3.

| | | | | | |
|-----------------------------|----------------------------|-------------|--------------------------|-------------------------------|---|
| Врло висока вероватноћа (5) | | | Пожар у сеоском подручју | | |
| Висока вероватноћа (4) | | | Пожар на саобр. кап. | Пожар на градским стамб. обј. | Шумски пожар |
| Просечна вјероватноћа (3) | | | | | Пожар на инд. и складишним капацитетима |
| Ниска вероватноћа (2) | | | | | Пожар – школе болница, вртићи |
| Врло ниска вероватноћа (1) | | | | | |
| | Ограничен о (1) | Осредње (2) | Озбиљно (3) | Врло озбиљно (4) | Критично (5) |
| | Врло висок ризик | | | | |
| | Висок ризик | | | | |
| | Просечан/прихватљи в ризик | | | | |
| | Низак ризик | | | | |
| | Врло низак ризик | | | | |

Графикон 3 Матрица ризика појаве пожара на подручју града Приједора

2.3. Анализа расположивих капацитета за реаговање

Окосница система реакцијена пожар на подручју града Приједора је Територијална ватрогасна јединица која располаже са оспособљеним људством и квалитетном техником за гашење пожара. Ова јединица се активира у свим случајевима појаве пожара на подручју – територији града а истој у одређеним случајевима помажу јединице на терену. Постојећи привредни капацитети који располажу са већим количинама запаљивих материјала, а нарочито, "Мира", Рудник «Arcelor Mittal» Приједор «Топлана», располажу са оспособљеним људством за гашење пожара као и са потребном опремом. Ове интерне јединице у предузећима се одмах активирају у случају пожара, али се у случају већег пожара активира Територијална ватрогасна јединица. Као помоћне снаге за сузбијање пожара могуће је ангажовати јединице опште намене у месним заједницама и предузећима. У случајевима већих пожара такође би се ангажовали припадници професионалних ватрогасних јединица и опрема са којом располаже Гарнизон ОС БиХ у Приједору.



На подручју града Приједора функционишу два добровољна ватрогасна друштва и то Доровољно ватрогасно друштво „Козарац“ и Добровољно ватрогасно друштво „Омарска“. Оба ова друштва у свом саставу имају добровољне ватрогасне јединице које су обучене и оспособљене за акције гашења пожара на подручјима које покривају.

Опремљеност Територијалне ватрогасне јединице Приједор средствима и опремом за гашење пожара је доста добра. Такође и друга предузећа где је присутна опасност од пожара посједују потребна средства и опрему за гашење пожара, а пре свега ДП"Мира", «Arcelor Mittal» Приједор. Јавна предузећа и установе као и приватни пословни објекти углавном су обезбјеђени са ватрогасним апаратима. Што се тиче обезбјеђења стамбених зграда ватрогасним апаратима стање није задовољавајуће јер највећи број стамбених зграда не посједује ове апарате. Такође је врло лоша опремљеност јединица цивилне заштите опште намене потребним алатом и опреме за пружање помоћи специјализованој јединици за гашење пожара[3].

Територијална ватрогасна јединица Приједор располаже са сљедећим материјално техничким средствима и опремом:

- навална возила..... 3 ком
- цистерна 2 ком
- специјална возила 5 ком
- техничко возило 1 ком
- преносне моторне пумпе..... 4 ком
- превозна моторна пумпа..... 1 ком
- аутомеханичке љестве..... 1 ком
- љестве растегача..... 3 ком
- љестве кукаче..... 4 ком
- ватрогасна цријева P- 52 mm..... 80 ком
- ватрогасна цријева P- 75mm..... 60 ком
- изолациони апарати..... 10 ком
- радна одијела..... 32 комплета
- кишне кабанице..... 12 ком
- шљемови..... 32 ком

Правилником о унутрашњој организацији и систематизацији радних мјеста у ТВЈ Приједор систематизовано је 57 радних мјеста а ТВЈ Приједор, послове и задатке на заштити од пожара и спровођењу других задатака заштите и спасавања извршава са укупно 32 запослена радника.

2.4. Карактеристике и обим потребних промена и прилагођавања

На бази анализе предходних догађаја, потребно је унапредити превентивне мере ради предупређења пожара на стамбеним објектима у урбаној зони како би се спречиле појаве пожара и избегло угрожавње становништва и избегле велике материјалне штете. Такође велике промене и прилагођавања потребно је извршити ради побољшања оперативних активности за успешно гашење пожара на индустријским капацитетима и у случају шумских пожара, те у објектима у којима борави велики број људи (школе, здравствене установе и сл.). Када је у питању отклањање последица појаве пожара велике промене и прилагођавања потребно је

извршити за отклањање посљедица пожара на индустријским капацитетима и пожара на објектима у којима борави велики број људи. За све остале идентификоване ризике потребно је извршити прилагођавања како пре појаве инцидента тако и за време и после инцидента [7].

Преглед могућих сценарија појаве пожара као и потребног нивоа промена и прилагођавања приказан је у табели 2

Табела 2 Матрица процене капацитета за заштиту од пожара

| Сценариј ризика | Процена капацитета | | |
|--------------------------------------|---|--|---|
| | Пре инцидента (закони, процена, планови, процедуре, превентивне мјере.) | За време инцидента (капацитети за одговор и смањење посљедица) | После инцидента (капацитети за опоравак) |
| 1.Пожар на стамб. објектима (град) . | ● | ● | ● |
| 2.Пожара на индустријским кап. | ● | ● | ● |
| 3.Шумски пожари | ● | ● | ● |
| 4.Пожар у сеоском подручју | ● | ● | ● |
| 5.Пожар на саобраћајним кап. | ● | ● | ● |
| Пожар у објекту са великим бр. људи | ● | ● | ● |

Легенда

| | |
|---|-------------------------|
| ● | Потребне велике промене |
| ● | Потребно прилагођавање |
| ● | Не треба ништа мењати |

2.5.Идентификовани проблеми у области заштите од пожара

Појаве пожара на подручју града Приједора заузимају високо мјесто у списку несрећа које угрожавају ово подручје. Потенцијална жаришта за настајање пожара на подручју града Приједора представљају јавни и стамбени објекти и објекти у којима се користи или складишти лако запаљиви материјал, бензин, плин и готови производи на бази нафтних деривата. Као посебан проблем у области угрожености територије града од пожара наглашена је могућност појаве шумских пожара који за кратко вријеме проузрокују веће материјалне штете, а чије локализовање и гашење је отежано због закашњелог уочавања као и недовољне приступачности терена односно изграђености путних комуникација кроз шумске ревирае. Степен пожарне угрожености искључиво



зависи од густине изграђености објеката у појединим зонама града. Присттни прблеми заштите од пожара манифестију се као:

- отежано снабдјевање водом хидрантске мреже, због познатих проблема са водоснабдијевањем у Приједору, те неизграђеност ове мреже у свим деловима града и већим насељеним местима,
- недовољан капацитет професионалне ватрогасне јединице у случају појаве већих шумских пожара,
- слаба опремљеност добровољних ватрогасних јединица и стамбених зграда опремом за гашење пожара,
- недовољно развијене активности на превентивној заштити од пожара,
- лоша обученост и пипремљеност становништва и јединица опште намене, за помоћ ватрогасцима у гашењу пожара већих размера,
- недовољна изграђеност шумских и прилазних путева, до свих шумских комплекса,
- саобраћајно преоптерећење градских улица, и немогућност приступа појединим објектима у урбаној зони што негативно утиче на ефикасност гашења пожара време стицања ватрогасне јединице на место настанка пожара,
- недовољан број уређених црпилишта за захватање воде из постојећих водотока,
- лоше организовано осматрање територије- шумског подручја и дојављивање о настанку пожара.

2.6. Предлог мера и активности заштите од пожара

Да би се присутни проблеми у области заштите од пожара могли решавати неопходно је интензивније проводити мере заштите од пожара а пре свега:

- обезбеђење потребних количина воде и других средстава за гашење пожара, посебну пажњу посветити изградњи и одржавању хидрантске мреже,
- кроз подизање нивоа опремљености и обучености Територијалне ватрогасне јединице Приједор и добровољних ватрогасних јединица побољшати ефикасност заштите од пожара,
- обезбједити техничку исправност уређаја и примену превентивних мера заштите од пожара,
- предузети све потребне мере на спречавању појаве ватре на отвореном простору (паљење корова и сл),
- у стамбеним и другим објектима обезбједити апарате за гашење пожара
- донети одговарајуће планове заштите од пожара и прецизирати начине спашавања људи и материјалних добара,
- обезбедити одговарајућу сигнализацију и аутоматизацију у заштити од пожара,
- обезбедити ефикасан надзор и контролу у области заштите од пожара,
- обезбедити квалитетно одржавање и редовну контролу исправности уређаја и инсталација,
- организовати осматрачке службе и обезбедити опрему и средства за гашење шумских пожара.

3. ЗАКЉУЧЦИ

- Појаве пожара на подручју града Приједора према његовој учесталости и последицама представљају јадан од најзначајнијих облика угрожавања овог подручја.
- Ово подручје карактерише висока осетљивост на шумске пожаре с обзиром на расположиве шумске ресурсе на подручју Грда уз присутан врло низак ниво могућности одговора на шумске пожаре.
- Пожари на овом подручју су узроковани пре свега несавесним понашањем појединаца, услед неисправности електричних инсталација и паљења корова у руралним подручјима а узрокују материјалне штете односно угрожавање материјалних добара и животне средине подручја захваћеног пожаром
- За ефикасну заштиту од пожара на подручју града Приједора неопходно је :
 - Интензивирати активности на превентивној заштити од пожара
 - Утврдити и уредити црпилишта на водотоцима, те обезбједити прилазе истим, оспособити у цјелости хидрантску мрежу у градском подручју, те хидрантске мреже у насељима Љубија и Козарац,
 - Извршити набавку недостајућих средстава и опреме за Територијалну ватрогасну јединицу;
 - Обезбједити квалитетно осматрање територије и ораганизован начин обавјештавања о пожарима;
 - Вршити континуирано и квалитетно обучавање како припадника професионалних ватрогасних јединица тако и добровољних ватрогасаца и становништва.

4. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Aleksander, D., *Principles of emergency planin and menagment*, University of Massachusetc Amherst, first pabliched in 2002. by Terra Publishing
- [2] Врањеш, Д., *Заштита од пожара на подручју регије Бања Лука*, Савјетовање Процјена Ризика, Нови Сад 2013
- [3] *****Disaster Risk Reduction, Mitigation and Preparandes in Development, and Emergency Programing; Good Practice Review, Overseas Development Institute, London, 2004.
- [4] Јаковљевић, В. ;*Систем мера цивилне заштите и спасавања*, »Зборник радова факултета цивилне одбране» Београд,2000.
- [5] Јаковљевић, В.,Ђармати, Ш. ;*Цивилна заштита*, Београд, 1992.
- [6] Лепушина М. *Цивилна заштита у систему заштитње и спашавања (нормативна уређеност)* Зборник радова семинара »Руковођење акцијама заштите и спашавања у природним и другим катастрофама Сарајево,2003.
- [7] ******Процјена угрожености од природних и других несрећа на подручју грда Приједора*, Скупштина града Приједора,,2014.
- [8] *****Уредба о садржају и начину израде плана заштите од елементарних непогода и других несрећа (Сл.гласник Републике Српске бр68/13)
- [9] *****Закон о заштити и спасавању у ванредним ситуацијама(Сл.гласник Републике Српске бр.121/12)



Горан ЂОРЂЕВИЋ¹
Михајило РАТКНИЋ²
Соња БРАНКОВИЋ³
Милан ПЕТРОВИЋ⁴

Стручни рад

КОНЦЕПТ ИЗРАДЕ ПЛАНОВА ЗАШТИТЕ ШУМА ОД ПОЖАРА - ПРЕДЛОГ ДОПУНЕ ПОСТОЈЕЋЕГ ПРАВИЛНИКА ЗА ИЗРАДУ ПЛАНОВА ЗАШТИТЕ ОД ПОЖАРА

Резиме: Велики број шумских пожара, велика површина шума захваћена пожарима и велике материјалне штете, угрожавање људи и објекта и угрожавање животне средине пред сваком државом поставља проблем. Израда планских докумената као што су планови заштите шума од пожара представља почетну основу за правилну и ефикасну заштиту шума од пожара. Новим Законом о заштити од пожара прецизирано је да је потребно извршити разврставање у категорију угрожености од пожара и земљиште, односно и површине које су под квалитетном шумом. За овакве површине потребно је урадити и планове заштита шума од пожара који се по својој садржини и концепту доста разликују од осталих планова заштите шума од пожара. У садашњем правилнику за израду планова заштите од пожара, није дат начин израде и планова заштите шума од пожара, што представља потешкоћу приликом израде ових планских докумената, како код корисника шума, тако и код лица која треба да изврше преглед и дају сагласност на план заштите шума од пожара.

Кључне речи: план заштите од пожара, шума, шумски пожар

CONCEPT OF MAKING FOREST FIRE PROTECTION PLANS – SUPPLEMENTATION PROPOSAL FOR CURRENT RULES OF MAKING FIRE PROTECTION PLANS

Abstract: Large number of forest fires, large forest area under fire and huge material damage, people, building and environment endangerment makes a problem for every country. Making plans like forest fire protection plans represents a basis for exact and effective forest protection from fire. The new Law of fire protection defines the need for assortment of quality forest area in fire endangerment category. For such areas there is a need for making fire protection plans which are different by content and concept from other forest fire protection plans. In current rules for making forest fire protection plans is not given the way of making forest fire protection plans which makes the difficulty with creating these planning acts for forest exploiters and officials who need to examine and approve of a forest fire protection plan.

Key words: forest fire protection plan, forest, fire

¹ др, Сектор за ванредне ситуације МУП РС, Одељење у Пожаревцу

² др, Институт за шумарство Београд

³ др, Институт за шумарство Београд

⁴ ЈП „Србија шуме“ Београд



1. УВОД

План заштите шума од пожара је важан докуменат који мора да допринесе бољој и ефикаснијој заштити шума од пожара и да одреди важне елементе који утичу на систем управљања ризиком у заштити шума од пожара. Досадашња израда планова заштите шума од пожара није давала комплетну слику стања заштите као ни адекватне мере које треба предузимати да та заштита буде боља и ефикаснија, а сама организација приликом заштите од пожара када пожар настане буде бржа и делотворна како би се штете и трокови настали приликом заштите и гашења свели на што мању меру. Проблем израде планова заштите шума од пожара је комплексан, задире и обухвата многе области (шумарство, метеорологију, заштиту од пожара, ватрогаство, биологију и сл.) и у многоме се разликује од израде планова заштите од пожара за грађевинске објекте. Доношењем Правилника о начину израде и садржају Плана заштите од пожара аутономних покрајина, јединица локалне самоуправе и субјеката разврстаних у прву и другу категорију угрожености од пожара није дат начин израде и овог планског документа што је битни недостатак нарочито ако се узме да Уредба о разврставању објеката, делатности и земљишта у категорију угрожености од пожара дефинише и разврставање површине простора и врсте биљног покривача, односно површине под шумом.

2. ПРАВНА РЕГУЛАТИВА У ДОНОШЕЊУ ПЛАНОВА ЗАШТИТЕ ОД ПОЖАРА

Главни правни основ који регулише доношење планова заштите од пожара је Закон о заштити од пожара ("Сл. гласник РС" бр.111/09), који својим члановима 20, 22, 23, 24 и 27 регулише ко мора да донесе план заштите од пожара, и шта он мора да садржи.

Уредбом о разврставању објеката, делатности и земљишта у категорију угрожаности од пожара ("Сл. гласник РС" бр.76/2010) се даје начин категоризације субјеката заштите од пожара, према којој субјекти разврстани у прву и другу категорију угрожености од пожара морају да донесу и план заштите од пожара.

Доношењем посебног Правилника о начину израде и садржају Плана заштите од пожара аутономне покрајине, јединица локалне самоуправе и субјекте разврстане у прву и другу категорију ("Сл.гласник РС" бр.73/10) дате су смернице и услови за израду планова заштите од пожара. Оно што није дато правилником и што је велики недостатак је тај да нису дате смернице за израду планова правних субјеката чије је земљиште и површине под шумом разврстано у прву или другу категорију угрожености од пожара, односно нису дати услови на који начин и шта треба да садрже планови заштите шума од пожара.



2.1. Садржај планова заштите од пожара

План заштите од пожара без обзира на субјекат који га доноси мора да садржи:

- приказ постојећег стања заштите од пожара
- процену угрожености од пожара
- организацију заштите од пожара
- предлог техничких и организационих мера за отклањање недостатака и унапређење стања заштите од пожара
- прорачун потребних финансијских средстава
- прописане прорачунске и графичке прилоге

У плановима заштите од пожара субјеката разврстаних у прву и другу категорију угрожености од пожара ближе се приказују и подаци о броју ватрогасаца, техничкој опремљености и обучености ватрогасних јединица, организацији превентивних мера заштите од пожара, сталног дежурства и подаци о броју стручно оспособљених лица за спровођење заштите од пожара.

2.2. Предлог начина израде и садржаја планова заштите шума од пожара

По први пут Законом о заштити од пожара ("Сл. гласник РС" бр.111/09) и уредбом о разврставању објеката, делатности и земљишта у категорију угрожености од пожара ("Сл. гласник РС" бр.76/10), предвиђа се и категоризација земљишта у односу површине простора и биљног покривача.

Уредбом је дефинисана следећа категоризација земљишта и то:

- У 1.7 разврставају се простори са заштићеном и висококвалитетном шумом (национални паркови и сл.) са површином већом од 10 000 ha.
- У 1.8. категорију разврставају се простори са заштићеном и висококвалитетном шумом са површином од 5000-10 000 ha.
- У 2.1. категорију разврставају се простор са заштићеном и висококвалитетном шумом површине од 800-5000 ha
- У 2.2. категорију разврставају се простор са заштићеном и висококвалитетном шумом површине до 800 ha

Категоризација овог земљишта захтева израду планова заштите висококвалитетне шуме који Правилником за израду планова није садржан.

2.3. Приказ постојећег стања треба са садржи следеће елементе

- Површину земљишта, врсту вегетације, поделу на одељења и одсеке
- Врсту вегетације по одељењима и одсесима (четинарске шуме, листопадне шуме, мешовите, деградиране, шикаре и шибљаци и сл.)



- Старост шумског дрвећа по врстама и количини површинских наслага као и узгојне групе и класе)
- Отвореност шумских подручја у односу на мрежу путева
- Стање и квалитет путева до површина са висококавалитеном шумом и путева унутар површина са високквалитетном шумом и могућност приласка возила (ватрогасних, возила за превоз људи и опреме, механизације за гашење пожара и сл.)
- Могуће опасности и узроке настанка пожара на заступљеном подручју (постојање ћумурана, дивљих сметлишта, објеката са отвореном ватром, излетишта и сл.)
- Стање изворишта воде и начин водоснабдевања у случају пожара
- Стање и расположивост опреме за гашење пожара (правног субјекта, ватрогасне јединице, најближе ватрогасно спасилачке јединице и сл.)
- Процену да ли припадајућа опрема одговара и у ком степену за гашење шумских пожара на том подручју имајући у виду да се сви шумски пожари не гасе истом опремом.
- Стање служби и број расположивих људи за гашење пожара (у правном субјекту, ватрогасним јединицама, добровољним јединицама, најближој ватрогасно спасилачкој јединици, специјализованих јединица цивилне заштите, број летелица које се могу употребити за извиђање, осматрање и гашење и сл.)
- Стање система за осматрање (начин осматрања, стање и број осматрачница, остали системи за осматрање)
- Начини откривања и дојаве пожара (са земље, из ваздуха, камере за осматрање и сл.)
- Могућност гашења пожара из ваздуха (могућност, начин снабдевања водом и сл.)
- Примењене биолошко техничке мере заштите (тренутно стањемешовите шуме, биолошке пожарне пруге, накнадно изграђене пожарне пруге, ширење постојећих просека, чишћење и нега)
- Врсте пожарних препрека, путева, просека и њихово стање (врста, број , ширина, стање у свако доба године и сл.)
- Стање система за снабдевање водом (природни извори и њихова уређеност, вештачки извори и могућност употребе и у ком годишњем периоду, могућност постављања базена и начин њиховог пуњења и сл.)
- Могућност употребе система за прогнозирање опасности од настанка шумски пожара на својој територији.
- Могућност и начин комуникације међу свим субјектима заштите од пожара (радио веза, телефонска веза, други видови комуникација и брзина успостављања везе).



- Могућност брзог успостављања сабирних центара за људе и опрему, могућност употребе хемијских средстава (ретарданти и супрестанти).
- Начин кординације са штабовима за ванредне ситуације (републички, окружни, градски, општински и сл.)
- Начин логистичке подршке приликом гашења пожара.
- Постојање оперативних карата гашења пожара за одређена подручја правног субјекта.
- Могућност угрожавања грађевинских објеката, људи и других добара који се налазе у шуму или у близини угрожене површине и могућност брзе заштите.
- Начини борбе и начини предузимања мера према потенцијалним изазивачима пожара са проценом ефикасности.
- Регистровани пожари са узроцима настајања у последњих 10 година

3. ПРОЦЕНА УГРОЖЕНОСТИ ШУМА ОД ПОЖАРА

Процена угрожености шума од пожара врши се преко посебне методе и система процене која је тачно дефинисана и иста је за све субјекте.

Главни циљ методе за процену угрожености шума од пожара је:

- Да прикаже тачну слику установама које се баве заштитом шума од пожара о степену угрожености шума од пожара.
- Да одреди и класификује опасности од шумских пожара на посматраном подручју.
- Да укаже на могућност заштите шума од пожара на одређеном подручју и примену додатних мера заштите.
- Да укаже специјализованим службама које се баве заштитом од пожара и које учествују у гашењу пожара на специфичности и опасности од пожара на посматраном подручју.
- Да се изнађу модели допунских мера заштите и ефикаснијег гашења када пожар настане на одређеном подручју.

3.1. Параметри за процену угрожености шума од пожара

Параметри који утичу на угроженост шума од пожара су многобројни али због лакше примене у пракси у методу процене угрожености узимају се само они за које се сматра да су најбитнији и који највише утичу на угроженост шума од пожара.

Најбитнији параметри који су важни за процену угрожености шума од пожара су:

- вегетација и гориви материјал



- природне појаве које утичу на настанак пожара
- антропогени фактор (ризик од човека)
- климат
- сушни период
- подлога (матични супстрат и тип земљишта)
- ортографија
- уређеност шума
- историја пожара на посматраном подручју

Степен угрожености шума од пожара

На основу изложених параметра за процену угрожености шума од пожара врши се за посматрано подручје сабирање броја поена свих параметара који су заступљени и на основу броја поена одређује се угроженост шуме од пожара. Начин израчунавања обрађен је методологијом процене угрожености шума од пожара.

У табели 1 дата је категоризација угрожености шума од пожара на основу броја поена.

Табела 1 - Категоризација угрожености шума од пожара

| Степен угрожености шума од пожара | Укупан број поена |
|-------------------------------------|-------------------|
| Први степен-веома велика угроженост | преко 520 |
| Други степен-велика угроженост | 421-520 |
| Трећи степен-средња угроженост | 321-420 |
| Четврти степен-мала угроженост | до 320 |

На основу одређених бројчаних показатеља угрожености шума од пожара сачињава се карта угрожености на тај начин што се угрожене површине приказују у одговарајућим бојама и то:

- Први степен-црвена боја
- Други степен-наранџаста
- Трећи степен-жута
- Четврти степен-зелена

Досадашња процена угрожености шума од пожара заснива се само на процени која узима претежно заступљену вегетацију, што је недовољно за



свеобухватну процену угрожености, чиме се новом методом процене угрожености шума од пожара постиже свеобухватност и већи квалитет процене.

3.2. Организација заштите шума од пожара треба да обухвати:

- Начин на који је организована заштита од пожара у субјекту који газдује или користи шуме и шумско земљиште (број људи, ватрогасна једница, повезаност и сл.).
- Начин на који ће се остварити комуникација са другим субјектима који се баве заштитом шума од пожара (Министарства, јавна предузећа, заводи, институти, државни органи, штабови и сл.)
- Средства и начини са којима се врши комуникација
- Подаци о служби заштите, ватрогасној јединици, број оспособљених лица за заштиту од пожара.
- Начине поступања свих субјеката у акцијама заштите шума и гашењу пожара и процедуре којима се регулише начини поступања приликом превентивних и репресивних мера заштите са тачним начином координације
- Опрема за гашење пожара, њене карактеристике и могућност ефикасне примене на предвиђеном подручју.
- Начин и програм обуке субјеката у делу заштите шума од пожара основна и посебна обука).

3.3. Предлог техничких и организационих мера за отклањање недостатака у заштити шума од пожара треба да садржи

- Мере које треба предузети да би се смањио ризик од настанка пожара шума и мере за побољшање у управљању ризиком у заштити шума од пожара (превентивно деловање, приправност, деловање када пожар настане и санација терена).
- Биолошко-техничке мере заштите шума од пожара које се односе на подизање нивоа заштите
- Мере за борбу против потенцијалних изазивача пожара
- Мере за побољшање система прогнозирања опасности од шумских пожара
- Мере за побољшање система откривања настанка шумских пожара, унапређење система осматрања и увођење нових модерних система осматрања, мере за брзу и ефикасну дојаву насталих пожара
- Мере и припреме пред почетак пожарне сезоне



- Мере и припреме у сезони опасности од шумских пожара
- Мере на изградњи и одржавању пожарних путева у циљу превентивног и репресивног деловања на пожар
- Мере на побољшању услова за снабдевање водом за гашење пожара и уређење водозахвата и изградњу нових извора за снабдевање водом за гашење пожара
- Мере за одржавање и обезбеђење излетишта и места на којима се окупља већи број људи у шуми у циљу смањења ризика од настанка пожара
- Мере планирања и набавке одговарајуће опреме и средстава за гашење шумских пожара према карактеристикама терена.
- Мере организације и руковођења акцијама гашења пожара у циљу боље повезаности свих субјеката и правилну употребу средстава и опреме за гашење
- Разрада метода и тактика гашења шумских пожара у односу на карактеристике површина под шумом и процедуре за примену одређених метода гашења
- Мере у вези са паљењем ватре и спаљивања биљног отпада на отвореном простору и у близини рубова шума
- Мере за измену или доградњу система везе
- Разраду система за моделирање шумских пожара у циљу предикције ових догађаја
- Могућност пружања брзе и ефикасне прве помоћи повређеним лицима приликом гашења пожара
- Мере за санацију терена после насталих пожара и опожарене површине
- Примена и изградња информационалних система у побољшању управљања ризиком у заштити шума од пожара (ГИС, метеоролошки информационални систем, систем заштите животне средине, информационални систем МУП, систем обавештавања и узбињивања и сл.).

3.4. Прорачун потребних финансијских средстава који треба да садрже

- Реално сагледавање финансијских елемената предложених техничких и организационих мера заштите од пожара
- Динамику извршења техничких и организационих мера са планом финансијских средстава за период од пет година



3.5. Графичке подлоге којима се приказује

- Оперативне карте са приказаним подручјима са највећим ризиком од избијања шумских пожара
- Карте и табеле са прегледом површина према степену угрожености од пожара изграђених према одређеној методологији система одређивања угрожености шума од пожара са свим предвиђеним елементима
- Картографски приказ путева, пожарних пруга и канала, места за снабдевање водом за гашење пожара и објекте који се у случају настанка пожара морају приоритетно штитити.
- Карту примењиве опреме за одређено подручје са приказом површина на којима се поједина опрема може ефикасно користити (ручна опрема, опрема за гашење водом, механизована опрема, опрема за гашење из ваздуха)
- Места са осматрачницама и другим системима за брзо откривање и дојаву насталих пожара.
- Климатолошке дијаграме за одређена подручја.
- Приказ места за снабдевање водом (уређена и неуређена), места за постављање посебних резервоара са водом у случају пожара, места за пуњење авиона за гашење из ваздуха.
- Места за сабирне центре за људе , опрему и хемијска средства за гашење приликом настанка пожара и најповољнија места за оперативне штабове и штабове за ванредне ситуације (близу површина, заштићена и безбедна, са средствима комуникације, логистичка помоћ и сл.).
- Карту посебно угрожених површина са највећим бројем насталих пожара у протеклих 10 година.

Сви подаци у плановима заштите шума од пожара морају да буду јасни, прецизно и тачно одређени и да не оптерећују план непотребних елементима, како у текстуалном тако и графичком делу.

4. УСЛОВИ ЗА ИЗРАДУ ПЛАНОВА ЗАШТИТЕ ОД ПОЖАРА

Правилником је дефинисано ко може да врши израду планова заштите од пожара. План заштите од пожара и у оквиру њега процену угрожености од пожара са обзиром на дефинисане критеријуме могу да израђују привредна друштва или друга правна лица који поседују овлашћења за израду главног пројекта заштите од пожара и овлашћења за пројектовање посебних система заштите од пожара, односно тим стручњака са одговарајућим лиценцама.



Одговорно лице у аутономној покрајини, општини, граду и субјектима разврстаних у прву и другу категорију угрожености од пожара за чије грађевинске објекте и простор се израђује план заштите од пожара и у оквиру њега процене угрожености, упознаће одговорно лице за израду плана са свим расположивим подацима и предузети мере за заштиту података.

У изради планова заштите шума од пожара морају да учествују лица шумарске струке, метеоролошке, заштите од пожара и лица која се баве заштитом шума од пожара као и предузећа и институти који се баве овом проблематиком уз посебно за то издатом лиценцом.

5. ЗАКЉУЧНО РАЗМАТРАЊЕ

Планови заштите од пожара су прописани Законом о заштити од пожара ("Сл.гласник РС" бр.111/09) и дефинисани ко мора да их донесе. Као позитивна новина донет је правилник о начину израде и садржаја Плана заштите од пожара аутономних покрајина, јединица локалне самоуправе и субјеката разврстаних у прву и другу категорију угрожености од пожара ("Сл.гласник РС" бр.73/10) који дефинише начин и садржај ових докумената, што би требало да донесе унифицираност у изради ових аката као и бољи квалитет.

Планови треба да садрже највише процедуре за поступање у одређеним ситуацијама у превентивном и репресивном смислу што је начин рада који је оперативнији и ефикаснији и примењује се у већини земаља ЕУ. Један од већих недостатака је недефинисаност израде планова за заштиту шума од пожара, сходно да је новим Законом, као и уредбом о разврставању објеката, делатности и земљишта у категорију угрожености од пожара ("Сл. гласник РС" бр.76/10) дефинисано да се земљиште и висококвалитетна шума такође категоризује, тако да је у раду дат један од могућих модела израде и ових планова, чиме би постојећи правилник требало допунити. Израда планова заштите шума од пожара по својој садржини, као и по методологији израде битно се разликује од планова заштите од пожара за грађевинске објекте.

Методологија утврђивања угрожености шума од пожара код нас није разрађена и углавном се узима само врста вегетације као мерило за процену угрожености шума од пожара што није адекватно и не даје праву слику стварне угрожености и ризика од пожара.

Примена других елемената за израду планова заштите шума од пожара која се користи, штурна је и често не пружа одговарајућу слику и елементе за ефикасну заштиту шума од пожара. Комплексност ове области захтева другачији приступ и укључивање свих субјеката који се баве заштитом шума од пожара.



6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Васић М: "Шумски пожари", ЈП"Србијашуме" Београд, 1992.
- [2] Ђорђевић Г.: "Управљање ризиком у заштити шума од пожара", Докторска дисертација, Факултет безбедности, Београд, 2012.
- [3] Уредба о разврставању објеката, делатности и земљишта у категорију угрожености од пожара ("Сл.гласник РС" бр.76/2010)
- [4] Правилник о начину израде и садржају планова заштите од пожара аутономних покрајина, јединица локалне самоуправе и субјеката разврстаних у прву и другу категорију угрожености од пожара ("Сл.гласник РС" бр.73/2010)
- [5] Закон о заштити од пожара ("Сл.гласник РС" бр.111/09)

*Међународна научна конференција
Безбедносни инжењеринг*

Нови Сад, 2-3. октобар, 2014.



ЗАШТИТА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ

*International Scientific Conference
on Safety Engineering*

Novi Sad, October 2-3, 2014.



ENVIRONMENTAL PROTECTION

За садржај радова и квалитет језика одговорни су сами аутори.

The authors themselves are responsible for the content and language quality of the papers.

Biljana ŠKRBIĆ¹

Original scientific paper

Vesna MARINKOVIĆ²

Verica MILANKO³

Saša SPAIĆ⁴

Ana SENDERAK⁵

BENZENE IN COMBUSTION PRODUCTS AND THERMAL DECOMPOSITION PRODUCTS OF POPLAR WOOD SAWDUST

Abstract: Lignin component of lignocellulosic materials was considered in the introductory part of this paper. Further in text, stages of fuel combustion are shown, considering particularly wood type of solid fuels. BTEX compounds as the combustion and thermal decomposition products of poplar wood sawdust are determined by the gas chromatographic analysis (with FID detector). At the end of the paper, the experimentally obtained results are correlated with literary known facts from the introductory part of the paper and the results from our previous investigations.

Key words: lignin, poplar wood sawdust, flaming combustion, smoldering combustion, glowing/embering combustion, BTEX

БЕНЗЕН У ПРОИЗВОДИМА САГОРЕВАЊА И ТЕРМИЧКЕ РАЗГРАДЊЕ ПИЉЕВИНЕ ДРВЕТА ТОПОЛЕ

Резиме: У уводном делу рада разматрана је лигнинска компонента лигноцелулозних материјала. У наставку су приказане фазе сагоревања горива имајући у виду нарочито чврста горива типа дрвета. Гасно-хроматографском анализом (уз FID детектор) одређена су BTEX једињења као производи сагоревања и термичке разградње пиљевине дрвета тополе. У завршном делу рада су експериментално добијени резултати корелирани са литературно познатим чињеницама из уводног дела рада и резултатима наших ранијих истраживања.

Кључне речи: лигнин, пиљевина дрвета тополе, сагоревање пламеном, тињање, сагоревање жаром, BTEX

¹Prof PhD Faculty of Technology, University of Novi Sad, biljana@tf.uns.ac.rs

²Msc, Higher Education Technical School of Professional Studies Novi Sad, marinkovic@vtsns.edu.rs

³Prof PhD, Higher Education Technical School of Professional Studies Novi Sad, milanko@vtsns.edu.rs

⁴Prof PhD, Higher Education Technical School of Professional Studies Novi Sad, spaic@vtsns.edu.rs

⁵ing. bach Higher Education Technical School of Professional Studies Novi Sad, anasenderak@yahoo.com

1. INTRODUCTION

Composition of the cell wall changes with the type of wood or plant, but generally speaking, 40–45% of wood is cellulose, 25–35% are hemicelluloses, 15–30% is lignin, and other compound are represented up to 10%. Bonds between different components of wood can be hydrogen and covalent (ether, ester, glycoside).

Lignin is a highly cross-linked polyphenolic polymer, with molecule masses over 10000, whose structural units doesn't repeat regularly and which presents one of the most complex organic aromatic polymers in nature. Lignin fraction of biomass is important source of benzene, phenol and dihydroxybenzenes during combustion. From the main components of the biomass, lignin represents the greatest difficulty in understanding the relationship between structure and production mechanism of the gaseous products during typical thermochemical conversion processes. This feature is caused by the complexity of its structure and problems in relation to its isolation from the original material, without disturbing its natural structure. The structure of lignin is based on three different cinnamyl alcohols as precursors (*p*-coumaryl alcohol, coniferyl alcohol and sinapyl alcohol), Fig. 1, [1] [2].

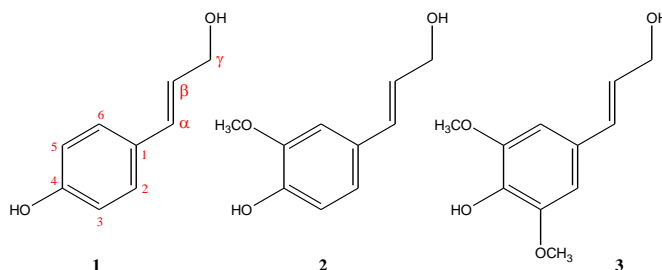


Fig. 1: Cinnamyl alcohols: 1 *p*-coumaryl alcohol, 2 coniferyl alcohol and 3 sinapyl alcohol

Polysaccharide components of the cell wall of the plants are highly hydrophilic, according to that, they are water permeable, while lignin is more hydrophobic. Lignin is one of the slowest decomposing components of a dead vegetation and represents dominant source of material for creation of humus, due to its own decomposition [2]. Humic acids are the main representatives of the humic substances which are the main organic constituents of the ground (humus), peat and coal [3]. From the dead plant to the metamorphic rock (anthracite), there is a need to pass staying at the mud of a swamp, where anaerobic degradation followed by releasing of volatile substances takes place, to the continual „penetration“ further into the depth of the Earth followed by increased pressure and temperature, with permanent lack of oxygen and further releasing of water and volatile substances, by which level of polymerization and carbon content are increasing [4]. The fragment of lignin structure is represented on the Fig. 2, and a fragment of humic acid is represented on Fig. 3, so it can be noticed that the number of mutually condensed rings in humic acid increases in relation to lignin.

Properties of wood as a material depend on a type of wood from which it is obtained. The wood density varies with species, and strength depends of its density (mechanical properties). Any wood is usually classified as softwood or hardwood. In the chemical aspect, difference between hardwood and softwood tree is caused by the composition of its lignin.

The lignin of the hardwood tree is primarily derived from sinapyl and coniferyl alcohol, while lignin from the softwood is dominantly derived from coniferyl alcohol [5].

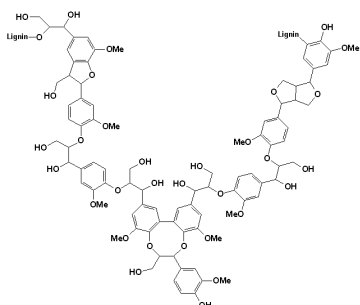


Fig. 2: A small piece of lignin polymer, the image downloaded from the Internet, reference [2]

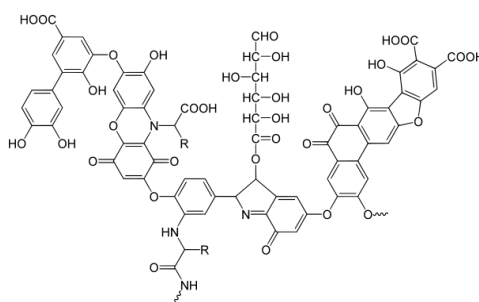


Fig. 3: Example of a typical humic acid, the image downloaded from the Internet, reference [3]

The hardwood tree as a fuel has greater reputation than the softwood because it produces less smoke and burns longer [5], and pellets obtained from these two types of wood behave similarly [6]. High lignin content wood is an excellent fuel, since lignin gives more energy during combustion than cellulose [2]. Percentage participation of cellulose, hemicelluloses and lignin in composition of chosen lignocellulosic materials is represented in Table 1 [7].

Table 1: Percentage composition of chosen lignocellulosic materials

| Lignocellulosic materials | Cellulose (%) | Hemicelluloses (%) | Lignin (%) |
|---------------------------|---------------|--------------------|------------|
| Hardwood stems | 40-55 | 24-40 | 18-25 |
| Softwood stems | 45-50 | 25-35 | 25-35 |
| Nut shells | 25-30 | 25-30 | 30-40 |
| Corn cobs | 45 | 35 | 15 |
| Grasses | 25-40 | 35-50 | 10-30 |
| Leaves | 15-20 | 80-85 | 0 |
| Paper | 85-99 | 0 | 0-15 |
| Newspaper | 40-55 | 25-40 | 18-30 |

2. FLAMING COMBUSTION, SMOLDERING COMBUSTION, GLOWING / EMBERING COMBUSTION

Combustion or burning is the sequence of exothermic chemical reactions between a fuel and an oxidant (oxygen, fluor, chlorine) accompanied by the releasing of heat and chemical transformations of substances. Released heat produces light in the form of glowing or a flame. The combustion can be complete and incomplete, which conditions type of produced products. Any combustion on high temperature in the atmospheric air, which contains 79% of nitrogen, produces also small amounts of nitrogen oxides (NO_x).

For most fuels (diesel oil, coal, wood) pyrolysis emerges before combustion. During incomplete combustion, products of pyrolysis remain unburnt and contaminate smoke with dangerous particles and gasses. The partly oxidized substances are also problematic, as for example acetaldehyde produced by incomplete oxidation of ethanol [8].

The smoldering/smouldering combustion is a slow, low temperature form of combustion without flame, maintained by the heat which develops during direct attack of oxygen on the surface of a solid fuel. The smoldering represents serious fire hazard from two reasons. The first reason is that smoldering may cause transformation of fuel into dangerous compounds in a much greater degree than flaming combustion (although it develops at a slower rate). The second reason is that smoldering often represents predecessor of flame, causing indirectly flame, by thermal sources too weak to directly produce flame. Sometimes the term smoldering is used inappropriately to describe no flame response of solid and liquid organic materials to an external heat flux. Any type of organic material, when exposed to enough heat flux, is going to decompose, releasing gaseous products and smoke. This process of gasification usually doesn't include, or includes in a small degree, oxidation, so it is endothermic. So, such a process can more appropriately be called forced pyrolysis than smoldering [9].

Smoldering is usually incomplete combustion reaction. Solid materials which can keep smoldering combustion include: coal, cellulose, wood, cotton, tobacco, peat, duff, humus, synthetic foams, charring polymers (including polyurethane foam) and dust. Usual examples of smoldering combustion are initiating of the residential fires from the upholstered furniture by the effect of weak sources of heat (for example, cigarette, wire with short-circuit) and persistent combustion of biomass behind the fire front.

Substances or materials which undergo combustion are called fuels (natural gas, propane, kerosene, diesel, petrol, charcoal, coal, wood, etc.). Combustion of a liquid fuel in an oxidizing atmosphere actually occurs in a gas phase. It is the vapor that burns, not the liquid. So, liquid will normally start to burn only above certain temperature (its flash/ignition point). Ignition point of the liquid fuel is the lowest temperature on which it can form an ignitable mixture with air. It is, also, minimum temperature on which enough evaporated fuel exist in the air to start combustion [8].

Combustion of solid fuels consists of several different phases which are not sharply separated, but overlap to a certain degree. These phases are: pre-heating or pre-combustion, flaming combustion, smoldering combustion and glowing or embering combustion. As fire goes forward through the fuels, released heat produces convection column which vertically lifts created products in a form of gases, vapors and particles (smoke). In the pre-heating phase, fraction of fuel located in front of the fire front starts to absorb the heat which provokes drying of the fuel. The heat causes the thermal degradation (pyrolysis) of certain components of fuel (imagine wood as a fuel), causing the release of combustible organic gases and vapors.

During the pre-heating phase, the fuel absorbs heat energy which causes releasing water vapor and combustible ingredients: tar, pitch and gases, Fig. 4.1. These ingredients ignite in contact with oxygen initiating the flaming combustion phase, Fig. 4.2. The flaming combustion phase is light-emitting oxidation of gases produced by fast thermal decomposition of fuel. This phase follows the pre-heating phase and precedes the smoldering phase, which develops at a much slower rate. The water vapor, soot and tar are the

ingredients of a visible smoke. Relatively efficient combustion produces minimum soot and tar, giving white smoke. High fuel moisture content also produces white smoke.

The smoldering combustion is combination of the dehydration process, pyrolysis, oxidation of solid phase, scattered regions of the flaming combustion and the glowing (embering) combustion, which appears after the flaming combustion, Fig. 4.3. The smoldering combustion is often characterized by large amounts of smoke consisted mostly of tar. The emissions are two times larger in relation to the flaming combustion phase (combustion with flame). In the case of large wooden ruins or deep organic soils, the smoldering combustion can last for days or even for months [10].

The example of the smoldering (subsurface fire) is combustion the debris of the World Trade Center. After that attack, fire and subsequent collapse of the Twin Towers on September 11th in 2001 year, huge pile of ruins that remained on that place was smoldering more than five months, with occasional emergence of a sudden flame near the free surface. This pile was resisting the firefighters' attempts to extinguish it until most of the ruins were removed. The levels of pollutants typical for the life environment in the lower Manhattan get back to the background level after about 200 days [11].

The embering (glowing) combustion phase is the final combustion phase after the flaming and smoldering combustion. The embering combustion is the process by which solid fuel is oxidized, and it is accompanied by incandescence of the fuel itself, Fig. 4.4. All volatile substances are already gone, oxygen is in contact with the surface which combusts and there is no visible smoke. This phase follows the smoldering combustion phase and keeps on while temperature drops under the limit necessary for the combustion, or until only non-combustible ash is remained [10]. Therefore, the embering combustion can be characterized as an intensive smoldering combustion, which has characteristics of higher temperature and greater accessibility of oxygen in relation to smoldering combustion [10-12].



Fig. 4: Phases of solid fuel combustion

Fig. 4.1: Pre-heating
or pre-combustion

Fig. 4.2: Flaming
combustion

Fig. 4.3: Smoldering
combustion

Fig. 4.4: Glowing or
embering combustion

3. EXPERIMENTAL PART

3.1. Experimental methods

The experiments were performed in digester, with risen glass front, without artificial ventilation, by using of the apparatus presented in the reference [13]. Gas burner burns the mixture propane-butane. The samples are thermally treated on the panels of inox ($20 \times 20 \times 0.1$ cm). The pyrolytic process is carried out on the compact plate, and the combustion process on the plate of the same dimensions, which in its central part (dimensions 10×10 cm), has 81 openings with diameter 2.5 mm, evenly arranged. The edge of funnel is placed on the distance 105 cm from the surface of table (so the absorbed gases were on a room temperature). During the experiment, the ambient temperature and pressure in the room were measured (27°C , 101.8 mbar). The mass of each sample was measured before the thermal treatment, and then it was treated, and the measured parameters are represented in the Table 3 and Table 4. During the combustion process, the gas burner was put out at the moment of ignition the sample. During the pyrolysis process, the gas burner remained turned on till the sample changed to ash. The sampling of gas products, with the goal to determine benzene, toluene, ethylbenzene and xylene, BTEX compounds, was performed with the Apex Persona Air Sampling Pump with air flow of 1 l/min. Temperatures of the samples were measured by using digital thermometer DTI, by thermocouple NiCr-Ni, with accuracy of measurement 1°C .

BTEX Were adsorbed from the air by sorbent tubes with activated charcoal Orbo 32 Large, LOT: ORB00231, Cat. No. 20228, desorbed with 1.5 ml carbon disulfide (CS_2) and analysed by the gas chromatograph.

Standard BTEX solution, concentration 2000 $\mu\text{g/ml}$ for each individual component, manufacturer Supelco, the catalogue number 47993, was used for the quantitative determination. Extracts were analyzed on the gas chromatograph Agilent 7890 A with FID detector. The non-polar column HP – 5, $30 \text{ m} \times 0.32 \text{ mm}$, and nitrogen as a gas carrier were used for separation.

Temperature program of column: initial temperature 40°C , 2 minutes; first ramp 20°C/minute ; 230°C , 2 minutes. Duration of the analysis 16.5 minutes.

The particle size distribution, in the sample of poplar wood sawdust, was determined by means of the vibrating device, VEB LABORTECHNIK THYR 65375, which contains a set of sieves of various sizes of openings, and the results are shown in Table 2.

Total moisture content, in the sample of poplar wood sawdust, determined according to standard SRPS EN 14774-2 [14], and the result is shown in Tables 3 and 4.

3.2. Results

Table 2: Particle size distribution, in the sample of poplar wood sawdust

| Fraction number | Particle size (mm) | Mass of fraction (g) | Mass fraction (%) |
|-----------------|--------------------|----------------------|-------------------|
| 1. | > 2 | 35.93 | 35.93 |
| 2. | 1-2 | 37.56 | 37.56 |
| 3. | 0.5-1 | 14.78 | 14.78 |
| 4. | 0.315-0.5 | 6.85 | 6.85 |
| 5. | 0.125-0.315 | 3.87 | 3.87 |

Continued Table 2: Particle size distribution, in the sample of poplar wood sawdust

| | | | |
|----------------------------|-------------|--------|------|
| 6. | 0.063-0.125 | 0.56 | 0.56 |
| 7. | < 0.063 | 0.18 | 0.18 |
| Sum mass of fractions (g) | | 99.82 | |
| Mass loss (g) | | 0.18 | |
| Initial mass of sample (g) | | 100.00 | |

Table 3: Combustion process

| Combustion | Sample number 1 | Sample number 2 | Sample number 3 |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|
| Mass of sample (g) | 5.00 | 5.00 | 5.00 |
| Total moisture content of the sample (%) | 6.23 | | |
| Volume of air sampled (l) | 16.5 | 16.5 | 16.1 |
| Initial sample temperature (°C) | 28.3 | 33 | 27.7 |
| Temperature of appearance of smoke (°C) | 30.3 | 34 | 29.2 |
| Time of appearance of smoke (s) | 15 | 9 | 16 |
| Temperature of appearance of flame (°C) | 86 | 99 | 90 |
| Time of appearance of flame (s) | 71 | 74 | 100 |
| Max temperature of sample (°C) | 576 | 403 | 455 |
| Temperature when flame stops (°C) | 404 | 317 | 436 |
| Time when flame stops (s) | 183 | 196 | 194 |
| Max temperature of ember (°C) | 466 | 338 | 369 |
| Time when combustion/embering stops completely (s) | 987 | 992 | 965 |
| Mass of benzene per kilogram of sample (mgkg ⁻¹) | 1.72 | 1.86 | 1.80 |
| Average benzene concentration in sampled air volume (mgm ⁻³) | 0.52 | 0.56 | 0.56 |

Table 4: Pyrolysis process

| Pyrolysis | Sample number 1 | Sample number 2 | Sample number 3 |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|
| Mass of sample (g) | 5.00 | 5.00 | 5.00 |
| Total moisture content of the sample (%) | 6.23 | | |
| Volume of air sampled (l) | 12.6 | 11.7 | 11.2 |
| Initial sample temperature (°C) | 27.5 | 27.3 | 27.3 |
| Temperature of appearance of smoke (°C) | 28.2 | 28.2 | 34.8 |
| Time of appearance of smoke (s) | 17 | 16 | 20 |
| Temperature when smoke stops (°C) | 233 | 320 | 346 |
| Time when smoke stops (s) | 184 | 187 | 192 |
| Max temperature of ember (°C) | 390 | 398 | 480 |
| Time when glowing/embering stops completely (s) | 755 | 702 | 670 |
| Mass of benzene per kilogram of sample (mgkg ⁻¹) | 1.88 | 1.73 | 1.75 |
| Average benzene concentration in sampled air volume (mgm ⁻³) | 0.74 | 0.74 | 0.78 |

4. DISCUSSION AND CONCLUSIONS

In our previous investigations with the poplar wood pellets, we proved that from BTEX compounds, during pyrolysis and combustion, only benzene was detected. The mass of produced benzene per unit of fuel mass (pellets) was the same size range for the both processes [13].

The goal of this paper was to investigate if the poplar wood sawdust (raw material for producing the pellets used in work [13]), during processes of pyrolysis and combustion, also produced the same BTEX compounds, and in which mass per unit of fuel mass (sawdust).

It was determined that from BTEX compounds, only benzene was produced by pyrolysis and combustion of the poplar wood sawdust. Benzene is produced by thermal decomposition of lignin component of wood (sawdust, pellets).

By comparing the average mass of benzene released per unit of fuel mass for pellets (combustion: 1.66, 1.66, 1.70 [average: 1.67 mgkg⁻¹]; pyrolysis: 1.82, 1.73, 1.82 [average: 1.79 mgkg⁻¹]) [13], and sawdust (combustion: 1.72, 1.86, 1.80 [average: 1.79 mgkg⁻¹]; pyrolysis: 1.88, 1.73, 1.75 [average: 1.79 mgkg⁻¹]), it can be noticed that size range is the same in all cases, and the smallest value is during process of pellet combustion. Based on above mentioned, it can be concluded that during peletting poplar wood sawdust chemical composition doesn't change considerably, so by that very fact, type or amount of the combustion products also doesn't change.

5. ACKNOWLEDGEMENT

The authors would like to express their gratitude to Mr. Jovan Dedić, the owner of the company „MARANTA“ Ltd., for his kindness and ceded Canadian poplar wood sawdust.

Represented photos were taken by professional photographer, Mr. Jovan Popović, and on this occasion we would like to express our gratitude to him.

6. LITERATURE

- [1] Kibet, J.; Khachatryan, L.; Dellinger, B. (2012): Molecular Products and Radicals from Pyrolysis of Lignin, *Environmental Science & Technology*, 46, 12994–13001.
- [2] <http://en.wikipedia.org/wiki/Lignin>, Maj 2014.
- [3] http://en.wikipedia.org/wiki/Humic_acid, Maj 2014.
- [4] <http://www.abc.net.au/science/articles/2013/02/18/3691317.htm>, Maj 2014.
- [5] <http://en.wikipedia.org/wiki/Wood>, Maj 2014.
- [6] <http://www.rwe.com/web/cms/mediablob/en/1916900/data/488754/1/heizprofi/downloads/Combustion-behaviour.pdf>, Maj 2014.
- [7] Sun, Y.; Cheng, J. (2002): Hydrolysis of lignocellulosic materials for ethanol production: a review, *Bioresource Technology*, 83, 1–11.
- [8] <http://en.wikipedia.org/wiki/Combustion>, Јуни 2014.

-
- [9] Ohlemiller, T. J. (2002): *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 3rd ed. (Smoldering Combustion, pp. 2.200–2.210)*. Massachusetts: The National Institute of Standards and Technology.
- [10] <http://wiki.safnet.org/index.php/Wildfire>, Maj 2014.
- [11] Rein, G. (2009): Smouldering Combustion Phenomena in Science and Technology, *International Review of Chemical Engineering*, Vol. 1, N. 1, 1-18.
- [12] Malow, M.; Krause, U. (2008): Smouldering Combustion of Solid Bulk Materials at Different Volume Fractions of Oxygen in the Surrounding Gas, *Fire Safety Science—Proceedings of the Ninth International Symposium*, 303-314.
- [13] Milanko, V.; Spaić, S.; Marinković, V. (2014): BTEX Combustion and Pyrolysis Products of Poplar Wood Pellets, International Conference on Advanced Technology & Sciences (ICAT'14), Antalya, Turkiye.
- [14] SRPS EN 14774-2, *Чврста биогорива - Одређивање садржаја влаге - Метода сушења у сушници - Део 2: Укупна влага –поједностављена метода.*

Peter RANTUCH¹

Original scientific paper

Karol BALOG²

Jozef MARTINKA³

DETERMINATION OF ACTIVATION ENERGY VIA CONCENTRATION OF CARBON MONOXIDE IN COMBUSTION GASSES

Abstract: This article deals with the application of non-isothermal, model-free methods for calculation of activation energy from carbon monoxide concentration in combustion gases. The following methods were applied for the mentioned purpose: Kissinger method, Ozawa method, Boswell method, Tang method and Straniks methods. The temperature at maximal mass loss or more precisely, the temperature at the same degree of conversion was substituted by the temperature at the maximum carbon monoxide concentration in gaseous products of thermal decomposition. Samples of beech dust were used for the experiment. Test took place in the air flow at the heating rate of $1.86\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$, $3.78\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$, $5.79\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$, $7.80\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$ and $10.11\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$. Based on the individual mentioned methods, the activation energy was determined in the range from $57.5\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ to $67.3\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. The squares of correlation coefficient represented values from 0.9709 to 0.9793.

Key words: activation energy, carbon monoxide, combustion, ignition, thermal decomposition

ОДРЕЂИВАЊЕ ЕНЕРГИЈЕ АКТИВАЦИЈЕ НА ОСНОВУ КОНЦЕТРАЦИЈЕ СО ГАСОВИТИМ ПРОДУКТИМА САГОРЕВАЊА

Апстракт: Предмет рада је примена неизотермних, без моделних метода за прорачун активационе енергије из угљен монооксида у гасовитим продуктима сагоревања. Примењене су: Кисинџер метод, Озава метод, Босвел метод, Танг метод и Страникс метод. Температура максималног губитка масе или прецизније, температура на нивоу саме конверзије је замењена температуром максималног нивоа концентрације ЦО у гасовитим продуктима термичке декомпозиције. За експеримент су употребљени узорци прашине букве. Услови тестирања су били следећи: проток ваздуха на температури $1.86\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$, $3.78\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$, $5.79\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$, $7.80\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$ и $10.11\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$. На основу наведених метода наведена енергија активације је одређена у распону од $57.5\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ до $67.3\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Key words: енергија активације, угљен моноксид, сагоревање, паљење, термичка декомпозиција

¹ Ing., PhD., Faculty of Materials Science and Technology in Trnava, Slovak University of Technology in Bratislava, Paulínska 16, 917 24 Trnava, Slovakia, peter.rantuch@stuba.sk

² Prof. Ing., PhD., Faculty of Materials Science and Technology in Trnava, Slovak University of Technology in Bratislava, Paulínska 16, 917 24 Trnava, Slovakia, karol.balog@stuba.sk

³ Ing., PhD., Faculty of Materials Science and Technology in Trnava, Slovak University of Technology in Bratislava, Paulínska 16, 917 24 Trnava, Slovakia, jozef.martinka@stuba.sk

1. INTRODUCTION

The 1 projects that world energy consumption will grow by 56 % between 2010 and 2040. Total world energy use rises from 524 quadrillion British thermal units (Btu) in 2010 to 630 quadrillion Btu in 2020 and to 820 quadrillion Btu in 2040 (Figure 1). Much of the growth in energy consumption occurs in countries outside the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), known as non-OECD, where demand is driven by strong, long-term economic growth. [1]

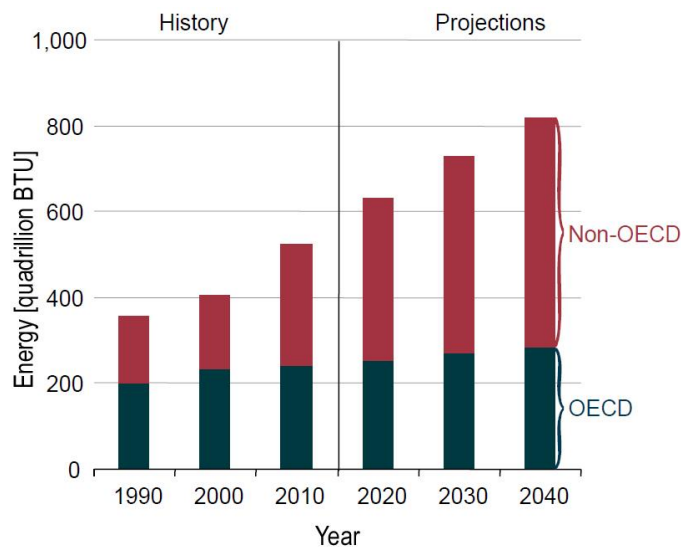


Figure 1 World energy consumption, 1990-2040 [1]

The environmental and energy policies in most nations worldwide aim at replacing fossil fuels with renewable sources of energy. The use of wood pellets made from sawdust is rapidly increasing. [2] On the other hand, households in many non-OECD countries still rely heavily on traditional, nonmarketed energy sources, including wood, for heating and cooking. [1] Biomass combustion was clearly defined by three main stages: devolatilization stage (Dev. stage), char oxidation stage (Oxid. stage) and remaining char burning stage (Rem. stage). [3]

Pyrolysis of biomass can be divided into five thermal zones:

zone I: <100 °C mainly moisture evolution

zone II: 100 °C – 250 °C extractives start decomposing

zone III: 250 °C – 350 °C predominantly hemicellulose decomposition

zone IV: 350 °C – 500 °C mainly cellulose and lignin decomposition

zone V: > 500 °C mainly lignin decomposition [4]

Thermal decomposition of biomass is complex functions of the experimental conditions, under which the pyrolysis process proceeds. The most important factors, which affect the yield and composition of the volatile fraction liberated, are: biomass species, chemical and structural composition of biomass, particle size, temperature (i.e. temperature–time history), heating rate, atmosphere, pressure and reactor configuration. [5]

Ignition temperature and burnout temperature of biomass samples are found to increase with increasing heating rate. It is observed that the reactivity of biomass fuels is due to the combustion of light volatiles; however the energy release of biomass fuels is mainly due to the combustion of fixed carbon. [6]

The activation energy is often interpreted as the energy barrier opposing the reaction.[7] A relatively large number of works deals with determination of the activation energy of thermal decomposition of the wood.

As we can see in the tab. 1 the presented activation energy values are relatively dissipated depending on the conditions of the measurement and the used method of determination.

Table 1 Activation energy of various lignocellulosic materials

| Material | Atmosphere | Heating rate (°C.min ⁻¹) | Method | Activation energy (kJ.mol ⁻¹) | Source | |
|---------------|---------------------------|---|---------------|--|--------|----|
| Beech | Air | 5 - 20 | - | 113.0-200.4 | 8 | |
| Beech | N ₂ | 10 | Friedman | 72.7-208 | 9 | |
| Maple | N ₂ | 2 - 15 | Friedman | 156.0 | 10 | |
| | | | FWO | 155.8 | | |
| | | | Coats-Redfern | 154.3 | | |
| | | | Kissinger | 153.7 | | |
| Pine | N ₂ | 2 - 15 | Friedman | 161.5 | | |
| | | | FWO | 161.8 | | |
| | | | Coats-Redfern | 160.4 | | |
| | | | Kissinger | 159.3 | | |
| Pine | N ₂ | 5 - 20 | Friedman | 44-160 | | 11 |
| Pine branches | He | 10 - 50 | Ozawa | 167.6 | | 12 |
| Pine branches | 79 He + 21 O ₂ | 10 - 50 | Ozawa | 89-133.8 | | |
| Pine bark | He | 10 - 50 | Ozawa | 184.3 | | |
| Pine bark | 79 He + 21 O ₂ | 10 - 50 | Ozawa | 22.6-94.5 | | |

| | | | | | |
|--------------|-----------------------------|---------|---------------|---------------|----|
| Pine needles | He | 10 - 50 | Ozawa | 164.3 | |
| Pine needles | 79 He + 21 O ₂ | 10 - 50 | Ozawa | 89.9-131.7 | |
| Pine bark | 21% O ₂ + 79% Ar | 10 - 80 | Coats-Redfern | 95-610 | 3 |
| Pine | Air | 10 - 30 | Coats-Redfern | 15.29-136.02 | 13 |
| Poplar | N ₂ | 2 - 15 | Kissinger | 153.92 | 14 |
| | | | KAS | 104.95-209.90 | |
| | | | FWO | 107.86-209.49 | |
| Poplar | N ₂ | 10 - 80 | Kissinger | 138.65 | 15 |
| | | | Ozawa | 141.25 | |

2. EXPERIMENTAL PART

Five beech wood samples of weight from 2.000 g to 2.002 g were tested. These samples were in a form of dust with a fraction size from 150µm to 200µm. Before testing the wood dust was being dried-up at 105 °C during 24 hours. The samples were put in the Setchkin furnace and furthermore thermally stressed by a steady heating of these parameters: 1.86 °C.min⁻¹, 3.78 °C.min⁻¹, 5.79 °C.min⁻¹, 7.80 °C.min⁻¹ and 10.11 °C.min⁻¹. The testing took place under air flow conditions of 6 dm³.min⁻¹.

On the figure 2, the testing apparatus scheme is displayed. The steady heating of the wood dust was accomplished by using a hot air furnace in accordance with the ISO 871:2010 (2). The sample was paced into a metallic vial using a designated sample holder (1). The amount of carbon monoxide was monitored by a combustion products detector Testo 350X/L (3). The detection probe which took away the thermal degradation gaseous products of the wood dust was located 5 cm above the top opening of the furnace. Obtained values were distributed into the computer and recorded every 10 seconds.

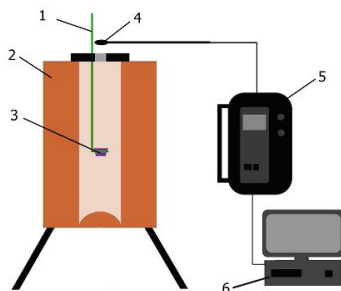


Figure 2 Schematic chart of measuring device; 1 – designated sample holder, 2 – hot air furnace, 3 – metallic vial with a testing sample, 4 – gas sampling probe, 5 – emission analyzer, 6 – computer

3. MODEL-FREE METHODS

Activation energy of thermooxidation of beech wood was determined by Kissinger method, Ozawa method, Boswell method, Tang method and three Starink methods.

3.1. Kissinger method

In differential thermal analysis, the temperature at which the peak deflection occurs for a given heating rate is determined both pre-exponential factor and activation energy. If the heating rate is changed, the peak temperature is changed. The variation of peak temperature with heating rate is governed only by the activation energy:

$$\ln\left(\frac{\beta}{T_m^2}\right) = \text{cons} \tan t - \frac{E}{RT_m} \quad (1)$$

Plotting $\ln\left(\frac{\beta}{T_m^2}\right)$ versus $\frac{1}{T_m}$ should give a straight line of slope $-\frac{E}{R}$. [7]

3.2. Ozawa method

Ozawa method utilizes the linear relation between peak temperature and logarithm of heating rate:

$$\log \beta = \text{cons} \tan t - \frac{0.4567E}{RT_m} \quad (2)$$

[16]

3.3. Boswell method

A less known method to calculation of activation energy was proposed by Boswell [17]:

$$\ln \frac{\beta}{T_m} = \text{cons} \tan t - \frac{E_a}{RT_m} \quad (3)$$

There are also methods (Tang method, Starink methods...), which are based on the temperature at given value of conversion. For the calculation of activation energy it was substituted by peak temperature.

3.4. Tang method

Tang's equation for the evaluation of non-isothermal kinetic parameters has been obtained from the dependence, which can be put in the form:

$$\ln\left(\frac{\beta}{T_\alpha^{1.894661}}\right) = \text{cons} \tan t - \frac{1.00145033E_\alpha}{RT_\alpha} \quad (4)$$

Plotting $\ln\left(\frac{\beta}{T_\alpha^{1.894661}}\right)$ versus $\frac{1}{T_\alpha}$, the activation energy E_α is obtained from the slope.

[18, 19]

3.5. Starink methods

Starink in his works presented three isoconversion methods for obtaining activation energies from experiments performed at constant heating rate. Similar to Ozawa and Kissinger methods they are based on obtaining the slope of a logarithmic function containing the heating rate versus $\frac{1}{T_\alpha}$. [20]

The equation of Starink I. method has form:

$$\ln \frac{\beta}{T_\alpha^{1.8}} = \text{cons} \tan t - A \frac{E_\alpha}{RT_\alpha} \quad (5)$$

$$A = 1,0070 - 1,2 \cdot 10^{-5} E_\alpha \quad (6)$$

The activation energy is obtained from the slope of a plot of $\ln \frac{\beta}{T_\alpha^{1.8}}$ versus $\frac{1}{T_\alpha}$.

The equation Starink II. method is:

$$\ln \frac{\beta}{T_\alpha^{1.95}} = \text{cons} \tan t - \frac{E_\alpha}{RT_\alpha} \quad (7)$$

The Starink III. method used to calculation of activation energy equation:

$$\ln \frac{\beta}{T_\alpha^{1.92}} = \text{cons} \tan t - 1,0008 \frac{E_\alpha}{RT_\alpha} \quad (8)$$

In these methods, activation energies are determined from the slopes of plots of $\ln \frac{\beta}{T_\alpha^{1.95}}$

respectively $\ln \frac{\beta}{T_\alpha^{1.92}}$ versus $\frac{1}{T_\alpha}$.

[20; 21]

The equations of all previous methods can be written in one form:

$$\ln \frac{\beta}{T_m^s} = X - Y \frac{E_\alpha}{RT_m} \quad (9)$$

where s, X and Y are specific constants for each method.

The mentioned activation energy calculation methods are used mainly for activation energy determination from data obtained from thermogravimetric analysis. According to the fact that it is possible to determine the initiation and the rate of combustion through the concentration of gaseous products, it seems that these methods can be used for calculating the activation energy values from the gaseous products of the thermal degradation of the samples. The combustion products were not captured but the concentrations of the gases were analyzed in their flow and as for the location of the detection probe higher above the top opening of the furnace, the isoconversional methods used for activation energy calculations were modified, and therefore the calculations were done from temperatures that represent maximal concentrations. For this reason a sole activation energy value was obtained by each method. This procedure, but done vice versa, was used in the past for today's most frequently used Kissinger-Ahahira-Sunose method and Flynn-Wall-Ozawa method which are applications of the Kissinger method and the Ozawa method for certain levels of conversion of the sample. Carbon dioxide was chosen for the measured agent because its levels can be easily determined and during thermal degradation of lignocellulose materials it reaches a clear maximum.

4. RESULTS

As we can see in the figure 3, the thermal decomposition of biomass can be divided into four phases according to the carbon dioxide release rate. No dramatic raise of carbon monoxide amounts of thermal degradation products of the beech wood were observed within temperatures under 200 °C. This is probably the phase of the heating during which the sample is stable and it does not undergo any decomposition. This phase is followed by a strong raise of CO concentration ended in a sharp peak. A gradual decrease phase follows. In the case of the samples heated by 1.86 °C.min⁻¹ and 3.78 °C.min⁻¹ one more peak is visible which is however less remarkable as the first one. During the last phase the concentration of the carbon monoxide reaches next to zero values. This phase is clearly visible with the samples heated by 1.86 °C.min⁻¹ and 3.78 °C.min⁻¹ and 5.79 °C.min⁻¹. As the carbon monoxide release rate raises along with the heating rate towards higher temperatures, the last mentioned phase did not occur within the thermal interval of the test with the samples heated by 7.8 °C.min⁻¹ and 10.11 °C.min⁻¹.

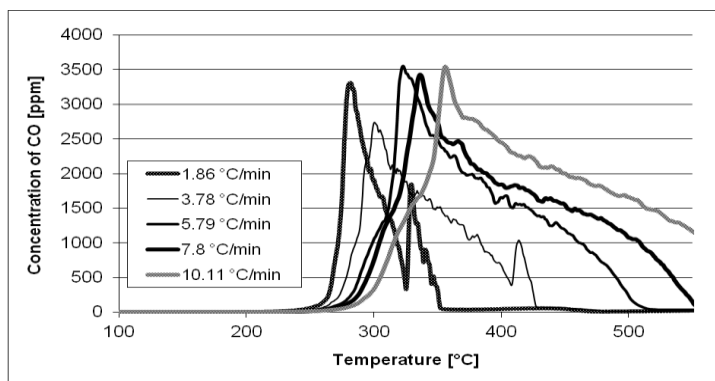


Figure 3 Carbon monoxide concentration within the thermal degradation gaseous products of beech wood versus ambient temperature dependence.

Slopes of dependence shown on the figure 4 were produced according to obtained results using equations (A), (B) and (C). The values of the square of the correlation coefficient are in all cases between 0.97 and 0.98. From the shown progresses we can determine that the trend lines are almost parallel and therefore their slopes differ minimally. This fact is reflected on a relatively small spread of activation energy values obtained by using the described methods. The maximal activation energy value ($67.3 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$) was determined by the Ozawa method whereby the square of the correlation coefficient scored highest. On the contrary, the lowest activation energy value ($57.5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$) was obtained by the Kissinger method. The activation energy values obtained by the Kissinger method, the Tang method and the Starink methods scored almost identically. Activation energies values along with the squares of the correlation coefficient values are presented in the table 2.

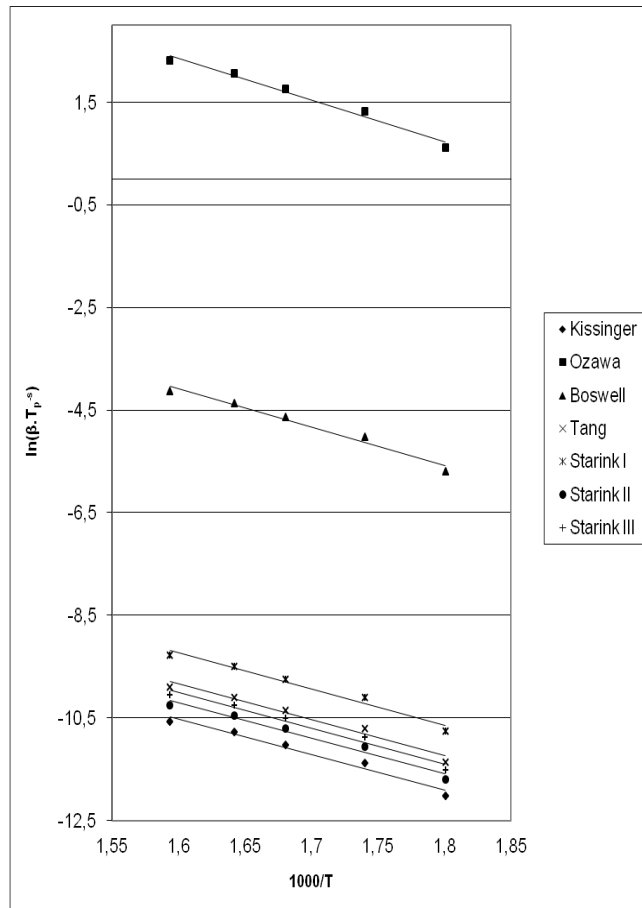


Figure 4 Dependence described by various model-free methods.

Table 2 Activation energies and the squares of correlation coefficients for the particular methods

| Method | Activation energy [kJ.mol ⁻¹] | Square of correlation coefficient [-] |
|----------------|---|---------------------------------------|
| Kissinger | 57.5 | 0.9709 |
| Ozawa | 67.3 | 0.9793 |
| Boswell | 62.4 | 0.9756 |
| Tang | 58.0 | 0.9714 |
| Starink I | 58.1 | 0.9719 |
| Starink II | 57.8 | 0.9711 |
| Starink III | 57.5 | 0.9713 |
| Average values | 59.8 | 0.9731 |

5. DISCUSSION

Similarly to other papers which were focused on the influence of temperature on lignocellulose materials [22, 23, 24] the short time resistance of wood to temperatures under 200 °C was also confirmed in case of the carbon monoxide release. The sharp maximum of the carbon monoxide slope is probably caused by the initiation of flame combustion of the sample. Based upon the previously mentioned assumption, the second (less clear peak), that occurs with the samples of lower heating rate could be possibly assigned to the termination of the flame combustion. In the end there also comes to the termination of the flameless combustion which leads to a next to zero concentration level of carbon monoxide.

During thermogravimetry the beech woods T_{peak1} was determined as 314 °C [8] with the heating rate of 5 °C.min⁻¹ what corresponds with the results stated in this study, where by using linear interpolation we can set the T_{max} as 313.9 °C for the mentioned heating rate. All obtained temperature values that represent the maximal concentration of carbon monoxide are at the same moment lower as the value stated by Gómez et al. as 380 °C for the thermogravimetric analysis in argon atmosphere. Despite the fact that this higher temperature is partially caused by a higher heating rate (20 °C.min⁻¹) [25] we can assume that the atmospheric oxygen that speeds up the thermal decomposition of flammable materials also significantly expanded the gap between these temperature values. From the obtained results we can derive a conclusion that the most expressive weight loss during the thermo oxidation of wood occurs shortly after the initiation of the combustion process. This is characterized by an intense drop of CO and a raise of CO₂ in the products of its thermal decomposition.

The determined activation energy values are lower than the values set for lignocellulose materials in works of most other authors [3, 8-15] which are shown in the Tab 1. This fact is probably caused by the testing conditions.

6. CONCLUSION

From the view of carbon dioxide release during thermal decomposition of beech wood we can divide this process into four phases:

- phase of wood thermal stability characterized by a low release rate of carbon monoxide
- phase of an intense raise of carbon monoxide levels
- phase of lowering the carbon monoxide concentration levels within the gaseous products of thermal degradation
- phase of residue heating during which an omissible amount of carbon monoxide is being released

By the application of model free methods for calculation of activation energy values using carbon monoxide concentration levels from products of thermal degradation, 57.5 kJ.mol^{-1} to 67.3 kJ.mol^{-1} values were obtained and they correspond with the lower ones stated by other authors in their works. The highest activation energy value was calculated using the Ozawa method and the lowest one by using the third Starrink method. Square of correlation coefficient values were determined from 0.9709 to 0.9793 depending on the used method. Based on these results we can state that it is possible to calculate the thermo oxidation activation energy value of the sample by measuring the concentrations of the gaseous combustion products.

7. ACKNOWLEDGEMENT:

The research has been supported by the project ITMS 26220120048 under the Research & Development Operational Programme funded by the ERDF.

8. REFERENCES

- [1] U.S. Energy Information Administration. 2013. International energy outlook 2013.
- [2] Granström, K. M. 2014. Sawdust age affectaldehyde emissions in wood pellets. *Fuel*. Volume 126: p. 219–223.
- [3] López-González, D., Fernandez-Lopez, M., Valverde, J.L., Sanchez-Silva, L. 2013. Thermogravimetric-mass spectrometric analysis on combustion of lignocellulosic biomass. *Bioresource technology*. Volume 143: p. 562-574.
- [4] Raveendran, K., Ganesh, A. , Khilar, K.C. 1996. Pyrolysis characteristics of biomass and biomass components. *Fuel*. Volume 75. Issue 8: p. 987-998
- [5] Demirbas, A. 2005. Pyrolysis of ground beech wood in irregular heating rate conditions
- [6] Thermal analysis and kinetics of biomass samples. *Journal of analytical applied pyrolysis*. Volume 73. Issue 1: p. 39-43.
- [7] Kissinger, H.E. 1956. Variation of peak temperature with heating rate in differential thermal analysis. *Journal of research af the national bureau od standards*. Volume 57: p. 217-221.
- [8] Branca, C., Di Blasi, C. 2013. A unified mechanism of the combustion reactions of lignocellulosic fuels. *Thermochimica acta*. Volume 565: p.58-64.



- [9] Patachia, S.F., Nistor M.T., Vasile, C. 2013. Thermal behavior of some wood species treated with ionic liquid. *Industrial crops and products*. Volume 44: p. 511-519.
- [10] Yao, F., Wu, Q., Lei, Y., Guo, W., Xu, Y. 2008. Thermal decomposition kinetics of natural fibers: Activation energy with dynamic thermogravimetric analysis. *Polymer degradation and stability*. Volume 93. Issue 1: p. 90-98.
- [11] Kim, S.S., Shenoy, A., Agblevor, F.A. 2014. Thermogravimetric and kinetic study of Pinyon pine in the various gases. *Bioresource technology*. Volume 156: p. 297-302.
- [12] Korobeinichev, O.P., Paletsky, A.A., Gonchikzhapov, M.B., Shundrina, I.K., Chen, H., Liu, N. 2013. Combustion chemistry and decomposition kinetics of forest fuels. *Procedia engineering*. Volume 62: p. 182-193.
- [13] Yorulmaz, S.Y., Atimtay, A.T. 2009. Investigation of combustion kinetics of treated and untreated waste wood samples with thermogravimetric analysis. *Fuel processing technology*. Volume 90. Issue 7-8: p. 939-946.
- [14] Slopiecka, K., Bartocci, P., Fantozzi, F. 2012. Thermogravimetric analysis and kinetic study of poplar wood pyrolysis. *Applied energy*. Volume 97: p. 491-497.
- [15] Gu, X., Liu, Ch., Jiang, X., Ma, X., Li, L., Cheng, K., Li, Z. 2014. Thermal behavior and kinetics of pyrolysis of the raw/steam exploded poplar wood sawdust. *Journal of analytical and applied pyrolysis*. Volume 106: p. 177-186.
- [16] Ozawa, T. 1970. Kinetic analysis of derivative curves in thermal analysis. *Journal of thermal analysis*. Volume 2. Issue 3: p. 301-324.
- [17] Boswell, P.G. 1980. On the calculation of activation energies using a modified Kissinger method. *Journal of thermal analysis*. Volume 18: p. 353-358. vidi in Benchabane, G., Boumerzoug, Z., Thibon, I., Gloriant, T. 2008. Recrystallization of pure copper investigated by calorimetry and microhardness. *Materials characterization*. Volume 59: p. 1425-1428.
- [18] Tang, W., Liu, Y., Zhang, H., Wang, C. 2003. New approximate formula for Arrhenius temperature integral. *Thermochimica acta*. Volume 408: p. 39-43.
- [19] Sprivastava, S., Zulfequar, M., Kumar, A. 2010. Study of crystallization kinetics in glassy Se_{100-x}Bix using isoconversional methods. *Journal of non-oxide glasses*. Volume 2: p. 97-106.
- [20] Starink, M.J. 1996. A new method for the derivation of activation energies from experiments performed at constant heating rate. *Thermochimica acta*. Volume 288. Issues 1-2: p. 97-104.
- [21] Starink, M.J. 2003. The determination of activation energy from linear heating rate experiments: a comparison of the accuracy of isoconversional methods. *Thermochimica acta*. Volume 404. Issues 1-2: p. 163-176.
- [22] Kačíková, D., Kačík, F. 2009. Vplyv termického pôsobenia na zmeny lignínu smrekového dreva. *Acta facultatis xylogologiae*. Volume 51: p. 71-78.
- [23] Rantuch, P., Kačíková, D., Martinka, J., Balog, K. 2014. Vplyv rýchlosti ohrevu na termický rozklad izolácie z drevovláknitej hmoty. *Acta facultatis xylogologiae*. Volume 56: p. 97-108.

-
- [24] Singh, S., Wu, Ch., Williams, P.T. 2012. Pyrolysis of waste materials using TGA-MS and TGA-FTIR as complementary characterisation techniques. *Journal of analytical and applied pyrolysis*. Volume 94: p. 99-107.
- [25] Gómez, C.J. , Mészáros, E., Jakab, E., Velo, E., Puigjaner, L.. 2007. Thermogravimetry/mass spectrometry study of woody residues and herbaceous biomass crop using PCA techniques. *Journal of analytical and applied pyrolysis*. Volume 80. Issue 2: p. 416-426.

Петра БАЛАБАН¹

Прегледни рад

ЕКОЛОШКО ВРЕДНОВАЊЕ ГРАФИЧКЕ АМБАЛАЖЕ

Резиме: У првом делу рада је дат кратак опис еколошких захтева у појединим фазама животног циклуса графичке амбалаже (из папира, картона и пластике).

Из тог описа произашли су критеријуми за оцене вредности, као и значај појединих критеријума вредновања.

Након кратке анализе поступака, дата су два примера поступка вредновања. У првом примеру је вредновање са ширег аспекта оптерећења околине амбалажом из комбинованог графичког материјала папир/синтетички материјал/алуминијум. У другом примеру је укратко наведен поступак са једноставнијом скалом за оцену еколошке вредности критеријума.

Може се закључити да је поуздано еколошко вредновање амбалаже, са квантитативним критеријумима, због комплексности, законских прописа и трошкова, тешко изводиво.

У овом раду је кориштена метода вишекритеријумске анализе употребне вредности, са субјективним вредновањем и грубљим скалама за оцену вредности. Том методом је могуће уз релативно мањи утрошак времена дати приближну еколошку оцену графичке амбалаже.

Кључне речи: еколошко вредновање, графичка амбалажа

ECOLOGICAL EVALUATION OF GRAPHIC PACKAGING

Abstract: The first part of the paper gives a brief description of the environmental requirements in certain phases of the life cycle of graphic packaging (from paper, cardboard and plastic).

From this description, the criteria for the assessment of value are derived and the importance of the individual criteria are highlighted.

After a short analysis of the procedures, two examples of the evaluation process are given. The first example is the evaluation of the broader aspects of environmental burden from packaging made of combined graphic material from paper/synthetic material/ aluminum. In the second example, procedure with a simpler scale for evaluating the ecological value of the criteria, is briefly mentioned.

It can be concluded that are liable ecological evaluation of packaging, with quantitative criteria, is hardly feasible due to the complexity, regulations and costs.

In this paper, the multi-criteria analysis of usage value, with subjective evaluation and coarser scales for assessing the values, is used. With this method, it is possible to give an approximate environmental assessment of complex graphic packaging with are latively smaller amount of time.

Key words: ecological evaluation, graphic packaging

¹ Предавач, мр, Висока техничка школа струковних студија у Новом Саду, Нови Сад, balaban@vtsns.edu.rs

1. УВОД

Оптерећења животне средине услед графичке амбалаже, под којом се у овом раду подразумева папирна, картонска и пластична амбалажа, могу наступити код добијања и припреме сировина, израде амбалажног материјала, израде амбалаже, процеса паковања, транспорта и складиштења, коришћења и збрињавања.

Еколошки оријентисани захтеви произлазе из циља, да се животна околина за време укупног еколошког животног циклуса амбалаже што је могуће мање оптерећује, са чим мањим кориштењем сировина и енергије и чим мањим настајањем отпада и емисија. Ти захтеви предмет су обраде у првом делу овог рада. Извођење критеријума за вредновање из тих захтева, проблеми код одређивања њихових величина и фактора значаја те примери оцене укупне еколошке вредности графичке амбалаже предмет су другог дела рада.

2. ЕКОЛОШКО ОРИЈЕНТИСАНИ ЗАХТЕВИ ЗА ВРЕДНОВАЊЕ ГРАФИЧКЕ АМБАЛАЖЕ

На основу литературних извора [1,2,3] и властитих сазнања, у следећем се укратко наводе општи еколошки захтеви графичке амбалаже. Еколошки критеријуми за вредновање су:

Материјал

Са еколошког аспекта материјал је најважнији критеријум за вредновање.

Производња материјала: оцењује се еколошки значај примењеног материјала с обзиром на потрошњу енергије при производњи, исцрпљеност сировинских извора, ризик за воду, земљу и ваздух при производњи оптерећење околине са остацима материјала.

Кориштење комбинованог или мешаног материјала: оцењује се проблематичност рециклаже због комбинације или мешања материјала.

Пожељни су производи из једне врсте материјала, док су комбинације или мешавине материјала нпр. пластифицирани метали, ламинати итд. непожељни због отежане поновне прерадеодносно примене.

Примена рециклираних материјала: пожељна је израда амбалаже из рециклираног материјала (нпр. из рециклованог полимерног материјала и папира). 100 % рецикловани материјал се оцењује највишом оценом.

Поновна употреба: овде се ради о прикладности материјала за рециклажу и о питању у којој мери се може поново употребити за високовредне производе.

Излучивање опасних материја: овде се оцењује да ли материјал за време обраде, прераде, складиштења, транспорта и/или кориштења може излучивати опасне материје и да ли постоји ризик у вези угрожености ваздуха, воде и земље. Производи код којих је то искључено добијају високу оцену. Чим већи је ризик, тим мања је оцена.

Еколошко збрињавање: ако се материјали не могу поново употребити или рециклирати за поновну употребу, морају се еколошки збринути. Материјали који се без проблема могу спалити или уклонити на депонију, добијају вишу оцену.

Израда

Потрошња енергије: саеколошког становишта и из економских разлога поступци израде амбалаже требају имати што је могуће мању потрошњу енергије, са чиме добијају већу оцену.

Отпад: врло ниска оцена се даје за отпад који се тешко уклања (нпр. штампарска боја, лепила).

Настајање штетних материја: ако се може искључити настајање штетних материја при изради производа и загађење ваздуха, воде и земље, даје се висока оцена. Чим је већи ризик у том погледу, тим мања је оцена.

Запаљивост и опасне материје: уколико су излучивања гасова због могућих прегревања и пожара опасна, оцена је нижа.

Рециклажа и еколошко збрињавање

Ознака материјала: оцена се даје с обзиром на могуће поновно кориштење. У том циљу материјали морају бити лако препознатљиви и лако растављиви. Амбалажа са нормираним и добро читљивим ознакама добија већу оцену. Пластични амбалажни материјали без ознаке добијају најнижу оцену.

Сепарација/раздвајање: оцењују се могућности и трошкови сепарације/раздвајања материјала амбалаже, у циљу поновне употребе односно рециклаже.

Прерада за поновну употребу: материјали амбалаже који су рециклирани и могу се као материјал користити за првобитну намену, добијају високу оцену, Амбалажа која се може још само енергетски искористити, добија нижу оцену. *Количина* отпада-чимнижа је количина која преостане након што је исцрпљена могућност поновне употребе или након рециклаже, тим боље се вреднује.

Збрињавање преосталог отпада: овде се ради о отпаду који се не може више прерађивати за поновно кориштење. Чим је лакше његово збрињавање (депоновање или спаљивање) тим већа оцена се даје. Ако се ради о специјалном отпаду, онда се даје тим нижа оцена, чим проблематичније је будуће збрињавање (испод или изнад земље, спаљивање, депоније).

Боје и лепила

Боје садодацима и везивима (смоле, уља, мономери, растварачи) као и додатне материје за сушење, код штампане графичке амбалаже имају такође еколошко дејство.

Лепила природног порекла имају предност због могућности природне разградивости, а код лепила са растварачима постоји могућност преласка растварача у садржај.

Рециклажа амбалажног материјала са лепилима (нпр. папир, ПЕТ) може бити проблематична код већих количина.

3. ЕКОЛОШКО ВРЕДНОВАЊЕ ГРАФИЧКЕ АМБАЛАЖЕ

Са еколошког становишта од одлучујућег значаја је вредност и избор амбалажног материјала, јер се најчешће производе са технологијама које оптерећују околину и троше енергију, а на крају употребе се исти морају рециклирати или еколошки збринути.

Оцене вредности критеријума се дају на различите начине, од којих ће овде бити наведена два примера.

У првом примеру се врши вредновање са ширег аспекта оптерећења околине амбалажом на примеру одабраног комбинованог графичког материјала. У другом примеру је само укратко наведен поступак са једноставнијом скалом за оцену еколошке вредности критеријума.

Свеобухватно вредновање свих еколошких критеријума, од потрошње сировина и помоћних материјала, потрошње енергије, отпадних производа, остатака, емисије у ваздух и воду, кроз читав животни циклус амбалаже, од добијања сировина израде амбалажног материјала, израде амбалаже, транспорта и складиштења, процеса паковања, коришћења/примене, поновног коришћења и збрињавања, веома јекомплексно и код поузданијег вредновања са објективним одн. квантитативним подацима изискује велике трошкове и утрошак времена.

С друге стране постоје практични и пракси блиски поступци, који захтевају релативно мало утрошеног времена. Они се додуше базирају на релативно грубим приближењима и квалитативним оценама вредности амбалаже, које ипак доприносе сагледавању проблема и уочавању слабих места у животном циклусу амбалаже.

Један од таквих поступака вредновања је анализа употребне вредности [4], која је кориштена у примерима датим у овом раду.

4. ПРИМЕРИ ЕКОЛОШКОГ ВРЕДНОВАЊА МАТЕРИЈАЛА АМБАЛАЖЕ

4.1. Пример вредновања с обзиром на конкретне могућности за смањење еколошког оптерећења узрокованог графичком амбалажом

Вредновање је приказано за комбиновани материјал (папир 82 % са 70 % већ употребљеног материјала, синтетички материјал 14 % и алуминијум 4 %) који се не може раздвојити од стране корисника. Величине података су приближно одређене према [1,5] или слободном проценом и нису произашли из неких истраживања или прописа, него су више коришћени за приказ поступка вредновања.

Потрошња сировина и помоћних материјала ($n_1=9$)

Оцена вредности овог критеријума се врши на бази шеме за оцену вредности амбалаже:

8-10 доказиве карактеристике материјала, систему прављања кружног тока материјала

6-7 доказиве карактеристике материјала, производња и збрињавање подношљиви за околину или недоказиве карактеристике материјала, систему прављања кружног тока материјала, велик удео секундарних материјала

4-5 неутрално вредновање материјала

2-3 карактеристике материјала се не могу доказати

0-1 токсични материјали

Вредновани материјал има висок удео обновљивих и секундарних сировина, са малим уделом сировина које се не могу регенерисати.

Потрошња енергије ($n_2=7$)

Велика потребна енергија за мали садржај алуминијума се компензује кроз већи удео папира и мањи удео пластичног материјала (полиолефина).

Емисије у ваздух и воду ($n_3/n_4=6/6$)

Уобзир долазе емисије SO_2 , NO_x , CH (CH_4), HCl , CO_2 , CO , $FCKW$.

За вредновање еколошког оптерећења вода могу се узети величине изражене кроз биолошке и хемијске потребе кисеоника, уделе тешких метала и растворених органских угљоводоника.

Остаци ($n_5=7$)

Остаци при добијању сировина, изради амбалажног материјала и амбалаже, исто тако се узимају у обзир као остаци поновног коришћења отпада.

Основ за вредновање остатака након коришћења амбалаже садржан је у Прописима за амбалажу [2,7].

Могућности с обзиром на систем искоришћења амбалаже ($n_6=4$)

Оцена вредности овог критеријума се врши на бази шеме:

8-10 одвојено сакупљање, велики обим и количине искоришћења, могуће искоришћење секундарних сировина у подручју амбалаже

6-7 мешано сакупљање са накнадним сортирањем, велик обим и количине искоришћења

4-5 мешано сакупљање са накнадним сортирањем, средњи обим и количине искоришћења

2-3 мешано сакупљање са накнадним сортирањем, мали обими количине искоришћења

0-1 недостајући системи сакупљања, добијање материјала није сигурно

Могућности искоришћења амбалаже ($n_7=3$)

8-10 истоврсне конструкције, са ознакама

6-7 истоврсне конструкције, са малим уделом лако растављивих делова амбалаже

4-5 различите врсте конструкција, лако растављиве

2-3 различите врсте конструкција, тешко растављиве

0-1 нерастављиви спојени материјали

Могућности искоришћења амбалажног материјала ($n_8=3$)

8-10 амбалажни материјал врло добар за рециклажу, то значи без или са незнатно смањеним квалитетом

6-7 добро искористив амбалажни материјал

4-5 неутрална оцена

2-3 само уз велике трошкове искористиви амбалажни материјал

0-1 амбалажни материјал није за рециклажу

Пошто се ради о комбиновном графичком материјалу са великим трошковима за раздвајање, то се ова особина материјала може оценити као слаба до подношљива.

Одређивање еколошког фактора значаја критеријума

Сировине и помоћни материјал- 15% (обновљиве сировине имају предност, због мање потрошње енергије, мањих емисија и добрих могућности за поновно искоришћење).

Потрошња енергије -25% (потрошња енергије као сумарни параметар за потрошњу нерегенеративних ресурса у оквиру производње енергије и, пре свега, атмосферске емисије, овде је релативно високо оцењена).

Атмосферске емисије су оцењене са - 15 %, *емисије у воду* - 10 % *и чврсти отпад са* - 10 %.

Могућности искоришћења с обзиром на систем- 10 %.

Могућности искоришћења с обзиром на амбалажу- 5 %.

Могућности искоришћења с обзиром на материјал амбалаже- 10 %.

Збрињавање је оцењено као и потрошња енергије са 25%, пошто се еколошки подношљивим збрињавањем постиже штедња ресурса, смањење потрошње енергије и смањење емисија.

Укупна еколошка вредност за наведени пример оцењених вредности и фактора значаја критеријума графичке амбалаже је:

$$N_i = \sum_{i=1}^8 n_i g_i = 9 \cdot 0,15 + 7 \cdot 0,25 + 6 \cdot 0,15 + 6 \cdot 0,10 + 7 \cdot 0,10 +$$

$$4 \cdot 0,10 + 3 \cdot 0,05 + 3 \cdot 0,10 = 5,7$$

или изражена са степеном испуњења еколошких захтева:

$$N_v = \frac{9 + 7 + 6 + 6 + 7 + 4 + 3 + 3}{8 \cdot 10} = 0,562 \text{ (56,2\%)}$$

Из резултата произлази да се произашла еколошка вредност амбалаже може акцептирати, али би било препоручиво испитати могућност евентуалног побољшања.

4.2. Хипотетички пример вредновања

За разлику од првог примера код којег је вреднован конкретан графички материјал, у овом примеру је наведена једноставнија скала са хипотетичким величинама за оцену вредности еколошких критеријума. Оцене су дате по следећем принципу:

незнатно оптерећење околине \approx висок степен испуњења захтева \approx висока оцена (максимална 10)

јако оптерећење околине \approx низак степен испуњења захтева \approx ниска оцена (најнижа 0).

Вредности критеријума су $n_i = 1$ до 10, а фактори значаја $g_i = 0$ до 100 % (наведени код сваког назива критеријума). У табели 1 је дат опис вредности критеријума за материјал амбалаже.

Табела 1: Оцене вредности критеријума за амбалажни материјал

| Критеријуми | Вредност "n" | | |
|--|---|--------------------------|--------------|
| | 1-3 | 4-6 | 7-10 |
| 1. Производња материјала ($g_i=0,04$) | | | |
| 1.1 исцрпљеност сировинских извора | велика | средња | мала |
| 1.2 производња енергије при производњи | велика | средња | мала |
| 1.3 еколошко оптерећење земље, воде и ваздуха | велико | средње | мало |
| 1.4 екол. оптерећење услед остатка материјала | велико | средње | мало |
| | За средњу вредност критеријума се узима аритметичка средина: $n_i = 1/4 \times (n_{i1} + n_{i2} + n_{i3} + n_{i4})$ | | |
| 2. Комбиновани/мешани материјал ($g_i=0,02$) Отежаност рециклаже због комбинације материјала (нпр. ламината, елем. за легирање) | отежано | делимично | није отежано |
| 3. Примена рециклираног материјала ($g_i=0,02$) 3.1 Кориштени % рециклата у материјалу | 0 до 30 % | 30 до 70 % | 70-100 % |
| 4. Поновна употреба ($g_i=0,04$) | | | |
| 4.1 Способност материјала за рециклажу | слаба | делимична | добра |
| 4.2 Количина утрошена енергије за рециклажу | велика | средња | мала |
| 4.3 Квалитет сепарације материјала на чисте врсте | лош | средњи | добар |
| 4.4 Вредност секундарног материјала из рециклата | нисковредан | осредњи | високовредан |
| | $n_i = 1/4 \times (n_{i1} + n_{i2} + n_{i3} + n_{i4})$ | | |
| 5. Излучивање опасних материја ($g_i=0,09$) Да ли се при производњи, складиштењу и транспорту могу ослободити штетне материје? | да | поподређеним околностима | не |
| 6. Еколошко збрињавање нерциклованог материјала Ранг: кућни отпад > специјалног спаљивања > спец. депоновања | тешко | средње | безпроблема |

Притом представљају оцене:

1 до 3 слабу еколошкост

4 до 6 нормалну еколошкост

7 до 10 надпросечну еколошкост

Пошто је овде разматран пример амбалаже са хипотетичким величинама, то се неће наводити еколошке вредности као у првом примеру за конкретну врсту материјала, него ће се само закључити следеће:

На основу приказаног начина еколошког вредновања може се за сваки материјал израчунати његова вредност односно квалитет његовог испуњења еколошких захтева изражен у %:

$$N_i = \frac{\sum n_{ij}}{z \cdot n_{\max}}$$

i... индекс алтернативе

j .. индекс критеријума

z-број критеријума

n_{\max} -максимално могућа вредност критеријума

Према [5] може се за добијање еколошких вредности препоручити следеће:

вредност испод 50 % - материјал је критичан, па се мора потражити боља алтернатива

вредност 50-80 %, материјал се може акцептирати, али размотрити и могућности евентуалног побољшања

вредност преко 80 %, материјал се може потпуно прихватити

У овом примеру је разматран само материјал, али је метода аналогно примењива и за остале критеријуме еколошког вредновања амбалаже.

5. ЗАКЉУЧАК

О овде укратко описаним општим начелима и захтевима код еколошки оријентисаног вредновања графичке амбалаже, мора се водити рачуна у току њеног читавог животног циклуса.

Из описа захтева произлази да се у том циклусу појављује читав низ критеријума, који због комплексности, законских прописа, објективности вредновања и трошкова отежавају поуздану оцену еколошке вредности графичке амбалаже.

Вредновање са комплексним и скупим поступцима на бази поузданих квантитативних података, тешко је изводиво.

Помоћу поједностављених поступака еколошке оцене, од којих је у овом раду два примера, кориштена метода вишекритеријумске анализе употребне вредности, која се у највећој мери заснива субјективном вредновању и грубљим скалама за оцену вредности, могуће је уз релативно мањи утрошак времена дати приближну еколошку оцену графичке амбалаже.



6. ЛИТЕРАТУРА:

- [1] VDI-Richtlinie 4409: Vorgehensweise z. Umweltorientierten Auswahl von Verpackungen, Düsseldorf, 1996.
- [2] Zakon o upravljanju otpadom, Sl. glasnik RS br. 36/2009 i 88/2010.
- [3] Reiter, B.: Bewertung im Life Cycle Assessment, Seminar, Osnabrück, 1996.
- [4] Zangemeister, C.: Nutzwertanalyse in der Systemtechnik, München, Wittmannsche Buchhandlung, 1973.
- [5] Betz, G.: Das umweltgerechte Produkt: praktischer Leitfaden für das umweltbewußte Entwickeln, Gestalten und Fertigen, Neuwied, 1996.
- [6] Bleisch, G. u.a.: Prüfpraxis für Kunststoffverpackungen, B.Behrs Verlag GMBH, Hamburg, 2012.
- [7] BG/BGIA-Empfehlungen für die Gefährdungsbeurteilung nach der Gefahrstoffverordnung, <http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/bgi790-14.pdf> (1.9.2014).



Иван ЋУКОВИЋ¹

Прегледни рад

ГАШЕЊА ПОЖАРА ЕКОЛОШКИМ СРЕДСТВИМА

Резиме: Због штетног дјеловања на озонски омотач, Монреалским споразумом из 1987. год. који је одржан у Канадском граду Монреалу и његовим каснијим ревизијама 1990. год. у Лондону и 1992. год. у Копенхагу, затражено је да се из употребе од 2000. год. потпуно избаци халон, средство које се користило за гашење пожара. Након тога, истраживања су усмјерена на изналажење нових алтернативних рјешења, односно нових еколошких средстава за гашење пожара, која би у потпуности замијенила халон. Савремена заштита од пожара поставила је захтјев да нова средства буду таква, да служе за заштиту људских живота, материјалних добара и да штетно не дјелује на животну средину. Разна истраживања која су вођена у циљу проналажења нових средстава довела су до проналаска неколико нових еколошких средстава за гашење пожара која у потпуности испуњавају еколошке захтјеве, као што су *FM - 200*, *IG - 541 (Inergen)*, *3MTM NovecTM 1230*.

Кључне ријечи: пожар, халон, озонски омотач, еколошко средство, за гашење пожара

FIRE FIGHTING ENVIRONMENTAL FUNDS

Abstract: Due to the adverse effects on the ozone layer, it was requested in Montreal Protocol from 1987 and its subsequent revisions from London in 1990 and Copenhagen in 1992, not to use halon by 2000 as a fire extinguisher. After banning the use of halon, researches have been focused on finding the alternative solutions and the new ecological fire extinguishers which would completely replace halon. Modern fire protection has set the requirement for the new gas to be the gas of future, to protect human life, material goods and not to pollute the environment. The studies that were conducted with the aim of finding the new means, have led to a wholly new range of ecological fire extinguishers such as: *FM - 200*, *IG - 541 (Inergen)*, *3MTM NovecTM 1230*, which fully meet the environmental requirements.

Key words: fire, halon, ozone, ozone layer, ecological fire extinguisher, Fire extinguisher

¹ Струковни инжењер машинства и заштите од пожара - специјалиста, "LARS FIRE" д.о.о. Карађорђева бр. 5., Подгорица, Црна Гора, pokret_njegos_ivan@yahoo.com



1. УВОД

Уколико се у процес сагоријевања, поред запаљиве материје и кисеоника, уведе нова материјална компонента, која је инхибитор процеса сагоревања, процес се зауставља. Ова чињеница представља основни појам за гашење пожара и задовољава општи захтјев који треба да задовољи средство за гашење.

Пожари су разврстани по класама и дефинисана су средства која се користе за гашење појединих класа. Будући да постоји велики број запаљивих материја и уређаја, ова класификација је општа и понекад помоћу ње није могуће утврдити које средство за гашење је најприкладније. Чињеница је да се пожари настали на електричним уређајима и на нафти и нафтним дериватима не смију гасити водом, већ се гасе помоћу ваздушне пјене, образоване смјешом воде и екстрата који је протеинског или синтетичког поријекла. За гашење пожара на електронским уређајима од краја шездесетих година прошлог вијека користи се халон, као најефикасније гасовито средство до тада развијено. Међутим, халон као и алтернативе на бази халона хемијски су производи који припадају групи фреона (флуор-хлоругљеник), који се на високим температурама пожара разлажу на нуспроизводе опасне по озонски омотач¹. Оштећење озонског омотача и формирање озонских рупа², доводи до смањења заштите штетног дејства ултраљубичастог зрачења. Ово је наметнуло потребу да се предузму веће заштите.

Сходно наведеним чињеницама³, Европска заједница донијела је уредбу о стриктној забрани коришћења халона као средства за гашење пожара тако да су се постојећи стационарни системи на бази халона морали искључити из употребе до почетка 2010. године. Ово је захтијевало да произвођачи хемијских средстава освоје нова средства која би замијенила халоне. Од тих хемијских средстава су поред способности гашења, захтјеване и друге карактеристике, посебно да не утиче на озонски омотач, да није токсичан и штетан за материјале. Нова средства су морала добити атест од надлежних лабораторија (као сто је напр. *Underwriters laboratories*), еколошки атест од институција за екологију и заштиту животне средине (агенција *Environmental Protection Agency - E.P.A.*) и испуњавање захтјева квалитета *ISO 9002*.

Нова средства која задовољавају тест квалитета у погледу гашења пожара заснована су на употреби инертних средстава. При избору средстава за гашење пожара од пресудног је значаја врста и количина материје која гори, на основу чега се одређује

¹ Озон је алотропска модификација кисеоника чији се молекул састоји од три атома кисеоника. Настаје дјеловањем ултраљубичастих зрака на кисеоник из ваздуха у вишим слојевима атмосфере. Озонски омотач се налази у атмосфери између 15 и 40 km. Кључна улога озонског омотача у одржавању биосфере је апсорпција ултраљубичастих дијела Сунчевог зрачења. Озон спречава продирање ултраљубичастих зрачења, тако да на Земљу доспијева много мањи дио Сунчевог зрачења, са мањим интензитетом и измијењеним спектром зрачења.

² Озонска рупа је област у којој је озбиљно оштећен озонски омотач.

³ Монреалски споразумом, потписаним 16. септембра 1987. године., а ревизија истога је рађена 1990. год. у Лондону и 1992. год. у Копенхагену.

које је средство најефикасније за гашење пожара и спречавање његовог даљег ширења. У пракси се најчешће дешава да пожар захвати више запаљивих материја различитих врста, односно различитих особина. У том случају, по могућности, треба изабрати средство за гашење које ефикасно гаси већину запаљивих материја које су захваћене пожаром.

2. КАРАКТЕРИСТИКЕ И ПРИМЈЕНА ЕКОЛОШКИХ СРЕДСТАВА

Еколошка средстава *FM-200*, *IG-541 (Inergen)* и *3M™ Novec™ 1230* се најчешће примјењују у аутоматским стационарним инсталацијама за гашење пожара. Процес гашења се састоји у достизању одређене запреминске концентрације чистог средства у просторији у којој се десила акцидентна ситуација - пожар. Аутоматски стационарни системи за гашење пожара еколошким средствима се састоје од:

- дијела за детекцију (детектори ручни и аутоматски, топливи елементи...),
- електро инсталација за повезивање са протипожарном централом,
- батерије са боцама у којим је под одређеним притиском смјештен гас (са сабирницама, секторским вентилима, вентилима, теговима и осталим машинским компонентама) и
- цјевовод са млазницама.

FM - 200 припада групи чистих средстава за гашење пожара, без боје и мириса, не проводи електричну енергију, нетоксичан је и нешкодљив за људски организам. Комерцијални назив *FM - 200 (HFC-227 ea)* јесте хептафлуоропропан, хемијске формуле C_3HF_7 , скраћеница од имена произвођача "*Fire Master 200*". Налази се у течном стању у боцама под притиском од 25 bar и температуре од 21 °C.

IG - 541 (Inergen) или *Inert Gas Blend (Inergen)* је мјешавина три природна гаса: азота (52 %), аргона (40 %) и угљендиоксида (8 %), припада групи чистих средстава за гашење пожара. То је безбојан гас, не проводи електричну енергију, нетоксичан је и нешкодљив за људски организам. Комерцијални назив *IG - 541*, хемијског састава $N_2+Ar+CO_2$. Налази се као компримовани гас у боцама под притиском од 200 до 300 bar (на 15 °C). Увијек је у гасовитој фази и не мијења агрегатно стање.

3M™ Novec™ 1230 је хемијско средство за гашење пожара чију основну компоненту чини 99,9 % нона-флуор-три-флуорометхил-пентанон, $C_6F_{12}O$, структурне формуле $CF_3CF_2C(=O)CF(CF_3)$ и 0,1 %, хекса-флуор-етана флуорокетон, C_2F_6 . *3M™ Novec™ 1230* је испарљива течност без боје са благим мирисом. За разлику од свих осталих хемијских средстава за гашење пожара на атмосферској температури се налази у течном стању.

Под хемијским средствима за гашење пожара подразумевају се средства која пожар гасе хемијским путем као што су *FM - 200* и *3M™ Novec™ 1230*. Инертни гасови, као што је *IG - 541 (Inergen)* пожар гасе физичким путем, загушивањем. При томе запреминска концентрација *IG - 541 (Inergen)* мора смањити запреминску концентрацију кисеоника у ваздуху на 15% или мање.

Еколошка средства за гашење пожара не штете озонски омотач и одобрена су за коришћење од стране овлашћених међународних институција *UL8*¹ и *EPA*² и користе се за гашење пожара тамо гдје је потребно избјећи оштећења скувих и вриједних материјалних добара, који су смјештени у затвореном простору, као на примјер:

- компјутерске и контролне собе,
- рачунарске централе - сервер собе,
- трезори банака,
- електронска опрема,
- трансформатори у затвореним просторијама, ,
- запаљиве течности и
- већине пожара чврстих материја изузев неколико активних метала и металних хидрида и материјала који садрже оксиде, као што су нитрат целулозе, барут и др.

Еколошка средстав *FM-200*, *IG-541 (Inergen)*, *3MTM NovacTM 1230* се могу користити за гашење пожара класе *A*, *B*, *C* и *D*, односно пожара чврстих, течних и гасовитих материја. Такође, еколошка средства не треба користити за гашење пожара следећих материјала:

- Хемикалије које имају сопствени извор кисеоника, као сто су целулозни нитрат и барути
- Реактивни метали као сто су: натријум, калијум, магнезијум, титан, литијум, уран и плутонијум.

Табела 1 Физичко хемијска својства *IG-541 - (Inergen)*, *FM-200* и *3MTM NovacTM 1230*

| Особине | IG-541 - (Inergen) | HFC- 227ea - FM-200 | 3M TM Novac TM 1230 |
|--|--------------------------------------|--------------------------------|---|
| Хемијски састав | смјеша азота, аргона и угљедиоксида | хептафлуор пропан | флуорокетон |
| CAS ³ број | смјеша | 431-89-0 | 756-13-8 (C ₆ F ₁₂ O) 76-16-4 (C ₂ F ₆) |
| Молекул. формула | N ₂ , Ar, CO ₂ | C ₃ HF ₇ | C ₆ F ₁₂ O C ₂ F ₆ |
| Температура топљења (<i>t_l</i>) | -196 °C | -131 °C | -108 °C |
| Температура кључања (<i>t_k</i>) | -78,5 °C | -17,3 °C | 49,2 °C |
| Напон паре (<i>p_n</i>) | 152 bar | 4 bar | 0,404 bar 27,5 bar |
| Специфична топлота (<i>c_p</i>) | 0,574 kJ/kgK | 1,184 kJ/kgK | 0,105 kJ/molK |

¹ Underwriters Laboratories.

² Environmental Protection Agency USA.

³ CAS (Chemical Abstracts Service) - јединствени идентификациони број хемијске супстанце.

| Механизам прекидања горења | Изолацијом и истискивањем O ₂ | хлађењем и хемијски | хлађењем и хемијски |
|----------------------------|--|---------------------|---------------------|
| Притисак у Суду | 200 или 300 bara | 25 или 42 bara | 25 или 42 bara |

| Агрегатно стање у суду | Гас | Течност и гас | Течност |
|------------------------|----------------|----------------|------------|
| Вријеме празњења | 60-120 секунде | 10 секунде | 10 секунде |
| ODP ¹ | 0 | 0 | 0 |
| GWP ² | 0 | 3500 | 1 |
| ALT ³ | 0 | 31 - 42 године | < 5 дана |
| NOAEL ⁴ | 43 % | 9 % | 10 % |
| LOAEL ⁵ | 52 % | 10,5 % | <10 % |
| Акутна тровања LC50 | | 80,00% | >10 % |

Да би се активирао систем који чини батерију боца, алармно контролисана боца је опремљена са електричним активирајућим уређајем који отвара вентил на боци, сваки пут када је активиран системом дојаве или контролним системом. Затим се пнеуматски преко вентила на осталим боцама у батерији боца, гас испушта преко колектора, цијевног развода и млазница у штићени простор.

Да би се одржала неопходна концентрација гаса еколошког средства - гаса у штићеном простору потребно је урадити следеће:

- зауставити вентилациони систем,
- затворити отворе, и
- аутоматски затворити све остале отворе као што су врата, итд.

У просторијама и уређајима у којима су предвиђене стабилне аутоматске инсталације за гашење пожара са еколошким гасом аутоматски јављачи се везују минимално у двозонској зависности како би се избијегла могућност активирања инсталације за гашење пожара на лажни аларм.

¹ ODP (*Ozone Depletion Pontential*) - потенцијал смањења озонског омотача, је индекс који узима у обзир временско уништавање озона одређене количине неке гасовите материје у односу на вријеме које је потребно истој количини фреона 11⁴⁸.

² GWP (*Global Warming Potential*) - је мјера утицаја неке материје у атмосфери на глобално отопљавање.

³ ALT (*Atmosferic Life Time*) - дефинише вријеме опстајања гаса у атмосфери.

⁴ NOAEL (*No Observable Adverse Effect Level*) - највећа доза или ниво експозиције при којој се не јављају штетни ефекти по здравље.

⁵ LOAEL (*Lowest Observable Adverse Effect Level*) - најнижа доза или ниво експозиције који изазива штетне ефекте по здравље.

Након активирања минимум два јављача (тзв. двозонско јављање) који се налазе у просторији у којој је постављена стационарна аутоматска инсталација за гашење пожара, звучни и свијетлосни сигнал упозоравају о активирању инсталације за гашење. Исто се дешава и у случају активирања ручног јављача којим се активира гашење. Начин активирања боце је преко електричног актуатора - вентила на првој боци.

Код инсталација су све команде електричне. У случају пожара, долази до активирања аутоматских јављача пожара, електрични импулс се преноси, појачава и претвара у електричну команду у контролном панелу за дојаву пожара и даље преноси и активира прву боцу у батерији боца, а затим пнеуматске вентиле на боцама.

Предвиђно је кашњење дијеловања гашења од 30 секунди, по истеку 30 секунди, гас се аутоматски испушта у просторију. Притиском на тастер за блокаду гашења, у току времена од 30 секунди, могуће је привремено одложити дијеловање аутоматског гашења.

Непосредно прије отварања вентила у циљу испуштања гаса, централа за дојаву пожара искључује вентилацију просторије која се штити еколошким средством, како би се спријечило отицање гаса вентилационим каналима. У сваком сектору гашења постављене су сирене за алармирање особља.

При активирању аутоматских јављача, истовремено се врши и укључивање алармних уређаја. Поред аутоматског постоји могућност и ручног активирања.

Сви дјелови система који троше електричну енергију морају се напајати из два независна извора.

У просторијама у којим је дошло до активирања система за аутоматско гашење пожара гасом *FM - 200* или *3MTM NovecTM 1230* неопходно је да се инсталирана хаваријска вентилација, док у просторијама у којима је дошло до активирања система за аутоматско гашење пожара гасом *IG-541 (Inergen)* на зидовима је потребно поставити растеретне клапне.

Аспект примјене *FM - 200*, *IG-541 (Inergen)* и *3MTM NovecTM 1230* као средства за гашење пожара лежи у чињеници да нема опасности од гушења угрожених особа који се затекну уштићеној просторији. Смањени проценат присуства кисеоника у ваздуху надокнађује се присуством угљен-диоксида, чиме се не ремете услови за нормално дисање угрожених особа, а поред тога, нема никаквих отровних нузпродуката.

Лабораторијским испитивањем је утврђено да *FM - 200*, *IG-541 (Inergen)* и *3MTM NovecTM 1230* не утичу на дисајне органе и кардиоваскуларни систем код људи. Угрожене особе која се нађу у атмосфери овог гаса при гашењу пожара могу извјесно вријеме боравити у тој просторији, што није случај при гашењу пожара халоном или угљен-диоксидом.

FM - 200, *IG-541 (Inergen)* и *3MTM NovecTM 1230* је медицински испитан и провјерен од стране многих свејетских институција. Све оне су прихватиле наведена средства као средство безбједно за употребу у срединама "нормалне концентрације људи".

Приликом истицања *FM - 200*, *IG-541 (Inergen)* и *3MTM NovecTM 1230* из система за аутоматско гашење уштићеном простору се не образује магла, тако да су сви евакуациони путеви у истом стању као прије активирања овог система. У влажној

атмосфери може доћи до малог смањења видљивости услед замаглења при кондензацији водене паре из ваздуха. Потенцијалне nelaгодности на које треба обратити пажњу, при евентуалном гашења пожара са наведеним средствима су бука и турбуленција. Такође, истицање истих средстава, може произвести значајан хук и буку, сасвим довољно да успаничи угрожене особе али недовољно да изазове трауматске последице.

2. ПРИНЦИП ГАШЕЊА

Коришћење гаса *FM - 200* за гашење пожара не изазива штетан ефекат глобалног загађивања животне средине. Принцип гашења гасом *FM - 200* је хемијски и хлађењем, антикаталитички ефекат. Иако не садржи хлор и има добра својства при гашењу пожара, због високог индекса *GWP* и дугог времена распада у атмосфери, "Кјото споразумом" (енг. "*Kyoto agreement*") препоручено је постепено изbacивање *FM - 200* из производње и употребе. За развијене земље производња престаје у 2010. години, док рок за потпуно изbacивање из употребе још није донијет. Такође, и за земље у развоју још није одређено вријеме престанка производње и употребе овог средстава за гашење пожара.

Примјена *IG-541 (Inergen)* као средства за гашење пожара лежи у чињеници потпуне елиминисане опасности од гушења угрожених особа који се затекну уштићеној просторији. Смањени запремински проценат кисеоника у ваздуху штићене просторије надокнађује је присуством угљен-диоксида, чиме се не ремете услови за нормално дисање угрожених особа. Осим тога, нема никаквих отровних нузпродуката. Еколошко средство *IG-541 (Inergen)* прекида процес горјења на тај начин што испуњава затворени простор, истискује ваздух и тако мијења квантитет гаса у затвореном простору. Код гашења запаљених електричних инсталација и уређаја не проузрокује пораст статичког електрицитета, смањује влажност тако да то, непосредно, смањује електро проводљивост локалне атмосфере у просторији. Заштита имовине састоји се у томе што гас *IG-541 (Inergen)*, не проузрокује корозију материјала и не оштећује електронску и другу вредносну опрему при гашењу пожара.

Основна дејства у механизму прекидања сагоривања еколошког средства *3MTM NovecTM 1230* су велики коефицијент апсорпције топлоте и хемијска реакција која се односи на везивање горивих пиролиничких продуката и грађење негоривих компоненти у зони сагоревања. Средство *3MTM NovecTM 1230* је средство са веома ниским степеном отровности и изразити диелектрик, што му даје широку примјену, посебно код заштите електронских уређаја и у срединама гдје има људи. То је средство које апсолутно не проводи струју, тако да електронски уређаји могу да буду скроз потопљени у ово средство без оштећења. Ову особину не поседује ни једна од познатих хемијских средстава за гашење пожара. Подједнако је ефикасан када се на мјесто пожара наноси у фино распршеном честицама или када се њиме мјесто пожара делимично или потпуно нагапа течном фазом. Идеалан је за мјеста гдје се поред опасности од пожара јављају и друге опасности везане за гашење пожара, као што су појава опасних материја.

3. ЗАКЉУЧАК

Примјена еколошких средстава *FM - 200*, *IG-541 (Inergen)* и *3MTM NovacTM 1230* као средства за гашење пожара лежи у чињеници да опасност од гушења угрожених особа који се затекну у штићеној просторији сведена на минимум, а заштита животне средине огледа се у томе што се не разара озонски омотач, не проузрокује корозију материјала и не оштећује електронску и другу вриједну опрему при гашењу пожара.

Недостак гаса *FM - 200* је тај што, сходно "Кјото споразумом", његова забрана производње за развијене земље је почела 2010. год., док рок за потпуно искључује из употребе још није донијето из разлога што његово опстајање у атмосфери тачније вријем распада траје од 31 - 42 године. Још једна од мана стационарних инсталација за гашење пожара на бази *FM - 200* је да у штићеном простору и мора постојати хаваријска вентилација, што код система за гашење пожара гасом *IG-541 (Inergen)* није потребно.

Предности гаса *FM - 200* је велика ефикасност гашења са малом концентрацијом.

Еколошко средство *IG-541 (Inergen)* може се рећи да је средство које нема велике недостатке. Када се гас *IG-541 (Inergen)* испусти из система за гашење пожара његови саставни елементи само настављају своју природну улогу у атмосфери, јер је он смјеша гасова азота, аргона и угљедиоксида. Предности *IG-541 (Inergen)* је широком спектару примјене.

3MTM NovacTM 1230 гаси пожар апсорбујући топлоту из пламена и ефектнији је код гашења пожара са пламеном него код тињајућих пожара. У основи, главна предност у односу на *FM-200* се огледа у драстичном смањењу утицаја на климатске промене и животну средину. Количине потребне за гашење пожара при примјени *3MTM NovacTM 1230* у односу на друге замјене за халоне, изузев *FM -200*, су два пута мање за гашење, што се битно одражава на његов утицај на околину а и величину инсталације за гашење. Поред наведених предности је и та што је транспорт могућ у обичним судовима, а не судовима под притиском.

Један од недостатака стационарних инсталација за гашење пожара на бази гаса *3MTM NovacTM 1230* да у штићеном простору који се штити гасом мора постојати хаваријска вентилација, као и код стационарних инсталација за гашење пожара гасом *FM - 200*.

4. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Емина Михајловић, Драган Млађен, Жарко Јанковић, "Процеси и средства за гашење пожара" - Ниш, 2009. год.
- [2] Стандард *NFPA 2001*
- [3] *SRPS EN 15004-10* - Инсталације за гашење пожара - Системи за гашење гасом - *IG 541*
- [4] *SRPS EN 15004-5* - Инсталације за гашење пожара - Системи за гашење гасом *HFC 227 ea*



Љиљана ЛУЧИЋ¹

ПРЕГЛЕДНИ РАД

СЕДМИ ОПШТИ ЕКОЛОШКИ АКЦИОНИ ПРОГРАМ ЕУ: ЖИВЕТИ ДОБРО УНУТАР ОГРАНИЧЕЊА КОЈЕ ПОСТАВЉА НАША ПЛАНЕТА И ОЗЕЛЕЊАВАЊЕ ПРИВРЕДЕ И ЗАПОШЉАВАЊА

Резиме: У раду се анализирају нова документа УН и ЕУ од значаја за одрживи привредни развој и закључује да је у интересу бољег живота у Србији, потребно ускладити законодавство и стратегије и прилагодити праксу новим правилима. У 2011. години у Србији је усвојена *Национална стратегија за апроксимацију области животне средине*. Стратегија је усвојена на основу важећег УН оквира за одрживи развој, Шестог еколошког програма ЕУ и одговарајућих домаћих докумената из 2008. године. У међувремену екологија се заједно са економским и друштвеним аспектом укључује у циљеве одрживог развоја и промовише зелена привреда, а у ЕУ еколошка одрживост интегрише у све политике.

Кључне речи: Рио+20; три аспекта одрживог развоја; еколошка одрживост; еколошки програм; зелена привреда; зелено запошљавање;

THE SEVENTH OVERALL ENVIRONMENTAL ACTION PROGRAM OF THE EU: LIVING WELL WITHIN THE LIMITS OF OUR PLANET AND GREENING THE ECONOMY AND EMPLOYMENT

Abstract: This paper deals with a new document of the UN and the EU are important for sustainable economic development and finds that should harmonize legislation and strategies and adapt practice the new rules, that in the interest of a better life in Serbia. In 2011. Serbia has adopted a *National strategy for the approximation of environmenta*. The Strategy was adopted on the basis of the current UN framework for sustainable development, the Sixth EU Environment Programme and relevant national documents from the 2008th year. In the meantime, ecology, together with the economic and social aspects has been involved in sustainable development and promoted the green economy, and environmental sustainability has been integrated into all EU policies.

Keywords: Rio +20; three aspects of sustainable development; environmental sustainability; environmental program; green economy; green employment;

¹ Проф. др, Универзитета, Висока техничка школа струковних студија Нови Сад Школска 1
lucic@vtsns.edu.rs



1. УВОДНА РАЗМАТРАЊА

У овом раду анализира се Седми општи еколошки акциони програм ЕУ, документа која су му претходила и која је подстакао, и започети процес изградње зелене привреде у ЕУ. Седми општи еколошки акциони програм ЕУ под називом „Живети добро унутар ограничења које поставља наша планета“, рефлектује преузете обавезе из Резолуције УН „Будућност коју желимо“ усвојене на Конференцији о одрживом развоју у Рио 2012. године. У Резолуцији се истиче да су друштвено-економски развој и еколошка одрживост нераскидиво повезани и да се заједно укључују у зелену привреду, а да је зелена привреда „један значајан инструмент расположив за достизање одрживог развоја“. С обзиром да је Србија усвојила Резолуцију УН у Рио 2012. године, а раније преузела и одређене обавезе у односу на ЕУ, питање зелене привреде је веома актуелно.

Рад поред Уводних напомена и закључка садржи три поглавља. У првом поглављу које носи назив Рио+20 анализирају се концепти одрживог развоја и зелене привреде на основу документа УН и њених агенција. У другом поглављу које носи назив Озелењавање привреде у ЕУ анализира се Седми општи еколошки акциони програм ЕУ за период 2014-2020 и друга документа којима се установљава изградња зелене привреде на основу зеленог раста и зеленог запошљавања. У трећем поглављу под називом Зелена привреда и Србија наводе се документа којима се у Р Србији регулишу питања животне средине и одрживог развоја и закључује да инвестирање у животну средину захтева велика средства, али да су добици и користи потенцијално вишеструко већи.

2. РИО+20

Конференција о одрживом развоју која се одржала у Рио 2012. године, симболично је названа Рио+20 да значи да је прошло двадесет година од прве Конференције о екологији и развоју у истом том граду. На међународном нивоу еколошке теме и одрживи развој расправљане су први пут на Конференцији УН о хуманој животнијој средини у Стокхолму 1972. године, а након Конференције у Рио, на Светском самиту о одрживом развоју у Јоханесбургу 2002. године као и на Миленијумском самиту УН у 2000. години. У 1992. години на Конференцији у Рио усвојена је Декларација са 27 принципа, која представља међународни оквир за одрживи развој и утврђена Агенда 21 - план активности за примену политика одрживог развоја на глобалном, националним и локалним нивоима, за организације УН, владе држава и главних група. На Миленијумском самиту утврђени су Миленијумски циљеви развоја (МЦР).

Животна средина и привредни развој први пут се посматрају јединствено у Извештају Светске комисије за окружење и развој из 1987. године, који је потписао Гро Харлем Брундтланд и који је по њему назван Брундтландов извештај. У овом Извештају[1] концепт одрживог развоја дефинисан је као развој који задовољава потребе садашњих генерација без да доведе у питање способност будућних генерација да задовоље своје потребе. Он укључује два суштинска концепта: а) концепт потреба, посебно суштинских потреба сиромашног света коме треба дати превасходни

приоритет; и б) идеју да се ограничи примена технологије и утицај друштва на способност окружења да задовољи садашње и будуће потребе. У документима на Конференцији у Рио 1992. године, које су усвојиле безмало све државе света, централно место у одрживом развоју добили су брига за човека, искорењавање сиромаштва, значај екологије за садашње и будуће генерације, земље у развоју, посебне друштвене групе, одређење да загађивач плаћа, одређење да државе за решавање еколошких проблема усвоје одговарајуће законодавство.

За разлику од претходне конференције, Конференција Рио+20 није донела радикалне промене. Према Агенцији за заштиту животне средине Р Србије: „Завршни документ који је на Самиту усвојен под називом Будућност коју желимо, креиран је под снажним утицајем мултинационалних компанија. У том документу се поред одрживог развоја, све више спомиње нова кованница одрживи раст. Остали значајни резултати Самита су: усвајање десетогодишњег програма за одрживу производњу и потрошњу; охрабрује се раст зелене економије и чистих технологија и посебно се истичу примери компанија, које су у своје пословне активности увеле тзв. извештавање о природном капиталу; договорено је да се до 2015. године састави листа циљева одрживог развоја, која ће додатно фокусирати свет на решавање проблема хране, енергије и воде; осам највећих мултилатералних развојних банака договорило се да у наредних десет година уложи 175 милијарди долара у развој одрживог транспорта у свету како би се смањила емисија CO₂ у атмосфери.“ [2]

Припрему, ток и исход Конференције Рио+20 определило је неколико важних одредница: неповољни извештаји о реализацији договорених циљева одрживог развоја и МЦР и негативне последице Светске економске кризе. Између осталог један од разлога неуспеха била је чињеница да је само еколошка политика циљала еколошке циљеве, док су друге политике у реализацији својих циљева занемаривале еколошку одрживост и чак допринеле да се стање животне средине погорша. Из тога разлога у Резолуцији Будућност коју желимо истакнут је значај зелене привреде и нераскидиве везе између екологије и друштвено економског развоја и интеграције три компоненте одрживог развоја на холистички и међусекторски начин.

У тражењу одговарајуће дефиниције за зелене послове, још 2008. године у свом Извештају UNCTAD се одредио ставом: „Као зелени послови могу се дефинисати сви послови који знатно доприносе одржавању или реуспостављању квалитета животне средине и избегавају оштећења земљиног екосистема у будућности. Они укључују позиције у пољопривреди, производњи, грађевинарству, монтажи, одржавању, као и у науци и техници, администрацији и услугама који су повезани са наведеним секторима, који доприносе одрживости у очувању и реуспостављању квалитета животне средине.“ [3]

У 2012. години UNCTAD је на основу става да приоритет за све земље треба да буде мобилисање инвестиција које ће сигурно допринети циљевима одрживог развоја, промовисао нову генерацију инвестиционих политика. Она има за циљ да операционализује одрживи развој у конкретне мере и механизме и за фазу креирања политике и за њену примену како на националном тако и на међународном нивоу. Да би се превазишли могући проблеми UNCTAD је развио Оквир који се састоји од: 1. сета принципа; 2. смерница за национални ниво и 3. решења за међународне споразуме. [4]

3. ОЗЕЛЕЊАВАЊЕ ПРИВРЕДЕ ЕУ

3.1. Став ЕУ према Рио+20

Од 1992. године ЕУ у континуитету има кључну улогу у међународним активностима у вези са животном средином. ЕУ је своје опредељење према конференцији Рио+20 дефинисала у документу Рио+20: Према зеленој привреди и бољој владавини.[5] ЕУ је покренула реформу за промену начина управљања одрживим развојем, заложила се за ефикасно коришћење ресурса и добру владавину и инклузиван и одрживи раст. Разлог је што је ЕУ учинила значајне напоре да испуни преузете обавезе и пружила велики допринос реализацији постављених циљева одрживог развоја на глобалном нивоу, међутим са једне стране ефекти нису као што се очекивало, а са друге стране светска економска криза наметнула је проблеме Унији за које тражи најефикаснија решења.

У последњим деценијама и поред напретка и позитивних глобалних трендова, међу којима је смањење сиромаштва (у односу на 1990. у 2012. години број људи који живи са мање од 1,25\$ на дан смањен је за 700 мил. људи), унапређење образовања, здравља и приступа здравој води, проблеми су и даље веома велики. У свету живи и даље 1,2 млрд. становника у екстремном сиромаштву, скоро 15% светске популације је гладно[6], шестина светске популације је неухрањена, а да истовремено еколошке претње нису превазиђене него су постале још веће. Повећана је тражња за ресурсима (као што је земља, вода, шуме, екосистеми) што је довело до раста њиховог трошења и деградације. Упркос напретку у имплементацији међународних конвенција, излагање опасним супстанцама (опасном отпаду од пестицида) наставља се и у развијеним и у земљама у развоју. Многи од еколошких проблема нису независни него су међусобно повезани и зависни. Ако се буде добро управљало будућим економским растом за кога се очекује да буде најбржи у земљама са тржишном привредом у настајању, економски раст може помоћи људима да изађу из сиромаштва. Међутим, наставак садашњег обрасца потрошње и производње у многим земљама широм света повећаће употребу природних ресурса, убрзати деградацију животне средине и погоршати климатске промене. Еколошки притисци и утицаји биће појачани због раста популације (очекивања су да се број становника у 2050. години повећа на 9 млрд.), урбанизације и социјалних промена (процена је да ће се у земаљама са тржишни привредама у настајању број припадника средње класе повећати за још 1,2 млрд. људи).

Истовремено чине се значајни напори да се привреда у самој ЕУ опорави од последица светске економске кризе у којој је у периоду од 2008. године до 2012. године изгубљено преко 6 милиона радних места и стопа незапослености повећала на преко 10%. Решења се траже и за проблеме које узрокује све већа зависност од увоза енергије и сировина што је последица дугорочног глобалног тренда раста оскудности ресурса и раста цена енергије и сировина. Треба имати у виду и да је у Уговору о ЕУ установљено да је циљ ЕУ успостављање пуне запослености и социјалне кохезије. Да би превазишла ове проблеме ЕУ спроводи значајан број политика и стратегија које имају за циљ да подрже транзицију на привреду која ефикасније користи ресурсе и емитује малу количину гасова који изазивају ефекат стаклене баште.

Став ЕУ према Рио+20 био је утемељен на консултацијама, текућим програмима који спадају у област одрживог развоја и Стратегије развоја ЕУ која је усвојена 2010.

године под називом Европа 2020: Стратегија за паметан, одржив и инклузиван раст. У 2011. години ЕУ је усвојила документ Растући утицај развојне политике ЕУ: Агенда за промене. Главна померања у развојној политици извршена су у фокусирању на добру владавину и инклузиван и одрживи раст уз истицање кохерентности политика као једне од најважнијих карактеристика. Кохерентност развојне политике значи да остале политике, трговинска и пољопривредна, немају негативне ефекте на развојну политику ЕУ и да развојне политике држава чланица неће бити у контрадикцији са развојном политиком ЕУ.

3.2. Европа 2020: Стратегија за паметан, одржив и инклузиван раст и Растући утицај развојне политике ЕУ: Агенда за промене

Стратегија Европа 2020[7] нуди визију Европе за XXI век као социјалне тржишне привреде. Средство за реализацију су: 1. паметан раст - заснивање развоја привреде на знању и иновацијама; 2. одрживи раст - промовисање зеленије и конкурентније привреде која ефикасније користи ресурсе и 3. инклузивни раст - јачање високо запослене привреде која омогућава социјалну и територијалну кохезију. Циљ стратегије исказан преко квантитивних циљаних вредност, јесте да у 2020. години у Европи буде запослено 75% становништва старости између 20 и 64 године и да се: 3% БДП инвестира у истраживање и развој; смањи емисија CO₂ за 20% у односу на ниво из 1990. године (или за 30% ако то услови омогуће), повећа удео обновљиве енергије у укупној потрошњи енергије на 20% и за 20% повећа енергетска ефикасност; смањи стопа раног напуштања школе на испод 10% и барем на 40% повећа проценат становништва са факултетском дипломом; смањи број људи који живе испод линије сиромаштва за 20 милиона, односно 25%.

Због нереализованих циљева МЦР, у периоду интензивних припрема за конференцију Рио+20, на међународном нивоу водила се расправа и о развојној агенди након 2015. године. На међународном нивоу Европска комисија[8] залаже се за мере којима ће се истовремено искоренити сиромаштво, привреда развијати на одржив начин и осигурати пристојан живот за све до 2030. године. Своје опредељење ЕУ је уградила у документ кога је усвојила 2011. године под називом Растући утицај развојне политике ЕУ: Агенда за промене.[9] Агендом је зацртано да ће ЕУ усмерити своју понуду на партнерске земље у којима може имати највећи утицај и концентрисати своју развојну сарадњу на подршку: 1. људским правима, демократији и осталим кључним елементима добре владавине која је у свом политичком економском, социјалном и еколошком изразу од виталног значаја за инклузивни и одрживи развој; и 2. инклузивном одрживом расту за хумани развој. У Агенди за промене јасно се истиче став да развој није одржив ако оштећује животну средину, биодиверзитет и природне ресурсе и повећава изложеност природним катастрофама. Финансијска подршка биће усмерена пре свега: 1. у секторе који граде основе за раст: социјалну заштиту, здравље, образовање и отварање нових радних места; 2. на јачање пословног окружења и продубљавање регионалне интеграције и 3. на одрживу пољопривреду и енергију. Да би се обезбедило да се помоћ троши делотворно и да финансирање резултира најбољим могућим резултатима, утврђено је да се ово опредељење реализује координирано, уз побољшање кохерентности политика ЕУ и у сарадњи са приватном сектором, фондацијама, цивилним друштвом и локалним и регионалним властима.



3.3. Циљеви Општег еколошког акционог програма „Живети добро унутар ограничења које поставља наше планете“

Деловање ЕУ у области животне средине одвија се од 1973. године на начин који је утврђен еколошким програмима чије трајање коинцидира периодима за које се доноси средњорочни финансијски оквир ЕУ - Финансијска перспектива чији саставни део су и програми из других секторских политика. У новембру 2013 године ЕУ је усвојила Седми општи акциони програм мера у области животне средине за период 2014-2020 година. Седми општи еколошки акциони програм „Живети добро унутар ограничења које поставља наша планета“ рефлектује обавезе које је ЕУ преузела на конференцији Рио+20 и то да ће до 2020. године: 1. резултати конференције Рио+20 бити у потпуности уграђени у унутрашњу и спољну политику ЕУ; ЕУ успешно доприносити светским настојањима да се имплементирају договорене обавезе укључујући и обавезе утврђене у Рио конвенцијама и иницијативама које имају за циљ промоцију транзиције на глобалном нивоу у инклузивну и зелену привреду у контексту одрживог развоја и искорењавања сиромаштва; 2. ЕУ обезбедити делотворну подршку националним, регионалним и међународним напорима да се реше еколошки и климатски изазови и осигура одрживи развој; 3. смањити потрошњу унутар граница ЕУ која има утицај на животну средину ван граница ЕУ. [10]

Седми еколошки програм рефлектује обавезу ЕУ да се трансформише у инклузивну зелену привреду и да у такву привреду инвестира. Разлог је што само зелена привреда може истовремено да осигура раст и развој, чува људско здравље и добробит, обезбеђује пристојна радна места, смањује неједнакости, суштински доприноси људској добробити и економском напретку и чува биодиверзитет и екосистем. Трансформација у инклузивну зелену привреду захтева промену приступа у односу на еколошка питања. За разлику од досадашњег приступа где су циљеви унапређења животне средине постављани и анализирани независно од ефеката других политика, овај Програм промовише озелењавање привреде, односно зелени раст ради изградње зелене привреде која претпоставља уградњу еколошких питања и циљева у друге политике, као што су енергетска, саобраћајна, пољопривредна, политика рибарства, трговинска, економска и индустријска, истраживање и иновације, запошљавања, развоја, спољних послова, безбедности, образовања и обуке као и социјална и политика туризма.

Констатовано је да су закључно са Шестим еколошким програмом постигнути значајни резултати, али да и даље постоје неодрживи трендови у четири приоритетне области: климатске помене; природа и биодиверзитет; животна средина и здравље и квалитет живота; природни ресурси и отпад. Из тог разлога Седми еколошки програм мера усмерен је на остварење три приоритетна тематска циља: 1. заштита, очување и унапређење природног капитала; 2. преусмеравање привреде у зелену привреду са ниским нивоом емисије CO₂ и конкурентну привреду која ефикасно користи ресурсе; 3. заштита грађана од еколошких притисака и ризика по њихово здравље и добробит. У Програму се истиче да би на реализацији постављених циљева требало радити паралелно зато што су међусобно повезани тако да ће активности предузете ради реализације једног циља допринети постизању осталих циљева.

За реализацију наведених приоритетних тематских циљева утврђене су хоризонталне мере са циљем да се реализују и остали договорени приоритетни циљеви: 4. максимирати користи од еколошке регулативе ЕУ њеном бољом применом; 5. повећати заснованост еколошке политике ЕУ на научном знању и базама података; 6. обезбедити инвестиције за еколошку и климатску политику и решавати еколошке екстерналије; 7. повећати интегрисаност и кохерентност еколошке политике.

Програмом су утврђена и два приоритетна циља чијом реализацијом би се одговорило на актуелне локалне, регионалне и глобалне изазове: 8. унапредити одрживост градова ЕУ; 9. повећати делотворност ЕУ у решавању међународних изазова у вези са екологијом и климом.

3.4. Озелењавање привреде и ново запошљавање

ЕУ дефинише зелену привреду као привреду која генерише раст, креира нова радна места и искорењује сиромаштво преко чувања и инвестирања у природне ресурсе од чега зависи опстанак наше планете.[11] Зелена привреда сагледава се као област за експанзију запошљавања са потенцијалом да отвори 20 мил. радних места до 2020 године.[12] Она укључује секторе као што су управљање природним ресурсима услуге екосистема, третман воде, третман отпада, рециклажа, еко иновације, одржива пољопривреда, одрживе шуме, еколошки производи и услуге. С обзиром на досадашње резултате, у ЕУ се истиче да је еколошка политика све више у вези са растом и новим радним местима. Озелењавање привреде значи пре свега улагање у животу средину. Досадашња искуства говоре да европска еколошка политика доказује да може да обезбеди позитивна и конкретна постигнућа и да је инвестирање у еколошку политику успешно инвестирање у европску будућност. Тако на пример: у периоду од 1999. до 2010. године извоз еколошких добара и услуга повећао се скоро три пута и у 2010. години достигао износ од преко 24 млрд. евра; Финска истраживања показују да 1 евро јавног инвестирања у заштиту природе резултира у 20 евра приноса; на основу постигнутог процењује се да ће до 2020. године постизање постављених циљева у вези са чистим ваздухом донети корист од здравља у новчаном изразу 12 до 37 пута већу него што су трошкови. [13]

У ЕУ је договорено да се до 2020. године предузму мере на обнови индустрије тако да се учешће индустријског сектора у БДП повећа са садашњих 15% на 20% и да се реиндустријализација врши преко озелењавања привреде. У Акционом зеленом плану за МСП-а[14] јасно је утврђено како ЕУ намерава да, у сарадњи са државама чланицама и регионима, помогне МСП-а да искористе могућности које нуди прелазак на зелену привреду. Циљ је да се: 1. побољша ефикасно коришћење ресурса у МСП-а; 2. подржи зелено предузетништво; 3. искористе могућности зеленијих ланаца вредности; и 4. олакша тржишни приступ за зелене МСП-а.

Такође, а с обзиром да прелазак на зелену енергетски и ресурсно ефикасну привреду значајно преобликује тржишта рада, ЕУ је усвојила Иницијативу за зелено запошљавање[15] и у њој посебно истакла: Транзиција на зелену привреду намеће потребу за одређеним вештинама, тако да ће уследити раст тражње за радном снагом, али значајно промењене структуре. У свим секторима биће неопходне додатне вештине као што су знања о новим изолационим материјалима, новом приступу грађевинским материјалима, дизајну, инжењерингу, о регулативи. У неким

случајевима за извесне задатке и одговорности који захтевају сет специфичних знања и вештина биће формиран нове професионални профили.

Поводом презентовања Иницијативе Европска комисија је посебно истакла секторе у којима ће се и у ком броју отворати нова радна места. Постоји Значајан потенцијал за отварање нових радних места постоји у производњи енергије по основу обновљених извора, енергетске ефикасности, отпада и управљања отпадом, адаптације на климатске промене и развоја зелене инфраструктуре. Процена су следеће: унапређење превенције и управљање отпадом има потенцијал за 400.000 нових радних места, уз додатних 180.000 по основу новог законодавства из ове области; уз стопу раста од 1% у индустрији воде, овај сектор има потенцијал за отварање између 10.000 и 20.000 нових радних места; секторима енергије, транспорта, пољопривреде и грађевинарства предстоји унутрашња трансформација и редефинисање послова због високог учешћа у емисији гасова који производе ефекат стаклене баште - 33%, 20%, 12% и 12% респективно; грађевински сектор има потенцијал за отварање нових 400.000 радних места по основу изградње енергетски ефикаснијих зграда, а у складу са Директивом о енергетској ефикасности; у енергетски интензивним привредним гранама (хемијска индустрија, жељезаре и индустрија челик) ситуација је много сложенија зато што у овим гранама постоје како могућности тако и одређени изазови који су последица потребе да се ублажи емисија и развију нови сектори и производи; да би се решио проблем конкурентности ових сектора који су изложени ризику од реалокације због утицаја климатских промена, предвиђа се успостављање мера којима ће се спречити цурење угљеника; процењује се да ће озелењавање хемијске индустрије створити нових радних места више него нафтна индустрија и постојећа хемијска индустрија. У индустрији челика до главне штедне енергије и по том основу позитиван утицај на конкурентност сектора долази од употребе рециклираног материјала, као што је челични отпад; предузећа у осталим секторима привреде могу проширити своје тржиште и отворити нова радна места трансформацијом постојећег пословања, преко раста ефикасности производних процеса, усвајањем иновативних решења за штедњу ресурса, развијањем нових пословних модела или понудом више одрживих добара и услуга; процена је да би се, уз раст продуктивности по досадашњим стопама, могло отворити више од 2 милиона радних места. [16]

4. ЗЕЛЕНА ПРИВРЕДА И СРБИЈА

Уз помоћ Програма за развој УН (УНДП) и Програма за животну средину УН (УНЕП) Србија је припремила за Конференцију Рио+20 национални извештај који носи назив „Национална студија о зеленој привреди и одрживом развоју“ [17]. Агенција за заштиту животне средине Р Србије истиче да је у овом Извештају дефинисано 5 кључних циљева који би омогућили транзицију ка зеленој економији: 1. Хармонизација социоекономског развоја са политикама ЕУ у области ефикасног коришћења природних ресурса и развоја праћеног ниским емисијама гасова са ефектом стаклене баште (која укључује ефикасно коришћење природних ресурса и енергије, принцип одрживе производње и потрошње, зелене јавне набавке, реформе економске и фискалне политике које ће успоставити адекватне сигнале за тржиште, мере у правцу економије са ниском потрошњом угљеника, образовање и иновације за одрживи развој, итд.); 2. Унапређење социјалне инклузије и смањења сиромаштва са

акцентом на тзв. осетљиве групе становништва;3.Јачање и подршка сектору животне средине (укључујући превасходно подршку развоју инфраструктуре у животној средини која директно утиче на животни стандард грађана);4.Дефинисање дугорочног институционалног и финансијског оквира као подршке одрживом развоју (укључујући постојање обавезне буџетске линије за одрживи развој у свакој кључној институцији, увођење система анализе утицаја на одрживи развој, промовисање стабилне институционалне организације уз финансијски оквир за одрживи развој);5.Промовисање подрегионалне сарадње, посебно ради размене знања и експертизе међу земљама кандидатима за чланство у ЕУ.“ [18]

Наведена Студија не представља званични документ Р Србије, а није ни након 2012. године инкорпорисана у одговарајућа документа, тако да су за питања животне средине и даље од значаја, Национална стратегија о одрживом развоју, Национални план за заштиту животне средине и Национална стратегија за апроксимацију у области животне средине усвојени пре тога. Треба имати у виду да инвестирање у животну средину представља инвестирање у просперитетну будућност и да се процењује да ће Србија до 2030. године у процесу прилагођавања правним тековинама ЕУ у области животне средине имати трошак од 10,6 млрд евра, а да ће истовремено током истог периода користи од улагања надмашити трошкове 2,4 пута[19].

5. ЗАКЉУЧАК

У наредном периоду процес озелењавања привреда може створити нове могућности за развој и запошљавање, али може бити и доста проблема на путу развоја посебно мање развијених земаља. Из тог разлога добро осмишљене националне стратегије одрживог развоја и стратегије за подстицање страних инвестиција су неопходне и постају услов без кога нема наде у брзи опоравак од последица светске кризе и направљеног заокрета на глобалном нивоу у начину утврђивања и приступу у реализацији развојних циљева.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future, Chapter 2: Towards Sustainable Development- A/42/427 Annex, Chapter 2 – UN <http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm> 6.1.2011.
- [2] Агенција за заштиту животне средине, Извештај о стању животне средине у Р Србији за 2012. годину, Р Србија Министарство енергетике, развоја и заштите животне средине Р Србије, 2013. година стр. 9 http://www.sepa.gov.rs/download/Izvestaj_2012.pdf 8.VI 2014.
- [3] UNEP, Green jobs: Towards decent work in a sustainable, low-carbon world, 2008 стр.35-36 http://www.unep.org/PDF/UNEPGreenjobs_report08.pdf 8. VII 2014
- [4] UNCTAD, World Investment Report 2012 – Towards a New Generation of Investment Policies стр. 23-25
- [5] European Commission, Rio+20: Towards the green economy and better governance, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0363:FIN:EN:PDF> 8.VII 2014.



- [6] European Commission, EU contribution to the Millennium Development Goals, 2013 <http://www.dochas.ie/Shared/Files/4/mdg-brochure-2013.pdf> 27. јуни 2014.
- [7] European Commission, Europa 2020 A strategy for smart, sustainable and inclusive growth, COM (2010) 2020 финал, Brussels, 3.3.2010 <http://ec.europa.eu/eu2020/pdf/COMPLET%20EN%20BARROSO%20%20%20007%20-%20Europe%202020%20-%20EN%20version.pdf> 8. јула 2014.
- [8] European Commission, EU contribution to the Millennium Development Goals, 2013 <http://www.dochas.ie/Shared/Files/4/mdg-brochure-2013.pdf> 27. јуни 2014.
- [9] European Commission, Increasing the impact of EU Development Policy: An Agenda for Change, COM (2011) 637 финал, Brussels, 13.10.2011 http://eacea.ec.europa.eu/intra_acr_mobility/funding/2012/documents/agenda_for_change_en.pdf .VI 2014.
- [10] European Commission: General Union Environment Action Programme to 2020 „Living well, within the limits of our planet“ [file:///C:/Documents%20and%20Settings/Korishnik/Mu%20Documents/Downloads/KH0113833ENC_002%20\(1\).pdf](file:///C:/Documents%20and%20Settings/Korishnik/Mu%20Documents/Downloads/KH0113833ENC_002%20(1).pdf) 27.6.2014.
- [11] European Commission, Rio+20: towards the green economy and better governance, <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0363:FIN:EN:PDF> 8. јула 2014. године
- [12] European Commission, Towards a job-rich recovery, COM (2012) 173 http://ec.europa.eu/health/workforce/docs/communication_towards_job_rich_recovery_en.pdf 12.9.2014.
- [13] European Commission, Boosting growth and jobs- Success stories from EU Environment Policy, 2014 [file:///C:/Documents%20and%20Settings/Korishnik/Mu%20Documents/Downloads/KH0213771ENC_002%20\(2\).pdf](file:///C:/Documents%20and%20Settings/Korishnik/Mu%20Documents/Downloads/KH0213771ENC_002%20(2).pdf) 12. 9. 2014.
- [14] European Commission, Green Action Plan for SMEs, Enabling SMEs to turn environmental challenges into business opportunities, COM (2014) 440 final <http://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2014/EN/1-2014-440-EN-F1-1> 12.9.2014
- [15] European Commission, COM (2014) 446 финал Green Employment Initiative. – Tapping into the job creation potential of the green economy str.5 [file:///C:/Documents%20and%20Settings/Korishnik/Mu%20Documents/Downloads/COM_2014_446_EN%20\(1\).pdf](file:///C:/Documents%20and%20Settings/Korishnik/Mu%20Documents/Downloads/COM_2014_446_EN%20(1).pdf) 12. 9. 2014
- [16] European Commission, MEMO/14/446, Brussels, 2 6. 2014 Employment: Commission presents Green Employment Initiative to support structural shift to green growth by maximising job opportunities – frequently asked questions 8. јула 2014.
- [17] UNDP/UNEP (2012), Study on Achievements and Perspectives towards a Green Economy and Sustainable Growth in Serbia <http://www.greentech.rs/download/SerbiaGreenEconomyStudy-Rno+20-> 8. 6. 2014.
- [18] Агенција за заштиту животне средине, Извештај о стању животне средине у Р Србији за 2012. годину, Р Србија Министарство енергетике, развоја и заштите животне средине Р Србије , 2013. стр. 9 http://www.sepa.gov.rs/download/Izvestaj_2012.pdf 8.6.2014.
- [19] Национална стратегија за апроксимацију у области животне средине за Р Србију, Сл. гласник Р Србије бр. 80/2011 чл.1



Иван БИЛИЋ¹

Стручни рад

УВОЂЕЊЕ УПРАВЉАЊА ЗЕЛЕНОМ УЧИОНИЦОМ У РАДНО ОКРУЖЕЊЕ

Резиме: Један од највећих изазова данашњице је смањење негативних утицаја на животну средину. Осим смањења утицаја индустрије на животну средину, све више се разматрају могућности смањења утицаја и из осталих области. У раду су представљени позитивни ефекти на животну средину увођењем управљања зеленом учионицом. Приказане су могућности уштеде енергије формирањем овакве учионице, чиме би се постигло смањење клима гасова и осталих штетних утицаја. Посебан осврт дат је cloud computing-у као могућем начину рада. Cloud computing као нови концепт даје уштеде не само у броју коришћених рачунара, већ и у потрошњи електричне енергије.

Кључне речи: управљање зеленом учионицом, енергетска ефикасност, cloud computing, уштеда енергије.

INTRODUCTION OF GREEN CLASSROOM MANAGEMENT IN WORKING ENVIRONMENT

Abstract: One of the greatest challenges of our time is the reduction of the huge environmental impact of the technological developments, which began in the twentieth century. In addition to reducing the impact of industry on the environment, the possibilities of reducing the impact in other areas, including education, have been investigated. The paper discusses the advantages of introducing the green classroom management. Possibilities of saving energy by forming such a classroom, which leads to a reduction in emissions and other adverse environmental impacts, is presented. Special emphasis is given to cloud computing as a possible way of work, which is a new concept that provides cost savings, both due to fewer computers and in lower power consumption.

Keywords: green classroom management, energy efficiency, cloud computing, energy savings.

¹ спец. инж., Висока техничка школа струковних студија у Новом Саду, Школска 1, Нови Сад, bilic@vtsns.edu.rs

1. УВОД

Сваког дана велики број ђака и наставника похађа школе и учионице. На жалост образовни објекти су у горем стању него било која друга инфраструктура (укључујући и затворе) чак и у развијеним земљама. У већини образовних установа постоје лоши животно услови, који могу угрозити здравље и безбедност особа које их користе. Опасности које се јављају су азбест, олово, радон, инсектициди, средства за чишћење, грађевински материјал, лоши кровови, резервоари за гориво, лоше грејање и вентилација, осветљење, неадекватан водовод... Проблеме погоршава велики број ученика на малој површини. На крају, образовне установе имају много већи број путника по квадратном метру простора него остале установе.

У свету постоји тренд дизајнирања и изградње зелених школа са намером пружања здравог, удобног и продуктивног окружења за боравак и учење. Међутим, поставља се питање шта радити са старим школама које су грађене пре много година, а посебно са школама које и нису грађене као школе већ је често вршена пренамена постојећих зграда. Сви ови објекти су енергетски неефикасни и еколошки несавесни. Иако зелене школе пружају низ погодности, нема конкретних података о емисији штетних гасова конвенционалних школа као и података о утицају лоших школских објеката на пример, на здравље или на успех ученика.

Многе постојеће школе нису дизајниране у складу са енергетском ефикасношћу нити су дизајниране да обезбеде удобно, продуктивно и здраво радно место за ученике и наставнике. Овакве објекте је потребно накнадно модификовати због оних који бораве у њима. Међутим, постоји пре свега недостатак података о модификованим школама у погледу компаративних података о добробити ученика, смањењу оперативних трошкова и повећању квалитета школства [1]. Због свега изнетог, за увођење зелених учионица у школе потребно је поћи од већ познатих и признатих метода који се примењују у управљању зеленим канцеларијама [2].

2. ПРИПРЕМА ЗА ЗЕЛЕНУ УЧИОНИЦУ – УЧИОНИЦУ 21. ВЕКА

Многи који раде у школама данас, знају да је велики проблем отпад. Разумевањем вредности ресурса, (како мудро користити материјале, енергију и воду у школи и код куће) способност ђака да уче у безбедном и здравом окружењу је увелико побољшана. Школе у свету траже формуле за успостављање успешног, дугорочног и ефикасног програма за очување ресурса. Пошто је свака школа специфична магичне формуле нема.

Постоји пет основних препорука за школе које помажу да се смањи употреба материјала, енергије и воде [3]. Препоруке се односе на руководиоце, наставнике, ненаставно особље, ученике, родитеље и све оне који могу утицати на побољшање здравља и живота како школе тако и окружења. Препоруке укључују рад ученика у спровођењу процене ресурса, материјала, енергије и вода, препознавање могућности побољшања ефикасности ресурса, планирање, праћење и извештавање. За промене у начину на који школа троши ресурсе, потребно је време, стрпљење и способност да се организује и мотивише особље. То није посао који може да уради један наставник или



један ученик, а свакако није посао који се може завршити за неколико дана. То је дуготрајан процес који захтева ангажовање свих.

Шта се добија са побољшањем у ефикасности коришћења ресурса?

Ученици: Ово је прилика да ученици доносе одлуке и схвате разлику. Када ученици оцењују и анализирају податке, они откривају везу између разума и решавања проблема.

Наставници: Ово је прилика да се учи и научи. Активности на побољшању ефикасности ресурса пружају одличне могућности да се кроз праксу учи математика, друштвене науке, о здрављу, уметности и екологији.

Ненаставно особље: Ово је прилика да науче пријатељски однос према природи. Практиковање побољшања ефикасности ресурса може да уштеди новац и очува драгоцене ресурсе.

Руководиоци: Ово је прилика да добију сатисфакцију. Добијање признања за еколошке програме не само да јача школу, већ јача и заједницу. Активности на побољшању ефикасности ресурса могу довести до нових партнерстава.

3. ПРЕПОРУКЕ ЗА ПОБОЉШАЊЕ ЕФИКАСНОСТИ РЕСУРСА

Иако се неке од препорука могу остварити појединачно, постоји много преклапања међу њима. Пример за то је праћење и извештавање. Систем за праћење и извештавање се преклапа са едукацијом и промоцијом. Ово значи да на неким задацима мора да се ради паралелно у исто време. Међутим, одвојено посматрање помаже у праћењу напредовања и организацији.

Пет препорука за школе су [4]:

- **Укључивање и едукација ученика и особља.** Програм који се успети је само онај који обухвата све. Потребно је укључити сво особље у планирање програма. Сви треба да науче како да раде у оквиру програма, а затим да промовишу резултате.
- **Процена ресурса и ревизија отпада.** Познавање онога шта школа купује и користи, а шта баца је важно за постављање програма који ће заправо служити очувању ресурса. Процена ресурса образује ученике који су укључени у школску заједницу.
- **Доношење плана за рационално коришћење ресурса и смањење отпада.** План је важан инструмент за праћење информација које подстичу очување ресурса. Такође је веома користан у административној подршци и самој организацији.
- **Праћење и извештавање о резултатима.** Ако се активности не прате, неће бити информација о томе да ли се добро или погрешно ради. Такође неће бити идентификована достигнућа. Резултати се могу пратити и без пуно напора и без много досадне папирологије.
- **Омогућавање дуготрајности добијених ефеката.** Потребно је интегрисати програм тако да буде део школе, а инфраструктура треба да је прилагођена побољшању ефикасности ресурса.

3.1. Укључивање и едукација ученика и особља

Да би се успоставио програм, али и да би програм напредовао морају бити укључени сви. Без обзира да ли се тек почиње, или се ради на плану побољшања, у програм треба укључити наставно и ненаставно особље, управу и ученике. Сви они не треба да присуствују сваком састанку, али је потребно да буду укључени у кључним тренуцима. Руководству је потребно да има пуну подршку администрације у раној фази пројекта. Укључивање и едукација су два најважнија алата. Ученици и наставници ће учествовати само ако су добро информисани о програму и бенефицијама које он доноси.

Стратегије за укључивање и образовање су:

- Формирање групе за планирање и надгледање.
- Одржавање иницијалног састанка.
- Планирање едукације.
- Добијање признања.

3.1.1. Формирање групе за планирање и надгледање

Иако једна особа може да покрене ове активности, та особа не може све да уради сама. Потребно је знање и стручност свих особа које су непосредно обухваћене пројектом. Потребно је формирати групу која би требало да буде у стању да редовно одржава састанке током наставног периода, а активности особа из групе треба да су у сагласности са њиховим редовним послом.

Циљ формирања група је да покрене програм, а касније и да надгледа побољшања. Могуће је формирати и неки орган у оквиру школског одбора или ученичког парламента који ће се бавити овим програмом. Лоша страна ове варијанте је то што програм може имати дисконтинуитет ако ученици заврше школу или запослени оду из установе, тако да предност има група у којој су особе заменљиве јер ће програм тако моћи да се настави.

Главни задаци групе обухватају:

- Спровођење процене ресурса и ревизија отпада.
- Доношење акционог плана и његова имплементација.
- Успостављање континуиране едукације и унапређење активности.
- Праћење и извештавање о резултатима.
- Рад на добијању признања за свој труд кроз промоцију.

3.1.2. Одржавање иницијалног састанка

Након што су извршене процене ефикасности ресурса, идентификоване могућности и усвојен план акције, потребно је организовати састанак на ком ће бити представљен пројекат и на ком ће сви сазнати шта се очекује од пројекта, ко и шта треба да уради и како појединци могу бити укључени. Иницијални састанак треба да да визију пројекта и генерише ентузијазам.

Неке идеје за иницијални састанак:



- Припремити презентације (плакате, штандове) из области ефикасног коришћења ресурса. Ово могу радити и наставници и ученици.
- Направити видео презентацију о значају ефикасног коришћења ресурса.
- Одржати такмичење у томе који ће разред или канцеларија више докумената штампати обострано у току једне радне недеље.
- Одржати такмичење у изради плаката. Сваки разред може да направи плакат који показује шта може, а шта не да се стави у кутије за рециклажу или зашто је важно чувати ресурсе.
- Волонтерски спровести ревизију отпада у школи.

3.1.3. Планирање едукације

Потребан је план како да сви учесници пројекта буду информисани. План едукације треба да укључи извештаје о напретку али и образовне елементе. Извештаји о напретку захтевају периодично праћење количине отпада као и његову ревизију. У извештају је такође потребно уврстити презентације о томе како појединци раде на побољшању ефикасности ресурса. План треба да садржи и стални програм образовања који је уско везан за постављене циљеве побољшања ефикасности ресурса.

Треба научити како практиковати концепте очувања ресурса у учионици. Ово ће захтевати истраживање доступних материјала и активирање наставног особља. Формирана група не треба да надгледа све, али је потребно да осигура одвијање пројекта.

Неке идеје за програм едукације:

- Оспособљавање групе ученика за едукацију осталих ученика о томе како да учествују у активностима побољшања ефикасности ресурса.
- Писање редовних чланка у школским новинама и други вид саопштења о напорима и достигнућима.
- Ученици треба да презентују органима управљања школе значај смањења отпада и начине на који ови органи могу да учествују у програму.
- Направити презентације, плакате, представе или пројектовати филмове о могућностима рециклаже.

3.1.4. Добијање признања

Добијање признања за свој програм мотивише људе да раде боље. Признање подиже свест у заједници, а људи почињу да размишљају о томе шта све могу да ураде у својој канцеларији, учионици или код куће. За почетак потребно је додељивати признања унутар установе. Проверити да ли су ученици и волонтери који напорно раде на очувању природног богатства добили неко признање од ученичког парламента или школског одбора, као што то добијају најбољи ученици.

Конкурсати за средства и награде код надлежних институција, јер ово не значи и додатни посао. Ако се користе алати за праћење, информације потребне за пријаве на конкурсе већ постоје. Ово треба да буде задужење једне особе у групи.

Неке идеје за признања и награде:



- Успоставити месечну награду за разред или групу са најбољим плакатом о могућностима очувања ресурса и смањења отпада.
- Водити евиденцију о износу прикупљених секундарних сировина. Посматрати како се повећавају и у каквом су односу са очувањем ресурса.
- Водити евиденцију о количини потрошених средстава. Приказати како се смањује потрошња воде, електричне енергије и материјала.
- Водити евиденцију о количини баченог отпада. Приказати како се смањује.

3.2. Процена ресурса и ревизија отпада

Процена ресурса и ревизија отпада обухватају посматрање свега што долази у школу у виду материјала који се користе као и оног што излази из школе у виду отпада. Процена ресурса обухвата оно што се купује и троши, а ревизије отпада је детаљан преглед онога што се баца. Процена и ревизија могу бити интегрисане у математичке науке или социјалне студије.

Нови заједнички циљеви наставног плана и садржаји стандарда укључују коришћење основних научних процеса, као што су посматрање, мерење, коришћење бројева, класификација, закључивање, претпостављање, комуникација. У оквиру личних и друштвених перспектива, ученици ће морати да опишу свакодневне изборе појединаца, и како они заједно утичу на глобалну потрошњу залиха природних ресурса, и екосистем уопште.

Приликом испитивања коришћења ресурса потребно је размишљати о следећим питањима:

- Да ли је ово потребно?
- Може ли се користити мање?
- Можемо ли ово користи ефикасније или поново искористити?
- Можемо ли га рециклирати?

Једино оно што би требало да буде у канти за смеће су они материјали који заиста немају вредност - то је оно што је смеће. То су уствари материјали које није могуће наплатити, а нису штетни, односно није им потребан посебан третман. У школама, највише отпада генерише се у учионицама и кантинама/кухињама. У неким школама које поседују кухињу, половина отпада баченог у једном дану је генерисана за само два сата за време ручка. Ово је место где треба почети. Просторије које треба испитати су: канцеларије, лабораторије, штампарије, складишта...

Информације које се прикупе о процени ресурса и ревизији отпада треба да се користе за:

- Писање плана акције.
- Праћење напредовања програма.
- Добијање признања за напоре и достигнућа школе.

Тек након обављене процене ресурса и ревизије отпада, могуће је направити план за коришћење ресурса и смањење отпада.

3.3. Доношење плана за рационално коришћење ресурса и смањење отпада

План за побољшање ефикасности ресурса дефинише стратегију која укључује очување материјала, енергије и смањење отпада у раду школе. Сврха плана је да идентификује циљеве побољшања ефикасности ресурса и дефинише низ активности за постизање тих циљева.

Након формирања групе, обезбеђења административне подршке и спроведене процене ресурса и ревизије отпада време је да се напише план унапређења ефикасности средстава. План би требало да напише група заједно, а не појединац и може да обухвати:

- Школску политику заштите животне средине или етичку изјаву.
- Мерљиве циљеве за смањене потрошње материјала, енергије и воде. Укључити рокове и стандарде за праћење напретка.
- Критеријуме за избор ресурса чија ће се ефикасност мерити.
- Начин мерења ефикасности изабраних ресурса.
- Конкретне активности које су планиране да се предузму. Листа задатака укључује рокове и особе одговорне за одређене задатаке.

3.4. Праћење и извештавање о резултатима

Постоји много начина за праћење напора на побољшању ефикасности ресурса без муке. Енергетска ефикасност и потрошња воде може се пратити преко месечних рачуна које школа добија за утрошак електричне енергије и воде. Постоје софтверски пакети за рачуноводство који омогућују праћење потрошње воде и енергије на веома лак начин.

Отпад може да се квантификује обимом или тежином. Контејнери за отпад су обично стандардних димензија на пример 1 m^3 или већи од 5 m^3 . Лако може да се израчуна изнета количина смећа за недељу дана ако се помножи величина са бројем напуњених контејнера. Овај број се може конвертовати у тоне ако се добијена вредност помножи са коефицијентом 0,15 [5]. Такође се може одредити количина отпада који се одлаже по особи недељно.

Многи програми награђивања у свету се заснивају на конкретним информацијама о смањењу количине отпада и потрошње ресурса или количине отпада који се рециклира. Потребно је стално прати ове информације и анализирати их на годишњем нивоу. То је одличан начин да се прати напредак.

3.5. Омогућавање дуготрајности добијених ефеката

Још на почетку програма, док се ради на успостављању, мора се размишљати о томе како ће програм заживети и бити дуготрајан. Ако се обухвате начини за обуку нових особа и стално праћење резултата, а повремено информишу ученици и особље, програм ће трајати дуже.

Најважнији део је укључивање активности програма у редовне радне задатке школе.

Неки од начина да програм смањења отпада буде трајан:

- Усвојити политику заштите животне средине школе и укључити је у уџбенике. Нека зелене учионице буду део плана за побољшање рада школе.
- Поделити задужења за промоцију, едукују, прикупљање секундарних сировина, праћење резултата и награде за труд равномерно међу свим запосленима и ученицима.
- Интегрисати програм за смањење отпада у наставни план образовања, по могућству у оквиру више предмета.
- Направити план за обуку свих чланова школске заједнице, укључујући и помоћно особље.
- Направити писани образовни материјал и најновије информације о програму да би људи лакше схватили и прихватили програм како би се укључили у његову реализацију.

4. МОГУЋНОСТ ПРИМЕНЕ CLOUD COMPUTING-A У ЗЕЛЕНОЈ УЧИОНИЦИ

Уз економију у рецесији и буџет који је прилично танак, институције покушавају да осмисле методе за смањење трошкова. Имплементација учионице без папира није само припрема ученика за радна места са модерним технологијом, већ може и да помогне буџет установе кроз смањење утрошка папира и тонера за штампаче [6]. Добијање података о технологијама без папира и остварене уштеде ће помоћи у увођењу концепта зелене учионице.

Коришћење технологије засноване на cloud computing-у, за дељење материјала за учење и за складиштење података, пружа многе предности у раду за обе стране корисника, и ученике и наставнике [7]. Софтверски алати засновани на cloud computing-у, пружају корисницима много погодности, као што је 24-часовна приступачност из било ког краја света где постоји Интернет конекција, електронска архива свих фајлова, укидање гомиле папира и на крају смањење количине изгубљених података.

Традиционална учионица интензивно користи папир, а нарочито приликом израде задатака као што су семинарски радови и писмени испити. У настојању да се смањи потрошња папира у зеленој учионици предлаже се да се семинарски и остали радови предају у електронској форми, а на исти начин би и ученици могли добити повратне информације од професора. Полагање одређеног градива или домаћих задатака би се могло организовати преко неких софтверских платформи базираних на cloud computing-у, што би смањило потребу за папиром.

Online учење не може решити еколошке проблеме, али је фактор који утиче. Утицај образовања на животну средину није велики у односу на друге факторе али исти износ средстава може се користити за предавања хиљадама људи за разлику од неколико десетина у учионици. Огромна разлика је само у потребном простору [8].

Интересантан податак једне студије о цени и утрошку папира је да је цена самог листа папира много мања од свих осталих трошкова употребе тог листа папира и да зависи од тога како ће се употребити. Ако се папир користи за копирање вредност папира је 45 % од вредности готове копије, 35 % ако се користи за штампање, а само 5

% ако се користи за слање факсом или поштом, док вредност купљеног папира учествује у баченом папиру са 10 %. Од свог папира, 30 % се користи у архивама које ће на крају бити бачене [6].

Нека истраживања указују на то да код студената постоји висок ниво мотивације за коришћење технологија без папира базираних на Интернет технологијама што утиче на побољшање квалитета животне средине. Неки истраживачи су пак опрезнији и питају се да ли је учионица без папира заиста могућа. Други тврде да без папира не значи заиста без папира, већ да значи да нам нове технологије омогућују да се количина потрошеног папира смањи што ће за резултат имати уштеду.

У овом тренутку није могуће прећи на потпун рад без папира, али је могуће и једноставно да се створи окружење за учење без физичке размене папира. Треба тражити од студената да користе електронску размену података. Наставници би морали да се прилагоде оваквом начину рада, што је за неке веома тешко, мада постоје значајне предности као што је лака претрага података.

Према неким истраживањима ученици би радо користили електронску размену података, а у предности наводе и боље управљање својим радом, боље контролисање рокова извршења, а многи би врло радо користили ове технологије уместо папира. Генерално, студенти имају позитивно мишљење о учионици без папира. Потенцијално, увођење нових технологија базираних на Интернету и cloud computing-у могло би бити неповољно за студенте који тешко усвајају нове софтвере.

Потребно је истражити који би се све задаци могли обављати без папира или са смањеном количином папира. Препоручује се да школе и факултети развију моделе за коришћење електронског начина комуникације у чему би платформе засноване на cloud computing-у имале велики значај.

5. ЗАКЉУЧАК

Јасно је да решење проблема загађења животне средине утиче и на локалну економску и социјалну корист. Користећи мање енергије не само да се смањује глобално загревање, већ се смањују и трошкови за енергију што омогућује унапређење локалне привреде.

Концепт зелене учионице предвиђа рационално коришћење природних ресурса пре свега енергије као и смањење отпада, а нарочито смањење употребе папира, јер се смањењем коришћења папира штеди, не само на папиру, већ и на трошковима везаним за тај папир. У овом смеру се креће и употреба cloud computing-а, који нуди да се на ефикасан начин на крају створи додатна вредност кроз уштеде. Управо због тога од cloud computing-а се у будућности очекује много.

На крају остаје нада да ће се ипак на крају пробудити свест људи који ће допринети очувању природних ресурса и смањењу коришћења енергије. Услед примене предложених мера, требало би да се оствари и смањење трошкова образовних установа које уведу концепт управљања зеленом учионицом.



6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Elzeyadi M.K., *Green Classroom Retrofit Toolbox*, The American Institute of Architects, 2008.
- [2] Билић И., *Утицај Е-учионице на животну средину*, Факултет организационих наука, Београд, 2012.
- [3] *Oregon Green School Tools*, The Oregon Department of Environmental Quality, 1997.
- [4] Букарица В., Довић Д., *Приручник за енергетске савјетнике*, УНДП Хрватска, Загреб, 2008.
- [5] Павловић М., *Еколошко инжењерство*, Технички факултет, Зрењанин, 2004.
- [6] Arney J., Jones I., Wolf A., *Going green: paperless technology and feedback from the classroom*, Journal of Sustainability and Green Business, Florida, 2010.
- [7] Saurabh Kumar G., Rajkumar B., *Green Cloud computing and Environmental Sustainability*, Dept. of Computer Science and Software Engineering, Melbourne, 2012.
- [8] Mackenzie M., *Online Classes Change the World for Better and Worse*, www.sierraclub.org, 2013.



Петра ТАНОВИЋ¹
Дуња МАНДИЋ²

Стручни рад

СВЕСТ ЗАПОСЛЕНИХ У ШТАМПARIЈАМА У ПОГЛЕДУ ОЧУВАЊА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ

Резиме: Човек у току својих активности свесно или несвесно угрожава животну средину. Међутим, нису сви довољно свесни шта све угрожава животну средину, какве су последице и да свако од нас са мало труда може да учини пуно. Сви запослени нису довољно информисани о значају очувања животне средине и како они сами могу да помогну бригом о отпаду. Ово произилази из резултата истраживања које је урађено у виду анонимног писменог упитника запослених у штампаријама. Испитаници су давали одговоре на припремљена питања, на основу којих се могла проценити њихова едукованост. Потребно је што више едуковати људе јер само поседовањем знања моћи ће сами да чувају животну средину.

Кључне речи: животна средина, свест људи, отпад

AWARENESS OF EMPLOYEES IN THE PRINTING OFFICES IN REGARDING ENVIRONMENTAL PROTECTION

ABSTRACT – Consciously or not, we damage the environment in the course of our activities. However, many people are not aware about what actually threatens the environment, and that everyone could help to prevent damaging our environment. Not all employees in the printing are well informed about the importance of environmental protection, and how they could help.

This results out of the research conducted in the form of a anonymous written questionnaire employees in the printing. The respondents answered to previously prepared questions on the basis of which it was possible to evaluate their knowledge. It is necessary to further educate people, for only with the knowledge they will be able protect the environment.

Key words: living enviroment, people's awareness, waste

¹ Проф., др, Висока техничка школа струковних студија у Новом Саду, Нови Сад, stevanovic@vtsns.edu.rs

² Студент, Висока техничка школа струковних студија у Новом Саду, Нови Сад

1. УВОД

Законом о заштити животне средине обезбеђује се остваривање права човека на живот у здравој животној средини и уравнотежен однос привредног развоја и животне средине [1]. Загађење животне средине јесте уношење загађујућих материја или енергије у животну средину, изазвано људском делатношћу или природним процесима које има или може имати штетне последице на квалитет животне средине и здравље људи. [1] Један од највећих проблема у Србији представља одлагање отпада.

Штампа је присутна у свим подручјима масовне потрошње као прехранбена, фармацеутска, дуванска, хемијска и друге индустрије. Нека истраживања говоре да се графичка индустрија налази на у врху листе загађивачких индустрија, а разлог је висока потрошња енергије, хемикалија а и због пратећег отпада. Готово свака операција ствара неку врсту отпада. Тај отпад се ствара као последица различитих процеса као што су израда штампарске плоче, обрада слике, штампање и завршна графичка обрада и разликује се зависно од технике штампе. Најбоље решење је стварање услова за смањење отпада на самом месту стварања тј. оптимизација процеса и потрошње сировина. Друга могућност је рециклирање а последња, најмање оправдана, безбедно одлагање отпада. Неповољан утицај на животну средину из графичке области имају сировине, графички материјали, процес припреме штампарске форме, штампа, завршна дорада, амбалажа у коју су паковане сировине а и готов производ. Да би се отпад редуковао, предузећа морају водити више рачуна о управљању отпадом. То захтева промене ставова и праксе предузећа посебно на спречавању и редуковању отпада више него на третирању и уклањању отпада, јер сваки отпад представља велики губитак.

На ком нивоу је свест о очувању животне и значају управљања отпадом, говоре свакодневни призори. У Србији се полако развија систем управљања отпадом и рециклажа, али се исто тако зна да грађани нису довољно едуковани.

7. ШТАМПARIJE И ЗАГАЂЕЊА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ

У модерном друштву скоро све што нас окружује после неког времена постаје неупотребљиво и прелази у отпад. Свака институција па и особа је произвођач неких врста отпада. Отпад је сваки сувишан и неупотребљив материјал који се више не може користити и бива бачен и складиштен на регистроване депоније. Најчешће се сусрећемо са амбалажним отпадом [2]. Осим што се свакодневно производи отпад је потребно одлагати на прописана места. Важно је да се загађујуће материје, које се најдуже разлажу, рециклирају да би се ублажили негативни ефекти по животну средину. Рециклажа је претварање отпадног материјала у нови производ с циљем поновног коришћења. Од сировина које се користе увек треба обратити пажњу да се користе сировине које су еколошки оправдане.

Неки од корака за управљање отпадом су следећи [3,4]:

- Мора се познавати врста отпада (од чега се састоји, колико се произведе, која је цена уклањања); главни отпад створен од стране графичке производње



укључује: отпадни папир, отпадну воду, фотохемијске растворе, потрошене боје, отпадне раствараче, штампарске плоче, контејнере за боју, контаминирани отпатке и крпе;

- Треба избегавати продукте који се не могу рециклирати;
- Редуковати употребу материјала
- Кад год је могуће искористити већ коришћен материјал;
- Слати материјале на рециклажу (нпр. алуминијумске плоче).

Велики еколошки проблем штампарске индустрије је испуштање испарљивих органских једињења. Под испарљивим органским једињењима подразумева се свако органско једињење које реагује са азот-оксидам и у присуству сунчеве светлости ствара озон. Испарљива органска једињења се стварају у разним етапама штампања, а количина зависи од тиража штампе, типа сирових материјала, технологије која се користи, као и од типа контроле испуштања ових једињења. Највише испарљивих органских једињења потиче из боје при штампању, из средстава за влажење и средстава за чишћење, развијача и лепкова.

У графичкој индустрији постоје разне врсте отпада који се могу поделити у неколико група:

У испарљива једињења прпадају боје (алкохоли, кетони, ксилени), киселине, лепкови, раствори за влажење, раствори за чишћење (ацетон, керозин, метанол, нафта, тоулен) испарљива једињења раствора за обраду плоча,

У течни отпад се убрајају вода после фотопроцеса, развијачи, средства за фиксирање, растварачи (ацетон, етанол, етилбензен, изопропанол, метанол), отпадне боје са растварачима и тешким металима, јаке киселине (азотна, фосфорна, хлороводонична и сумпорна киселина), јак алкални отпад (амонијум хидроксид) и било који течни отпад бачен у сливник.

Чврсти отпад чине остаци филма, отпадне подлоге за штампање (папир, полимерни материјали) који остаје после обрезивања, одбачени материјали, вишак материјала, материјали за пробне отиске, неквалитетно одштампани и неправилно повезани материјали, штампарске форме, боје, празна амбалажа у коју су паковани филмови, плоче, боје и разне хемикалије, крпе за чишћење на којима остају разни раствори.

Осим што се у самом процесу производње стварају разне врсте отпада животна средина се може загадити неправилним руковањем материјалом, а то обухвата следеће: неприкладно одлагање и одвожење отровних боја, растварача и других материја, неприкладно коришћење боја које могу да садрже хемикалије попут баријума и олова, опасно мешање течних растварача од претходног чишћења, необележавање и непописивање отровних материја, цурење буради за одлагање отпада, непотпуне или нетачне информације о одлагању могу довести до паљења, цурења и мешања са другим супстанцама, бацање боја и других супстанци у сливнике.

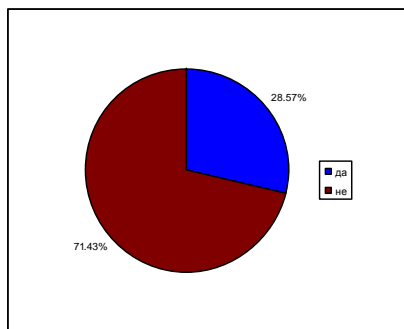
Постоји неколико начина на који можемо смањити загађење животне средине у графичкој индустрији а то су: смањити количину отпада, правилним одлагањем свих врста отпада, коришћењем боја које имају мању количину испарљивих органских материја, коришћењем рециклираног папира, применом нових технологија у процесу израде штампарске форме, штампарске плоче слати на рециклажу.[3]

Боја је важна за процес штампе и не може се избацити или заменити нечим другим. Међутим, боја може бити проблематична са становишта очувања животне средине. Боје за штампу могу да садрже штетне материје попут тешких метала и растварача који убрзавају процес сушења. У процесу сушења долази до испаравања лакоиспарљивих органских једињења, а сва та испарења имају неповољан утицај на животну средину. Да би смањили штетна испарења произвођачи су представили нове боје са малом количином испарљивих органских материја које су мање штетне по околину. Боје које су еколошки прихватљивије од боја на бази растварача су: ултраљубичасте (УВ) боје, боје које се суше електронским снопом, боје на бази биљног уља и безводне боје. [5]

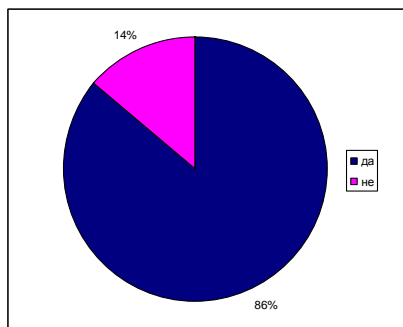
Новије технологије имају уграђену „чистију производњу“ у многим гранама индустрије па и у графичкој. Али вештина је осмислити измене у постојећој технологији и постићи да се произведе иста количина производа уз мање отпада. За разлику од појединачних покушаја, потребно је постићи да чистија производња постане стални циљ и пракса фирми.

8. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

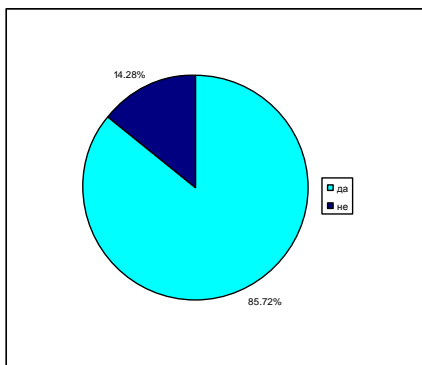
У циљу добијања података о свести људи о важности очувања животне средине, управљања отпадом и рециклаже урађено је истраживање запослених у штампаријама. Истраживање је урађено у писменој форми, по принципу случајних узорака. Питања су састављали аутори. У даљој обради података одговори су статистички обрађени и графички приказани.



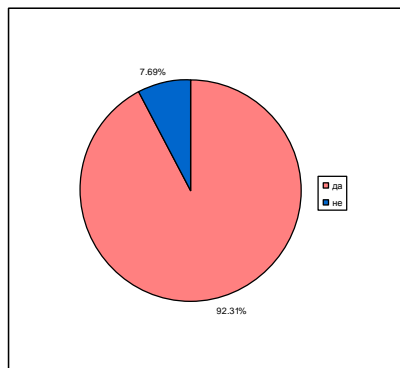
Графикон 1 Да ли поседујете сертификат ISO 14000?



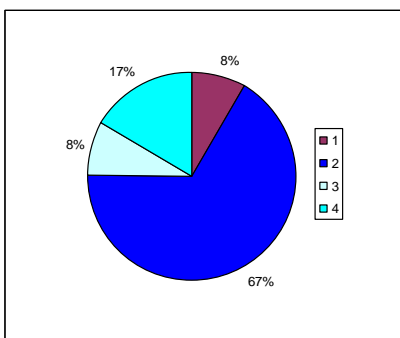
Графикон 2 Да ли Ваше предузеће води довољно рачуна о управљању отпадом који стварате?



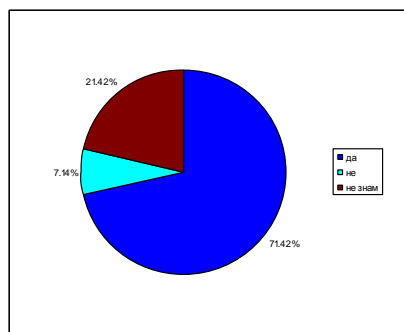
Графикон 3 Да ли материјале (папир, алуминијумске плоче) шаљете на рециклажу?



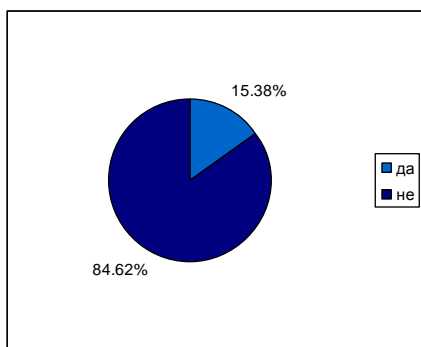
Графикон 4 Да ли се отпад попут фотографских купки, развијача, раствора за испирање редукују на исправан начин?



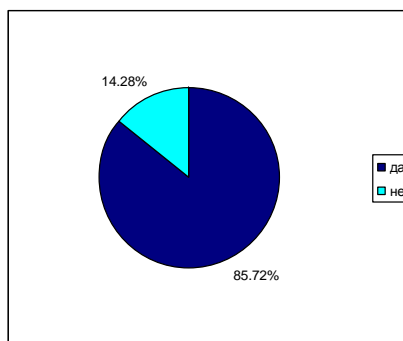
Графикон 5 Да ли се за чишћење ваљака за боју и пресвлака за цилиндре користе: 1)раствараче за чишћење који су класификовани као лифатични и ароматични угљоводоници 2)комбиноване органске раствараче са водом и емулгатором 3) течност за чишћење ткз. ВЦА (Vegetable oil based Cleaning Agent) 4)не знам



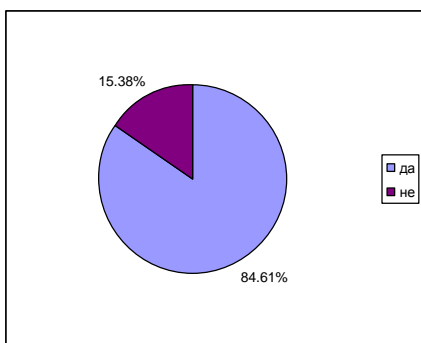
Графикон 6 Да ли се контаминирана отпадна вода за прање филма складишти на исправан начин?



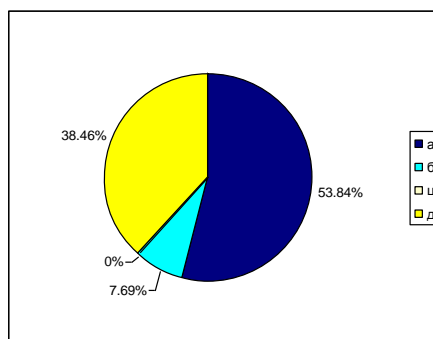
Графикон 7 Да ли се отпад попут фотографских купки, развијача, раствора за испирање просипају у канализацију?



Графикон 8 Да ли при одабиру боја и других хемикалија купујете оне које су мање штетне за животну средину без обзира на цену?



Графикон 9: Да ли сте упознати са предностима дигиталне штампе у погледу екологије?



Графикон 10: Ако не спроводите мере које чувају животну средину који је разлог:
а) велики трошкови б) нисам свестан да уништавам животну средину ц) не бринем се за животну средину д) други разлози

Упркос томе што већина испитаних предузећа сматра да је очување животне средине веома важно, не поседује сертификат ISO 14000. Улога овог стандарда је да обезбеди оквир за стратешки приступ организацијама за креирање политике односа према животnoj средини, пројектовање активности које не штете животnoj средини и њихово успешно спровођење. Омогућава организацији било које величине да:

идентификује и контролише утицај својих активности, производа и услуга на животну средину;

побољша однос према животnoj средини;



имплементира систематски приступ којим ће постизати циљеве који се односе на заштиту животне средине .

Упркос тешким условима у којима штампарије раде, можемо приметити да се већина предузећа труди да на што правилнији начин одлаже и складишти отпадни материјал, чак и у случајевима када то захтева веће трошкове. Слањем материјала, као што су папир и алуминијумске плоче на рециклажу долази до велике уштеде воде, енергије, шума, а самим тим очувања животне средине.

Избегавањем производа који се не могу рециклирати и хемикалија које су штетне за околину, долази до ширења свести о важности заштите животне средине и указивања другим компанијама на могућност несметаног рада без загађивања околине.

Видимо да су штампарије упознате са тим да се многи од проблема који се тичу загађења животне средине могу решити преласком на дигиталну штампу, што упркос високим ценама већина предузећа планира да оствари у скорој будућности.

На основу свих одговора може се видети да већина запослених је свесна загађења животне средине при процесима графичке производње и труди се да примењује одређене мере које ће смањити загађења. Највећа препрека поштовања свих мера заштите животне средине су велики трошкови правилног одлагања разних врста отпада посебно опасног. Животну средину можемо очувати најбоље превентивно смањењем загађења на месту настанка, али најважни предуслов је што боља едукација свих запослених у графичкој индустрији.

9. ЗАКЉУЧАК

Као и остале гране индустрије графичка индустрија може да угрози здравље запослених радника и животну средину. На основу резултата приказаних у овом раду може се закључити да радници који су запослени у графичкој индустрији брину о животној средини али недовољно, зато их је потребно што више едуковати. На здравље запослених и животну средину утиче и само њихово понашање у погледу поштовања прописа. Загађење животне средине, ваздуха, земље и воде треба спречити од самог почетка, дакле превентивно. Еколошка свест свих запослених је предуслов за боље очување животне средине.

10. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Закон о заштити животне средине ("Сл. Гласник РС", бр. 135/2004, 36/2009, 36/2009 – др. закон 72/2009 - др. закон и 43/2011 - одлука УС
- [2] Вујковић И.: Амбалажа и животна средина, Технолошки факултет, Нови Сад, 2000.
- [3] Helmut Kipphan: Handbook of Print Media, 2001.
- [4] Јелена Киурски, Графичко окружење, ФТН, Нови Сад 2009.
- [5] J. Zarwan Partnerc : Environmental Impact of a Printing Plate, 2009.

ENERGETSKI EFIKASNA REŠENJA U SISTEMU RAVNIH I KOSIH KROVOVA SA POSEBNIM OSVRTOM NA ZAŠTITU OD POŽARA

Rezime: Motiv za pisanje ovog rada je primena regulative u oblasti Energetske efikasnosti u Srbiji, sa posebnim osvrtom na poziciju termičkog omotača – ravan i kos krov iznad grejanog prostora, odnosno razmatranje odgovarajućih efikasnih rešenja u smislu pravilnog modelovanja datih delova termičkog omotača na konkretnim objektima. Takođe, želimo da u fokus stavimo, pored energetske efikasnosti kao primarnog cilja stavimo i zaštitu od požara kao bitan segment ostvarivanja gore pomenutih zahteva za uštedom energije kao i brige o ljudskim životima i materijalnim bogatstvima koje je potrebno da ponuđenim rešenjima takođe štitimo.

Ključne reči: Energetska efikasnost, zaštita od požara, gorivi i negorivi materijali, Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada, energetski razred, mineralna kamena vuna

ENERGY EFFICIENT SOLUTIONS FOR FLAT AND PITCHED ROOF SYSTEM WITH SPECIAL EMPHASIS ON FIRE PROTECTION

Abstract: The motivation for writing this paper is the application of regulations in the field of energy efficiency in Serbia, with special emphasis on the position of the thermal envelope - flat and pitched roof above the heated area and consideration of appropriate efficiency solutions in terms of proper modeling parts given thermal envelope of the building. We also want to put in focus, other than energy efficiency as the primary goal put the fire protection as an important segment to exercise their demands for energy savings as well as care for human lives and material resources that is necessary to protect the above mentioned solutions.

Key words: Energy efficiency, fire protection, noncombustible and combustible materials, Energy efficiency regulative, Energy class, mineral stone wool

¹ Dipl.inž.građ., Knauf Insulation doo, andjelina.kuzmanovic@knaufinsulation.com

² Dipl.inž.građ., Knauf Insulation doo, goran.prolic@knaufinsulation.com

1. UVOD

Proces implementacije zakonske regulative iz oblasti Energetske Efikasnosti (u daljem tekstu EE) zgrada definitivno je počela da se u punom iznosu primenjuje. Pre svega ovde mislimo na pravilnike koji definišu ovu oblast (Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada [1] i Pravilnik o uslovima, sadržini i načinu izdavanja sertifikata o energetskim svojstvima zgrada [2]). Moramo priznati da je početak primene gore pomenutih pravilnika označio početak jedne nove faze u projektovanju zgrada – objekti koji su veliki rasipnici energije su definitivno prošlost, bar kada je faza projektovanja u pitanju. U prvoj godini primene možemo sa sigurnošću reći da, uprkos određenih rezervisanih prognoza o implementaciji, svi akteri u procesu su zauzeli svoje pozicije i učestvuju u procesu.

Jedna od ključnih stvari u uspešnom procesu implementacije je i proces edukacije inženjera koji se bave EE – pre svega licencirani inženjeri EE sa licencom 381; do sada je preko 1000 inženjera položilo stručni ispiti i kvalifikovalo se za izradu Elaborata EE kao i izdavanja energetskih pasoša u procesu pribavljanja upotrebne dozvole za zgrade. Jedan od motiva pisanja ovog rada, odnosno komentara pozicija ravnih i kosih krovova jeste i susretanje sa mnogim pitanjima kolega koji prolaze kroz proces obuke za polaganje stručnog ispita, ali i rada na realnim projektima a to je: kako rešiti pojedine pozicije u objektu u skladu sa novim propisima(pre svega zadovoljenje U_{max})?

1.1. Dozvoljene vrednosti U_{max} za deo toplotnog omotača: Ravan krov iznad grejanog prostora (RK) i kos krov iznad grejanog prostora (KK)

Pravilnikom o EE zgrada [1] su u tabeli 3.4.1.3. date maksimalne vrednosti koeficijenta prolaza toplote za sve relevantne pozicije omotača objekta. na sl. 1 dat je parcijalni pregled tabele gde se vide pozicije referentnih vrednosti U_{max} za KK i RK za nove i postojeće zgrade. Pregledom koeficijenata može se odmah primetiti da je dozvoljena vrednost koeficijenta prolaza toplote najrigoroznija od svih propisanih i ona za KK i RK novih objekata iznosi $U_{max} = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Tabela 1 pregled koeficijenata U_{max} za elemente omotača zgrada
(tabela 3.4.1.3. Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada RS) [1]

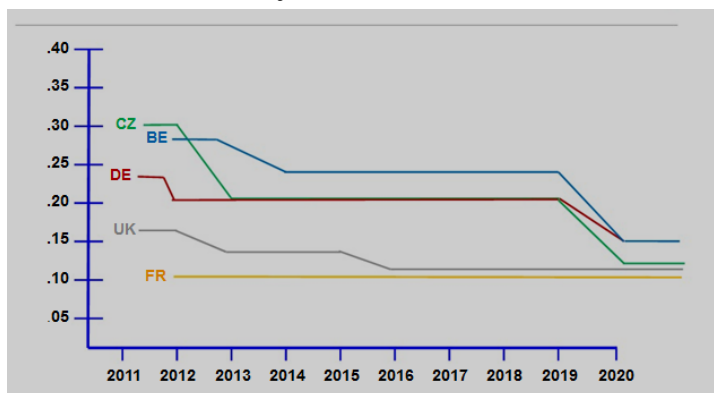
| Opis elementa/sistema | Postojeća zgrada U_{max} (W/m ² K) | Nove zgrade U_{max} (W/m ² K) |
|------------------------------------|--|---|
| Ravan krov iznad grejanog prostora | 0,20 | 0,15 |
| Kosi krov iznad grejanog prostora | 0,20 | 0,15 |

Kada kažemo „rigorozan“ kriterijum pre svega mislimo na pregled regulative u ostalim zemljama, pre svega Evropske Unije (EU) kada je u pitanju pozicija krovova:

Sa slike 1 se vidi kakva je trenutna situacija sa U_{max} za neke od zemalja Eu i kakvi su trendovi propisani za naredne godine. Iz svega se jasno vidi da je Srbija u ovoj raspodeli usvojila ograničenja na nivou najstrožijih kriterijuma. To može da se tumači samo kao racionalno i EE razmišljanje jer nam je svima poznato da su gubici toplote kroz poziciju krovova jedno od najvećih. Sa druge strane, zbog naglog skoka u debljinama (pre svega izolacionog sloja) same krovne konstrukcije, pojavila se potreba da se modeliraju



odgovarajuća rešenja koja će inkorporirati potrebne debljine izolacije i realan model na objektu, tj. kako to izvesti na realnom objektu.



Slika 1 Pregled U koeficijenata u zemljama EU za poziciju ravnog krova[4]

Dodatni izazov jeste i otpornost prema požaru krovne konstrukcije, pogotovo tamo gde je to jedan od bitnih uslova koje je potrebno zadovoljiti (krovovi trgovinskih centara – „šoping molovi“, proizvodnih hala, stambenih objekata i sl.) pa je samim tim i rešenje koje je potrebno ponuditi kompleksnije i sveobuhvatnije od prostog slaganja sistema i zadovoljenja U max.

2. RAVNI KROVOVI IZNAD GREJANOG PROSTORA

2.1. Ravni krov kao deo toplotnog omotača objekta

Krov nije isto što i nadstrešnica za zaštitu od padavina, već konstrukcijska i funkcionalno složena građevinska celina koja izgleda jednostavno samo na dečjim crtežima.

Prema tipu i obliku krov naglašava prepoznatljivost pojedine zgrade, ulice ili naselja, a ponekad i celog grada, bilo da se radi o ravnim krovovima, kosim dvostrešnim ili krovovima na više voda, raznolikih i razvedenih kombinacija, šatorastim, mansardnim krovovima, terasama, kupolama, zaobljenim krovovima itd.

U zadnjih 50 godina u stambeno-poslovnoj gradnji dominira ravni krov kao odlika i prepoznatljivost nastavka moderne arhitekture i urbanizma. Krov je građevinski element koji je najjače opterećen klimatskim i građevinsko - fizikalnim uticajima.

Svaki krov mora biti mehanički otporan, čvrst i stabilan, prvenstveno vodonepropusan, postojan na UV-zrake, otporan na vatru te sposoban odupreti se nastanku kondenzata u krovnoj konstrukciji, odnosno uspešno odvesti difuznu paru iz iste. Krov takođe treba biti izveden na način da s njega ne smije pasti ništa što bi moglo ugroziti prolaznike, uključujući sneg i led.

Zbog učestalih problema s prokišnjavanjem ravnog krova proširilo se nepoverenje u ravni krov, kako među „stručnjacima“ tako i među nestručnjacima. Zbog „štednje“ se najčešće ne traže uzroci proboja padavinske vode već se preko postojeće hidroizolacije izvede još jedan hidroizolacioni sloj.



Nedavno istraživanje šteta nastalih na ravnim krovovima u zemljama EU pokazalo je da u ukupnim štetama na ravnim krovovima greške u projektovanju i izvođenju, koje se uglavnom svode na nedovoljno poznavanje građevinske fizike, učestvuju sa 75%, što znači da je većina šteta na ravnim krovovima posledica nečega što se s malo više znanja i pažnje moglo sprečiti.

Stoga je dilema ravni ili kosi krov nepotrebna. Dokaz tome su milioni metara kvadratnih različitih vrsta ravnih krovova širom Evrope, koji su ispravno projektovani, brižljivo izvedeni te odgovarajuće održavani i koji vrše svoju funkciju bez nedostataka već desetine godina.

2.2. Vrste konstrukcija ravnih krovova (izbor)

Za ovu priliku ćemo navesti nekoliko tipova realizacije pozicije ravnog krova u smislu nosećeg konstrukcionog elementa :

- nosiva AB ploča,
- nosiva laka montažna tavanica („LMT“ tavanica),
- laka nosiva konstrukcija – TR lim

2.2.1. Rešenja za ravan krov

U ovoj tački ćemo ponuditi rešenja za ravan krov a u skladu sa potrebnim debljinama termoizolacije od 25⁺ cm. Pre svega, ovde će biti data rešenja od kojih se zahteva da pruže i određeni stepen zaštite od požara o čemu će biti rečeno detaljnije u poslednjem poglavlju ovog rada.

Sa primenom nove regulative javili su i praktični problemi za neka od to tog momenta standardnih rešenja za pozicije ravnog krova kao što su krovni paneli; većina evropskih proizvođača nije u stanju da u ovom momentu ponudi panele sa debljinama od 25 cm što je sada realan zahtev. Ovde pre svega govorimo o ukupnim debljinama sa ispunom od negorivih materijala ili materijala sa klasifikacijom A2 po SRPS EN 13501-1 [3].

Jedno od rešenja, koje je primenjivano i pre donošenja nove regulative, a pogotovo po njenom donošenju je sistem ravnog krova sлагanog tipa koga čine osnovni elementi:

- nosiva konstrukcija – čelični trapezasti lim određene profilacije i debljine,
- parna brana,
- termoizolacija
- krovna traka – hidroizolaciona membrana.

Zašto se ovo rešenje nametnulo kao optimalno?. Jedna od najvažnijih stvari je da sa primenom ovog rešenja nemamo ograničenja u potrebnoj debljini izolacije – ona je praktično neograničena uz uvažavanje opterećenja i definisanje potrebnog lima u odnosu na opterećenje i način realizacije podkonstrukcije koja nosi lim (pre svega vrstu i razmak rožnjača). Takođe, ne manje bitno je da se pokazalo kroz eksploataciju da ovaj način realizacije ravnog krova daje vrlo povoljan odnos uložениh sredstava i kvaliteta koji dobijemo, pre svega kroz vreme korišćenja. U slučaju incidentnog proboja membrane, lako se „zakrpe“ oštećena mesta ali i u slučaju naknadnih prodora kroz krovnu ravan ista se relativno lako realizuje.

Na šta se mora obratiti pažnja kada se ugrađuje ovaj sistem ravnog krova?. Prilikom polaganja termoizolacionih ploča bitno je da se iste smaknu(uvek se postavljaju bar 2 sloja do potrebne ukupne debljine termoizolacije) kako bi se umanjili gubici na procepima izolacije (ovi gubici su definisani i standardom SRPS EN 6946).



Slika 2. Sistem slaganog ravnog krova sa kamenom mineralnom vunom [4]

Sve prethodno navedeno upućuje da je sistem slaganog krova gotovo siguran izbor za rešavanje sklopa „ravan krov iznad grejanog prostora“, pogotovo kada su to objekti velikih površina (i zapremina) tipa tržnih centara (šoping molovi), proizvodne hale, sportski objekti i sl., što je naročito važno, jer se tu okuplja i veliki broj ljudi.

3. KOSI KROVOVI GREJANIH PROSTORA

3.1. Kosi krovovi kao deo toplotnog omotača

Kosi krovovi odnosno grejana potkrovlja su veoma česta pozicija u svakodnevnom projektantskom poslu a neretko i izbor prilikom sanacije objekata - stambeni prostor je sve dragoceniji i potkrovlja koja se ne koriste su sigurno prava prilika za pretvaranje u stambeni prostor. Ali i ovde će nas sačekati isti uslovi koje treba zadovoljiti kada je EE u pitanju – već smo u tabeli 1 mogli da zapazimo da je koeficijent prolaza toplote U_{max} takođe ograničen na $0,15(0,20^1)$ W/m^2K . Po analogiji sa situacijom sa ravnim krovovima ponovo se susrećemo sa potrebnom debljinom izolacije od 25+cm za nove objekte, odnosno 20+cm za postojeće objekte. Problem koji se pojavljuje je novi pristup modelovanju celog sklopa u koji je potrebno „smestiti“ gore pomenute debljine izolacije jer je dosadašnji način postavljanja izolacije neprimenljiv, odnosno nije dovoljan. Takođe, razmotrićemo i jedan specifičan slučaj kada imamo za obavezu da uradimo energetska sanaciju u kosom krovu postojećeg objekta uz uslov da ne možemo da imamo bilo kakve aktivnosti unutar potkrovlja nego samo izvana, sa spoljne strane krova (npr. situacija kada je enterijer u potkrovlju pod nekim vidom zaštite ili predstavlja izuzetnu vrednost te se ne sme intervenisati na njemu).

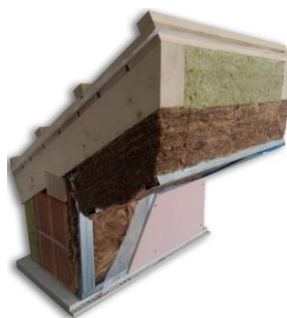
3.2. Klasična konstrukcija kosog krova - drvena konstrukcija

Klasična drvena konstrukcija krova (rogovi, rožnjače, sistem letve/kontraletve) su jedna od najčešćih varijanti realizacije konstrukcije potkrovlja.

¹ blaži kriterijum za postojeće objekte

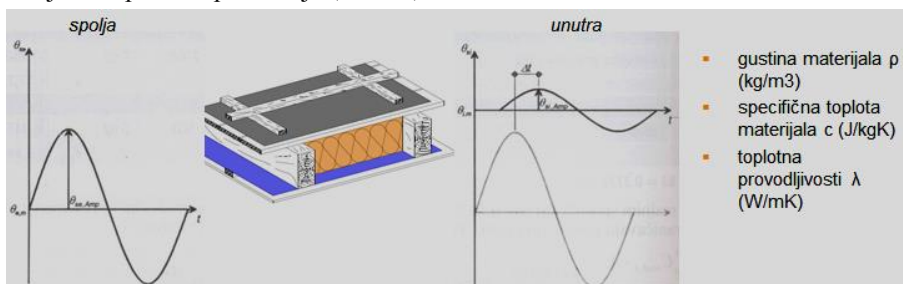
Na slici 3 se vidi konačna realizacija sklopa u varijanti novog kosog krova i tu možemo da primetimo sledeće slojeve (od unutrašnjeg ka spoljnom prostoru)

- gips-kartonske ploče sa izabranom završnom podlogom,
- parna brana,
- staklena ili kamena mineralna vuna(ispod linije rogova)
- kamena ili staklena mineralna vuna(između rogova)
- rogovi,
- razmaknute daske,
- paropropusna - vodonepropusna folija,
- letva – kontraletva,
- krovni pokrivač.



Slika 3. Model kosog krova (rešenje u skladu sa pravilnikom EE zgrada) [4]

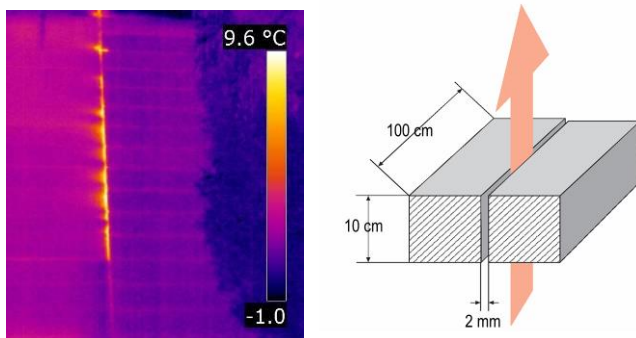
U predloženim rešenjima figuriše kombinacija kamene i staklene mineralne vune pa ćemo ukratko objasniti zašto za poziciju kosog krova predlažemo ovakvo rešenje. Kamenu vunu predlažemo u sloju između rogova (sloj bliže spoljnom vazduhu) pre svega zbog letnjeg režima gde kamena vuna sa većom gustinom omogućava da se amplitudi upada toplog vazduha u unutrašnji prostor potkrovlja umanjuje intenzitet i pomeri period za određeno vreme kako bi u najtoplijem delu dana sprečili da se potkrovlje preterano zagreje, odnosno da smanjimo toplotno opterećenje (Slika 4).



Slika 4 Faktor prigušenja oscilacije temperature i kašnjenje oscilacije temperature pri prolazu temperaturnog talasa kroz krovnu konstrukciju

Kao poslednja mera koja je neophodna da se primeni, ukoliko želimo EE sklop kosog grejanog krova su folije (već smo pomenuli u popisu elemenata kosog krova) a tu mislimo na parne brane (vrsta se predlaže u skladu sa proračunom građevinske fizike o tu varira Sd koeficijent koji je potreban da parna brana zadovolji) i paropropusna vodonepropusna folija

u sloju ispod letve-kontraletva sklopa. Folije utiču pre svega na zaptivanje (Eng. airtightness) jer kao što se može videti na slika 5 ukoliko nemamo foliju imamo “curenje” toplog vazduha“ (Eng. Air leakages) na spojevima izolacionog materijala:



Slika 5. Prikaz gubitaka toplote kroz procepe u spojevima izolacionog materijala [4]

3.3. Energetska sanacija kosog krova izvana

Već smo pomenuli da u nekim slučajevima nismo u prilici da sanaciju krova radimo iznutra. Tada na raspolaganju imamo samo prostor između rogova (kome pristupamo sa spoljne strane) i kako je to u većini slučajeva 10-14 cm, jasno je da sa ovom debljinom izoacije ne možemo da dostignemo zadati $U_{max}=0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$. Tada možemo da se poslužimo rešenjem koje podrazumeva da na rogove sa gornje strane postavimo dodatni sloj izolacionog materijala od kamene mineralne vune (jako tvrde ploče koje koristimo za izolacioni materijal kod intenzivnih(prohodnih) ravnih krovova te na taj način rešavamo ovakve, ipak nestandardne slučajeve. Na slici 6 se može videti na koji način postavljamo sve slojeve sistema.



Slika 6 Rešenje energetske sanacije sa spoljne strane krova - TERMOTOP©[4]

Krov otvaramo sa gornje strane i redosled je sledeći:

- postavljamo odgovarajuću parnu branu,
- popunjavamo prostor između rogova staklenom ili kamenom mineralnom vunom,
- postavljamo sloj tvdo-presovane krovne vune,
- postavljamo paropropusnu - vodonepropusnu foliju,
- postavljamo letve i kontraletve kao podlogu za krovni prekrivač.

Ovo rešenje je primenljivo gotovo uvek a posebno je isplatio ukoliko je sanacijom krova predviđena zamena krovnog pokrivača i podkonstrukcije

4. ZAŠTITA OD POŽARA U SISTEMU RAVNIH KROVOVA

Zaštita od požara predstavlja jedan od najbitnijih izazova celokupnog projektovanja objekata i sklopova. Ova tema bi svakako mogla biti tretirana sa posebnim radom pa ćemo se za ovu priliku ograničiti na zaštitu od požara krovne konstrukcije iznutra za poziciju toplotnog omotača ravnog krova iznad grejanog prostora.

4.1. Osnovni pojmovi koji definišu zaštitu od požara

Osnovna klasifikacija koju ćemo napraviti je klasifikacija vezana za građevinske materijale – gorivost a to je osobina materijala da izložen standardnom porastu temperature, u standardnom predviđenom prostoru, izazove pojave na osnovu kojih se vrši njegova klasifikacija. Sledeća bitna klasifikacije je vezana za konstrukcije a to je Otpornost konstrukcija prema požaru i definisana je vremenom u kome konstrukcija ne izgubi ni jednu od standardom određenih namenjenih funkcija, dok je podvrgnuta standardnom razvoju požara.

4.2. Klasifikovanje materijala prema ponašanju u slučaju požara

Po još uvek važećem standardu SRPS U.J1.050 podela građevinskih materijala prema ponašanju u požaru je na **negorive** i **gorive** materijale.

Kada su pitanju Evropske norme (koje smo već usvojili ili smo u finalnom procesu usvajanja) standard EN 13501-1 [3] definiše klasifikaciju građevinskih materijala s obzirom na reakciju na požar.

Reakcija na požar je definisana kao reagovanje materijala u smislu doprinosa razvoju požara kome je izložen usled sopstvenog razlaganja, pod određenim uslovima npr. Bs1d0.

4.3. Stepen otpornosti elemenata konstrukcije prema požaru

Prema još uvek važećem JUS standardu propisane su vrednosti (u minutima, odnosno u časovima) koje pojedini elementi konstrukcije objekta u zavisnosti od požarnog opterećenja moraju da ispune. Po toj klasifikacija možemo da vidimo da nam je za krovnu konstrukciju (a slagani ravan krov to sigurno jeste) potrebno vreme koje konstrukcija krova treba da izdrži je 0,5 do 1 h, zavisno od zahteva SOP-a. Kada su u pitanju zahtevi za poziciju međuspratne konstrukcije (a ravan krov se može svrstati u ovu grupu u klasifikaciji) a sve na osnovu SOP-a prema SRPS U.J1.240[5] sledi izvod iz date klasifikacije:

*Tabela 2 izvod iz tabele SOP-a za pojedine elemente konstrukcije
u skladu sa SRPS U.J1.240 [5]*

| Vrsta konstrukcije | Metoda ispitivanja | Položaj | Stepen otpornosti prema požaru (SOP) Elementa konstrukcije zgrada (u satima) | | | | |
|--------------------------|--------------------|-----------------------------|--|-----------------|---------------------|-----------------|------------------|
| | | | I (NO) neznatna | II (MO) mala | III (SO) srednja | IV (VO) Veća | V (WO) velika |
| Međuspratna konstrukcija | U.J1.110 | Na granici požarnih sektora | 1/4 | 1/2 | 1 | 1,5 | 2 |

Kada je u pitanju ispitivanje ravnog krova na požar iznutra (Slika 7), to se radi standardizovanom metodom na horizontalnoj peći (ispitivanje se radi po HRN DIN 4102-2 koji je u pogledu osnovnih i specifičnih uslova kompatibilan sa metodima definisanih u SRPS ISO 834, odnosno SRPS U.J.1.110:1986) gde se realan uzorka (dimenzija aprox. 3*5 m) konstrukcija izlaže standardnom požaru, sve u odnosu na traženi kriterijum (vremenski zahtevana otpornost krovne konstrukcije).



Slika 7 Ispitivanje sistema slaganog krova „požar iznutra“ - horizontalna ispitna peć[4]

Detalje samog ispitivanja možete naći u prilogima a suštinski rezultat koji je dobijen za sistem slaganog krova sa termoizolacionim slojem od kamene mineralne vune je 1 h (60 min), kako za krov debljine izolacije 26 cm (u skladu sa preporučenim debljinama za krov iznad grejanog prostora) tako i za debljinu izolacije od 12 cm (za krovove koji se nalaze iznad negrejanih prostora ili povremeno grejanih za koje nije obavezna primena Pravilnika o EE zgrada [1]). Za sada se ove vrednosti otpornosti ka požaru iznutra dobijeni jedino za varijante rešenja krovova sa ispunom od kamene mineralne vune jer setimo se da su mineralne vune po klasifikaciji Evropskih normi i u skladu sa EN 13501-1[3] materijali A1 klase (nije potrebna dodatna klasifikacija) a po još važećim domaćim propisima negoriv materijal.

5. ZAKLJUČAK

Pozicija toplotnog omotača Ravan krov iznad grejanih površina je veoma značajna pozicija, pre svega zbog velikih kvadratura tj. površina na kojima se realizuju različite varijate rešenja same konstrukcije ravnog krova. Bez obzira na samu vrstu konstrukcije, primena novih propisa o EE zgrada donela je nove, povećane debljine izolacije od preko 25 cm što je donelo određene izmene ali je ipak proteklih godinu dana primene pokazalo da je moguće uraditi tehnički i tehnološki korektna rešenja i mnogi izvedeni objekti to potvrđuju. Kada su u pitanju Kosi krovovi iznad grejanih prostora (grejana potkrovlja) došlo je pre svega do promene svesti i ustaljene prakse da se izolacija postavlja između rogova i da je to dovoljno!. Ponuđena su rešenja i za ovu poziciju koja zahtevaju donekle novi pristup, da se u fazi projektovanja računa na dodatnu izolaciju u unutrašnjem prostoru potkrovlja. Čak i kada

ne možemo da interвениšemo sa unutrašnje strane, postoji rešenja za (energetsku) sanaciju spolja.

Pravi zaključak bi mogao da bude se usvajanjem regulative u oblasti EE i još važnije njenom primenom Republika Srbija svrstala u zemlje koje su krenule velikim koracima u društvo zemalja koje svoj razvoj zasnivaju i na EE, pre svega u zgradama gde su i troši najviše energije. Na nama (struci) je da se ponude odgovarajuća rešenja kako bi implementacija bila uspešna.

6. REFERENCE

- [1] Pravilnik o Energetskoj efikasnosti zgrada (sl. glasnik RS br.061/2011)
- [2] Pravilnik o uslovima, načinu izdavanja i sadržini sertifikata o energetskim svojstvima zgrada (sl. glasnik RS br.061/2011)
- [3] SRPS EN:13501-1
- [4] Knauf Insulation interna dokumenta – prezentacioni sadržaji
- [5] SRPS U.J1.110:1986
- [6] SRPS UJ.1:240

*Међународна научна конференција
Безбедносни инжењеринг*

Нови Сад, 2-3. октобар, 2014.



ЛЕГИСЛАТИВА ИЗ ОБЛАСТИ ЗАШТИТЕ

*International Scientific Conference
on Safety Engineering*

Novi Sad, October 2-3, 2014.



SAFETY LEGISLATION

За садржај радова и квалитет језика одговорни су сами аутори.

The authors themselves are responsible for the content and language quality of the papers.



Славиша БОГУНОВИЋ¹

Прегледни рад

ТЕХНИЧКА РЕГУЛАТИВА У ОБЛАСТИ БЕЗБЕДНОСТИ ОД ПОЖАРА ФАСАДНИХ ЗИДОВА

Резиме: Повећање ризика од појаве пожара као и потреба за иновирањем законске регулативе у области безбедности од пожара произвели су потребу за израдом нових прописа. У земљама ЕУ је безбедност од пожара један од седам основних захтева дефинисаних Уредбом о грађевинским производима, док су детаљнији услови прописани законодавством појединих земаља чланица. У раду је анализирана могућност унапређења безбедности од пожара, како нових, тако и постојећих стамбених, пословних и јавних зграда, применом одредби новог Правилника о техничким захтевима безбедности од пожара спољних зидова зграда.

Кључне речи: безбедност од пожара, фасадни зид, технички прописи

TECHNICAL RULES ON FIRE SAFETY OF EXTERNAL BUILDING WALLS

Abstract: Enlargements of fire risks, as well as the need for upgrading fire safety legislation, caused the preparation of new technical rules. The EU regulations consider fire safety as the one of seven basic requirements defined in the Construction Products Regulation, while further conditions and demands are prescribed by the legislation of individual Member States. In order to harmonize national legislation with the EU legislation, the Rule on technical requirements of fire safety of external building walls have been prepared. This paper provides an overview of possibilities to improve the state of fire safety, by applying the provisions of the new Rule on the technical requirements of fire safety of external building walls, both new and existing residential, commercial and public buildings, was specifically analyzed.

Key words: fire safety, facade wall, technical rules

¹Председник, Национално удружење заштите од пожара Републике Србије – НУЗОП РС, Кнеза Милоша 12, Београд, slavisabogunovic@nuzop.org.rs, slavisa.bogunovic@institutims.rs

1. ПРОМЕНА АМБИЈЕНТА У КОМЕ СЕ ГРАДИ

1.1. Материјали и грађевински производи

Интензивни развој грађевинарства у протеклих неколико деценија, поред осталог је обележен и изразито динамичним променама везаним за појаву и употребу нових грађевинских материјала и технологија гређења.

Традиционални грађевински материјали попут камена, опеке, дрвета, бетона, метала и стакла, у значајној мери су уступили место новим грађевинским производима који су базирани на природним сировинама али и онима код којих су у већој или мањој мери заступљени и различити синтетички материјали. Даљим развојем и све већим утицајем “грађевинске хемије” интензивира се примена синтетичких материјала који се, било у форми јединствених производа, било у форми композита или композиција уграђују у зграде. У том смислу, а посебно имајући у виду интензитет примене, посебно се истичу различите врсте топлотноизолационих плоча и материјала који се у зграде уграђују непосредно у виду слојева специфичне намене, или посредно као саставни делови других производа (префабриковани панели са обостраном облогом од металних лимова). У овом смислу се не може заобићи и велики број производа који се користе за облагања приликом финалне обраде подних, зидних или плафонских површина.

1.2. Промене технологије грађења

Традиционални начини изградње у класичном смислу, изузев у области изградње индивидуалних и сличних зграда мање површине је практично напуштен. Увођењем индустријализоване изградње - која је у једном тренутку развоја требало да потпомогне разрешење проблема недостатка изграђеног (првенствено стамбеног) простора, а касније ипак истакла своје основне атрибуте везане за обезбеђење услова за брзо и економично грађење у циљу обезбеђења профита - успостављена је нова технологија. Једно од њених најдоминантнијих обележја је појава префабрикованих елемената и конструкција, које су при томе доживеле не само промену форме, већ је дошло и до суштинских измена у приступу решавања постављених функционалних захтева.

Илустративан пример су зидани спољни зидови, са једним мултифункционалним слојем, који су замењени вишеслојним зидовима код којих је сваком појединачном слоју делегирана специфична функција (конструкција, топлотна заштита, звучна заштита, заштита од дејства атмосферилија и др.). При томе је тежња ка максималном оптимизовању довела до додатног усложњавања проблема: да се у све сведенијим димензијама и волумену обједини све више – понекад и међусобно супротстављених функција.

1.3. Обликовање простора, Реконструкције, Енергетска ефикасност

У поређењу са уобичајеним начином организације архитектонског простора, који се по правилу базирао на дефинисању и издвајању функционалних целина, нови



трендови у обликовању врло често подразумевају повезивање и организацију сродних функција у оквиру јединственог волумена, физичке поделе (*open floor plan*).

У овом смислу, специфичан случај суштински новог приступа у организацији простора одређене намене представљају велики тржни центри (*shopping malls*) са својом комплексном формом: једносратни или вишесратни са различитим функцијама (продајни простор, канцеларије, ресторани, биоскопи...) организованим око атријума и комуникација повезаних (покретним) степеништима и лифтовима, али и зграде које су предмет реконструкције у циљу пренамене простора.

Посебан вид реконструкције зграда се односи на активности које имају за циљ повећање степена енергетске ефикасности. На основу сагледавања општих трендова у овој области, може се претпоставити да ће ова врста реконструкција имати значајан удео у укупном броју.

2. БЕЗБЕДНОСТ ОД ПОЖАРА

2.1. Повећање степена ризика кроз утицај на динамику развоја пожара

За разлику од традиционалних материјала, чија су својстава реакције на пожар и утицај на настајање и развој појединих фаза пожара добро позната, одговарајућа својства савремених материјала су релативно мање испитана и у већој мери су подложна варијацијама у зависности од конкретних услова примене и интеракције са другим материјалима. Имајући у виду удео органских материја у њиховом саставу, генерално се може говорити о неповољном утицају ових материјала на безбедност од пожара зграда у целини.

Поред грађевинских производа и материјала и други фактори доприносе повећању степена ризика од реализације неповољног сценарија развоја пожара у савременим зградама. Пооштравање критеријума везаних за ниво топлотне изолације зграда – условљених новом регулативом у области енергетске ефикасности – непосредно утиче на значајно смањење топлотне дифузивности спољног омотача зграде. који најчешће чини и границе пожарно издвојених целина. Спречено одвођење топлоте у иницијалној фази пожара доприноси брзини развоја пожара, односно смањењу потребног времена до настанка фласх овер-а и преласка пожара у потпуно развијену фазу.

На основу расположивих података, просечно време од паљења до *flash over*-а је 1950. год износило 15 минута, двадесетпет година касније 5 минута, а данас износи 3 минута.

2.2. Продукција дима (дим, токсичност, видљивост)

Увођењем у праксу савремених грађевинских производа и материјала, проблем продукције дима и гасова који се ослобађају приликом пожара је интензивираан, а њихова два најважнија аспекта су: токсичност и видљивост.

Актуелна техничка регулатива везана за заштиту од пожара се у недовољној мери бави дефинисањем поступака анализе гасова и других продуката насталих у пожару, укључујући њихово акутно и хронично токсично дејство на људе. Сви синтетички материјали су запаљиви, а приликом сагоревања ослобађају дим и токсичне гасове



међу којима доминира угљен моноксид, али могу бити генерисани и цијановодоници, фозген, хлороводоници и др. високо токсична једињења.

Излагање дејству токсичних гасова код људи сукцесивно доводи до дезорјентисаности и губитка способности рационалног размишљања, губитак свести, успоравање или заустављање дисања, оштећење миокарда и прекида кардио/плућне комуникације. Овакав сценарио је узрок процентуално највећег броја жртава у пожарима.

Обезбеђење неопходног нивоа видљивости, нарушеног услед продукције дима, и потреба његовог одвођења као предуслова за реализацију евакуације корисника и спровођење гашења од стране спасилаца представља значајан проблем. Савремена техничка регулатива посвећује све више пажње овој проблематици, почевши од утврђивања елементарних својстава грађевинских производа у погледу емисије дима приликом сагоравања до дефинисања услова и захтева за одговарајуће сервисне системе унутар зграда.

2.3. Евакуација

Генерално посматрано, повећање пожарног оптерећења у зградама проузроковано увођењем у употребу великог броја нових грађевинских производа и материјала, применом нових технологија грађења, закључно са повећаним уносом горивих материјала у форми пратећег мобилијара, довели су до бржег ширења пожара, скраћења времена до фласховер-а и генералних промена у динамици пожара, што је у крајњем резултирало скраћивањем времена у коме се може обавити евакуација и очувати механичка стабилност објекта, са свим импликацијама на безбедност корисника и спасилаца.

2.4. Ширење пожара преко фасаде

Изменама у области регулативе везане за област топлотне технике у зградарству, које су наступиле доношењем „Правилника о енергетској ефикасности зграда” [1] дефинисани су захтеви који се односе на енергетска својства зграде који подразумевају прорачунату или измерену количину енергије која је потребна како би биле задовољене енергетске потребе које одговарају уобичајеном начину коришћења зграде и које укључују пре свега енергију за грејање, хлађење, вентилацију, припрему санитарне топле воде и осветљење.

Овај правилник примењује се на изградњу нових зграда, реконструкцију, доградњу, обнову, адаптацију, санацију и енергетску санацију постојећих зграда и зграде или делове зграда које чине техничко-технолошку или функционалну целину, а које се продају или дају у закуп.

На основу захтева постављених „Правилником“, може се очекивати значајно повећање нивоа топлотне изолованости зграда, а самим тиме и дебљина примењене топлотне изолације у оквиру конструкција које се граниче са спољним/негрејаним простором.

Дефинишући захтеве везане за економично коришћење енергије и чување топлоте, „Правилник“ је делимично опсервирао и поједине друге битне захтеве примењиве на



грађевинске производе и радове [2], при чему битни захтеви везани за заштиту од пожара нису узети у разматрање.

Недостатак овог дела регулативе може имати значајан утицај на смањење нивоа безбедност од пожара у зградама у смислу стварања могућности за значајно повећање пожарног оптерећења као последице примене топлотноизолационих материјала неадекватних својстава и њихове неадекватне уградње – посебно у системе фасадних зидова. Преношење пожара са доњих на горње спратове, кроз прозоре и даљим ширењем путем горења грађевинских производа и материјала уграђених у фасадне зидове, може проузроковати погубне ефекте по људске животе и материјална добра. На овај начин пожар се може проширити изузетно брзо, нарушавајући пожарно раздвојене целине и драматично скраћујући време и могућност евакуације. При оваквом сценарију, поред људи унутар зграде могу бити угрожене и особе поред зграде – спасиоци и евакуисани корисници – услед могућег опадања делова спољних облога или горућих честица.

3. РЕГУЛАТИВА

3.1. Општи осврт

Иако су проблеми везани за ширење пожара преко фасаде испољени знатно раније, стварна пожарна својства и посебно реакција на пожар ових система није довољно позната нити документована. Тек у скорије време су интензивирани активности које имају за циљ да се ова област детаљније проучи и дефинишу оквири за доношење техничких прописа и стандарда као основе за утврђивање перформанси.

3.2. Стандарди – методи испитивања

3.2.1. Реакција на пожар – medium scale test

Најчешће коришћени приступ за одређивање пожарних својстава фасада – посебно фасадних облога типа ETICS (контактни фасадни топлотноизолациони системи на основи експандираног полистирена или минералне вуне) [3] и вентилисане системе за облагање фасада [4] – су испитивања у циљу класификације реакције на пожар према европском стандарду EN 13501-1 [5-8]. Испитивање које претходи класификацији се своди на спровођење SBI теста и пратећих тестова [9-12] у зависности од класе реакције на пожар. Тест је изведен из метода испитивања горивих материјала у углу собе (*room corner test*) у складу са стандардом ISO 9705 и подразумева испитивање материјала, композита, композиција па и склопова који служе за облагање зидова, извођење преграда и сл. Монтажа, качење и сл. се изводи као у условима коначне примене, а димензије узорка који формира угао су 500 mm + 1000 mm, висине 1000 mm. Дебљина узорка је ограничена на 200 mm, укључујући подлогу и ваздушне међупросторе.

На основу димензија узорка предметни тест се сврстава у ред тестова средњих размера (*medium scale test*), због чега је код неких корисника изражена сумња у његову примењивост и реалистичност добијених резултата код испитивања реакције на пожар фасада.



3.3. Испитивање фасада – large scale test

За испитивање понашања у пожару фасада, постоји и неколико националних тестова великих размера (large scale test) од којих су најпознатији ISO 13785-2 [13], BS 8414-1 i DIN 4102-20.

У основи сви тестови подразумевају одређивање реакција на пожар материјала и конструкција фасадних облога када су изложени топлоти и пламен из симулираног унутрашњег простора, са ватром која кроз отвор прозора директно делује на фасаду.

Развој хармонизованог европског стандарда је у току.

4. ПРАВИЛНИК О ТЕХНИЧКИМ ЗАХТЕВИМА БЕЗБЕДНОСТИ ОД ПОЖАРА СПОЉНИХ ЗИДОВА ЗГРАДА

4.1. Разлози за доношење правилника

Важећим техничким нормативима који прате Законе и актуелну техничку регулативу није разрађена проблематика безбедности од пожара спољних зидова зграда приликом облагања зграда материјалима који побољшавају њена изолациона својства, па је ради безбедног одвијања тог поступка било потребно изградити нови пропис према искуствима развијених земаља уважавајући и европска правила која се односе на грађевинске производе. Током израде предлога овог правилника коришћени су прописи развијених земаља према којима је предлог и сачињен.

Израдом Правилника постиже се постављени циљ, а то је да се овакве зграде могу испројектовати и извести на безбедан начин по људе и имовину. Истовремено би се применом одредби Правилника предупредило неадекватно и небезбедно грађење објеката а самим тим угрожавање живота грађана и њихове имовине. Овим правилником постиже се усклађеност са европском регулативом и омогућава постизање основни циљева заштите од пожара:

- да се очува носивост конструкције током одређеног времена,
- да се спречи ширење ватре и дима унутар објекта,
- да се спречи ширење ватре на суседне објекте,
- да се омогући сигурна и безбедна евакуација људи, односно њихово спашавање,
- да се омогући заштита ватрогасаца спасилаца.

Потреба за унапређењем безбедности од пожара у постојећим и новим зградама, као и обавеза усаглашавања домаћих техничких прописа са прописима ЕУ, иницирала је израду Правилника о техничким захтевима безбедности од пожара спољних зидова зграда. Овим правилником се прописују технички захтеви које грађевински производи у саставу спољних зидова морају да задовоље приликом пројектовања, изградње и експлоатације стамбених, пословних и јавних зграда.

Циљ захтева дефинисаних у овом правилнику јесте да се спречи запаљење производа и елемената уграђених у спољне зидове зграде или на згради, преношење пожара на суседне зграде, и да се корисницима омогући да безбедно напусте зграду, односно да ватрогасно – спасилачке јединице безбедно интервенишу.



Основним одредбама Правилника је дата област примене и објашњење термина и дефиниција коришћених у тексту прописа.

Установљена је подела зграда у категорије према захтевима безбедности од пожара спољних зидова зграда што даје основне податке о класификацији и разврставању зграда за потребе овог прописа и уводи се градација карактеристика које спољни зидови морају испунити у погледу безбедности од пожара. Оваквом поделом стварају се услови за објективну примену дефинисаних захтева пожарне безбедности зграде.

Класе реакције на пожар материјала као саставних елемената спољних зидова зграда, као и система који се налазе у функцији спољних зидова зграда усаглашене су са европском класификацијом грађевинских производа и оцењују се према стандарду SRPS EN 13501-1.

При изради правилника се нарочито водило рачуна о решењима које је могуће реално спровести, како код нових зграда, тако и код већ изграђених зграда код којих се изводе радови на побољшању термичке заштите и унапређењу енергетске ефикасности зграде.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Правилник о енергетској ефикасности зграда („Сл. Гласник РС”, бр. 61/2011)
- [2] REGULATION (EU) No 305/2011 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 9 March 2011
- [3] COMPOSITE SYSTEMS WITH RENDERING, EOTA - European Organisation for Technical Approvals, Edition March 2000 + Amendment June 2008
- [4] ETAG 004 - GUIDELINE FOR EUROPEAN TECHNICAL APPROVAL OF EXTERNAL THERMAL INSULATION
- [5] EN 13499:2003- Thermal insulation products for buildings - External thermal insulation composite systems (ETICS) based on expanded polystyrene – Specification
- [6] EN 13500:2003 - Thermal insulation products for buildings - External thermal insulation composite systems (ETICS) based on mineral wool – Specification
- [7] ETAG 034 - GUIDELINE FOR EUROPEAN TECHNICAL APPROVAL OF KITS FOR EXTERNAL WALL CLADDINGS
- [8] Part I : VENTILATED CLADDING KITS COMPRISING CLADDING COMPONENTS AND ASSOCIATED FIXINGS, EOTA - European Organisation for Technical Approvals, Edition April 2012
- [9] EN 13501-1:2007+A1:2009 - Fire classification of construction products and building elements - Part 1: Classification using data from reaction to fire tests
- [10] EN 13823:2010 - Reaction to fire tests for building products - Building products excluding floorings exposed to the thermal attack by a single burning item
- [11] ISO 13785-2:2002 Reaction-to-fire tests for façades -- Part 2: Large-scale test
- [12] BS 8414-1:2002 Fire performance of external cladding systems. Test methods for non-loadbearing external cladding systems applied to the face of a building
- [13] EN 13823:2010 - Reaction to fire tests for building products - Building products excluding floorings exposed to the thermal attack by a single burning item
- [14] ISO 13785-2:2002 Reaction-to-fire tests for façades -- Part 2: Large-scale test

*Међународна научна конференција
Безбедносни инжењеринг*

Нови Сад, 2-3. октобар, 2014.



ОБРАЗОВАЊЕ У ОБЛАСТИ ИНЖЕЊЕРСТВА ЗАШТИТЕ И БЕЗБЕДНОСТИ

*International Scientific Conference
on Safety Engineering*

Novi Sad, October 2-3, 2014.



SAFETY ENGINEERING EDUCATION

За садржај радова и квалитет језика одговорни су сами аутори.

The authors themselves are responsible for the content and language quality of the papers.



Милан СРДАНОВИЋ¹
Љубица КРЊАИЋ²
Верица МИЛАНКО³

Стручни рад

ЕДУКАЦИЈЕ ИЗ ОБЛАСТИ ЗАШТИТЕ ОД ПОЖАРА УЧЕНИКА У СРЕДЊИМ ШКОЛАМА

РЕЗИМЕ: У раду су приказани резултати едукационог пројекта „Препознај ризик у себи и око себе“ из области заштите од пожара, који је спроведен међу ученицима средњих школа. Циљ пројекта је био да се кроз едукативни програм млади боље упознају са опасностима од пожара и начину реаговања уколико се затекну у пожару.

Кључне речи: заштита од пожара, едукација, образовање из заштите од пожара

FIRE SAFETY EDUCATION IN HIGH SCHOOLS

ABSTRACT: The paper presents the results of fire safety educational project „Recognize the risk inside and around yourself“. The aim of the project activities was to educate the youth people about fire hazards and how to react if the fire occurs.

Keywords: fire safety, education, fire safety education,

¹ Струк. инж. заштите од пожара

² Струк. инж. заштите животне средине-заштите од пожара, Ватрогасни савез града Новог Сада, Нови Сад, Јована Суботића 11, vsdns@eunet.rs

³ Проф. др, Висока техничка школа струковних студија, Нови Сад, milancko@vtsns.edu.rs

1. УВОД

У Републици Србији у задњих неколико година догодио се изванредан број катастрофалних пожара у којима су жртве биле младе особе (кафе „Лаунџ“, клуб „Контраст“). Поставља се оправдано питање да ли су се могли избећи трагични исходи да су млади имали више информација о заштити од пожара и начину реаговања када су се нашли у таквој ситуацији. Најлакши пут да се спроведе едукација из области заштите од пожара, је да се у образовни систем наше земље уведе програм који би се бавио овом тематиком.

У образовне установе у Републици Србији, спадају предшколске установе (вртићи), основне школе, специјалне основне школе, средње стручне школе, гимназије, средње школе за специјално образовање, високе школе и факултети.

Сваке године у Србији се догоди неколико десетина пожара у школама и високошколским установама, али и у вртићима, при чему настаје велика материјална штета. Подаци о броју пожара у школама у Србији су приказани у Табели 1.

Табела 1 Статистика пожара у школама у Србији [1]

| Година | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Пожари у школама, вртићима и високошколским установама | 95 | 79 | 64 | 72 | 70 | 120 | 70 | 73 |
| Укупно пожара у току године | 15518 | 19097 | 15031 | 19271 | 20301 | 24008 | 35567 | 30668 |
| Удео пожара у образовним установама у односу на укупан број пожара | 0,6% | 0,41% | 0,42% | 0,37% | 0,34% | 0,49% | 0,2% | 0,24% |

Из података у табели 1., може се закључити да пожари у образовним установама заузимају испод 1% од укупног броја пожара у Србији. Међутим, ако се узме у обзир да се у нашим образовним установама налази око 1,5 милиона деце омладине и наставника [2], угрожено је око 30 000 особа. Овај податак не сме да се занемари, јер у случају да се догоди пожар у некој школи, и уколико се евакуација не спроведе како треба, број повређених и мртвих би могао бити огроман. Ово свакако указује да је потребно бар неко елементарно знање из области заштите од пожара.

2. ПРОЈЕКАТ ЕДУКАЦИЈЕ ИЗ ОБЛАСТИ ЗАШТИТЕ ОД ПОЖАРА „ПРЕПОЗНАЈ РИЗИК У СЕБИ И ОКО СЕБЕ“

Пројекат едукације из области заштите од пожара под именом „Препознај ризик у себи и око себе“ реализован је од стране Ватрогасног савеза града Новог Сада уз помоћ професора и студената Високе Техничке Школе Струковних Студија у Новом Саду. Идеја за пројекат настала је након пожара у дискотеци „Контраст“. У циљу деловања на свест омладине, усвајања знања о опасностима од пожара и

оспособљавања да се реагује на правилан начин ако је дошло до пожара, спроведена је едукација прво у средњим школама, а затим и у основним школама.

2.1. План едукације

У пројекат су укључене све средње школе на територији Града Новог Сада, укупно 16661 ученика. Поред средњих школа у Новом Саду, едукација је извршена у гимназији „Светозар Милетић“ у Србобрану.

Пре почетка едукације, извршено је анкетање како а би се увидело тренутно стање свести ученика о заштити од пожара. У табели 2 дат је изглед анкетног листа.

Табела 2 Анкетни лист за ученике

| Пол: М Ж | | Година школовања: I II III IV | | | |
|----------|--|---|-----|---------|----------------------|
| 1. | Да ли су у вашој школи обележени путеви за евакуацију? | ДА | НЕ | НЕ ЗНАМ | |
| 2. | На који број телефона бисте позвали ватрогасце у случају пожара? | 93 | 193 | 195 | Ниједан од понуђених |
| 3. | Ко би по вашем мишљењу требало да организује евакуацију у случају пожара у школи? | 1. Директор 2. Разредни старешина 3. Наставник који тренутно држи наставу или је у непосредној близини 4. Школски домар или радник обезбеђења | | | |
| 4. | Да ли знате где се у школи налазе ватрогасни апарати? | ДА | НЕ | | |
| 5. | Да ли ја важно знати руковати ватрогасним апаратом? | ДА | НЕ | МОЖДА | |
| 6. | Да ли школа има зидне хидранте? | ДА | НЕ | НЕ ЗНАМ | |
| 7. | Да ли сматрате да је потребно у програме образовања уврстити предавања о основама заштите од пожара? | ДА | НЕ | НЕ ЗНАМ | |
| 8. | Шта бисте урадили у случају појаве пожара? | 1. Напустио/ла бих просторију и позвао/ла ватрогасце 2. Покушао/ла бих да угасим пожар ватрогасним апаратом или приручним средствима 3. Активирао/ла бих ручни јављач 4. _____ | | | |
| 9. | Уколико чујете пожарни аларм, а не примећујете знаке пожара, како бисте поступили? | 1. Распитао/ла бих се шта се дешава 2. Поступао/ла бих према истакнутом упутству за поступање у пожару 3. Игнорисао/ла бих аларм | | | |
| 10. | Да ли је безбедно коришћење лифта у случају пожара? | ДА | НЕ | НЕ ЗНАМ | |

Циљ анкете за ученике је био да се види:

- Да ли ученици обраћају пажњу на опремљеност њихове школе по питању заштите од пожара.
- Какво је опште знање и мишљење о заштити од пожара.
- Колико су упућени у школска правила заштите од пожара.
- Како би се понашали у случају пожара.
- Да ли сматрају да је потребно увођење предавања о заштити од пожара у школама.

Програмом је испланирано да едукације ученика траје један школски час, 45 минута, и он је подељен на три целине:

- Први део (10 минута): представљање и пуштање ученицима филма са темом пожара у дискотеци.
- Други део – главни (30 минута): предавање о заштити од пожара уз презентацију.
- Трећи део (5 минута): питања ученика.

Ученицима су презентоване следеће тематске области:

- Шта је пожар и како настаје?
- Зашто је важно спречити пожар?
- Шта и како гори?
- Шта урадити у случају пожара?
- Понашање људи у пожару?
- Функције мозга у пожару?
- Како угасити пожар (употреба апарата за гашење пожара)?
- Како препознати пожар у објекту (сигнали)?
- Како се евакуисати из објекта?
- Како до безбедне школе?

Задатак едукације је био да се ученици који присуствују предавању упознају са свим поглављима из презентације, да у току предавања што боље схвате ситуације у којима могу да се нађу и науче како правилно да реагују у њима.

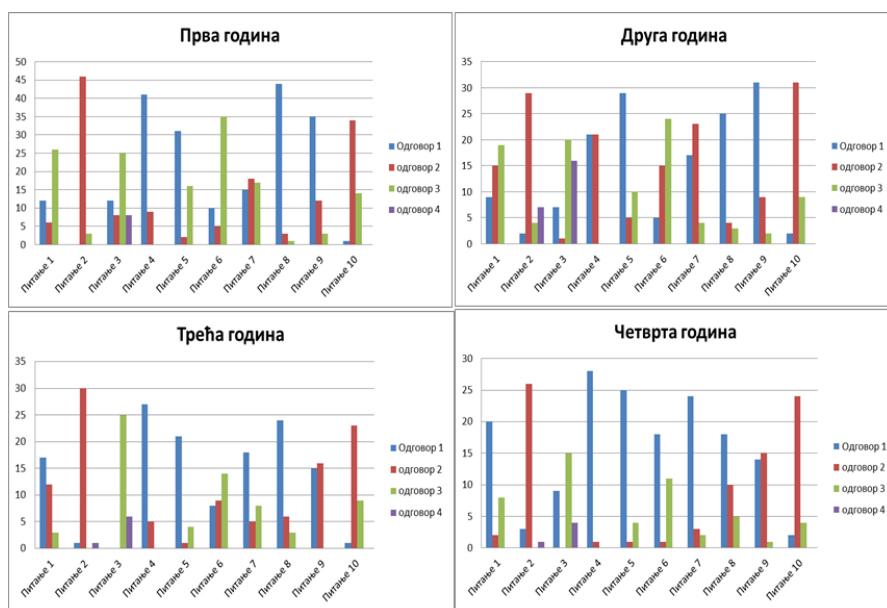
2.2. Едукација из заштите од пожара у гимназији „Светозар Милетић“ у Србобрану

У пројекат едукације, поред средњих школа на територији града Новог Сада, укључена је и једина средња школа у општини Србобран, гимназија „Светозар Милетић“ [3]. Захваљујући доброј сарадњи са директором гимназије, која је прихватила идеју да се спроведе пројекат везан за едукацију, омогућено је да се у овај програм укључи и наставно особље и да се спроведе и пробна вежба евакуације школе. Едукативни програм је спроведен кроз следеће фазе.

- анкетирање ученика,
- анкетирање професора,
- едукација ученика,
- поновно анкетирање ученика,
- едукација професора,
- пробна вежба евакуације

2.2.1. Резултати анкете пре едукације

Пре едукације ученика гимназије „Светозар Милетић“, ученицима је подељена анонимна анкета као и у средњим школама у Новом Саду (табела 2.). Статистичком обрадом података резултати анкете приказани су на слици 1.



Слика 1. Графички приказ резултата прве анкете, одвојено по години школовања

Анализа, заокружених одговора на питања довела је до већег броја закључака по питању тренутног знања и схватања ученика о заштити од пожара.

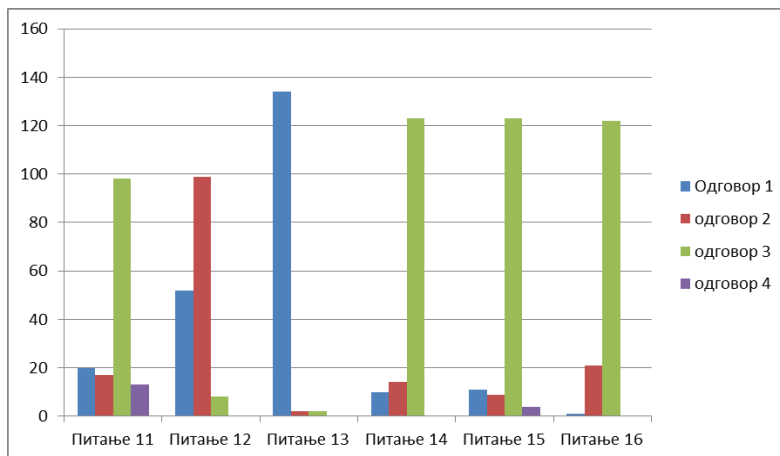
- Ученици четвртог разреда много боље су упућени од ученика млађих разреда у постојање путева евакуације у школи.
- Сви ученици подједнако познају бројеве ватрогасно спасилачке службе.
- Ученици углавном сматрају да у случају евакуације из школе треба да их изведе професор који им држи наставу, што је исправно размишљање.
- Већина ученика зна где се налазе апарати за гашење пожара.
- Већина сматра да је потребно знати руковати апаратом.
- Сразмерно дужини школовања ученици знају да постоје хидранти у школи.
- Четврти разреди су код седмог питања исказали највећу зрелост, у већини су одговорили да је потребно увођење заштите од пожара у програме образовања, за њима иду трећи разреди, а први и други разреди су у већини случајева одговорили негативно.
- Већи број ученика зна да лифт не сме да се користи у току пожара.

2.2.2. Анкетирање након едукације

Након прве анкете и одржаног предавања, ученицима је подељена друга анкета са 16 питања. Првих 10 питања била су иста као и у првој анкети, а остала питања била су намењена да се утврди знање након едукације (табела 3). За разлику од прве анкете, друга анкета није била анонимна, сваки ученик је морао да се потпише.

Табела 3 Питања која су додата анкети после извршене едукације

| | | | | |
|----|--|---|----|---------|
| 1. | Уколико избије пожар на неком електричном уређају, чиме бисте га гасили? | 1.Песком3. Њебетом 2.Водом4.Прахом | | |
| 2. | Шта мислите, од чега се најчешће страда у пожару? | 1.Од ватре (топлота, пламен) 2.Од продуката сагоревања (CO) 3.Од урушавања конструкције објекта | | |
| 3. | Да ли упаљена цигарета може да изазове пожар? | ДА | НЕ | НЕ ЗНАМ |
| 4. | Уколико се налазите у опожареном вишеспратном објекту, евакуисаћете се? | 1.Скоком са терасе 2.Путем којим сте ушли у објект (познат пут) 3.Уцртаним путем евакуације | | |
| 5. | Ватрогасни апарат и хидрант у школи сме да користи? | 1.Помоћно особље 2.Професори 3.Сви присутни 4.Директор | | |
| 6. | Како се у вашој школи врши обавештавање односно алармирање у случају пожара? | 1. Једним дугим звоњењем 2. Виком (пожар, пожар!) 3. Узастопним звоњењем три звона | | |



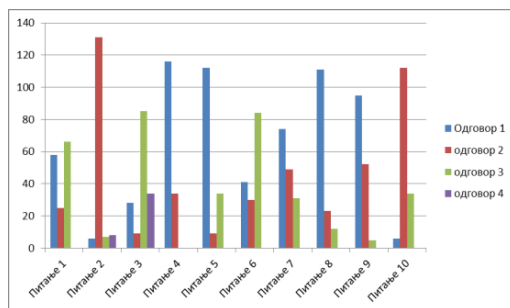
Слика 2. Графички приказ одговора на питања 11,12,13,14,15 и 16.

Додатна питања била су нешто комплекснија и на њих је у потпуности тачно одговорио само онај ученик који је пажљиво пратио сваки сегмент предавања.

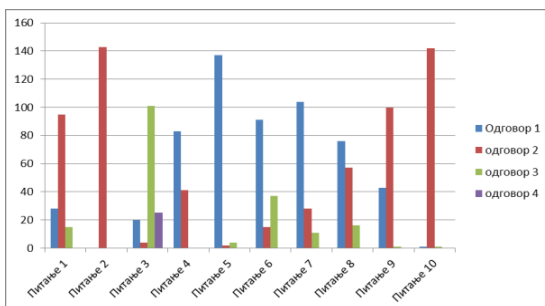
2.2.3. Анализа одговора на додатна питања:

- На питање: „Уколико избије пожар на неком електричном уређају, чиме би га гасили?“ с обзиром на слику која се налази у презентацији, где је запаљен тостер угашен пешкиром, највећи број одговора био је под 3. ћебетом.
- На питање: „Од чега се највише страда у пожарима?“ већина ученика је одговорила тачно.
- Такође на питање: „Да ли цигарета може да изазове пожар?“ готово сви су одговорили потврдно.
- На питање: „Уколико се налазите у опожареном вишеспратном објекту, евакуисаћете се?“ већина је одговорила путем евакуације што значи да су схватили правила евакуације из објекта.
- На питање: „Ватрогасни апарат и хидрант у школи сме да користи?“ већина је одговорила да сви могу да користе што је тачан одговор.
-
- Из разлога што је након анкете планирана евакуација школе, на крају анкете постављено је питање: „Како се у вашој школи врши обавештавање, односно алармирање у случају пожара?“ највећи број ученика је одговорио тачно, та тема је посебно споменута у току предавања, и највероватније из тог разлога, када се у току шестог часа огласио аларм, евакуација је била успешна.

2.2.4. Анализа одржане едукације



Слика 3. График стања пре едукације



Слика 4 График стања после едукације

Упоредним прегледомоба графика који приказују целокупне резултате одговора свих ученика школе, може се сматрати да је едукација ученика у гимназији „Светозар Милетић“ у Србобрану била изузетно успешна. Повећан број тачних одговора доказује да кратко, садржајно и занимљиво предавање може да повећа свест и промени мишљење оних који су га пратили.

3. ЗАКЉУЧАК

Од укупног броја анкетираних и едукованих ученика свих школа (око 17 000 ученика), само је у једној школи на броју од око 180 ученика, гимназији „Светозар Милетић“ у Србобрану, урађено анкетирање након извршене едукације. Та анкета показала је да се стање драстично променило. Много већи проценат одговора био је тачан, ученици су схватили важност поседовања знања из области заштите од пожара, а анкету су много озбиљније схватили и попунили него анкету пре едукације.

Анкета која је рађена након одржане едукације, указује на важност спровођења оваквих акција, и показује да ученици на предавању у трајању од једног школског часа, могу да усвоје одређено знање које им у опасним ситуацијама може помоћи да спасе живот себи и другима. Такође, резултати ове анкете доводе до питања: „Какво би њихово знање и размишљање било да у склопу образовног система постоји константан процес едукације ученика из области заштите од пожара?“. Констатација која може да се донесе из целокупно спроведене акције јесте: „Уколико би ученици, од почетка свог школовања па све до краја, имали константно образовање из области заштите од пожара, стање заштите од пожара у држави било би много боље, а број жртава у пожарима би се смањило“. Целокупно анкетирање доводи до још једног закључка, ученици сразмерно годинама схватају озбиљније или мање озбиљно спроведену акцију. Ученици четвртих разреда озбиљније су приступили решавању анкетних питања, док највећу неозбиљност показују ученици првих и других разреда. Поред старости ученика важан фактор је и пол ученика, ученице женског пола, процентуално су дале много мање неозбиљних одговора од ученика мушког пола.

Важна ствар је што се однос професора и управе школе у вези заштите од пожара такође променио, спроведена евакуација довела је до тога да се сваки професор запита која је његова дужност и обавеза у случају пожара.

Рад је пристекао из података који су добијени из пројекта у „Препознај ризик у себи и око себе“.

4. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Живковић, С., *Анализа стања заштите од пожара у републици Србији*, саветовање ЗОП 2010, Нови Сад, 2010.
- [2] <http://site.cep.edu.rs/sistem-obrazovanja-u-srbiji/sistem-obrazovanja-u-celini>
- [3] Срдановић М. „Едукација из области заштите од пожара у средњим школама“, завршни рад, ВТШСС, Нови Сад 2013.



Маријола БОЖОВИЋ¹

Стручни рад

ВАСПИТНО ОБРАЗОВНА И ИНФОРМАТИВНА ДЕЛАТНОСТ У ФУНКЦИЈИ ЗАШТИТЕ И БЕЗБЕДНОСТИ

Резиме: Предмет рада је анализа стања и предлог мера за унапређење свести о значају едукације и образовања у систему заштите и безбедности

Кључне речи: заштита, образовање, заштита животне средине, заштита од пожара

EDUCATION AND INFORMATION ACTIVITES IN PROTECTION AND SAFETY FUNCTION

Abstract: The aim of the paper is to analysis actual state and to propose additional measures in order to improve awareness about importance of safely education and public information.

Key words: education, environmental protection, fire protection

¹ Мр дипл. инг ЗОП-а Здравствени центар-Косовска Митровица marijola.bozovic@gmail.com



1. УВОД

У историји људског друштва дешавали су се бројни драматични догађаји и катастрофе. Човек и данас живи на Земљи препуној опасности које угрожавају његов опстанак и јављају се у разним облицима, било да су природне, било да их је он сам створио. Током свог еволутивног развоја човек се трудио, на разне начине, да своју средину учини безбеднијом и да сузбије опасности које су га грубо угрожавале. У тој вечитој борби са опасностима, човек је у границама својих умних, физичких и техничких могућности успео да неке од опасности умањи или елиминише, а за неке да пронађе адекватан начин заштите. Међутим, иако су сва достигнућа савремене науке у његовој служби, њему још увек прети опасност од оних истих исконских непријатеља који су га кроз векове прогањали: земљотреса, пожара, поплава, вулканских ерупција, заразних болести и других опасности уперених против човечанства. Можемо с правом рећи и то да је човек главни кривац за појаву многих нових опасности јер његово неадекватно понашање у покушају да природу стави под своју контролу доводи до многих несрећа.

Регион Југоисточне Европе све више је угрожен разним врстама природних опасности (пожари, поплаве, суше, екстремно високе температуре, земљотреси, клизишта, олујне непогоде, итд), техничко-технолошким несрећама, дејством опасних материја и других стања опасности. Глобалне климатске промене такође доприносе деградацији животне средине, са штетним утицајем на здравље људи, опстанак многих природних врста и културно наслеђе. Комбинација наведених фактора захтева свеобухватну стратегију заштите и спасавања која обухвата системе превенције, ублажавања, заштите и спасавања и обнове. Пожари су од памтивека велика опасност по човека, његова материјална добра као и животну средину. Пожари су у свим савременим друштвима и државама значајан друштвени, економски и техничко-технолошки проблем.

2. ПОЈАМ ЗАШТИТЕ ОД ПОЖАРА И ЕКСПЛОЗИЈА

Заштита од пожара се може схватити као скуп мера и радњи за планирање, финансирање, организовање, спровођење и контролу мера и радњи заштите од пожара; спречавање избијања и ширења пожара; откривање и гашење пожара; спасавање људи и имовине, заштиту животне средине; утврђивање и отклањање узрока пожара као и за пружање помоћи код отклањања последица проузрокованих пожаром.

Све ове мере усмерене су ка заштити људи и имовине од пожара и оне се могу сажети у две основне групе: превентивне и оперативне мере.

У складу са тим, тежиште ангажовања у области заштите од пожара усмерено је на обезбеђивање потпуније заштите људи и имовине од пожара, експлозија и других стања опасности (елементарне непогоде), перманентну контролу примене мера превентивно-техничке и заштите од пожара у објектима већег степена угрожености од пожара, објектима од посебног значаја за Републику, као и у области производње и промета експлозива и других опасних материја. Посебна мера посвећена је и потпуној техничкој опремљености ватрогасно-спасилачких јединица и повећању ефикасности интервенција на гашењу пожара и спасавању људи и имовине угрожених овим



догађајима. Такође, посебна пажња се посвећује стручном усавршавању и оспособљавању радника на овим пословима.

Неопходно је да поменемо и то да све мере које се предузимају у циљу заштите од пожара поверавају се субјектима који делују у националном систему заштите од пожара. Као и у другим земљама и у нашој земљи делује већи број субјеката, сваки са својим функцијама и организацијом, чинећи јединствен систем заштите од пожара који своју основу има у законској регулативи. Субјекти у нашем систему заштите од пожара су:

- Државни органи,
- Органи аутономне покрајине,
- Органи јединица локалне самоуправе,
- Привредна друштва,
- Друга правна и физичка лица [4].

Такође, можемо рећи да се под појмом мера заштите од пожара подразумева одређивање начина и поступака којима се врши спречавање или отклањање опасности од пожара на животе људи, телесни интегритет, материјална добра и животну средину, док се безбедни услови утврђују нормативима садржаним у правним или техничким прописима којима се одређују егзактна мерила, чиме се постиже одређена тачност обавезног чињења или нечињења.

Заштита од пожара је стара колико и откриће ватре и током историје се развијала у складу са научним и техничким напретком људског друштва. Основне технике за борбу против пожара и спречавање његовог ширења су се у почетку сводиле на уклањање гориве материје, затим на смањивање и одвођење топлоте и најзад на снижавање концентрације кисеоника да би се успорио или прекинуо ланац хемијских реакција које се догађају током сагоревања. Наведена три принципа и данас чине основу борбе против пожара.

Почеци организоване заштите од пожара у Србији везују се за време владавине кнеза Милоша Обреновића, односно за доношење Уредбе против пожара 1834. године. Од тог времена заштита од пожара развијала се у складу са различитим облицима државног уређења и у континуитету све до данас.

Закон о заштити од пожара из 1988. године донет је у време када је доминантан облик својине била друштвена својина. До доношења Закона о заштити од пожара ("Службени гласник РС", број 111/09) органи јединица локалне самоуправе и државни органи обавезују се на спровођење мера заштите од пожара и надзор над њиховим спровођењем. Заштита од пожара у већим привредним системима и код правних лица добро је функционисала све док убрзан процес приватизације и власничке трансформације правних лица није утицао на реализацију планова заштите од пожара у општинама и предузећима, што је довело до тога да се последњих година спроводе само основне мере заштите.

Закон је усклађен са уставним одредбама и прописима Европске уније и комплементаран је Закону о ванредним ситуацијама ("Службени гласник РС", бр. 111/09 и 92/11). Законом се уређују систем заштите од пожара, права и обавезе државних органа, органа аутономних покрајина и органа локалне самоуправе, привредних друштва, других правних и физичких лица, организација ватрогасаца,



надзор над спровођењем Закона, финансирање и друга питања од значаја за функционисање система заштите од пожара. Одредбе Закона примењују се и на заштиту од експлозија. Законом је утврђено да ће се Стратегијом заштите од пожара створити основ за ефикаснију заштиту људи и материјалних добара. Такође, боље ће се уредити организација и оспособљеност ватрогасно-спасилачких јединица, створиће се основ за ефикаснију примену техничких прописа, појачати одговорност субјеката заштите од пожара и уредити друга питања [7].

Општи циљ Стратегије заштите од пожара за период 2012-2017. године је унапређење заштите од пожара превентивним деловањем кроз предузимање и примену мера безбедности свих субјеката и информисаност грађана.

3. ОБРАЗОВАЊЕ У ФУНКЦИЈИ ЗАШТИТЕ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ, ЗАШТИТЕ ОД ПОЖАРА

Обзиром да су пожари у свим друштвима и државама значајан друштвени, економски и техничко-технолошки проблем, заштита од пожара је по својој суштини делатност од општег друштвеног интереса, то је активност којом се штити радна и животна средина. Поред низа активности које се предузимају у циљу организовања и спровођења заштите од пожара, образовање за заштиту од пожара заузима веома значајно место.

Темељ и основу образовања за заштиту животне средине а самим тим и заштиту од пожара чини право човека на живот и рад у здравој животној и радној средини које је као основно човеково право утврђено и прихваћено од међународне и наше заједнице [1]. Истовремено је право човека на живот у здравој животној средини неодвојиво повезано и са правом на образовање и учење.

Такође, велики број теоретичара указује на то да образовање за заштиту животне средине морамо посматрати кроз систем перманентног (континуираног) образовања. Обезбеђивањем сталне допуне и усавршавања знања могуће је решити противуречности између постојећег (расположивог) и друштвено неопходног нивоа знања код људи [2].

Орјентација перманентног образовања и усавршавања широке образовне популације (ученика, студената, стручњака и осталог становништва) представља неопходан корак у правцу приближавања система васпитања и образовања захтевима времена у којем живимо и које долази. Када направимо осврт на систем формалног образовања можемо након много изнетих чињеница истаћи да је данас најактивнији део нашег друштва недовољно образован за заштиту радне и животне средине мислећи при том и на заштиту од пожара. То произилази из чињенице да су многе генерације у току свог школовања недовољно еколошки описмењаване, односно нису добиле одговарајуће образовање за заштиту животне средине. Такође наш систем образовања још увек пати од многих слабости и недостатака. Свесни свих ових недостатака, у нашој земљи се предузимају одређени кораци у правцу екологизације формалног система образовања. Када је у питању неформални облик образовања, као и у другим земљама, тако и код нас последњих година се све више придаје значај неформалном-ваншколском начину образовања. Тако се, поред образовних програма, који су прилагођени узрасту и професионалној орјентацији корисника који су обухваћени



основним, средњим, високим и последипломским нивоом, све више се утврђују и развијају и програми широког ваншколског образовања за заштиту радне и животне средине. [3]. Ова активност је још увек у фази тражења и формирања посебних образовних садржаја, организационих облика и метода рада.

Треба истаћи и то да се последњих година програми, обуке и оспособљавања све више и више укорене у нашој свакодневници, али је такође и неспорна потреба њиховог перманентног иновирања у складу са захтевима нових технологија.

Посматрано са аспекта ваншколског образовања за заштиту радне и животне средине, а самим тим и заштите од пожара, могло би се рећи да ово образовање на нашим просторима још увек има недостатке у погледу координације и сарадње међу значајним друштвеним чиниоцима у овој области, такође од недовољне ангажованости од стране појединих институција, недостатка финансијске и друге подршке, као и недостатка научног приступа и научних истраживања у овој области. Навешћемо неке од примера активности и обука за реаговање у ванредним ситуацијама где као узрок могу бити и опасности изазване пожарима [6].

Министарство унутрашњих послова има примарну улогу у подизању капацитета субјеката система заштите и спасавања у ванредним ситуацијама, за случај пожара, елементарних непогода, техничких и технолошких несрећа, дејства опасних материја и других стања опасности.

Обука у Националном тренинг центру Министарства унутрашњих послова и регионалним центрима има за циљ подизање нивоа знања и вештина појединаца, јединица и штабова за ванредне ситуације за извршавање задатака заштите и спасавања, самостално или у саставу националних и међународно здружених снага за заштиту од елементарних непогода и других несрећа. Обука је усмерена и обухвата организационе активности и лица дефинисана законом и другим правним актима, за послове планирања, припреме и реаговања у случају настанка ванредних ситуација, односно спровођења оперативних активности на смањењу последица насталог догађаја. У оквиру Националног тренинг центра за ванредне ситуације планирана је обука запослених Сектора за ванредне ситуације кроз основну и специјалистичке обуке, обуку руководиоца, као и перманентно усавршавање кроз реализацију семинара, радионица, симулација и вежби.

Посебна пажња придаје се разним видовима обуке за реаговање у ванредним ситуацијама. Тако је у јуну 2009. године, у Омладинском кампу у Ковачици, Министарство унутрашњих послова организовало обуку под називом "Добровољци у заштити од пожара - Ковачица 2009", и то у оквиру Програма за планирање и реаговање у ванредним ситуацијама Америчке агенције за међународни развој УСАИД. Циљ ове обуке је едукација деце узраста од 14 до 18 година за заштиту од пожара и реаговање у случају природних и изазваних катастрофа.

Под покровитељством Министарства унутрашњих послова и Министарства за рад и социјалну политику, у Београду се традиционално одржава Међународни сајам под називом "Заштита и безбедност", у циљу да се на једном месту нађу водећи људи служби за заштиту и спасавање у Европи, стручњаци у овој области рада и произвођачи опреме, како би разменили искуства, упознали се са новим технологијама и постигли договор о будућој сарадњи на пољу заштите и безбедности људи и

материјалних добара. У том смислу организован је не само излагачки, већ и стручни програм, који обухвата саветовања, радионице и практичне демонстрације [6].

4. УМЕСТО ЗАКЉУЧКА

За успешно спровођење заштите животне средине а самим тим и заштите од пожара треба посебну пажњу обратити на питање избора и реализације образовних и информативних садржаја који се односе на питања и проблеме безбедности и заштите животне средине. То је разумљиво, ако се има у виду чињеница да се ради о сложеној, комплексној, интердисциплинарној материји која подразумева перманентно учење и подизање јавне свести о безбедносним проблемима и проблемима заштите од свих могућих опасности. Резултати истраживања потврђују потребу организације образовних и информативних активности и то, првенствено, са садржајима који ће бити непосредно у функцији безбедности, заштите здравља и имовине становништва. Успешно решавање питања и проблема везаних за заштиту од пожара као и проблема заштите животне средине захтева снажну институционалну основу, која се може постићи кроз јачање капацитета, добро управљање, олакшани проток информација и ефикасне координационе механизме. Треба обезбедити компетентност, образованост и обученост свих учесника који су задужени за безбедност животне средине која може бити угрожена разним видовима опасности. Отуда је логично да неопходна знања, конкретна решења и методе управљања заштитом радне и животне средине буду предмет перманентног образовања и учења у овој области. У том погледу, савремени образовни приступ заснован на методама активног учења и сталне партиципације свих запослених у амбијенту “организације која учи“ има непроцењив значај у остваривању захтева одрживог развоја у будућности [3].

Неопходно је успоставити чвршће везе између формалног, неформалног и свих других облика учења и образовања како би се омогућило увођење филозофије и праксе доживотног учења, односно могућност обнављања и осавремењивања знања и способности током целог живота. У коначном заокруживању закључака овог истраживања чини нам се упутним да укажемо на неке објективне и неопходне мере и научноистраживачке активности које би се могле остварити у следећим правцима:

- садржаје и теме из области заштите животне средине, а посебно заштите од пожара увести у националне наставне планове и програме свих установа образовања и васпитања;
- развијати Националне и регионалне тренинг центре за ванредне ситуације као и друге носиоце обуке и стручног усавршавања субјеката интегрисаног система заштите и спасавања;
- превазићи или спречити баријере партиципације становништва у активностима образовања за заштиту животне средине и заштиту од пожара;
- подстицати деловање породице, школе, медија и различитих друштвених организација у развијању образовних потреба за заштиту животне средине и заштиту од пожара посебно у срединама које су изложене ризицима од настанка истих;
- обезбеђивање система перманентног образовања и учења за заштиту радне и животне средине како на републичком тако и на локалном нивоу;



- остварити функционалну повезаност научно-истраживачких организација са кључним актерима интегрисаног система заштите и спасавања;
- развијати свест и културу безбедности грађана у области заштите и спасавања и смањивати ризике од катастрофа;
- успоставити и унапредити што ефикаснију координацију и оперативну сарадњу свих субјеката интегрисаног система заштите и спасавања;
- побољшати регионалну и међународну координацију и сарадњу праћењем стања, разменом информација и заједничким обукама јединица интегрисаног система заштите и спасавања.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Марковић, Ж. Д., *Социјална екологија*, Завод за издавање уџбеника, Београд, 1996.
- [2] Николић, В., Живковић, Н., *Безбедност радне и животне средине, ванредне ситуације и образовање*, Факултет заштите на раду, Ниш, 2010.
- [3] Николић, В., *Образовање и заштита животне средине*, Задужбина Андрејевић, Београд, 2003.
- [4] Закона о заштити од пожара ("Службени гласник РС", број 111/09)
- [5] Закону о ванредним ситуацијама ("Службени гласник РС", бр. 111/09 и 92/11).
- [6] Стратегију заштите од пожара за период 2012-2017, ("Службени гласник РС", бр.21/2012 од 21.3.2012. године)
- [7] Националну стратегију заштите и спасавања у ванредним ситуацијама ("Службени гласник РС", бр.86/2011 од 18.11.2011.
- [8] (www.crnonabelo.com/wpcontent/2012/04/strategija_bezbednosti_i_zdravlja_na_radu0083_sug.pdf) Презиме, Име или иницијали (година): *Наслов књиге*. Град: Издавач.

*Међународна научна конференција
Безбедносни инжењеринг*

Нови Сад, 2-3. октобар, 2014.



ИСКУСТВА ИЗ ПРАКСЕ

*International Scientific Conference
on Safety Engineering*

Novi Sad, October 2-3, 2014.



EXPERIENCES FROM PRACTICE

За садржај радова и квалитет језика одговорни су сами аутори.

The authors themselves are responsible for the content and language quality of the papers.



Бранко ЂУКИЋ¹
Драган КАРАБАСИЛ²
Славко СМИЉАНИЋ³

Стручни рад

ПЕНИЛА ЗА ГАШЕЊЕ ПОЖАРА, КВАЛИТЕТ, ПРИМЕНА И ПОТРОШЊА

Резиме: Пенила се користе за ефикасно гашење пожара чврстих материјала као што су дрво, угаљ, папир и др. (класа А), као и запаљивих течности које су мешљиве или немешљиве са водом (класа Б). У Србији је ускладиштено 500 до 600 тона пенила. Годишње се набави 80 до 100 тона новог пенила. Доминантни произвођачи који су заступљени на нашем тржишту су из Немачке и Шведске.

Већина пенила набавља се путем тендера за јавне набавке. Добављачи значајно утичу на формирање критеријума тендера. Најчешће се не води рачуна о квалитету пенила већ о одређеним параметрима, које даје сам произвођач. Најмање или готово никако не траже се параметри важни за гашење пожара. У раду је дат приказ анализе неких јавних набавки са циљем да се укаже на недоследност тражених критеријума по тендерској документацији према важећим стандардима.

Кључне речи: пенило, тендер, набавка

FIRE FIGHTING FOAMS, QUALITY, USAGE AND CONSUMPTION

Abstract: Foam is used for efficient fire fighting on hard materials such as wood, coal, paper and others. (class A), as well as flammable liquids that are miscible or immiscible with water (Class B). Serbia has stored 500 to 600 tons of foam. Annually, 80 to 100 tons of new foam is bought in our market. The dominant manufacturers, that are present in our market, are from Germany and Sweden. Most of foam on our market is bought through tenders. Suppliers significantly affect the formation of the criteria of the tender. Most often they do not consider quality of the foam, but they consider certain parameters, gotten from the producer. At least or almost never, buyers look for foam to meet parameters important for fire fighting. This paper presents an analysis of public procurement in order to point out the inconsistency of the criteria required by the tender documents according to current standards.

Key words: foam, tender, purchasing

¹ Удружење инжењера србије за корозију и заштиту материјала

² Висока техничка школа струковних студија у Новом Саду, karabasil@vtsns.edu.rs

³ Технолошки факултет, Зворник

1. УВОД

Пенило (концентрат, екстракт) у односу 1-6 % са 99-94% воде, ерацијом преко млазнице ствара пену која се наноси на пожар и ефикасно га гаси. Гашење пожара врши се угушивањем и хлађењем. Пенем се гасе пожари настали паљењем чврстих материјала (дрво, угаљ, папир и др); А класа пожара, као и запаљивих течности мешљивих са водом и немешљивих са водом (алкохоли, ацетон, нафтни деривати и др); Б класа пожара.

Највећи потрошачи пенила за гашење пожара у Србији су: Нафтна индустрија - рафинерије, складишта и претакалишта нафтних деривата, термоелектране, рудници угља, топлане, аеродроми, фабрике јестивог и машинског уља, Министарство одбране, бродске преводнице, хемијска индустрија, дрвопрерађивачка индустрија, градске ватрогасне јединице, гумарска индустрија, фабрике алкохола и др.

Гашење пожара пенем у Србији врши се са стационарним инсталацијама или са мобилним уређајима тј. преко ватрогасних возила. Код нас се слабо користе ватрогасни апарати за гашење пенем.

Може се проценити да се у Србији годишње купи 80-100 тона новог пенила, а да су залихе 500-600 тона. Обнављање залиха 15-20 % је недовољно, јер би на вежбање ватрогасаца требало трошити минимум 20-30% пенила које се набавља у току године.

У појединим фабрикама или институцијама налазе се пенила стара и више од 30 година а да никад нису испитана или проверавана. Понекад се код потрошача не може добити информација о ком пенилу се ради или која је година производње. Набавка пенила у Србији врши се већином путем јавних набавки, јер су потрошачи - купци јавна предузећа, привредна друштва и државне институције.

Тендерском документацијом требало би прецизирати: предмет набавке са свим параметрима према домаћим стандардима а не тражити небитне параметре, а битне не помињати. Напр. нико не поставља захтев да пенило ефикасно гаси пожар, али захтевају вискозитет на -18°C , или једна фирма тражи да је трајност 1 годину, а друга мин 25 година за исто пенило. Најчешће се траже параметри од потенцијалног испоручиоца што је недопустиво.

Финансијски услови за понуду су различити од соло менице за понуду и гаранције за добро извршење до банкарске гаранције за понуду и за добро извршење,

Правници би требало да прецизно дефинишу рокове, стандарде који се примењују и сл. Недопустиво је да рокови за предају документације буду краћи од законом предвиђених или да се примењују давно повучени стандарди, а не актуелни домаћи стандарди или да се тражи да агенције дају сагласност акредитованим лабораторијама да раде анализе, уместо да агенције дају захтев за квалитетом а лабораторије раде анализе на основу овлашћења акредитационог тела и сл.

Према параметрима из захтева за набавку може се доста прецизно претпоставити од кога се намерава купити пенило, а кад се отворе понуде то је потпуно јасно, јер се цене разликују и до 90% тј. онај за кога је припреман тендер има цену већу и до 90% у односу на реалну цену.



Циљ овог рада је да се укаже на проблеме у јавним набавкама пенила за гашење пожара.

У овом раду биће обрађен одређен број јавних набавки пенила за гашење пожара, с тим да неће бити објављени набављачи нити добављачи, уколико се неко препозна то није проблем аутора.

Уосталом тендери су јавни и објављени су на порталима јавних набавки.

2. КВАЛИТЕТ ПЕНИЛА (ЕКСТРАТА, КОНЦЕНТРАТА) ЗА ГАШЕЊЕ ПОЖАРА

Пенила су смеше (блендинг): површински активних материја (нејогене, катијонске или анијонске), виших масних алкохола (С атома више од 12 у молекули), растварача на бази гликола, воде и др. у зависности од захтева за квалитетом производа, који у раствору са водом стварају масу која путем млазница (аерацијом) ствара пену за гашење пожара.

Пенила се користе као 6%, 3%, 1%-тни раствор за тешку пену или ниско-експанзиону.

Према намени, пенила се деле на пенила за гашење пожара чврстих материја - КЛАСА ПОЖАРА А и пенила за гашење пожара лако запаљивих течности - КЛАСА ПОЖАРА Б, а од тога разликују се пенила за гашење пожара лакозапаљивих течности немешљивих са водом-нафтни деривати и лакозапаљивих течности мешљивих са водом-алкохол резистент-пенила.

Стандардима су дефинисани типови пенила, квалитета, параметри и методологија одређивања параметара.

У Републици Србији усвојен је Европски стандард као национални стандард са ознаком SRPS EN 1568-1,2,3,4:2008. Ознаке 1,2,3,4. односе се на типове пене: средње експанзиона - средња, високо експанзиона - лака, ниско експанзиона - тешка или за течности мешљиве са водом-алкохолна пена. С обзиром да је Законом о јавним набавкама предвиђено првенствено да се примењују домаћи стандарди, код одређивања техничких спецификација при јавним набавкама, значи да је обавеза набављача да то примењује.

Врсте пенила-концентрата:

- синтетички концентрат за пену (S),
- протеински концентрат за пену (P),
- флуоропротеински концентрат за пену (FP),
- концентрат за пену која образује водени филм (AFFF)
- флуорпротеински концентрат за пену која образује филм (FFFP),
- концентрат за пену отпорну на алкохол (AR).

Сви претходни концентрати могу бити отпорни и на алкохол, али се уз ознаку додаје и ознака AR.

Према експанзији пенила - концентрати се деле на:

- ниско експанзиону - тешку пену и односи се на пену експанзионог односа (броја) између 1 и 20,
- средње експанзиону - средњу пену и односи се на пену експанзионог односа (броја) између 21 и 200,
- високо експанзиону - лаку пену и односи се на пену експанзионог односа (броја) већег од 201 и на одговарајућу опрему, системе и концентрате за добијање пене.

Параметри који се одређују према стандарду СРПС ЕН 2008:

- експанзиони однос (број, однос запремине пене према запремини раствора за пену из кога се добија,
- време за дренажу 25% пене, време потребно да се из пене оцеди 25% раствора употребљеног за њено генерисање,
- време за дренажу 50% пене, време потребно да се из пене оцеди 50% раствора употребљеног за њено генерисање,
- вискозитет концентрата,
- талог (седимент) нерастворене честице у концентрату за пену,
- рН вредност концентрата за пену,
- површински напон концентрата,
- пожарне перформансе:
 - време гашења пожара на стандардном пожарном објекту,
 - време поновног паљења, burn back test (BBT),
- густина концентрата,
- температура замрзавања концентрата.

Од наведених параметара Стандардом SRPS EN 1568 2008. граничне вредности су дате само за: рН = 6.0 - 9.5, талог - седимент мањи од 0.25% и пожарне перформансе. Пожарне перформансе за пенила су најважнији параметар квалитета пенила.

Класе и коришћење концентрата за пену

Концентрат за пену мора се класификовати према:

- перформансама гашења пожара на I, II или III класу
- отпорности на поновно паљење у нивоу А;В;С;D.

У табели 1 приказана су максимална времена гашења и времена поновног паљења (burn-back тест) у минутима за гашење пожара течности немешљиве са водом SRPS EN 1568-3, а у табели 2 максимална времена гашења и времена поновног паљења (burn-back тест) у минутима за гашење пожара течности мешљивих са водом, Стандард SRPS EN 1568-4 :2008.

За средње експанзиону и ниско експанзиону пену нису рађене класе гашења пожара нити нивои поновног паљења (burn-back тест).

Табела 1 Времена гашења и времена поновног паљења (burn-back тест)

| Класе према перформансама гашења пожара | Ниво отпорности на поновно паљење | Испитивање посредне примене пене | | Испитивање директне примене пене | |
|---|-----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| | | Време гашења, не дуже од (мин) | Време поновног паљења, не пре (мин) | Време гашења, не дуже од (мин) | Време поновног паљења, не пре (мин) |
| I | A | Није применљиво | | 3 | 10 |
| | B | | 15 | 3 | Није испитивано |
| | C | | 10 | 3 | |
| | D | | 5 | 3 | |
| II | A | Није применљиво | | 4 | 10 |
| | B | | 10 | 4 | Није испитивано |
| | C | | 10 | 4 | |
| | D | | 5 | 4 | |
| III | B | 5 | 15 | Није испитивано | |
| | C | 5 | 10 | | |
| | D | 5 | 5 | | |

Табела 2 Времена гашења и времена поновног паљења (burn-back тест)

| Класе према перформансама гашења пожара | Ниво отпорности на поновно паљење (мин) | Време гашења, не дуже од (мин) | Време поновног паљења, не пре (мин) |
|---|---|--------------------------------|-------------------------------------|
| I | A | 3 | 15 |
| | B | 3 | 10 |
| | C | 3 | 5 |
| II | A | 5 | 15 |
| | B | 5 | 10 |
| | C | 5 | 5 |

3. АНАЛИЗА ПОЈЕДИНИХ НАБАВКИ ПЕНИЛА

У наставку, у табели 3. приказани су критеријуми тражени по тендерској документацији на тендерима у нашој земљи. Потребно је напоменути да се ради о стварним тендерима предузећа на које се примењује Закон о јавним набавкама.

Потрошачи као што је нафтна индустрија, индустрија јестивог уља, складишта и претакалишта горива и др. на које се не примењује Закон о јавним набавкама нису обухваћени овом анализом, а на поменути сектор односи се око 50% укупне потрошње пенила у Србији.

3.1. КАКО ПРЕПОЗНАТИ ДОГОВОРЕНЕ ТЕНДЕРЕ

Договорени тендери се могу препознати по екстремно постављеним захтевима на пример:

- температура замрзавања -18°C и мање,
- изузетно низак вискозитет $< 4 \text{ mm}^2/\text{s}$
- рок трајања дужи од 10 година напр. 12, 15 и 25 година,

- постављање одређених захтева које наручилац ни добављач не могу да објасне,
- На договорене тендере јавља се по правилу мали број понуђача. Они који штимају тендере не конкуришу на договорене тендере друге стране. На договорене тендере јављају се "договарачи" и спорадични понуђачи који не познају системе договарања.

Анализирањем тендера купца - набављача може се констатовати да је много боља ситуација (стручнији приступ, мање штимања и сл) код државних институција него код јавних предузећа и привредних друштава.

Табела 3 Упоредни преглед захтева параметара пенила 1-6% расписаних тендера

| Захтевани параметри | 1-6% Набавка | | |
|------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------|
| | Тендер | | |
| | Бр.3 | Бр. 7 | Бр. 8 |
| Густина kg/m ³ | 1,02 ± 0,04 kg/l | 1,0 ÷ 1,1 | -- |
| Вискозитет, 20 °C | ≤ 20 mm ² /s | ≤ 20 mm ² /s | = 2,0 cSt |
| рН - вредност | 6 ÷ 8 | 6,0 ÷ 8,5 | 7,0 ± 1,0 |
| Талог - депозит | -- | ≤ 0,12 % | < 0,1 % |
| Темп. замрзавања | - 15 °C | ≤ - 15 °C | -- |
| Површински напон | -- | -- | -- |
| Трајност | 5 год | 5 год | 1 год |
| Век лагеровања | -- | -- | -- |
| Тем. лагеровања | -- | -- | < - 20 °C |
| Експанзиони однос | 10 ÷ 15 | -- | -- |
| Оцеђење 25% | -- | -- | -- |
| Оцеђење 50% | 25 min | -- | -- |
| Пожарне перформ. | -- | -- | -- |
| Количине | 3.000 kg | 20.000 l | 5.000 l |
| Посебни захтеви | -- | -- | -- |

Табела 4 Упоредни преглед захтева параметара пенила 3% AFFF расписаних тендера

| Захтевани параметри | 3% AFFF Набавка | | | | |
|------------------------------|------------------------|---------------------|----------------------------------|-------------------|------------------------------------|
| | Тендер | | | | |
| | Бр. 1 | Бр. 2 | Бр. 4 | Бр.5 | Бр. 6 |
| Густина kg/m ³ | 1,045 ± 0,01 | 1,06 ± 0,02 | -- | -- | -- |
| Вискозитет, 20 °C | 1.350 mPas | < 20 cSt | -- | -- | ≤ 60 mm ² /s 0 °C |
| pH - вредност | 7,5 ± 1,0 | 7,8 ± 0,5 | 6,0 ÷ 9,5 | -- | 6,0 ÷ 8,5 |
| Талог - депозит | 0,3 % | 0,2 % | 0,1 % | -- | -- |
| Темп. замрзавања | - 15 °C | - 28 °C | -- | - 18 °C | - 18 °C |
| Површински напон | < 20,0 mN/m | < 19 dyn/cm | -- | -- | -- |
| Трајност | -- | -- | 12 год | > 25 год | -- |
| Век лагеровања | 10 год | > 15 год | -- | -- | -- |
| Тем. лагеровања | -- | -- | -- | -- | -- |
| Експанзиони однос | -- | -- | -- | -- | -- |
| Оцеђење 25% | -- | -- | -- | -- | -- |
| Оцеђење 50% | -- | -- | -- | -- | ≥ 18 min |
| Пожарне перформ. | -- | Дефинисан захтев | -- | -- | -- |
| Количине | 15.000 l | 20.000 l | 9.000 l | 1.000 l | 10.000 l |
| Посебни захтеви | Атест Лојд регистар | Захтев ICAO | Оцена не старија од 10 год | Пенило Sthamex | Захтев ICAO |

4. ЗАКЉУЧАК

Анализирано је осам тендера јавних набавки пенила за гашење пожара и уочени су одређени недостаци:

- Предмет набавке са техничким спецификацијама тј. карактеристикама је недовољно прецизиран често се дефинишу неважни параметри а важни као пожарне перформансе уопште се не траже.
- Недовољно се поштује закон о ЈН актуелни стандарди и Закон о мерним јединицама и мерилима. Није довољно користити се ексклузивним правом постављањем критеријума за набавке а не водећи рачуна о обавезама како да се поставе захтеви.



- По параметрима које се захтевају код јавних набавки и још неким елементима може се закључити да добављачи имају значајан утицај на купца при формирању критеријума за набавку. Купци утичу на формирање критеријума па све до захтева за набавком пенила од одређене фирме одговарајућег типа. Анализом осам тендера у шест случајева може се констатовати значајан утицај да се може основано сумњати да су тендери договорени са добављачем.
- Договарањем критеријума за расписивање тендера (подешавање тендера) добављачи формирају нереално високе цене. Може се сматрати да договорени тендери имају веће цене од конкуренције или реалних 20-90% могуће је и то квантификовати.
- Према анализама појединих тендера може се извући закључак да је формирање техничких спецификација (параметара) много квалитетније приступ код државних институција него код јавних предузећа и привредних друштава.
- Ако би оцењивали стање у ватрогасним јединицама према техничким спецификацијама (параметрима) у тендерима и одговорима на постављена питања требало би да будемо забринути за стање у тим службама.
- Набавка пенила код: приватних предузећа, акционарских друштава, мешовитих предузећа и др, не врши се путем тендера, али може се претпоставити да је слична као и код ЈП, ПД и државних институција.
- Могуће је да би се стање у овој области поправило кад би постојале оштрије санкције за оне који договарају тј. подешавају тендере.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ивановић и др: *Пенила за гашење пожара, развој и примена*, Зборник радова 95-107, YUCORR 2002, Београд,
- [2] Стандард SRPS EN 1568-1,2,3,4 : 2008,
- [3] Закон о јавним набавкама, Сл. гласник Р. Србије 124/12,
- [4] Портал Јавних Набавки, www.nabavke.rs.



Радован ЈОВАНОВ¹

Стручни рад

НУЖНОСТ ОДОБРЕЊА ЛОКАЦИЈЕ ЗА ИЗГРАДЊУ ОБЈЕКТА ЗА СМЕШТАЈ ОСАМ БОЦА ОД ПО 35 КГ. ТНГ-А

Резиме: Све већи број објеката јавне намене је спортског карактера. Ту се посебно мисли на коришћење слободног простора у виду изградње и постављања балон хала. Иако су привременог карактера за њихово коришћење у зимским условима потребно је увести и грејање. У циљу спречавања удесних догађаја-пожара и експлозија, у све већој мери је примењено ИС грејање. Без обзира на то да ли се као енергент користи земни гас или ТНГ преваходно се мора одредити место за локацију енергента. У раду је обрађен пример коришћења боца са течним нафтним гасом и дефинисане су потребне безбедносне мере.

Кључне речи: Течни нафтни гас, балон хала, локација, ИС грејање.

THE NEED OF LOCATION APPROVAL FOR CONSTRUCTION OF EIGHT 35KG LPG BOTTLES

Abstract: An increasing number of public facilities has a sport character. This particularly refers to the use of free space for construction and installation of balloon halls. Although the nature of their use is temporary, in winter conditions there is a need for heating. In order to prevent fire and explosions, infrared heating is applied increasingly. Regardless of whether fuel gas or LPG is used, the place of location of energy source needs to be determined primarily. The author gives an example of using bottles with liquid petroleum gas and defines the necessary precaution measures.

Key words: LPG, balloon hall, location, IC heating

¹ мр, ИНН “Винча” Центар за перманентно образовање, Консанчићев венац 29 11000 Београд, vinskol@eunet.rs

1. ОПШТИ ПОДАЦИ

Објекат: Балон хала

Акт о урбанистичким условима: бр.353-1732/2005-06 од 25.11.05.

Нормативна регулатива: закон о експлозивним материјама, запаљивим течностима и гасовима ("Сл.гласник СРС", бр. 44/77)

Техничка регулатива: правилник о изградњи постројења за течни нафтни гас по ускладиштавању и претакању течног нафтног гаса ("Сл.лист СФРЈ", бр. 24/71 И 26/71)

TRF 1988- Technische Regeln Flussiggas

DVGW Deutscher Verein des Gas und Wasserfaches e.V.Berlin

Извод из законских одредби: (чл.29 закона о експлозивним материјама, запаљивим течностима и гасовима)

Подносилац захтева за издавање одобрења за локацију објекта (складишта, магацини и резервоари, нафтови и гасоводи, станице за снабдевање горивом моторних возила) мора уз захтев приложити:

- ситуациони план терена асистенцију коме намерава градити објекат за који тражи одобрење места са уцртаним габаритима постојећих објеката,
- технички опис терена приказаног на ситуационом плану,
- технички опис објекта који намерава градити и опис технолошког процеса,
- попис врста и количина запаљивих течности и гасова које намерава складиштити или вршити промет,
- доказ да је извршено прилагођавање објекта потребама народне одбране у складу са прописима из области народне одбране, који издаје министарство за одбрану-Сектор за грађевинско-урбанистичку делатност, Управа за уређење простора и инфраструктуру одбране.



Слика 1 Ситуациони план објекта за смештај боца са TNG-ом на катастарској парцели 1032/1 КО Нишка Бања



Извод из законских одредби:

(чл.29 Закона о експлозивним материјама, запаљивим течностима и гасовима)

Подносилац захтева за издавање одобрења за локацију објекта (складишта, магацини и резервоари, нафтоводи и гасоводи, станице за снабдевање горивом моторних возила) мора уз захтев приложити:

- ситуациони план терена на коме намерава градити објекат за који тражи одобрење места са учртаним габаритима већ постојећих објеката
- технички опис терена приказаног на ситуационом плану,
- технички опис објекта који намерава градити и опис технолошког процеса,
- попис врста и количина запаљивих течности и гасова које намерава складиштити или вршити промет,
- доказ да је извршено прилагођавање објекта потребама народне одбране у складу са прописима из области народне одбране, који издаје Министарство за одбрану - Сектор за грађевинско-урбанистичку делатност, Управа за уређење простора и инфраструктуру одбране.

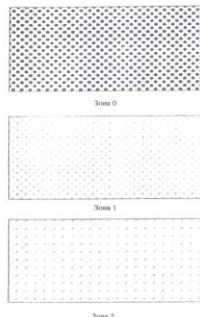
1.1. Карактеристике ТНГ-а

Течни нафтни гас, међународно прихваћена ознака ЛПГ- Лигуефид Петролеум Гас, је природан гас пропан и бутан који чине органски ланац засићених угљоводоника, који су у гасном стању под атмосферским притиском и температуром од 15°C. У течно стање прелазе под притиском од 1,7 до 7,5 бар. Захтеви за квалитетом ТНГ-а су дефинисани националним стандардом и то:

- пропан-бутан смеша у складу са СРПС Б.Х2.134 (ПБС)
- пропан у складу са СРПС Б.Х2.130 (ПН)
- бутан у складу са СРПС Б.Х2.132 (БН)
- температура паљења -60°C
- температура самозапаљења 365°C
- температура кључања -10,5°C
- релативна тежина у односу на ваздух 1,6-2
- експлозивна група А
- температурна класа Т2
- доња граница запаљивости (експлозивности) 1,5% запремински
- горња граница запаљивости (експлозивности) 11% запремински

Зоне опасности смеша запаљивих гасова и пара запаљивих течности са ваздухом означавају се са 0, 1 и 2.

ОЗНАЧАВАЊЕ ЗОНА ОПАСНОСТИ ПРЕМА ПРЕПОРУКАМА ИЕС-а



2. ТЕРМИНИ И ДЕФИНИЦИЈЕ

- Течни нафтни гас-су нафтни угљоводоници (пропан, пропен, бутан, бутен и њихови изомери) и њихове смеше у течном или гасовитом стању, чији парни притисак прелази 1,25 бар при 40°C, који одговарају југословенским стандардима.
- Постројење за гас је резервоар, боца или други уређај, односно скуп уређаја који представља једну технолошку целину.
- Боца за гас је посуда цилиндричног облика која се може употребљавати само у вертикалном положају
- Ускладиштавање гаса је свако трајно или привремено држање гаса у резервоарима и боцама, код производње (складиште произвођача), дистрибуције (складиште дистрибутера) и потрошње (складишта потрошача).
- Сигурносни уређај је вентил или друга направа која штити делове постројења од притиска изнад прописаних вредности.
- Запорни орган је вентил за затварање, засун, славина или слични уређај постављен на постројењу за затварање течне или гасне фазе гаса.
- Систем са боцама је свака инсталација за коришћење гаса код које се за ускладиштење гаса користе боце.
- Одговарајућа вентилација је вентилација која онемогућава стварање концентрације гаса у ваздуху веће од 25% од доње границе запаљивости.
- Експлозивна атмосфера: смеша запаљивих материјала са ваздухом у облику гаса, паре или магле, под атмосферским условима, у којој се након паљења пожар шири по читавој непотрошеној смеси.
- Зона опасносати 0: простор у којем је експлозивна атмосфера присутна стално или дужи период времена.
- Зона опасности 1: простор у којем је вероватно да ће се експлозивна атмосфера појавити за време нормалног погона.
- Зона опасности 2: простор у којем није вероватно да ће се експлозивна атмосфера појавити за време нормалног погона, а ако се ипак појави, трајаће само кратко време.

3. УСЛОВИ ЗА ЛОКАЦИЈУ ГРАЂЕВИНСКОГ ОБЈЕКТА ЗА СКЛАДИШТЕЊЕ ТЕЧНОГ НАФТНОГ ГАСА У СИСТЕМУ СА БОЦАМА

Систем са боцама састоји се од боца за гас и непокретне инсталације за развод гаса до трошила. Локација објекта за складиштење боца одређује се према условима прописаним у тач. 5.2.2 Правилника о изградњи постројења за течни нафтни гас и о ускладиштавању и претакању течног нафтног гаса.

При томе објекат са боцама не сме да угрожава ближу или даљу околину. Локација објекта је условљена раздаљином од јавног пута, могућег извора паљења, значајних објеката и путева унутар локације

Код објеката у којима се инсталира систем са боцама, а који су прислоњени уз неки други објекат, морају се предузети мере које онемогућавају ширење пожара са једног објекта на други, како је то дефинисано одредбама тач. 5.2.2.10 поменутог Правилника.

Изнад објекта са системом са боцама не могу се налазити електроенергетски или телекомуникациони водови, без обзира на напон.

Боце које се користе за ТНГ морају да задовоље услове из стандарда СРПС М.32.400, СРПС М.32.401, ЈУСМ.32.402,

СРПС М.32.403, СРПС М.32.500, СРПС М.32.501, СРПС М.32.502,

СРПС М.32.510, СРПС М.32.511, СРПС М.32.515, СРПС М.32.550 и

СРПС М.32.555.

У слободно стојећем или прислоњеном објекту у коме се налази систем са боцама који не користи испаривач, тај систем може имати максимално 28 боца, укључујући радне и резервне боце.

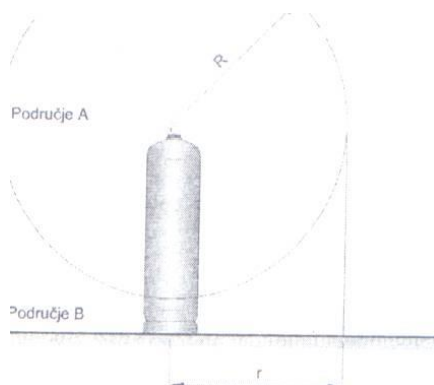
За заварене челичне боце са вентилом које се пуне пропаном, бутаном или мешавином пропана и бутана у количинама од 1, 2, 3, 5, 10, 25 и 35 kg и које су намењене поновном пуњењу, примењује се наредба о обавезном атестирању.

4. ЗОНЕ ОПАСНОСТИ БОЦЕ ЗА ТЕЧНИ НАФТНИ ГАС ПУЊЕНА ОД 35 KG

Зоне опасности боце за течни нафтни гас пуњена од 35 kg приказане су на слици 2. Подручје А је еквивалент зони опасности 1, а подручје означено као Б, зони опасности 2-у складу са одредбама стандарда СРПС Н.С8.007. Границе распрострањања зона опасности су:

- зона опасности 1: $P = 1 \text{ m}$
- зона опасности 2: $p = 2 \text{ m}$

Овако класификоване зоне су основа за класификацију зона опасности у грађевинском објекту система са боцама.



Слика 2 Зоне опасности боце са ТНГ-ом од 35 kg.

5. ТЕХНИЧКИ ОПИС БУДУЋЕГ СТАЊА

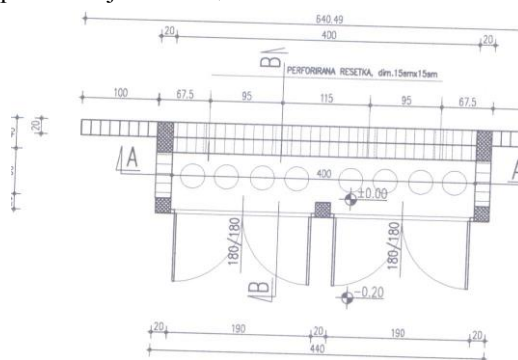
Предвидјено место за изградњу објекта за смештај система од 8 боца са по 35 kg ТНГ-а, од чега су четири радне а четири резервне и постављање балон хале приказано је на ситуационом цртежу. Парцела кат.бр.1032/1 је равна и неправилног облика, са ширим фронтом према улици Просветна.

Постојеће саобраћајнице обезбеђују неометану пешачку саобраћајну комуникацију и пожарни пут.

Објекат за смештај боца са ТНГ-ом биће изграђен уз балон халу, од материјала који обезбеђује ватроотпорност конструкције предвиђену за најмање 2 часа. и удаљен је за:

- 35 m од новопроектване саобраћајнице,
- 33 m од осе улице Војводе Степе,
- 55 m од осе улице Трг Републике.

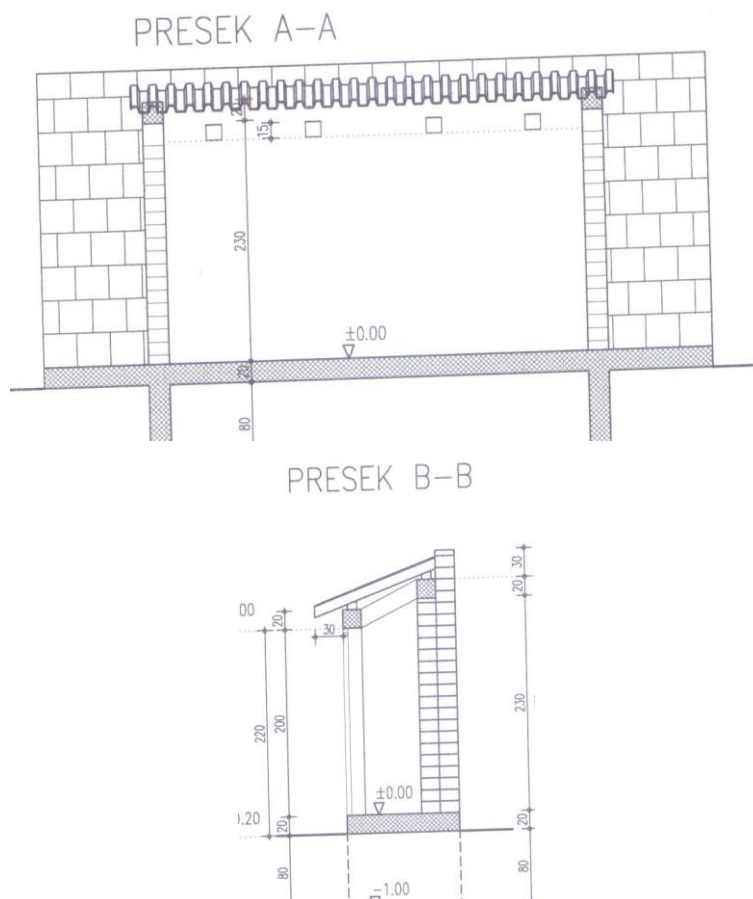
Основа објекта приказана је на слици 3.



Слика 3. Основа објекта за ускладиштење боца са ТНГ-ом у систему са боцама

У циљу спречавања ширења евентуалног пожара на балон халу, зид према истој ће бити изграђен као пожарни, висине 30 см изнад кровне равни објекта и ширине са обе бочне стране од 1 метра. Отпорност конструкције на пожар биће 120 минута.

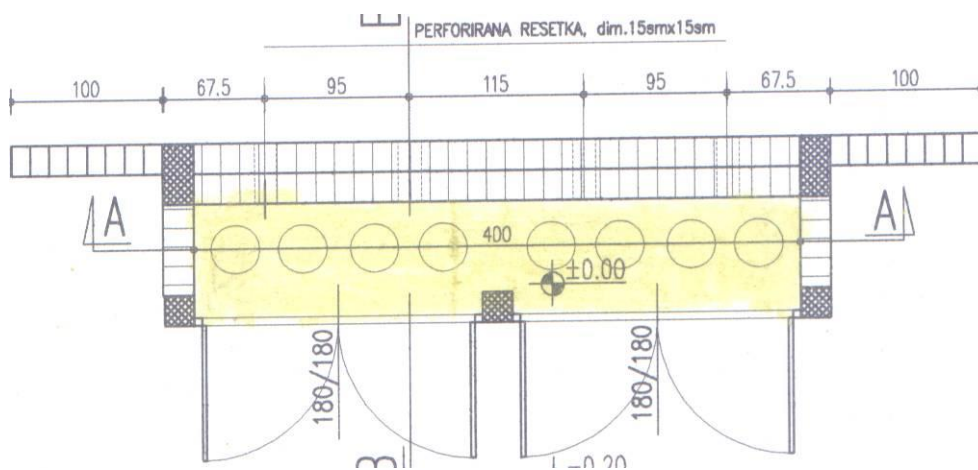
Изглед будућег објекта у пресеку дат је на слици 4.



Слика 4 Изглед противпожарног зида објекта за смештај боца са ТНГ-ом (систем са боцама)

Овим техничким решењем биће испуњени су услови из одредби тач.5.2.2.8. тач.5.2.2.10, тач.5.2.2.13, тач.5.2.2.14 и тач.5.2.2.16 Техничких прописа о изградњи постројења за течни нафтни гас и ускладиштавање и претакање течног нафтног гаса.

На основу анализе свих релевантних параметара, зона опасности у унутрашњости објекта за систем од предвиђених осам боца је ЗОНА 2.



Слика 5 Зона опасности 2 у унутрашњости објекта за систем са боцама (4+4)

6. ПРЕВЕНТИВНЕ ЗАШТИТНЕ МЕРЕ

6.1.Проветравање

Нема препрека природној циркулацији ваздуха

6.2.Пристапачност

Објекат са системом боца је тако лоциран да постоје довољна безбедносна растојања у складу са техничким прописима.

6.3.Пожарна и експлозивна заштита

Захтеви за пожарну и експлозивну заштиту су испуњени када је образовање опасне експлозивне атмосфере спречено или ограничено (примарна експлозивна заштита) и када је спречено паљење опасне експлозивне атмосфере.

6.4.Означавање експлозивно опасних подручја

Експлозивно опасна подручја се морају јасно, приметно и трајно означити са: "Забрањено пушење и приступ отвореним пламеном", "Незапосленим приступ забрањен", "Опасност од пожара и експлозије", "Обавезна употреба алата који не варничи", "Опасност од експлозивне атмосфере".

Изглед натписних плоча приказан је на слици 6.



Слика 6 Изглед натписних плоча

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Јованов Р., Павловић А., Јовановић С. (1996): *Методологија одређивања зона опасности-запаљиве течности и гасови*. Београд: ИНН "Винча" Центар за перманентно образовање.
- [2] Буљак Владета (2005): *Инсталације за пропан-бутан. Пројектовање, градња и експлоатација малих постројења*, Београд: Грађевинска књига.

*Међународна научна конференција
Безбедносни инжењеринг*



Нови Сад, 2-3. октобар, 2014.

ПОКРОВИТЕЉИ И СПОНЗОРИ

Република Србија
Аутономна покрајина Војводина
Извршно веће АП Војводине
21000 НОВИ САД, Булевар Михајла Пупина 16
**ПОКРАЈИНСКИ СЕКРЕТАРИЈАТ ЗА НАУКУ И ТЕХНОЛОШКИ
РАЗВОЈ**



ВАТРОГАСНИ САВЕЗ ГРАДА НОВОГ САДА

Нови Сад, Јована Суботића 11 Тел/факс: 021/520-996
021/529-595
E-mail: vsgns@eunet.rs; www.vsgns.org.rs

Асоцијација добровољних ватрогасних друштава

- неговоње и обучавање ватрогасног подмлатка,
- квиз "Мали ватрогасац"
- ватрогасни курсеви за добровољне ватрогасце и грађане
- рад са децом школског и предшколског узраста
- ватрогасне јавне вежбе, смотре и такмичења
- едукација грађана, рад са председницима скупштина зграда
- превентивни прегледи домаћинстава
- заштита од пожара стрних усева и жетве
- ватрогасне страже и обезбеђења
- окупљање инжењера заштите од пожара и лица која раде на пословима заштите од пожара, безбедности и здравља на раду и физичком обезбеђењу ради остваривања међусобне сарадње
- стручне анализе догађаја и консалтинг услуге
- неговоње традиције и чување старе ватрогасне опреме и архивске грађе,
- изложбе из историје ватрогаства



**DEPARTMAN ZA GRAĐEVINARSTVO
I GEODEZIJU
NOVI SAD**

ZNANJE NA PRVOM MESTU

Na Departmanu za građevinarstvo se paralelno odvijaju:

- Bachelor i Master studije
- Laboratorijska i terenska ispitivanja
- PhD studije
- Organizacija naučnih skupova
- Saradnja sa privredom
- Naučno-istraživački rad



...i dalje se unapređujemo

**OD 2011. GODINE
AKADEMSKE OSNOVNE I MASTER STUDIJE
UPRAVLJANJE RIZIKOM
OD KATASTROFALNIH DOGAĐAJA I POŽARA**



FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA
DEPARTMAN ZA GRAĐEVINARSTVO I GEODEZIJU
adresa: 21000 Novi Sad, Fruškogorska 11
telefon: 021/459-798, faks: 021/459-295
email: gradjevinarstvo@uns.ac.rs



Zaštita od požara, bezbednosti i zdravlje na radu i zaštita životne sredine
21000 Novi Sad, Bulevar Vojvode Stepe 66
Tel:021/6403-181, 6398-060, tel/fax:6398-929

 Institut za preventivu
zaštitu na radu, protivpožarnu zaštitu i razvoj d.o.o. Novi Sad



ДВД
„ЛАЗА КОСТИЋ“
Нови Сад

Јована Суботића 11

Тел.: 021/520-996

Факс: 021/529-595



**NACIONALNO UDRUŽENJE ZAŠTITE OD POŽARA
REPUBLIKE SRBIJE**

Nacionalno Udruženje Zaštite od požara Republike Srbije (NUZOP RS) osnovano je sa ciljem da svojim inicijativama i aktivnostima, kao stručni partner drugim institucijama društva, učestvuje u izgradnji sistema bezbednosti od požara u Republici Srbiji.

Osnivači NUZOPRS su priznati stručnjaci i predstavnici akademske javnosti iz različitih oblasti nauke, privrede i društva, koji su se u svom dosadašnjem radu afirmisali u oblasti bezbednosti od požara, a koji su prepoznali da NUZOPRS predstavlja adekvatnu platformu za izgradnju sistema bezbednosti od požara u Republici Srbiji.

NUZOP RS je u periodu od osnivanja do danas, pokrenuo i realizovao različite inicijative, koje se tiču osavremenjivanja pristupa bezbednosti od požara u Republici Srbiji. Pokrenute su različite teme putem okruglih stolova, stručnih edukacija i drugih projekata. Inicirana je izrada tehničkih propisa u harmonizaciji sa EU tehničkom regulativom koji su se pokazali neophodni da bi se kvalitetnije regulisala oblast bezbednosti od požara, i time omogućila osnova za uspostavljanje sistema kvaliteta u oblasti bezbednosti od požara.

www.nuzop.org.rs



O INZA grupi

Poslovnu grupu okupljenu oko brenda "INZA protecting people" čine:

- INZA Institut za zaštitu od požara i eksplozije Sarajevo,
- INZA Institut za upravljanje rizicima i naučnoistraživački rad Beograd,
- INZA Lab, društvo za laboratorijska ispitivanja, tehničke analize, projektovanje i nadzor, -
- INZA Agencija za zaštitu ljudi i imovine.

Već 45 godina uspješno poslujemo na domaćem, regionalnom i inostranom tržištu. Poslovna grupacija INZA zapošljava više od 70 visoko obrazovnih stručnih kadrova koji u svom poslovanju koriste najsavremenije metode, opremu i standarde.

U saradnji sa Ministarstvom sigurnosti Bosne i Hercegovine razvijamo i unaprijeđujemo sistem zaštite i spašavanja u BiH i regionu, u okviru aktuelni domaćih i međunarodnih projekata.

Partneri smo Efectis grupacije-najveće evropske porodice certifikacijskih kuća i ispitnih laboratorija u oblasti zaštite od požara i CoESS-a confederacije evropskih security servisa, te ujedno predsjedavamo Asocijacijom zaštite i spašavanja u BiH pri Vanjskotrgovinskoj komori BiH u okviru koje je i sekcija zaštite od požara. Članovi smo Odbora Asocijacije akreditovanih tijela za ocjenu kvaliteta, certifikaciju i verifikaciju OCV i tehničkih komiteta: TC7 Zaštita okoliša, TC13 Zaštita od požara, TC37 Zaštita konstrukcija od požara, i drugih strukovnih komiteta pri Institutu za standarde BiH vezanih za naše poslovanje.

Među prvim naučnoistraživačkim ustanovama u region smo proveli integrisanu certifikaciju prema standardima: ISO 9001:2008, ISO 14001:2004 i BS OHSAS 18001:2007.

Naš forenzički laboratorij je jedini termodinamički laboratorij u Bosni i Hercegovini za metode otpornosti i reakcije na požar. Akreditiran je po standardu BAS EN ISO/IEC 17025:2006, od strane Instituta za akreditiranje Bosne i Hercegovine pod brojem LI-35-01. INZA je organizovana u četiri glavna sektora:

1. naučnoistraživački rad i edukacija,
2. laboratorijska ispitivanja i certificiranje građevinskih proizvoda,
3. inženjering, projektovanje i planiranje,
4. tehnička zaštita i servisi

Kontakt osoba:

Edin Garaplija, direktor , br.tel.: +381 65 3333880, email: edin.garaplija@inzagroup.eu;

Amer Salihović, menadžer prodaje, br.tel.: +387 66 022515, email: amer.salihovicinzagroup.eu.



**SERVIS APARATA I OPREME ZA GAŠENJE POŽARA
TRGOVINA NA VELIKO I MALO**

Dalbora Francistića 19., Petrovaradin

Tel: 021/6431-097; 063/653-688; 063/643407

E-mail: hellos.co@neobee.net

www.facebook.com/doohelios.co



- **PRODAJA I SERVIS APARATA ZA GAŠENJE POŽARA I HIDRANTSKE OPREME**
- **POSTAVLJANJE, POPRAVKA I MERENJE GROMOBRANSKE INSTALACIJE**
- **PREGLED ELEKTROINSTALACIJE**
- **PREGLED I UGRADNJA PANIK RASVETE**
- **PREGLED SISTEMA ZA DOJAVU POŽARA**
- **IZRADA DOKUMENTACIJE : PRAVILA ZOP, PLAN EVAKUACIJE, UPUTSTVO ZA POSTUPANJE U SLUČAJU POŽARA, SANACIONI PLAN**
- **OBUKA RADNIKA IZ OBLASTI ZAŠTITE OD POŽARA**
- **PRODAJA HTZ OPREME I APOTEKA ZA PRVU POMOĆ**





ZA ZAŠTITU OD POŽARA, INŽENJERING * SERVIS * PROMET

- * VIŠE DECENIJSKO ISKUSTVO NAS UPUĆUJE DA USLUGE KOJE PRUŽAMO, VRŠIMO NA NAČIN KOJI OBEZBEĐUJE KVALITET, POUZDANOST I SIGURNOST.
- * TEHNIČKA OPREMLJENOST I KADROVSKA PODRŠKA NAM TO GARANTUJU, I BROJNI NAŠI KORISNICI USLUGA.
- * ODRŽAVAMO STACIONARNE SISTEME ZA GAŠENJE POŽARA * SISTEME ZA OTKRIVANJE I DOJAVU POŽARA.
- * PUMPE ZA POVEĆANJE PRITISKA VODE * HIDRANTSKU INSTALACIJU, * VATROGASNE APARATE ZA GAŠENJE POŽARA
- * PROTIV PANIČNU RASVETU
- * IZRAĐUJEMO NORMATIVNA AKTA, PUTEVE EVAKUACIJE.
- * PRODAJEMO OPREMU, PO SNIMANJU STANJA I PREDLOGU ZA PROIZVODNE HALE I ADMINISTRATIVNE OBJEKTE
- * OVLAŠĆENA SMO LABORATORIJA OD STRANE /ATS/ ZA HIDRAULIČNO ISPITIVANJE SUDOVA NA PRITISAK
- * SVE DRUGE USLUGE PROPISANE POZITIVNIM ZAKONSKIM PROPISIMA.

OSTAJEMO VAŠ POUZDAN PARTNER U ZAŠTITI OD POŽARA

**21000 NOVI SAD, SRBIJA
SVETOZARA MARKOVIĆA 4A
TEL: 021 478 02 72 FAKS: 021 6411 817
E-mail: vulkaning@open.telekom.rs**

CIP - Каталогизација у публикацији
Библиотека Матице српске, Нови Сад

614.8(082)
351.78(082)
502/504(082)
331.45(082)
62-78(082)

МЕЂУНАРОДНА научна конференција Безбедносни инжењеринг (4 ; 2014 ; Нови Сад)

Зборник радова = Proceedings / 4. међународна научна конференција Безбедносни инжењеринг и 14. међународна конференција Заштите од пожара и експлозије, Нови Сад, 02-03. октобар 2014 = 4rd International Scientific Conference on Safety Engineering and 14th International Conference [on] Fire and Explosion Protection, Novi Sad, October 02-03, 2014. - Нови Сад : Висока техничка школа струковних студија, 2014 (Нови Сад : ВТШСС). - 600 стр. : илустр. ; 25 cm

Радови на срп. и енгл. језику. - Тираж 150. - Резимеи на

срп. или енгл. језику уз сваки рад. - Библиографија уз сваки рад.

ISBN 978-86-6211-095-4

1. Међународна конференција заштите од пожара и експлозије (14 ; 2014 ; Нови Сад)

a) Заштита од пожара - Зборници b) Заштита од експлозије - Зборници c) Цивилна заштита - Зборници d) Животна средина - Заштита - Зборници e) Заштита на раду - Зборници
COBISS.SR-ID 289885191