

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

ТЕХНИЧКИ УНИВЕРЗИТЕТ У ЗВОЛЕНУ
ТЕХНОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ ЗА ПРЕРАДУ 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

BOOK OF PROCEEDINGS

5. МЕЂУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЈА

БЕЗБЕДНОСНИ ИНЖЕЊЕРИНГ

ПОЖАР, ЖИВОТНА СРЕДИНА, РАДНА ОКОЛИНА, ИНТЕГРИСАНИ РИЗИЦИ

И

15. МЕЂУНАРОДНА КОНФЕРЕНЦИЈА

ЗАШТИТЕ ОД ПОЖАРА И ЕКСПЛОЗИЈЕ

5th INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE ON

SAFETY ENGINEERING

FIRE, ENVIRONMENT, WORK ENVIRONMENT, INTEGRATED RISK

AND

15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON

FIRE AND EXPLOSION PROTECTION

Нови Сад, 05-07. октобар 2016.

Novi Sad, October 5-7, 2016

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
Director 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:

Бранка Петровић, проф.
Спц.инг. Милан Дробац

Prepress:

Branka Petrović, prof.
Spс. ing. Milan Drobac

Дизајн корица:

Спц. инг. Милан Дробац

Cover design:

Spс. ing. Milan Drobac

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, 2016.

Novi Sad, 2016

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.

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 and 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.

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 programmes 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.



UNIVERSITY
OF NOVI SAD



FACULTY OF
TECHNICAL
SCIENCES

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 programmes 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

Председник:

Верица Миланко, Висока техничка школа струковних студија у Новом Саду (ВТШССНС), Нови Сад, Србија

Чланови:

Агоштон Решташ, Државни универзитет за јавне услуге, Будимпешта, Мађарска
Ана Медведева, Санктпетербуршки универзитет, ЕМЕРКОМ, Санкт Петербург, Русија
Антон Освалд, Факултет специјалног инжењерства, Жилина, Словачка
Анита Петровић Гегих, ВТШССНС, Нови Сад, Србија
Борислав Симендић, ВТШССНС, Нови Сад, Србија
Бранко Бабић, ВТШССНС, Нови Сад, Србија
Бранко Савић, ВТШССНС, Нови Сад, Србија
Властимир Радоњанин, Факултет техничких наука, Нови Сад, Србија
Даница Качикова, Технички универзитет, Зволен, Словачка
Драган Карабасил, ВТШССНС, Нови Сад, Србија
Драган Млађан, Криминалистичко-полицијска академија, Београд, Србија
Душан Гавански, ВТШССНС, Нови Сад, Србија
Дубравка Бјеговић, Грађевински факултет, Свеучилиште у Загребу, Хрватска
Ђорђе Лађиновић, Факултет техничких наука, Нови Сад, Србија
Ева Мрачкова, Технички универзитет, Зволен, Словачка
Жарко Јанковић, Факултет заштите на раду, Ниш, Србија
Ивана Бањад Печур, Грађевински факултет, Свеучилиште у Загребу, Хрватска
Ивета Маркова, Факултет природних наука, Банска Бистрица, Словачка
Јован Вучинић, Велеучилиште у Карловцу, Хрватска
Ласло Комјати, Државни универзитет за јавне услуге, Будимпешта, Мађарска
Менсур Ферхатовић, Велеучилиште у Ријеци, Хрватска
Мери Цветковска, Грађевински факултет, Скопље, Македонија
Мирјана Лабан, Факултет техничких наука, Нови Сад, Србија
Петра Тановић, ВТШССНС, Нови Сад, Србија
Самир Агић, Министарство сигурности Босне и Херцеговине, Сарајево, Босна и Херцеговина
Саша Спаић, ВТШССНС, Нови Сад, Србија
Тамара Мусиенко, Санктпетербуршки универзитет, ЕМЕРКОМ, Санкт Петербург, Русија
Франк Д. Штолт, Технички универзитет, Бранденбург, Немачка
Шпиро Ивошевић, Факултет за поморство Котор, Црна Гора

ОРГАНИЗАЦИОНИ ОДБОР КОНФЕРЕНЦИЈЕ

Председник:

Бранко Савић, ВТШССНС, Нови Сад, Србија

Заменици председника:

Ђорђе Лађиновић, Факултет техничких наука, Нови Сад, Србија
Даница Качикова, Технички универзитет, Зволен, Словачка
Драган Карабасил, ВТШССНС, Нови Сад, Србија

Чланови:

Бранко Милисављевић, ВТШССНС, Нови Сад, Србија
Бранка Петровић, ВТШССНС, Нови Сад, Србија
Слободан Пурић, ВТШССНС, Нови Сад, Србија
Татјана Божовић, ВТШССНС, Нови Сад, Србија
Тима Сегединац, ВТШССНС, Нови Сад, Србија
Варвара Лазаревић, ВТШССНС, Нови Сад, Србија
Весна Маринковић, ВТШССНС, Нови Сад, Србија
Весна Петровић, ВТШССНС, Нови Сад, Србија
Звонимир Букта, ВТШССНС, Нови Сад, Србија

PROGRAMME COMMITTEE

President:

Verica Milanko, Higher Education Technical School, Novi Sad, Serbia

Editorial Board:

Agoston Restas, National University of Public Service, Institute of Disaster Management, Budapest, Hungary

Anna Medvedeva, St. Petersburg University, EMERCOM, St. Petersburg, Russia

Anton Osvald, Faculty of Special Engineering, Žilina, Slovak Republic

Anita Petrović Gegić, Higher Education Technical School, Novi Sad, Serbia

Borislav Simendić, Higher Education Technical School, Novi Sad, Serbia

Branko Babić, Higher Education Technical School, Novi Sad, Serbia

Branko Savić, Higher Education Technical School, Novi Sad, Serbia

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

Danica Kačikova, Technical University, Zvolen, Slovak Republic

Dragan Karabasil, Higher Education Technical School, Novi Sad, Serbia

Dragan Mlađan, Criminalistics-Police Academy, Belgrade, Serbia

Dušan Gavanski, Higher Education Technical School, Novi Sad, Serbia

Dubravka Bjegović, School of Civil Engineering, University of Zagreb, Croatia

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

Eva Mračková, Technical University, Zvolen, Slovak Republic

Žarko Janković, Faculty of Occupational Safety, Niš, Serbia

Ivana Banjad Pečur, School of Civil Engineering, University of Zagreb, Croatia

Iveta Marková, Faculty of Science, Banská Bystrica, Slovak Republic

Jovan Vučinić, Polytechnic of Karlovac, Croatia

László Komjáthy, National University of Public Services, Budapest, Hungary

Mensur Ferhatović, Polytechnic of Rijeka, Croatia

Meri Cvetkovska, School of Civil Engineering, Skopje, Macedonia

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

Petra Tanović, Higher Education Technical School, Novi Sad, Serbia

Samir Agić, Ministry of Security of Bosnia and Herzegovina, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

Saša Spaić, Higher Education Technical School, Novi Sad, Serbia

Tamara Musienko, St. Petersburg University, EMERCOM, St. Petersburg, Russia

Frank D. Stolt, Technical university, Brandenburg, Germany

Špiro Ivošević, Faculty of Maritime Studies Kotor, Montenegro

ORGANIZING COMMITTEE

President:

Branko Savić, Higher Education Technical School, Novi Sad, Serbia

Vice Presidents:

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

Danica Kačikova, Technical University, Zvolen, Slovak Republic

Dragan Karabasil, Higher Education Technical School, Novi Sad, Serbia

Members:

Branko Milisavljević, Higher Education Technical School, Novi Sad, Serbia

Branka Petrović, Higher Education Technical School, Novi Sad, Serbia

Slobodan Purić, Higher Education Technical School, Novi Sad, Serbia

Tatjana Božović, Higher Education Technical School, Novi Sad, Serbia

Tima Segedinac, Higher Education Technical School, Novi Sad, Serbia

Varvara Lazarević, Higher Education Technical School, Novi Sad, Serbia

Vesna Marinković, Higher Education Technical School, Novi Sad, Serbia

Vesna Petrović, Higher Education Technical School, Novi Sad, Serbia

Zvonimir Bukta, Higher Education Technical School, 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 5. Међународну научну конференцију и 15. Међународну конференцију заштите од пожара и експлозија, ове, 2016. године, и то од 5. до 7. 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, 5th International scientific conference and 15th International conference on fire and explosion is organized this year at the Higher Education Technical School of Professional Studies in Novi Sad from 5th to 7th October 2016. 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:

<i>Vlastimir Radonjanin, Mirjana Laban, Verica Milanko, Branko Savić, Suzana Draganić</i> ERASMUS + KA2: CAPACITY BUILDING IN DISASTER RISK MANAGEMENT AND FIRE SAFETY ENGINEERING HE IN WBC	17
<i>Предраг Марић, Драган Млађан, Бобан Стевановић, Горан Николић</i> АНАЛИЗА СТАТИСТИЧКИХ ПОКАЗАТЕЉА РИЗИКА ОД ПОЖАРА И ЕКСПЛОЗИЈА У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ	25
<i>Cvetanka Chifliganec, Meri Cvetkovska, Milivoje Milanovic, Milica Jovanoska</i> FIRE COMPARTMENT INFLUENCE ON STRUCTURAL BEHAVIOR OF RC FRAME	37
<i>Marija Jelčić Rukavina, Ivanka Netinger Grubeša, Dubravka Vjegović, Milan Carević</i> EXPLOSIVE SPALLING OF CONCRETE ELEMENTS IN FIRE	46
<i>Slobodan Šupić, Tiana Milović, Slobodan Krnjetin</i> BEHAVIOUR OF ECO-FRIENDLY CONCRETE EXPOSED TO HIGH TEMPERATURES	54
<i>Eva Mračkova</i> LABORATORY DETERMINATION OF GRANULOMETRIC ANALYSIS AND THE LOWER EXPLOSION LIMIT OF SELECTED WOOD DUST OF FRUIT TREES	63
<i>Veronika Veľková, Tatiana Bubeniková, Danica Kačíková, Martin Zachar</i> CHANGES OF EXPANDED POLYSTYRENE DUE TO THERMAL LOADING	74
<i>Iveta Marková, Alena Očkajová, Jana Jaďud'ová</i> WOOD DUST RISK ASSESSMENT BY GRANULOMETRY OF SELECTED WOOD DUST	80
<i>Linda Makovická Osvaldová, Radovan Rompila</i> REACTION TO FIRE SELECTED COATING MATERIALS	90
<i>Miroslava Vandlíčková</i> FIRE – TECHNICAL CHARACTERISTICS OF CHOSEN COMBUSTIBLE FOOD DUSTS	101
<i>Iveta Coneva</i> DETERMINING THE FLASH POINT IGNITION AND SELF-IGNITION TEMPERATURE OF TISSUE PAPER	107
<i>Борислав Симендић, Весна Петровић</i> МОГУЋНОСТИ ПРИМЕНЕ НАНО ПРЕМАЗА ЗА УСПОРЕЂЕ ГОРЕЊА	116
<i>Andrea Majlingova</i> WILDLAND FIRE INFORMATION SYSTEM FOR SLOVAK REPUBLIC AS A CLIMATE CHANGE ADAPTATION MEASURE	124
<i>Gergo Erces, Agoston Restas</i> INFOCOMMUNICATION BASED DEVELOPMENT OPPORTUNITIES IN THE SYSTEM OF COMPLEX FIRE PROTECTION	133

<i>Srđan Laković, Mirjana Laban, Suzana Draganić, Slobodan Šupić</i> ASSESSMENT OF EVACUATION TIME BY USING SOFTWARE MODEL	141
<i>Биљана Гемовић</i> CAD АПЛИКАЦИЈЕ У ЗАШТИТИ ОД ПОЖАРА	150
<i>László Komjáthy, Enikő Kuk</i> FIRE SAFETY OF HERITAGE BUILDINGS IN HUNGARY	159
<i>Горан Ђорђевић, Света Цветановић, Добривоје Јовановић</i> НОВИ МЕТОДОЛОШКИ ПРИСТУП ЗА ПРОЦЕНУ РИЗИКА ОД ПОЖАРА У УГОСТИТЕЉСКИМ ОБЈЕКТИМА	164
<i>Agoston Restas</i> WHAT HAPPENS AT THE FIRE SCENE? IS THERE A CLASSICAL DECISION MAKING OR TOTALY DIFFERENT PROCEDURES ARE USED?	171
<i>Viktória Finta, Sándor Rácz</i> FIREFIGHTER INTERVENTION IN RADIOLOGICAL EMERGENCIES	180
<i>Laszlo Bodnar</i> THE EFFICIENCY OF THE AERIAL FIREFIGHTING IN HUNGARY, USING THE OUTSIDE TANK TECHNOLOGY	187
<i>Зоран Барбић</i> ПРОБЛЕМАТИКА ИНТЕРВЕНЦИЈА ПРИ ГАШЕЊУ ПОЖАРА У МАРИНАМА	195
<i>Бојан Миловановић, Новак Оташевић, Драган Савић</i> ТЕШКИ УСЛОВИ ЕКСПЛОАТАЦИЈЕ ВАТРОГАСНИХ ВОЗИЛА У РУДАРСКОМ БАСЕНУ КОЛУБАРА	203
<i>Анђелко Јанковић, Драган Савић</i> ВАТРОГАСНЕ ВЕЖБЕ У КОМПЛЕКСУ ПОСТРОЈЕЊА ЗА ПРИПРЕМУ РОВНОГ УГЉА ДРОБИЛАНА, РБ КОЛУБАРА, ЈП ЕПС	210
<i>Љубо Пејановић, Александар Бошковић</i> ТАКТИКА ГАШЕЊА ПОЖАРА У НЕПРИСТУПАЧНИМ ПРОСТОРИМА ИЗ ВАЗДУХОПЛОВА	218
<i>Дарко Јоцић</i> РУКОВОЂЕЊЕ ИНТЕРВЕНЦИЈОМ ПРИЛИКОМ ПОЖАРА У ЗАТВОРЕНОМ ПРОСТОРУ	224
<i>Eckhard Grünheid</i> SECURING OF EVIDENCE IN THE FIRE INVESTIGATION	231
<i>Весна Петровић, Саиша Скоко, Војкан Зорић, Срђан Ракић</i> ФОРЕНЗИЧКА АНАЛИЗА ПОЖАРА ИЗАЗВАНИХ ЕЛЕКТРИЧНИМ ИНСТАЛАЦИЈАМА	241

<i>Стеван Јовичић, Зоран Илић, Љубиша Томић</i> МОГУЋНОСТ ЗАМЕНЕ ХАЛОНА У СИСТЕМИМА ЗА ЗАШТИТУ ОД ПОЖАРА И ЕКСПЛОЗИЈЕ У ВОЈНИМ МОТОТЕХНИЧКИМ СРЕДСТВИМА	250
<i>Zoran Neshkoski</i> ANALYSIS OF EXPLOSION AND FIRE WITH VICTIMS IN FACTORY FOR PRODUCTION PYROTECHNIC DEVICES-SKOPJE 2014	259
<i>Marko Vučetić, Željko Španjol, Nera Bakšić, Mensur Ferhatović</i> KLIMATSKI (I VEGETACIJSKI) POKAZATELJI POTENCIJALNE OPASNOSTI OD POŽARA OTVORENOG PROSTORA U REPUBLICI HRVATSKOJ	266
<i>Roman Rosavec, Željko Španjol, Mensur Ferhatović, Edvina Čehajić</i> ZAPALJIVOST NEKIH MEDITERANSKIH VRSTA KOD ŠUMSKIH POŽARA KAO ČIMBENIK PROTUPOŽARNE PREVENTIVE I VATROGASNE OPERATIVE	275
<i>Milivoj Ličina, Dario Bognolo, Demir Ferhatović</i> PROTUPOŽARNA ZAŠTITA OTOKA RABA S NAGLASKOM NA POŽARE OTVORENOG PROSTORA	281
<i>Agoston Restas</i> HOW DRONES CAN SUPPORT FIRE SERVICES. PREVENTION, INTERVENTION AND POST FIRE MONITORING	293
<i>Бранко Бабић</i> ПРИМЕНА БЕСПИЛОТНИХ ВАЗДУХОПЛОВА У ЦИВИЛНОЈ ЗАШТИТИ	302
<i>László Komjáthy</i> ПОМОЋ ОД АПЛИКАЦИЈЕ НА БАЗИ АНДРОИДА КОД НЕСРЕЋА У ТРАНСПОРТУ ОПАСНИХ МАТЕРИЈА	312
<i>Александар Лазаревић</i> КОМАНДНО-СИМУЛАЦИОНЕ ВЕЖБЕ, ОБУКА ШТАБОВА ЗА ВАНРЕДНЕ СИТУАЦИЈЕ НА СВИМ НИВОИМА	316
<i>Ненад Комазец, Зоран Лапчевић, Милица Младеновић, Славица Павловић</i> КВАЛИТАТИВНО ОРИЈЕНТИСАНО УПРАЉАЊЕ РИЗИКОМ У ВАНРЕДНИМ СИТУАЦИЈАМА	323
<i>Љиљана Лучић</i> КАТАСТРОФАЛНИ ДОГАЂАЈИ: МЕЂУНАРОДНИ СПОРАЗУМИ, ОРГАНИЗАЦИЈЕ И ИНИЦИЈАТИВЕ ОД ДЕКАДЕ ДО СЕНДАЈСКОГ ОКВИРА 2015-2030.	332
<i>Senka Bajić, Mirjana Sladić, Mirjana Laban</i> IMPACT OF SNOW AVALANCHES ON CULTURAL HERITAGE	342
<i>Jozef Svetlik, Anton Osvald</i> RAPID DETECTION OF TNT WITH SALIANT METHOD – FIELD TEST	348

<i>Agoston Restas</i> PSYCHOLOGICAL APPROACH OF MANAGING VICTIMS DURING FIREFIGHTING INTERVENTIONS	356
<i>György Kós</i> CARDIO-PULMONARY RESUSCITATION FOR STRUCTURAL FIREFIGHTERS	363
<i>Драган Карабасил, Владимир Јаковљевић</i> ДЕЈСТВО ТОКСИНА НА ЖРТВЕ У РАНОЈ ФАЗИ ПОЖАРА	370
<i>Драган Карабасил, Владимир Јаковљевић</i> ЕФЛУЕНТИ ПОЖАРА И УГРОЖАВАЊЕ БЕЗБЕДНОСТИ ЛЈУДИ	376
<i>Велизар Чађеновић, Драган Карабасил</i> ФИЗИЧКЕ ПОВРЕДЕ УСЛЕД ПАНИКЕ У ПОЖАРУ	382
<i>Драган Карабасил, Владимир Јаковљевић, Слободан Пурић</i> ДЕЈСТВО ТОПЛОТЕ И ПЛАМЕНА НА ЖРТВЕ ПОЖАРА	387
<i>Велизар Чађеновић, Драган Карабасил</i> СТРАДАЊА ЛЈУДИ У ПОЖАРУ	393
<i>Špiro Ivošević, Tijana Dragojević, Vilma Petković</i> ANALIZA ZNANJA O NOVIM MEĐUNARODNIM BEZBJEDNOSNIM STANDARDIMA: SAVREMENA PRAKSA I IZAZOVI U POMORSTVU	399
<i>Жарко Јанковић, Милован Димитријевић, Александра Петковић, Слободан Пурић</i> ЗНАЧАЈ ТЕХНИЧКО-ТЕХНОЛОШКОГ РАЗВОЈА НА БЕЗБЕДНЕ УСЛОВЕ РАДА	408
<i>Владимир Вујчић</i> КОНТИНУАЛНО СПРОВОЂЕЊЕ МЕРА БЕЗБЕДНОСТИ И ЗДРАВЉА НА РАДУ	417
<i>Дејан Инђић, Негован Иванковић, Душан Јанковић, Стеван Ступар</i> ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКА АНАЛИЗА ПРИМЕНЕ ЗАШТИТНИХ МАСКИ ЗА ПОТРЕБЕ ПРИПАДНИКА МИНИСТАРСТВА ОДБРАНЕ И ВОЈСКЕ СРБИЈЕ	425
<i>Zoran Vučinić, Tomislav Mustać, Budimir Mijović, Jovan Vučinić</i> ANALIZA RADNOG MJESTA SERVISERA VATROGASNIH APARATA	433
<i>Zoran Vučinić, Ivan Vidović, Nenad Mustapić, Jovan Vučinić</i> ISPITIVANJE RADNOG OKOLIŠA	440
<i>Душан Гавански, Звонимир Букта</i> БЕЗБЕДАН РАД НА ДЕБЉАЧИ	447
<i>Biljana Škrbić, Saša Spaić, Verica Milanko, Slobodan Purić, Vesna Marinković, Tatjana Božović, Tatjana Ciceri</i> THERMAL BIOMASS TREATMENT: FINDING OPTIMAL SAMPLE SIZE FOR THE PURPOSE OF DETERMINING BTEX COMPOUNDS	455

<i>Veronika Velková, Danica Kačíková, Tatiana Bubeníková</i> THE DETERMINATION OF THE GASEOUS PRODUCTS OF THE THERMAL LOADING OF THE SOFTWOOD	465
<i>Мира Пуцаревић, Петра Тановић, Велимир Маравић, Снежана Штрбац, Борђе Јовановић</i> КОНЦЕНТРАЦИЈА ТЕШКИХ МЕТАЛА У ПАПИРУ ЗА ПРОИЗВОДЊУ АМБАЛАЖЕ	471
<i>Аница Милошевић, Слађана Недељковић</i> ОДРЖИВИ РАЗВОЈ У ФУНКЦИЈИ ОЧУВАЊА ПРИРОДНИХ РЕСУРСА	481
<i>Љиљана Лучић</i> УЛОГА ГРАДОВА У ОЗЕЛЕЊАВАЊУ ПРИВРЕДЕ	492
<i>Петра Тановић, Јована Китановић, Татјана Божовић</i> ИСПАРЉИВЕ ОРГАНСКЕ СУПСТАНЦЕ У ИЗДУВНИМ ГАСОВИМА АУТОБУСА	503
<i>Љубица Крњић</i> ОБУКА ДЕЦЕ И УЧЕНИКА ИЗ ОБЛАСТИ ЗАШТИТЕ ОД ПОЖАРА	512



Vlastimir RADONJANIN¹
Mirjana LABAN²
Verica MILANKO³
Branko SAVIĆ⁴
Suzana DRAGANIĆ⁵

ERASMUS+ KA2: CAPACITY BUILDING IN DISASTER RISK MANAGEMENT AND FIRE SAFETY ENGINEERING HE IN WBC

Abstract: The resilience of the Western Balkans societies to hazards has to be improved, and that can be done by introducing new study programmes and lifelong learning courses in educational offer. Aim is to build regional-based disaster preparedness and a culture of safety and resilience at all levels according to EU Integration Strategies and National relevant strategies. Based on the above ideas, the project proposal Knowledge for resilient society – K-FORCE was successfully prepared and selected for funding under ERASMUS+ programme Capacity Building in Higher Education – EAC/A04/2015.

Key words: resilient society, higher education, disaster risk management, fire safety engineering, the Balkans

ЕРАЗМУС+ КА2: ИЗГРАДЊА КАПАЦИТЕТА У УПРАВЉАЊАЊУ РИЗИКОМ ОД КАТАСТРОФАЛНИХ ДОГАЂАЈА И ПОЖАРА НА ЗАПАДНОМ БАЛКАНУ

Резиме: Ради унапређења отпорности региона на хазарде, неопходно је обезбедити довољан број стручњака, што се може остварити пре свега, увођењем у образовни систем нових студијских програма и курсева доживотног учења. Циљ је унапредити припремљеност региона на овакве догађаје, као и безбедносну културу и отпорност на свим нивоима, у складу са стратегијама за интеграцију у ЕУ и релевантним националним стратегијама. На основу ових идеја успешно је припремљена пројектна пријава Знање за отпорно друштво и одобрено је финансирање пројекта у оквиру ЕРАЗМУС+ програма – Изградња капацитета у високом образовању ЕАЦ/А04/2015.

Кључне речи: отпорност, високо образовање, управљање ризиком од катастрофалних догађаја, безбедност од пожара, Балкан

¹ Prof. Dr Sc, University of Novi Sad (UNS), Faculty of Technical Sciences (FTS), Trg Dositeja Obradovića 6, Novi Sad, Serbia, radonv@uns.ac.rs

² Ass. Prof. Dr Sc, UNS, FTS, Trg Dositeja Obradovića 6, Novi Sad, Serbia, mlaban@uns.ac.rs

³ Prof. Dr Sc, Higher Education Technical School of Professional Studies, Školska 1, Novi Sad, Serbia, milanko@vtsns.edu.rs

⁴ Prof. Dr Sc, Director of Higher Education Technical School of Professional Studies, Školska 1, Novi Sad, Serbia, savic@vtsns.edu.rs

⁵ Ass. MSc CE, UNS, FTS, , Trg Dositeja Obradovića 6, Novi Sad, Serbia, suzanav@uns.ac.rs

1. INTRODUCTION

In the past decades the number of natural and anthropogenic disasters and fires has shown a significant growth in the Western Balkans (WB). Human losses, extensive damages to the urban areas, negative environmental impact and further weakening of the regional economy are some of indicators of increasing vulnerability.

Preliminary surveys [1], targeted to identify the problem origin, indicated that competences, knowledge and skills of the existing staff in the field of Disaster Risk Management and Fire Safety Engineering (DRM&FSE) are insufficient to solve its growing problems, as they acquire knowledge and skills from other engineering disciplines.

Skills shortages in this sector are already being identified by great interest shown after 2014 flood in the WB, while the expected climate change and hazard events expansion will only exacerbate the situation. Within the expanding emergency sector labour market, an urgent demand is expected for more post-graduate trained staff, as well as for continuing education in DRM&FSE field.

The resilience of the WB societies to hazards has to be improved, and that can be done by introducing new study programmes and lifelong learning (LLL) courses in educational offer. It will provide a sustainable education in DRM&FSE field in WB countries and ensure national highly skilled professional resources and regional capacity for resilient society.

Based on the above, the project proposal Knowledge FOR Resilient society – K-FORCE was successfully prepared by University of Novi Sad in cooperation with 11 HEIs from Denmark (DTU, AAL), Sweden (LU), Slovakia (UNIZA), FYR Macedonia (UKIM), Bosnia and Herzegovina (UBL, UNTZ), Albania (UT, EPOKA), Serbia (VTSNS) and 5 non-academic partners (Protection and Rescue Directorate of the Republic of Macedonia, National Fire Safety Association of Republic of Serbia, European Youth Parliament Serbia, Ministry of Security of Bosnia and Herzegovina: Protection and Rescue Sector and Sector for International Cooperation and European Integrations and Union of chambers of commerce and industry of Albania). The K-FORCE project proposal has been selected for funding in ERASMUS+ program Capacity Building in Higher Education – EAC/A04/2015. The three years period of the project realization will start in October 2016.

2. THE RESILIENCE IMPROVEMENT BY CAPACITY BUILDING IN HIGHER EDUCATION

To become resilient society, it is necessary to implement the EU Civil Protection Mechanism at a regional level and intensively cooperate and communicate, for which a new skilled young workforce is required.

In recent years the number and severity of natural and man-made disasters has significantly increased. Also, future disaster will be more extreme and more complex with far-reaching and longer-term consequences as a result. Consequently, Decision No 1313/2013/EU on a Union Civil Protection Mechanism emphasizes an integrated approach to disaster management as increasingly important.

According to European Parliament Resolution *Community approach on the prevention of natural and manmade disasters*, prevention has a crucial significance for protection against disasters, requiring a further action. Reaching the prevention objectives and carrying out prevention actions, improving the disaster risk knowledge base and facilitating the sharing of knowledge, best practices and information, were defined as the first ranked action to take.

Education and training (ET 2020) lie at the heart of the Europe 2020 strategy (ET 2020) to exit the recession and establish the foundations for future knowledge-based growth and social cohesion. The same goal is promoted in multiple EU documents, e.g.: European and Mediterranean Major Hazards Agreement (EUR-OPA), South East Europe 2020 Strategy – Jobs and Prosperity in the European Perspective (SEE 2020 Strategy) and Supporting growth and jobs – an agenda for the modernization of Europe’s higher education systems COM (2011) 567 final.

The above listed are common objectives and goals both for EU and WB region, considering the on-going European integration process in the Balkans. The resilience improvement by developing higher education (HE) is also in compliance with Balkan countries’ national higher education strategies and action plans, as well as national strategies in the field of fire protection and emergency situation.

3. STATE AND DEVELOPMENT PERSPECTIVES OF DRM&FSE HIGHER EDUCATION IN WESTERN BALKANS

Within civil protection in Western Balkans Region, disaster risk reduction and disaster management need to be treated as a matter of priority, particularly in the light of the severe floods in 2014.

In July 2015 Serbia became the 33rd participating state in the EU Civil Protection Mechanism. Serbia will have to accomplish a countrywide risk assessment and assessment of its risk management capabilities.

The floods in the south of the country in February 2015 showed the need for Albania to further strengthen its capacity in this sector. As regards civil protection, the 2014-2018 national strategy for disaster risk reduction and civil protection has not been adopted yet.

Bosnia and Herzegovina expressed its interest in becoming a member of the EU Civil Protection Mechanism in 2014 and concluded a protocol on cooperation and establishment of a point of contact with the mechanism. Further coordination and cooperation efforts and further preparations for joining the mechanism are needed.

Western Balkans’ higher education needs to respond and to educate and train young people for the sector that will significantly grow as these countries need to fulfil Chapter 27 requirements according to EU Enlargement Strategy.

In Serbia there are 11 available study programs in DRM&FSE field, based on [2]. Among those, there is only one 1st level – bachelor academic study program and three on the 2nd level - master of academic studies. Regarding the professional studies, there are 4 bachelors and 3 specialist study programs or modules. Academic bachelor studies are implemented only at University of Novi Sad and there is also one master academic program, while there are two master programs in University of Niš. However, the majority of available programs in the area are in fire protection field, and there is a lack of subjects treating fire risks theory and fire safety issues. Also, within existing programs students learn to deal with the consequences, instead the disaster and fire prevention. Preventive measures are treated only as prescriptive ones. Very few programs are in the emergency situations or civil protection field.

In Bosnia and Herzegovina there is only one study program in this area - Civil Protection academic bachelor program at Independent University of Banja Luka, Faculty for Safety and Protection.

There are no higher education study programs in the DRM&FSE field in Montenegro, Albania, nor in FYR Macedonia.

There are an insufficient number of master degree programs and there are no PhD programs in Balkan region that would ensure sustainable and uniform capacity building in human resources in this area. Number of graduates is insufficient for regional or national needs. Consequently, there is a need for experts who are competent to operate in all phases of the catastrophic events and that are able to solve problems in the field. Also, there is a need for education of competitive experts who will be able to create a sustainable financial plan for disaster preparedness and preventive measures, according to regional economy recourses. At this moment, existing HE programs do not meet the mentioned WB countries' needs for qualified staff. Moreover, disaster risk management basic terminology in Balkan languages does not exist in curricula.

In order to improve regional resilience to hazards and capability for regional cooperation in risk prevention and response, it is necessary to provide the required number of multidisciplinary experts by modernizing and developing higher education at the regional higher education institutions in subject field. It also includes continuous professional development of employees in DRM&FSE sector in WB countries, through creation and implementation of certified LLL courses for practitioners. Aim is to build regional-based disaster preparedness and a culture of safety and resilience at all levels according to EU Integration Strategies and National relevant strategies.

The Balkan's higher education institutions (HEIs) need to assess the level and quality of HEIs capacity (infrastructure, facilities, laboratories, workforces etc.) in this field and to identify the key competences, knowledge and skills necessary for contemporary practice and future needs. It will help harmonization of new programs content with the Region's needs. Acquired knowledge in the field of Disaster Risk Management and Fire Safety Engineering will provide the base for building a resilient society.

4. ROLE OF EUROPEAN COOPERATION IN FURTHER DEVELOPMENT OF DRM&FSE HIGHER EDUCATION IN WB

Compliance of the regional study program with similar programs, developed in the EU countries, strengthens the capacity of individual countries and the region as a whole in the process of European integration. Therefore, the brief analysis of available master and doctoral study programs in HEIs in the field of Disaster Risk Management and Fire Safety Engineering was done on the European level [1].

It was found that the majority of the most advanced engineering study programs in this field are available in Sweden at Lund University, Denmark at Danish Technical University and Aalborg University, Great Britain at University of Edinburgh and in FYR Macedonia at Ss. Cyril and Methodius University in Skopje. All of the studies are established in a close connection to Faculties and Departments of Civil Engineering. There are also fully developed study programs, at all three levels in Slovak Republic, at Faculty of Special Engineering, University of Žilina.

As Risk Management and Fire Safety education are not widely found in WB HEIs' curricula, the transfer of know-how of European HEIs to WB HEIs is special valuable, and response to the need for enhanced staff expertise which can underpin new curriculum modernization or development in a way to meet standards developed in EU.



Cooperation with the European HEIs and their contribution is crucial for new programs quality due to knowledge sharing, experience transfer in the fields of scientific research and education, particularly in developing similar programs and modules and assistance in defining needs for program content and teaching methods improvement and modern ICT and computer technology use in the education process coinciding with higher education development in the EU.

5. THE IDEA ABOUT COMMON REGIONALY-BASED STUDY PROGRAMME IN DRM&FSE FIELD

5.1. A brief insight into new study programs

DRM&FSE subject area refers to multidisciplinary and interdisciplinary disciplines. Curricula include subjects from various academic disciplines, with Engineering and engineering trades as the dominant academic discipline, Environmental protection, Architecture and Construction, Civil Protection, Fire Science, Rescue studies, Climatology, Hydrology, Seismology and Economy as well as other disciplines (Health, Sociology).

The implementation of interdisciplinary DRM&FSE study programs in the field of Technical Sciences will enable continuation of the studies for a number of different profiles of engineering undergraduates, as well as continual education of professionals by offering LLL courses. Introduction of a novel interactive ICT platform for staff, student and workers' training will enable preparation of real-life case studies.

These programs support the creation and dissemination of Open Educational Resources in diverse European languages. Study programs, learning material offered by Flexible ICT learning platform, LLL courses, Glossary of DRM&FSE key words and terms, as well as an On-line Library will be available in English and regional languages (Serbian, Albanian and Bosnian).

Educational ICT based laboratories created in Balkans' HEIs with interoperability capabilities and On-line library will provide national, regional and international case-studies, integrated risk methodology assessment, hazard, risk and vulnerability regional cross-border mapping and results publications. That will insure continuous common regional problem based approach and compatibility of knowledge and skills, also aligned with contemporary trends in DRM&FSE field. Interdisciplinary, multi-language and ICT based both higher and continuous education approach insures regional and international cooperation will allow the exchange of knowledge and the mobility of students, teachers and workers, and strengthens national and regional capacities in EU integrations. Teaching methods improvement and modern ICT use in the education process will coincide with higher education development in the EU. This is especially true in knowledge about best available practices, EU legislation, practical laboratory skills and consequent harmonization with EU curricula.

Within implementation process, European HEIs will have crucial role. They will be responsible for knowledge transfer and experience sharing in including scientific research into education, thus securing curriculum quality from the start. They will steer the content of curriculum and syllabi, define student-centred learning and teaching methods, share case studies for capstone-type subjects and advice on best usage of modern ICT in the education process. This way, DRM&FSE programs will also have European dimension,

with respect to international co-operation of the WB countries. With the expertise of EU HEIs, the new curricula will be aligned with EU ones and thus secure that obtained degrees are fully recognized in European job market, as well as in the European Higher Education Area (EHEA). This should also enable our students to participate in various credit-bearing mobility schemes.

5.2. Students and staff mobility

These kind of programs will foster cooperation amongst HEIs in promoting and supporting mobility of master and doctoral candidates, develop infrastructure for mutual recognition of awarded master and doctoral degrees, initiate exchange of post-doctoral researchers, participate in collaborative research grants in order to increase institutional capacities both in research expertise and infrastructure.

Experience gained during mobility represent good basis for fostering of international educational and research cooperation, as well as international academic networking.

Activities foreseen under mobility will contribute to the improvement of DRM&FSE Master programs, Modules and PhD programme that will be implemented. Also, it will help development of cultural awareness among students and provide them international learning experience. For staff, these activities will enable exchange of innovative teaching practices, learning about teaching methods and practices from European HEIs and also will enable development of complementary skills and competencies in the field.

Some of expected results of mobility activities are improved teaching skills and methodologies, gained teaching experience in an international context, strengthened intercultural competences of all parties involved and students provided with a wider range of topics and international perspective in the field of DRM&FSE.

This mobility action will provide development of a pool of well-qualified, open-minded and internationally experienced young people as future professionals. Mobility of WB teaching staff will underpin new curriculum modernization or development in a way to meet standards developed in EU. Increased level and scope of student and staff mobility between HEIs encourages the advancement of procedures and the strategic orientation towards internationalisation and can be seen as a capacity-building mechanism.

5.3. Expected impact of modernized and newly developed study programs

It is expected that modernized and newly developed study programs will contribute to resilience improvement of societies in several ways.

Firstly, students will be educated within an interdisciplinary and problem-solving framework, through acquiring theoretical, practical and applicable knowledge, skills and competences, according to National qualifications framework and European qualifications framework, WB countries' needs and EU trends, which will be well recognized by the national and regional labour market. Students on other HEIs study programmes will gain basic or improved knowledge of DRM&FSE issues, consequently resulting in raised awareness among student population.

Implemented programs will enable regional and international mobility of students and teachers from WB and their horizon broadening in this specific field.

Teaching staff will have opportunity to upgrade their teaching experience, capacity to pass on the knowledge updated with novel trends both in the field and teaching tools and



methodology. Teaching staff in other disciplines will be able to foster their knowledge and capacity to introduce and interconnect DRM&FSE issues into their disciplines.

Non-profit NGOs will have opportunity to realize their own visions and missions in building national and regional capacities for safe and prospective WB societies, on the path towards EU.

Professionals in DRM&FSE area will expand and upgrade their knowledge and skills through LLL courses.

Public bodies and administration in charge for civil protection will improve qualification structure and better act as liaison between the emergency sector and scientific and education institutions as well as liaison between educational institutions and stakeholders from the emergency sector.

Employees in various industrial sectors will have an open access to created On-line Library, ICT portal and LLL courses database, through which they can gain knowledge on various DRM&FSE issues, thus raising their awareness about fires and disasters.

6. CONCLUSION

Western Balkans countries manifest certain weaknesses in case of natural disasters and fire-related hazards, which requires raising the level of protection and response at the higher level.

The most effective approach to the problem is raising the level of knowledge and skills that can be done by introducing new study programmes and lifelong learning courses in educational offer.

There are a few study programs in this field in our region and it is insufficient and unsustainable at regional level without further development. In addition, the lack of specialist in DRM&FSE area has condition the high dependence on international support in national projects and programs addressing these issues [3].

Based on these problems, in order to improve resilience of the Western Balkans societies to hazards, the project proposal Knowledge FOr Resilient society – K-FORCE was successfully prepared and selected for funding in ERASMUS+ program Capacity Building in Higher Education – EAC/A04/2015.

ACKNOWLEDGEMENTS

The paper presents the part of research realized within the project “Improvement of educational process and research of new technologies in construction engineering” conducted by the Department of Civil Engineering and Geodesy, Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad.

7. REFERENCES

- [1] Laban M., Radonjanin V., Milanko V., Draganić S. (2016) *Knowledge FOr Resilient society/K-FORCE*, Erasmus+ Project proposal submission, Call for proposal EAC/A04/2015 KA2 – Cooperation for innovation and the exchange of good practise - Capacity Building in the field of Higher Education

- [2] Laban M., Popov S., Radonjanin V., Milanko V., Frank A., Vukoslavčević S. (2015) *Capacity building in higher education - Resilience improvement in Balkan region*, Proceedings of the International Conference in Dubrovnik in edition of Applications of Structural Fire Engineering, pp. 454-459
- [3] Laban M., Milanko V., Popov S. (2015) *Disaster risk management and fire safety engineering higher education in the Balkan region*, International Conference on Innovative Technologies In Safety Engineering, Rijeka, Vol. 1, No. 1, pp. 13-17



Предраг МАРИЋ¹
Драган МЛАЂАН²
Бобан СТЕВАНОВИЋ³
Горан НИКОЛИЋ⁴

АНАЛИЗА СТАТИСТИЧКИХ ПОКАЗАТЕЉА РИЗИКА ОД ПОЖАРА И ЕКСПЛОЗИЈА У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ

Резиме: У свету годишње има више од 7 милиона пожара. У овим догађајима се лакше или теже повреди 500.000-700.000 и погине 70.000-80.000 људи. Према званичним подацима током 16 година (2000-2015) у Републици Србији је регистровано 336.507 пожара и експлозија, у којима је 1.351 људи погинуло, 4.568 повређено и 4.414 спасено (за период 2006-2015). Сваки дан, ватрогасно-спасилачке јединице угасиле су у просеку 57,6 пожара, при чему је 0,23 људи погинуло, а 0,78 повређено у овим пожарима. Анализе показују тенденцију повећања ризика од настанка пожара и броју повређених. Ризик од насталих смртних последица у пожарима и експлозијама у овом периоду је остао скоро исти, с обзиром да се у овом периоду смањило број становника у Србији. Анализа ризика од погибије у пожарима на нивоу подручних Полицијских управа-организационих јединица Сектора за ванредне ситуације за 2013. годину показује значајне разлике по полицијским управама и захтева истраживање за дужи временски период.

Кључне речи: пожари, ризик, погинули, повређени, Србија

THE ANALYSIS OF STATISCAL FIRE RISK INDICATORS IN THE REPUBLIC OF SERBIA

Abstract: Annually there are more than 7 million fires worldwide. These events cause minor or severe injuries of around 500,000 to 700,000 people, while around 70,000 to 80,000 people lose their lives. In the Republic of Serbia the official statistics during the period of 16 years (2000-2015) has registered 336,507 fires and explosions in which 1,351 people died, 4,568 were injured and 4,414 rescued (for the period 2006-2015). Every day fire and rescue units extinguish in average 57.6 fires, with 0.23 people killed and 0.78 injured in these fires. These analyses refer to the tendency of increase of both fire risk occurrence and the number of injured people. The risk of casualties in fires and explosions in this period remained almost the same, considering that in this period the population of the Republic of Serbia has decreased. Analysis of the fire casualty risk at the level of regional police departments and organizational units of the Sector for Emergency Management for 2013 shows significant differences by police departments and requires additional research for a longer period of time.

Key words: fires, risk, casualties, injured, Serbia

¹ Начелник Сектора за ванредне ситуације МУП РС: predrag.maric@mup.gov.rs

² Проф. др, Криминалистичко - полицијска академија, Београд, dragan.mladjan@kpa.edu.rs

³ Заменик начелника Сектора за ванредне ситуације МУП РС, boban.stevanovic@mup.gov.rs

⁴ Помоћник начелника Сектора за ванредне ситуације МУП РС, goran.nikolic@mup.gov.rs

1. УВОД

Сваке године у свету настане више од од 7 милиона пожара, у којима се лакше или теже повреди 500.000 – 700.000 и погине 70.000 – 80.000 људи. У просеку 1 становник на 100.000 становника погине у пожару годишње у свету. Годишњи индекси у званичним документима могу ретроактивно да се мењају услед промена у методологији приказа статистичких података у земљама.

Штета на имовини узрокована пожарима у многим развијеним земљама није мања од 1% бруто националног производа (Brushlinsky и др., 2016).

Према званичним подацима током 16 година (2000-2015) у Републици Србији је регистровано 336.507 пожара и експлозија, у којима је 1.351 људи погинуло (просечно 84,5 годишње), 4.568 повређено (просечно 285,5 годишње) и 4.414 спасено (за период 2006-2015). Анализом није обухваћена територија аутономне покрајине Косово.

Мера вероватноће настанка опасног догађаја, у нашем случају пожара, и насталих последица је ризик. Ризиком се мери спровођење могућности одређене опасности или њених последица у одговарајућим јединицама. Међу индикаторима за мерење ризика од пожара главни су (Брушлински и др., 2004.):

- a) R_1 - ризик за лице да се нађе у ситуацијама пожара у јединици времена. По правилу календарска година се користи као јединица времена. Израчунава се као количник броја пожара и становништва региона или земље,
- b) R_2 - ризик да особа погине у пожару по јединици времена. Израчунава се као количник броја погинулих и броја пожара;
- c) R_3 - индивидуални ризик да особа погине због опасности – пожара, по јединици времена. Потребно је имати информације о становништву земље (региона) у датом периоду времена да би се израчунао тај ризик. Израчунава се као количник погинулих у пожарима и популације земље (региона) у одређеној години. R_1 ризик карактерише вероватноћа реализације опасности-пожара, а ризике R_2 и R_3 карактеришу одређене импликације ове реализације.

2. ПОДАЦИ И МЕТОДЕ

Правилно тумачење стања основних показатеља ризика од пожара у Републици Србији је могуће упоређивањем са подацима из других, пре свега земаљама, са сличним карактеристикама (број становника, клима, индустрија, начин градње објеката и др.).

За анализу стања пожарног ризика у свету коришћена је база података Центра за пожарну статистику међународне асоцијације пожарних и спасилачких служби (CTIF) (Brushlinsky и др., 2016).

За анализу стања пожарног ризика у Републици Србији коришћена је база податка јединственог програма евиденције догађаја „ДОГ“ Министарства унутрашњих послова Републике Србије који је уведен од 1. јануара 2009. године. Подаци о пожарима за период од 2000 до 2009. године добијени су из евиденција

Управе за ватрогасно - спасилачке јединице Сектора за ванредне ситуације МУП-а.

Републички завод за статистику је у књизи „Старост и пол“ објавио коначне резултате пописа становништва, домаћинстава и станова 2011. године (7.186.862 становника у односу на 7.498.001 колико је било 2002.). Такође, према подацима Републички завод за статистику, број становника за републику Србију у 2013 години је 716552, у 2014 години је 7.131.788 и за 2015 годину је 7.095.383. Број становника по Полицијским управама за 2013 годину је¹: Кикинда 137.721; Суботица 186.906; Сомбор 118.205; Нови Сад 619.421; Зрењанин 213.522; Панчево 293.730; Сремска Митровица 248.655; Београд 1.765.794; Шабац 298.931; Ваљево 174.513; Крагујевац 293.308; Смедерево 175.503; Пожаревац 183.625; Бор 124.992; Зајечар 154.230; Јагодина 223.686; Чачак 212.603; Ужице 179.327; Пријепоље 80.830; Нови Пазар 154.881; Краљево 177.693; Крушевац 241.999; Прокупље 86.490; Ниш 375.148; Пирот 92.479; Лесковац 213.589; Врање 159.081.

Индекси/показатељи за мерење ризика од пожара су израчунати у јединицама:

- a) R_1 , број пожара/1000 становника Републике или број пожара/број становника Полицијске управе, годишње;
- b) R_2 , број жртава (погинули, повређени)/100 пожара, годишње;
- c) R_3 , број погинулих/100000 становника Републике или број погинулих/број становника Полицијске управе, годишње.

Резултати су проверени за нормалну расподелу. Динамика и показатељи трендова су утврђени анализом временских серија програмом Microsoft Excel. Полиномски тренд 1. реда је коришћен за анализу великог скупа података нестабилних вредности.

3. РЕЗУЛТАТИ И АНАЛИЗА-ДИСКУСИЈА

3.1. Основни показатељи ризика од пожара у свету

Пожарне статистике показују да сваке године има више од 7 милиона пожари у свету, у којима се повреди 500-700 хиљада изгуби живот 70-80 хиљаде људи. У просеку 1 од 100.000 становника у свету погине у пожару. Већина земља у свету има различите генерализоване-уопштене индексе/показатеље пожараног ризика (Табела 1). Подаци за све године се стално прерађују и допуњују новим изворима информација, тако да се бројни показатеља могу мењати ретроактивно.

Просечне вредности индивидуалног ризика (броја жртава у пожарима (R_3)), заједно са основним показатељима за 27 земаља, за период 2010–2014. године, разврстане у 5 група ризика приказане су у табели 2. Рангирање земаља извршено је према повећању вредности ризика R_3 .

Из табеле 2 произилази да је за првих шест земаља интервал вредности R_3 – од $1,0 \times 10^{-6}$ до $5,0 \times 10^{-6}$. За наредних седам земаља R_3 износи од $6,0 \times 10^{-6}$ до $9,0 \times 10^{-6}$, за наредних седам земаља од $1,0 \times 10^{-5}$ до $2,0 \times 10^{-5}$, а на крају табеле су земље са интервалом вредности R_3 од $0,2 \times 10^{-4}$ до $1,0 \times 10^{-4}$.

¹ Презето од: 10. јубиларна Међународна конференција Безбедност саобраћаја у локалној заједници, из података за мапу Саобраћајни пондерисани ризик страдања на путевима и улицама по полицијским управама у Србији, Крагујевац, 2015.

Табела 1. Преглед основних - уопштених показатеља пожарног ризика у свету за период 2005-2014. године [6]

Год.	Број земаља	Укупан број становника (милијар.)	Број пожара (милион)	Број погинулих (хиљаду)	Пожарни ризик		
					R_1 Средњи бр. пожара на 1000 становника	R_2 Средњи бр. погинулих на 100 пожара	R_3 Средњи бр. погинулих на 100000 становника
2005	45	3,5	4,3	57,4	1,2	1,3	1,5
2006	37	3,6	4,1	52,2	1,1	1,3	1,4
2007	49	3,8	4,0	52,5	1,1	1,3	1,5
2008	31	3,5	3,6	48,3	1,0	1,3	1,4
2009	31	3,4	3,3	44,7	1,0	1,4	1,3
2010	33	2,2	3,2	46,1	1,5	1,4	2,1
2011	34	2,3	3,3	48,2	1,4	1,5	2,1
2012	35	1,1	3,1	23,7	2,8	0,8	2,2
2013	31	1,1	2,5	21,7	2,3	0,9	2,0
2014	32	1,1	2,7	20,7	2,5	0,8	1,9

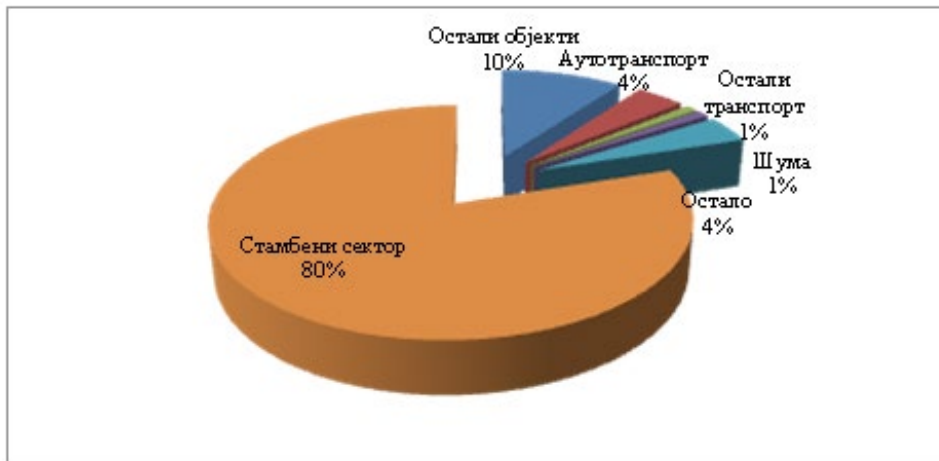
Табела 2. Вредности индивидуалног ризика (броја погинулих) у пожарима (R_3) за период 2010–2014. године[6]

№	Држава	Број Становника (хиљаду становника)	Просечан број пожара	Просечан број пожара на 1000 становника у години	Просечан број погинулих приликом пожара			Опсег вредности R_3
					годишње	на 100 пожара R_2	на 100000 становника R_3	
1	Италија	61 000	210 843	3,46	120	0,05	0,2	1,0 · 10 ⁻⁶ ≠ ≠ 5,0 · 10 ⁻⁶
2	Аустрија	8 544	43 660	5,11	30	0,1	0,3	
3	Словенија	2 063	4 926	2,39	8	0,2	0,4	
4	Грчка	10 788	32 479	3,01	43	0,2	0,4	
5	Холандија	16 829	91 160	5,42	75	0,1	0,4	
6	Немачка	82 218	197 393	2,4	375	0,2	0,5	
1	Француска	66 030	302 891	4,59	372	0,1	0,6	6,0 · 10 ⁻⁶ ≠ ≠ 9,0 · 10 ⁻⁶
2	В. Британија	61 370	253 060	4,12	366	0,1	0,6	
3	Белгија	10 700	21 299	1,99	59	0,3	0,6	
4	Хрватска	4 290	8 255	1,92	33	0,1	0,8	
5	Словачка	5 412	12 761	2,36	46	0,3	0,8	
6	Кипар	858	7 457	8,69	7	0,1	0,8	

1	САД	318 907	1 326 800	4,16	3 135	0,2	1,0	$1,0 \cdot 10^{-5}$ ≡ ≡ $2,0 \cdot 10^{-5}$
2	Србија	7 187	24770	3,4	79	0,31	1,1	
3	Чешка	10 505	18 578	1,77	120	0,4	1,1	
4	Румунија	20 121	27 734	1,38	231	0,8	1,1	
5	Мађарска	9 877	24 699	2,50	119	0,5	1,2	
6	Јапан	128 130	46 486	0,36	1698	3,7	1,3	
7	Бугарска	7 245	33 592	4,64	93	0,7	1,3	
8	Пољска	38 462	152 389	3,96	536	0,4	1,4	
1	Монголија	2 997	3 429	1,14	67	3,4	2,2	$0,2 \cdot 10^{-4}$ ≡ ≡ $1,0 \cdot 10^{-4}$
2	Молдавија	3 553	2 005	0,56	148	1,0	4,2	
3	Естонија	1 313	6 070	4,62	59	1,2	4,5	
4	Летонија	2 001	9 643	4,82	113	0,9	5,6	
5	Украјина	43 001	64 893	1,51	2636	4,1	6,1	
6	Русија	144 000	162 800	1,13	11 458	7,0	8,0	
7	Белорусија	9 481	18 898	1,99	810	3,3	8,5	

Важну оцену у методологији статистичке процене ризика представља концепција прихватљивог - допушеног ризика. Критеријуми допушеног ризика (граничне допушене вредности ризика) у многим земљама одређују се директивом. Тако, на пример, у Холандији максимална допуштена вредност индивидуалног ризика износи 10^{-6} год⁻¹ (један погинули на 1.000.000 становника).

Према анализама урађеним на основу података СТИФ већина повређених и погинулих у свету, настаје, приликом пожара у објектима за становање људи (слика 1) [4].



Слика 1. Распоред погибије људи према објектима настанка пожара у земљама света (2000-2010.)

3.2. Основни показатеља ризика од пожара у Републици Србији

Према званичним подацима МУП-а РС (Табела бр. 3) током 16 година (2000-2015) у Републици Србији је регистровано 336507 пожара и експлозија, у којима је 1.351 људи погинуло, 4.568 повређено и 4.414 спасено (за период 2006-2015).

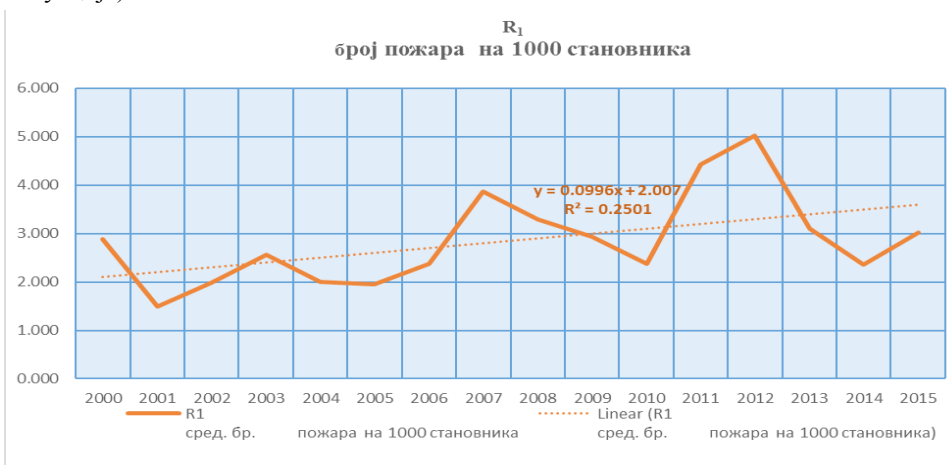


Графикон 1. Динамика и тренд броја интервенција, пожара и експлозија у Републици Србији у периоду 2000-2015.

Табела 3. Основни показатељи ризика од пожара у Републици Србији [2]

Индекс	Година													Укупно			
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012		2013	2014	2015
Укупан број интервенција	25757	15.564	20395	24664	20619	20726	24451	35036	30725	28411	25340	38329	44578	28443	27641	29370	440049
Укупно пожара и експлозија	21735	11762	14892	19313	15097	14702	17886	28581	24493	21613	17308	31936	35757	22048	16805	22579	336507
Број погинулих у пожарима и експлозијама	82	68	84	94	89	94	89	86	93	86	81	85	95	62	73	90	1351
Број повређених у пожарима и експлозијама	277	214	193	218	272	271	296	369	374	311	331	462	487	426	375	438	5314
Број спасених							31	769	259	879	357	313	443	572	425	366	4414.00
R ₁	2,89	1,5	1,98	2,56	2,0	1,95	2,38	3,87	3,3	2,93	2,37	4,43	5,03	3,1	2,35	3,02	2,85
R ₂	0,37	0,57	0,56	0,48	0,59	0,64	0,49	0,30	0,34	0,4	0,47	0,27	0,267	0,23	0,434	0,39	0,43
R ₃	1,091	0,90	1,12	1,25	1,19	1,26	1,2	1,16	1,26	1,17	1,12	1,18	1,32	0,86	1,02	1,26	1,14

Полиномски трендови (графикон 1) са подацима за Републику Србији показују повећање како броја интервенција (кофицијент детерминације $R^2 = 0,3724$), тако и броја броја пожара и експлозија ($R^2 = 0,2221$), при чему је мало већи тренд броја укупних интервенција у односу на тренд броја пожара, што је у складу са повећањем надлежности (усвајањем Закона о ванредним ситуацијама, Сектору за ванредне ситуације МУП-а су у основну надлежност додељени и послови превентве и одговора на елементарне непогоде, веће хемијске удесе и већину ванредних ситуација) и обима посла.



Графикон 2. Динамика и тренд ризика R_1 (ризик за грађанина да се нађе у ситуацијама пожара у јединици времена-години) у Републици Србији

До повећања укупног броја пожара и експлозија у посматраном периоду дошло је услед истрошености опреме, застарелости средстава за рад, технолошких недостатака и недовољног улагања у заштиту од пожара, нарушавања технолошке и радне дисциплине, непоштовања мера заштите при производњи, употреби и транспорту роба и услуга, неодговорном односу према отвореном и шумском простору, недостатка свих врста стручног кадра и недовољне обуке запослених и становништва. На повећање броја пожара утичу и промене у својинској структури имовине, као последица промена друштвено - политичког уређења и дуготрајне економске кризе и санкција којима је била изложена Република Србија (Бабић и др., 2013).

Графикон број 2. приказује динамику R_1 , при чему полиномски тренд са коефицијентом детерминације ($R^2 = 0,2501$) приказује повећање R_1 , или броја пожара на хиљаду становника Србије.

Даљом анализом се долази до закључка да постоји велика разлика у динамици и трендовима повређених и погинулих у пожарима и експлозијама у посматраном периоду. Полиномски тренд са значајним коефицијентом детерминације ($R^2 = 0,7383$) приказује статистички значајно повећање броја повређених у пожарима и експлозијама (графикон 3). Анализа разлога овог повећања није предмет овог рада, а заслужује посебну пажњу и потребу за истраживање.

Тренд незнатног повећања се примећује у полиномском тренду и коефицијенту детерминације ($R^2 = 0,011$) за људе погинуле у пожару и експлозијама (графикон 3).

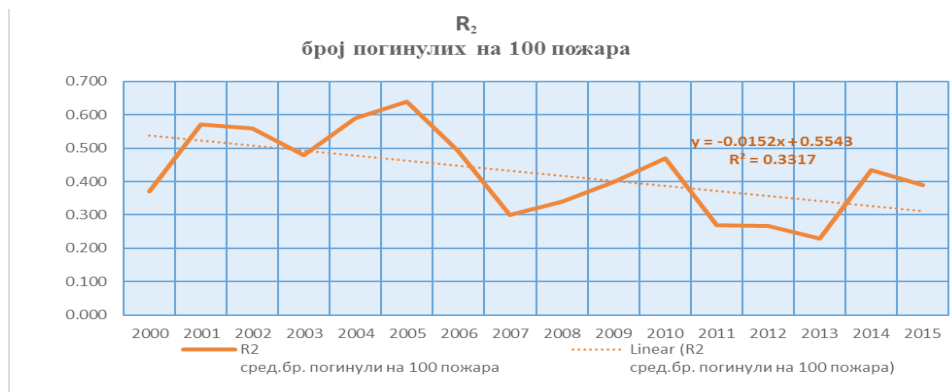


Графикон 3. Динамика и тренд жртава (повређени, погинули, спасени) у пожарима за период 2000-2015. у Републици Србији

С тим у вези, а имајући у виду број становништва у протеклом периоду смањено² може се доћи до закључка да је ризик од страдања на пожарима и експлозијама у истраженом периоду у малој мери повећао. Број спасених становника приликом акција гашења пожара од стране ватрогасаца-спасилаца има статистичко повећање ($R^2 = 0,0037$), што указује и на повећану ефикасност ватрогасно - спасилчких јединица у извршавању задатака.

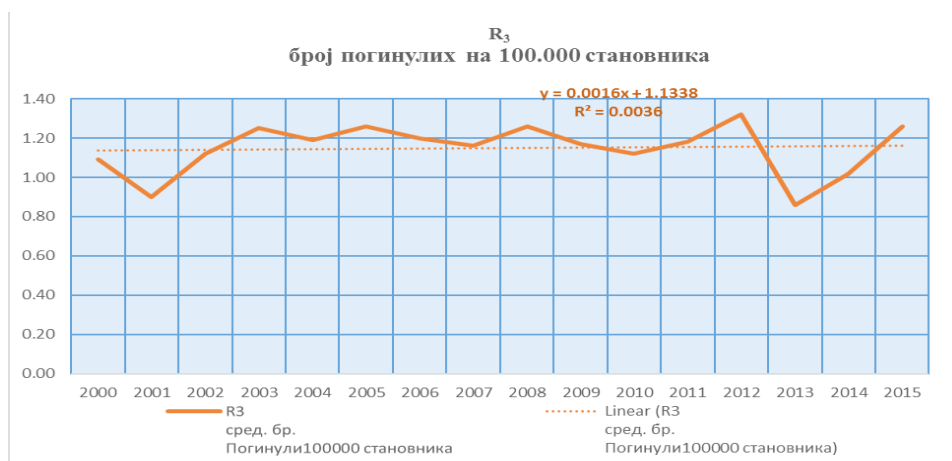
Графикон 4. приказује динамику R_2 у случају погибљије од пожара. Полиномски тренд показује тенденцију R_2 у смањењу смртних случајева (коефицијенти детерминације $R_2 = 0,3317$) на 100 пожара.

² У Републици се број становништва смањено са 7.498.001 (попис из 2002 г.) на 7.186.862 (попис из 2011 г.), а пројекције за 2015 говоре да се у Србији број становника смањено на 7.095.383, па се може закључити да се у анализираном времену од 16 година број становника смањено за више од 500000, а удео лица старих 65 и више година у укупном становништву Републике Србије износи 17,4%, а удео млађих од 15 година је 14,3%, што указује на то да се налазимо у поодмаклој фази демографског старења.



Графикон 4. Динамика и тренад ризика R_2 (ризик да грађанин погине у пожару по јединици времена-години) у Републици Србији

Полиномски тренд са коефицијентом детерминације ($R^2 = 0,0036$) показује минимално повећање броја смртних случајева у пожарима на 100 хиљада становника (графикон 5).



Графикон 5. Динамика и тренад индивидуалног ризика R_3 (ризик да становник погине због опасности - пожара, по јединици времена-години) у Републици Србији

3.3. Основни показатељи ризика од пожара по територији подручних Полицијских управа – организационих јединица Сектора за ВС

Ризик од настанка пожара, повређивања и погибје је различит и има своје специфичности у свим деловима Републике Србије. У временском период од 2009. до 2013. број страдалих становника по Полицијским управама – организационим јединицама приказан је на графикону 6.



Графикон 5. Број погинулих у пожарима и експлозијама по Подручним полицијским управама-организационим јединицама Сектора за ВС за период 2009-2013 године.

Вредности индивидуалног ризика (R_3) за 2013. годину, по подручним Полицијским управама – организационим јединицама Сектора за ванредне ситуације, класификоване су у 6 група и приказане на мапи Републике Србије, у прилогу рада.

4. ЗАКЉУЧАК

Према званичним подацима током 16 година (2000-2015) у Републици Србији је регистровано 336.507 пожара и експлозија, у којима је 1.351 људи погинуло (просечно 84,5 годишње), 4.568 повређено (просечно 285,5 годишње) и 4.414 спасено (за период 2006-2015).

У анализираном временском периоду од 2000–2015. године у Србији је просечни ризик $R_1 = 2,85$ (на сваких 1.000 становника долази по 2,85 пожара и експлозије годишње), у пожарима и експлозијама је погинуло просечно 84 становника, односно $R_2 = 0,43$ (на 100 пожара и експлозија погинуло је 0,43 становника), што даје вредност индивидуалног ризика $R_3 = 1,14 \times 10^{-5}$ (значи да на сваких 100.000 становника годишње долази у просеку 1,14 погинулих у пожару и експлозији).

Упоредивањем са подацима основних показатеља ризика од пожара и експлозија у 27 земаља у свету за период 2010-2014. Србија је сврстава у трећу, од четири, по величини, групу земаља са интервалом ризика R_3 – од $1,0 \times 10^{-5}$ до $2,0 \times 10^{-5}$.

Мере за смањење ризика од пожара и експлозија, предузете у наредном периоду од стране свих субјеката у Републици Србији, требају обезбедити прелазак из треће у другу категорију земаља сврстаних по вредностима индивидуалног ризика

од пожара и експлозије, а то би значило смањење броја погинулих у пожарима и експлозијама годишње, са садашњих у просеку 84,5 на 69 становника, при чему би ризик да погину био 0,9 (значи да на сваких 100000 становника годишње би дошло у просеку 0,9 погинулих у пожару и експлозији).

Анализом података погинулих по подручним Полицијским управама-организационим јединицама Сектора за ВС, може се закључити велика разлика у броју страдалих и потреби даљег истраживања корелација између броја погинулих, повређених, спасених и броја становника.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Бабић, Ђ., Млађан, Д., „Анализа показатеља ризика од пожара и експлозија с посебним освртом на Републику Србију“, МУП РС-Часопис ”Безбедност”, Београд, година 2013 бр. 3, стр. 117-129
- [2] База података јединственог програма евиденције догађаја „ДОГ“ Министарства унутрашњих послова Републике Србије
- [3] Брушлинский Н.Н., Системный анализ деятельности Государственной противопожарной службы, Москва, 1998
- [4] Брушлински, Н. Н., Соколов, С. В., „Роль статистики пожаров в оценке пожарных рисков“, журнал Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций, 2011, стр. 112-124
- [5] Brushlinsky, N. N., Hall, J. R., Sokolov, S. V., Wagner, P., World Fire Statistics, Center of Fire Statistics of CTIF 2016, №21
- [6] Brushlinsky N. N., Hall, J. R., Sokolov, S. V., Wagner P. Humanity and Fires. – German Fire Protection Association, Leipzig, 2010
- [7] Global Concepts In Residential Fire Safety. Part 2 – Best Practices from Australia, New Zealand and Japan. Philip Schaenman, TriData, a Division of System Planning Corporation, 2008
- [8] Global Concepts In Residential Fire Safety. Part 3 – Best Practices from Canada, Puerto Rico, Mexico, and Dominican Republic. Philip Schaenman, TriData, a Division of System Planning Corporation, 2009
- [9] Млађан Д., Спречавање и сузбијање пожара, хаварија и експлозија- уџбеник - КПА; Београд, 2009.

Cvetanka CHIFLIGANEC¹
Meri CVETKOVSKA²
Milivoje MILANOVIC³
Milica JOVANOSKA⁴

FIRE COMPARTMENT INFLUENCE ON STRUCTURAL BEHAVIOR OF RC FRAME

Abstract: This paper presents the results from a 2D nonlinear analysis of a reinforced concrete frame subjected to fire. The RC frame consists of three bays and two storeys and is exposed to different fire scenarios which are located only in the second storey. The analyses are conducted with the program SAFIR 2014 and the results are graphically presented and discussed. The fire resistances in all fire scenarios are similar, but the biggest deflections of the beams, as well as the global failure, occur in the case when the whole second storey is considered as one fire compartment.

Key words: fire scenario, fire resistance, RC frame structure, deformation

УТИЦАЈ ПОЖАРНОГ СЕКТОРА НА ПОНАШАЊЕ АБ РАМОВСКЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

Резиме: У раду су презентирани резултати 2D нелинеарне анализе армиранобетонске рамовске конструкције изложене пожару. Анализирана су три различита пожарна сценарија. Рамовска конструкција се састоји од три поља и два спрата, а пожарни сектори су само на другом спрату. Анализа је спроведена применом програма SAFIR 2014. Резултати су графички приказани и коментарисани. Пожарна отпорност анализираних пожарних сценарија је слична, док се највећи угиби опожарених греда, као и глобални лом конструкције, јавља у случај кад цео други спрат представља један пожарни сектор.

Кључне речи: пожарни сценарио, пожарна отпорност, АБ рамовска конструкција, деформација

¹ Assist. MSc, Faculty of Civil Engineering, University "Ss. Cyril and Methodius", Skopje, Republic of Macedonia, e-mail: c.chifliganec@gf.ukim.edu.mk

² Prof., PhD, Faculty of Civil Engineering, University "Ss. Cyril and Methodius", Skopje, Republic of Macedonia, e-mail: cvetkovska@gf.ukim.edu.mk

³ Assist., PhD, Faculty of Civil Engineering, State University in Novi Pazar, Serbia, e-mail: milanovicnp@gmail.com

⁴ Assist. MSc, Faculty of Civil Engineering, University "Ss. Cyril and Methodius", Skopje, Republic of Macedonia, e-mail: m.jovanoska@hotmail.com

1. INTRODUCTION

Fires in buildings are rare events, but their impact on human lives and goods could be severe. Damage of buildings from these hazards could be irreparable and irrecoverable. That is why buildings need to be designed not only to accept the permanent loads, the live loads and seismic actions in seismic active regions, but they also need to be designed to resist fire for the time period necessary for evacuation and structural integrity not to be compromised until the fire is extinguished [1].

The analyses presented in this paper are conducted on a reinforced concrete three bay two storey frame for which the fire safety design was not conducted, but its fire resistance was determined. Three fire scenarios are considered and the internal forces and deformations, as well as the temperature distribution in some cross-sections are graphically presented.

The nonlinear thermal and dynamic analyses have been conducted with the program SAFIR 2014 [3]. Nonlinearity of the problem comes from the changes in material properties by high temperatures (mechanical and thermal) [1], the nonlinear temperature distribution in the element cross sections (no heat transfer is considered along the axis of the beams and columns) and the continuous change of the internal forces [2, 4, 5, 6]. Fire exposure of the frame elements is simulated with the standard temperature-time curve ISO 834. Depending on the fire scenario, columns cross-sections are assumed to be fire exposed on one or two sides, the beams at the first floor are fire exposed only from the upper (top) side and the beams at the second floor are fire exposed from three sides (bottom and side surfaces). The analyzed RC frame with columns fully fixed at the bottom is shown in Figure 1. Storey height is 3 m and all spans are 5 m. A uniformly distributed load of 50 kN/m (including self weight) is applied on the beams ($q/q_u \approx 0.6$) and force of 12 kN is applied at the beam to column joints of the first floor. The structure is made of concrete with compressive strength $f_c = 30$ MPa and reinforcing bars with yield strength $f_y = 400$ MPa. The cross-sections of all beams are 0.35×0.45 m² and the columns sections are 0.40×0.40 m². Column and beam reinforcement is shown in Figure 1.

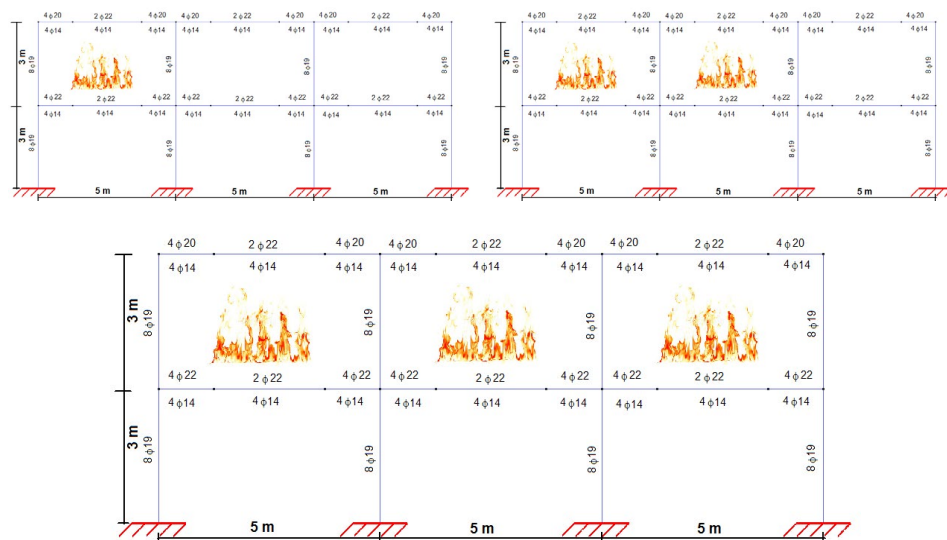


Figure 1. Fire scenarios and reinforcement in the structural elements of the RC frame

Beams deflections in case of fire, before failure, are controled and have to be lower than $L^2/(400*d)=13.9$ cm. Axial dilatation of the columns have to be lower than 0.01H.

According to the convention in the program SAFIR, bending moments in beam elements are positive when fibres with positive local coordinate y_i , measured on the local axis L1 (i.e. positive normal), are in tension, which is opposite of the common convention for positive bending moment. The „time-bending moment“ diagrams are presented according to the convention and the integration procedure used in the program SAFIR

2. STRUCTURAL FIRE ANALYSES

2.1. Fire scenario I

The Fire scenario I assumes that the fire compartment is the first floor left bay. The fire exposure is: on three sides for the second floor beam, on the top side for the first floor beam and on the inner (compartment) sides for the columns. In interest of space, only temperature distribution in cross-section of the second floor heated beam is shown (Figure 2).

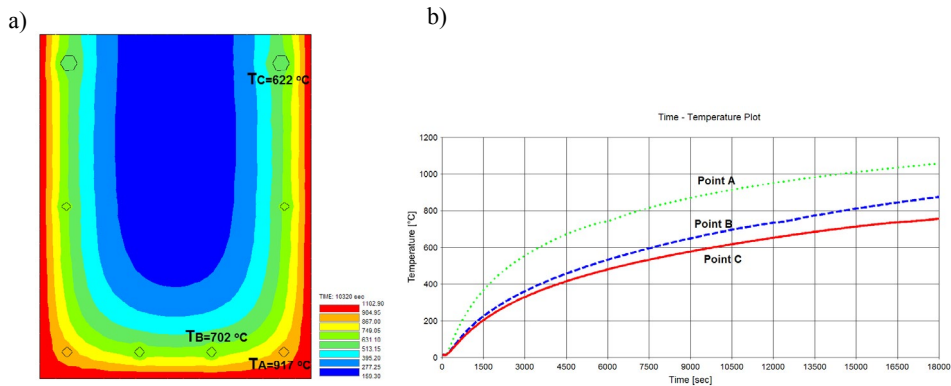


Figure 2. Thermal results for the cross-section of beam element 34 a) Temperature distribution at moment $t=170$ min b) Time-temperature diagram for the rebars

The fire resistance in this fire scenario is $t=172.8$ min=2.88 hours. The failure is local and only the affected compartment has severe deformations and exceeds moment capacity of the structural elements. The bending moment diagrams and deformation are shown at the beginning of fire (Figure 3) and at the moment of failure (Figure 4).

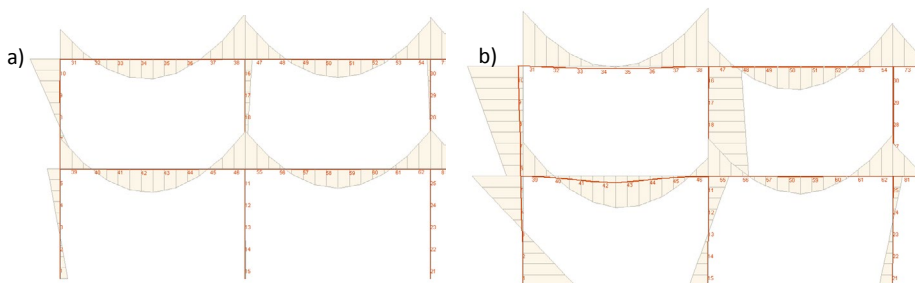


Figure 3. Bending moment diagrams at different moments: a) $t=20$ sec (beginning of fire), b) $t=31$ min

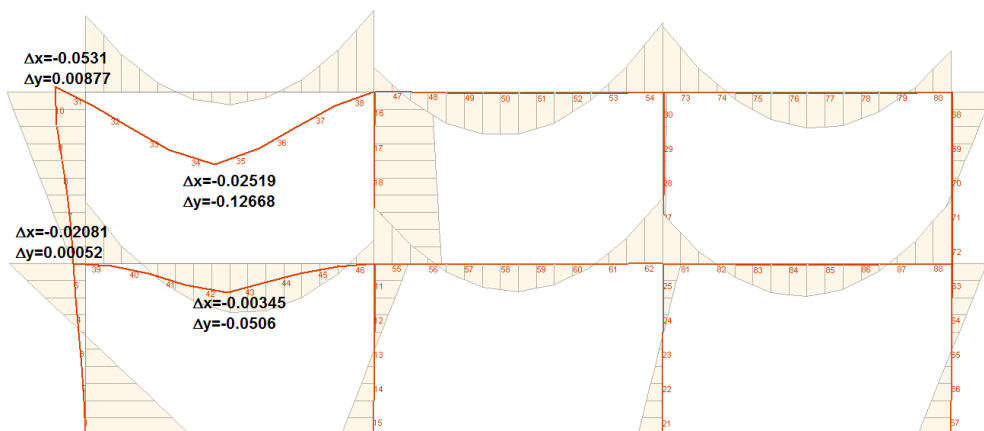


Figure 4. Bending moment diagram and failure mode for Fire scenario I at moment $t=172.8$ min

In the first minutes of the fire action, the negative moments at the ends of the second floor heated beam increase, while the positive mid-span bending moment decreases and even becomes negative (left diagram on Figure 5 and Figure 3). Because of the nonuniform temperature distribution in the cross-section of the second floor heated beam, bottom fibers are hotter and are in compression and the top fibers are relatively cold and are in tension. After $t=31$ min the temperature difference in the cross-section becomes smaller and the bending moment diagram for this beam tends to go back to the shape as without heating, but with different values. For the first floor heated beam, in the first 10 minutes of the fire action, the mid-span bending moment increases because of the superposition of the positive moment caused by the q load and the effects caused by the fire (the bottom cold side of the beam is in tension) and the negative end moments decrease (Figure 5 and Figure 3). After this moment, the mid-span bending moment has relatively the same value, the right end moment of the beam decreases and the left end negative moment tends to increase.

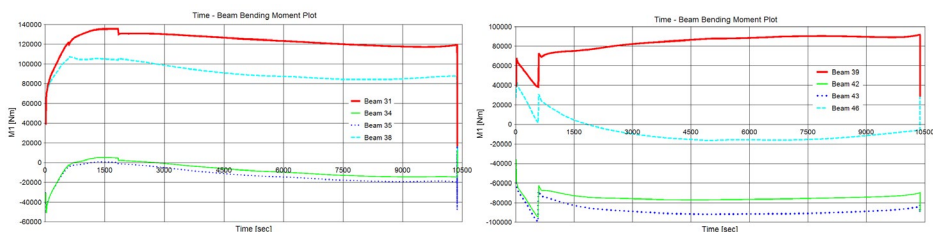


Figure 5. Time-bending moment diagrams for beam elements of the second and the first floor heated beams

The negativ axial force (compression) in the second floor heated beam decreases till approximately $t=75$ min and after this period it becomes almost constant. The axial force in the first floor heated beam becomes from positive (at the first minutes) to negative (Figure 6). This behaviour is a result of the enabled or disabled axial dilatations of the beams. More detailed explanation for this is given in the conclusion section.

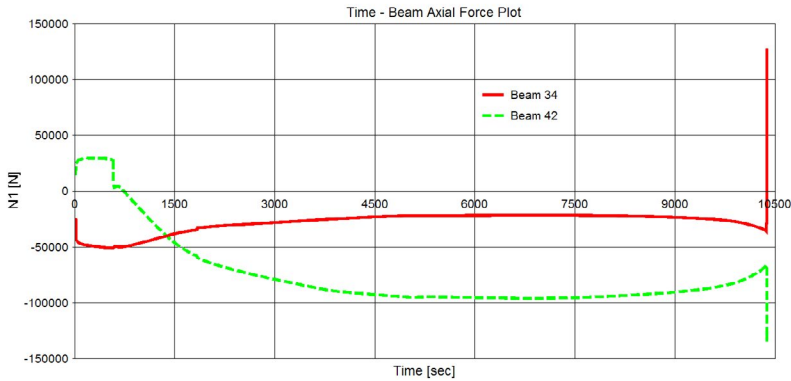


Figure 6. Time-axial force diagrams for the second and the first floor heated beams

2.2. Fire scenario II

In the Fire scenario II, the fire compartment is assumed to be the left and the central second floor bays. The left central column is heated from two sides. The fire resistance in this case is $t=174.44 \text{ min}=2.91 \text{ hours}$. The bending moment diagram and the deformation at the moment of failure are shown in Figure 7.

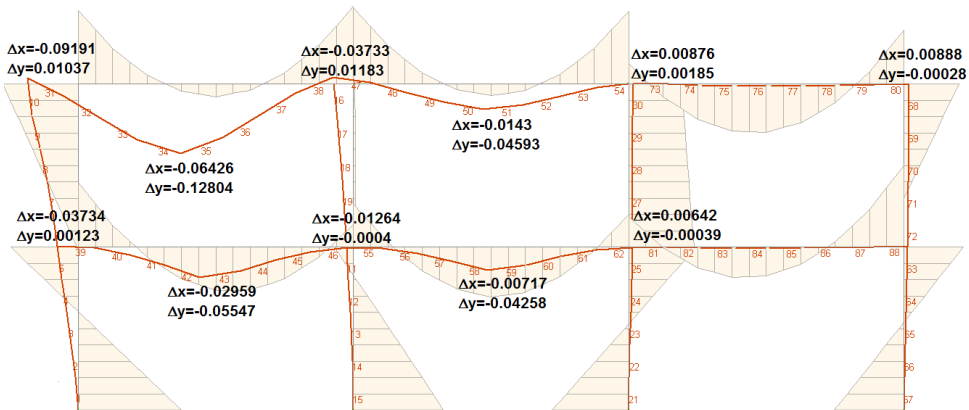


Figure 7. Bending moment diagram and failure mode for Fire scenario II at moment $t=174.44 \text{ min}$

The axial forces in the second floor heated beams are similar in values and shape and always negative, but in the first floor heated beams the positive axial force becomes negative during the first moments of the fire exposure and has largest value in the first floor central beam (Figure 8 a). The second floor central column, heated from both sides, has the highest value of compression force in comparison to the other second floor columns and the first floor left central column has even higher value of compression force than the other first floor columns (Figure 8 b).

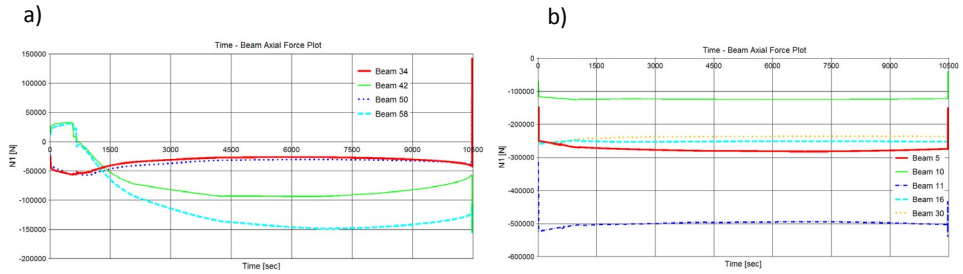


Figure 8. Time-axial force diagrams a) first and second floor heated beams b) first and second floor columns

The other second floor heated beams have similar behaviour. At the beam ends, there is an increase of the negative values in the first minutes of the fire exposure and after that an opposite effect occurs. During the first minutes, the positive mid-span bending moments decrease and even become negative (in the case of the first floor central beam), but afterwards the moments go back to positive and after $t=125$ min their values are constant (Figure 9a and Figure 9b).

After the decreasing phase of the negative moments at the ends of the beams and increasing phase of the positive mid-span moments of the first floor heated beams (during the first minutes of the fire action), only at the left span, the left end bending moment shows a significant increase of its value (Figure 9c and Figure 9d).

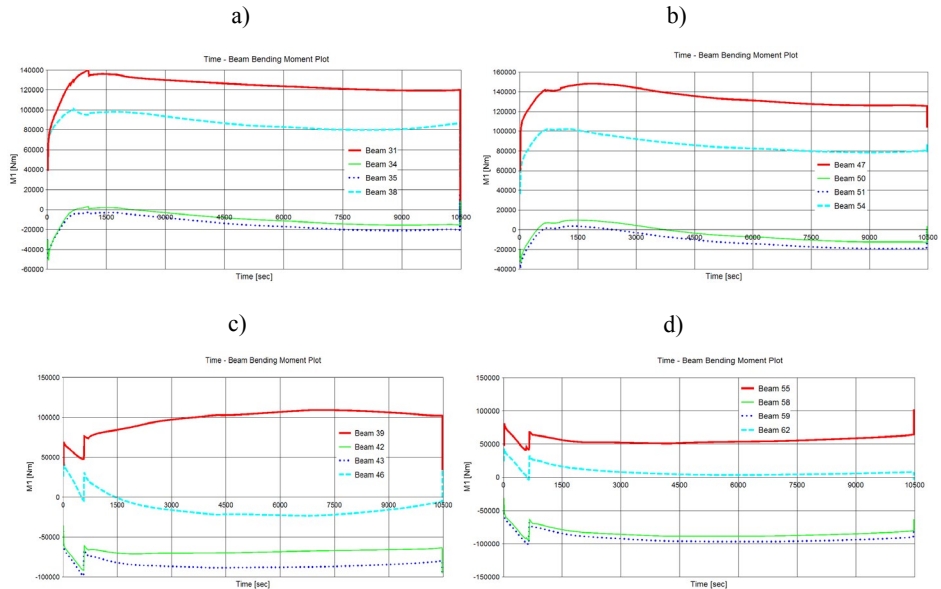


Figure 9. Time-bending moment diagrams for beam elements a) second floor left bay heated beam b) second floor central heated beam c) first floor left bay heated beam d) first floor central heated beam

2.3. Fire scenario III

In the Fire scenario III, the fire compartment is assumed to be the whole first floor of the frame. The fire resistance in this case is $t=173.15 \text{ min}=2.89 \text{ hours}$.

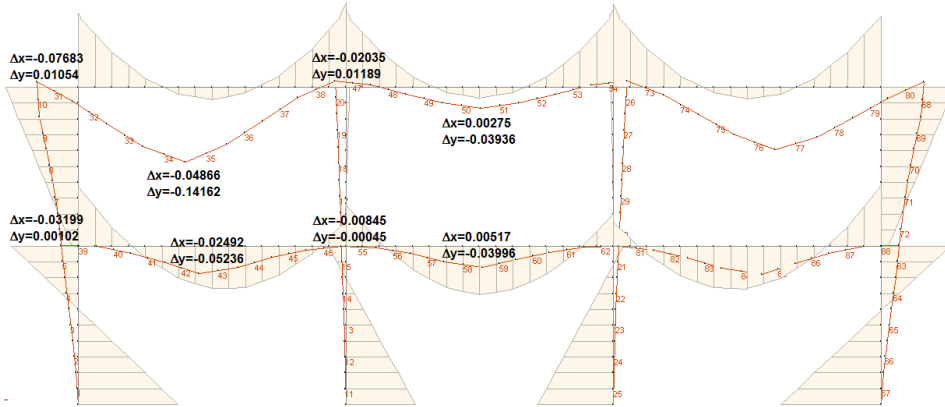


Figure 10. Bending moment diagram and failure mode for Fire scenario III at time $t=173.15 \text{ min}$

The maximal vertical displacement of the beams is little higher than the maximal allowed vertical displacement in fire conditions, mentioned in the introduction section (13.9 cm). Because the program used for the analyses doesn't have a deflection criterion for defining the failure point and the calculation continues until failure at a point of structure occurs, the fire resistance of the frame is accepted to be just a second before i.e. $t=173.14 \text{ min}$ with vertical displacement of the second floor left beam of $\Delta y=0.13687 \text{ m}$. The increments of the horizontal displacements in time, at characteristic nodes of the frame, are shown in Figure 11.

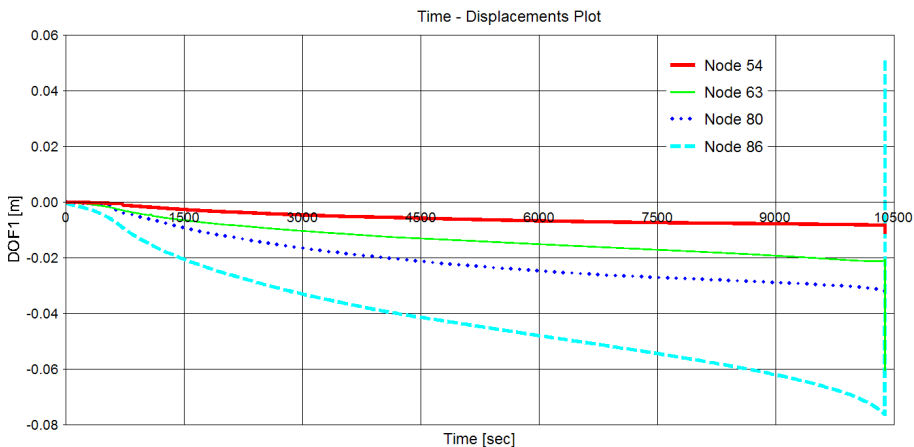


Figure 11. Horizontal displacements of nodes

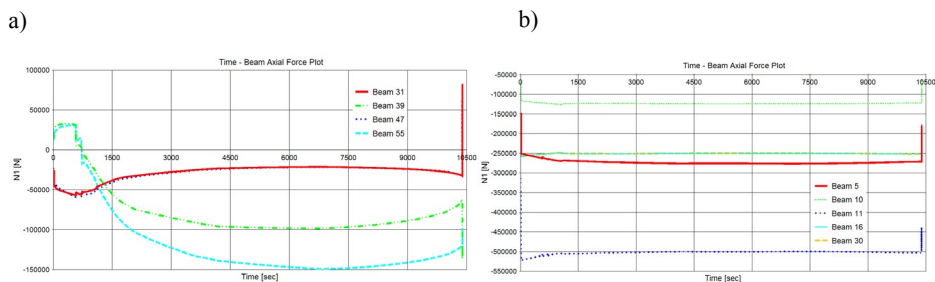


Figure 12. Axial forces in a) beams b) columns

Bending moments and axial forces for the beams and columns are similar to those previously shown for the other fire scenarios. Axial forces in beams change in time, but the axial forces in the columns don't change much in time.

3. CONCLUSION

The analysed fire scenarios of the RC frame presented in this paper show that the type of failure depends on the dimensions of the fire compartment. If only a part of the storey is exposed to fire, the failure is localized, but if the fire compartment is assumed to be the whole storey than a global failure mechanism occurs.

As a result of the comparison of the three analysed fire scenarios, it could be concluded that the fire resistance is almost the same and the differences are in the range of minutes, but the failure mode is completely different.

The horizontal displacement at node 86 (at the top of the frame) has the largest value in Fire scenario II, smaller value in case of Fire scenario III and it has the smallest value in case of Fire scenario I. The reason for that, in case of the Fire scenario I, are the cold and stiff central and right span beams and columns that cause lateral restraint.

The deflection of the left span second floor beam has the same value in the Fire scenarios I and II and its biggest value is in the case of Fire scenario III where exceeds the acceptable limit in fire conditions.

All beams exposed to fire from the bottom side tend to move up during the first minutes of fire exposure, till the moment when the temperature difference between the heated and the cold part of the cross section will be stabilized. Because of the pressure caused in the lower heated parts of the beam's cross-sections, the negative bending moments at the beam ends decrease and the positive mid-span bending moments tend to become negative.

As a result of the compressed heated side, all beams exposed to fire only from the upper side tend to enlarge the positive mid-span bending moments and decrease the negative bending moments. These beams develop plastic hinges in the mid-span much earlier than the beams exposed to fire from the bottom side.

First floor beams, heated only from the top side of the cross-section, have a significant increase of axial compressive force after the first minutes of the fire action, especially the central first floor beam. The cold (unheated) ground floor columns and the cold lower parts of the beam cross sections form rigid joints and restrain the axial dilatations of the beams. In the case of the second floor heated beams, connected to heated columns, the axial dilatation is enabled and therefore the compressive forces decrease in time.

4. REFERENCES

- [1] CEN. (2004): *EUROCODE 1: Actions on Structures, Part 1-2: General actions - Actions on Structures Exposed to Fire*, Brussels.
- [2] Cvetkovska M. (2002): Nonlinear stress strain behavior of RC elements and RC frames exposed to fire, PhD. Thesis, Ss. Cyril and Methodius – Skopje, R. Macedonia.
- [3] Franssen J. M. (2005): SAFIR: A thermal/structural program for modeling structures under fire, *American Institute of Steel construction*, Vol. 42(3), 143-158.
- [4] Law A. (2010): *The Assesment and Response of Concrete Structures Subject to Fire*, The University of Edinburgh
- [5] Law A., et al. (2011): “The influence of travelling fires on a concrete frame,” *Engineering Structures*, Vol. 33, No. 5, pp. 1635–1642.
- [6] PR Sun, ZH Huang, IW Burgess (2011): Behaviour of frame columns in localised fires, *Application of Structural Fire Engineering*, Prague, Czech

Marija JELČIĆ RUKAVINA¹
Ivanka NETINGER GRUBEŠA²
Dubravka BJEGOVIĆ³
Milan CAREVIĆ⁴

EXPLOSIVE SPALLING OF CONCRETE ELEMENTS IN FIRE

Abstract: If reinforced concrete elements are exposed to high fire temperatures, explosive spalling of the protective layer (but also of the deeper layers) of concrete element can occur. The occurrence of an explosive spalling is influenced by various factors of which the most significant being a low permeability, low porosity and high moisture content in concrete. Although this phenomenon can occur in all types of concrete, it is more common in self-compacting and high performance concrete, because of their dense microstructure of low porosity. Furthermore, reinforced concrete elements situated in the environment with high humidity, especially reinforced concrete tunnel linings have high risk of occurrence of explosive spalling. The paper gives the overview of up-to-date research on the occurrence of explosive spalling in concrete elements, the causes and factors that influence that phenomenon as well as protection methods.

Key words: fire, reinforced concrete, explosive spalling, polypropylene fibres

EKSPLOZIVNO PUCANJE BETONSKIH ELEMENATA U POŽARU

Abstrakt: Uslijed djelovanja visokih požarnih temperatura na armirano betonske elemente može doći do pojave eksplozivnog pucanja zaštitnog sloja betona, ali i dubljih slojeva elementa. Na pojavu eksplozivnog pucanja utječu različiti faktori od kojih se kao najvažniji mogu izdvojiti niska propusnost i poroznost i visoka vlažnost betona. Iako se ova pojava može javiti kod svih vrsta betona, češće se javlja kod samozbijajućih i betona visokih uporabnih svojstava koji imaju gustu nepropusnu strukturu, niske poroznosti. Nadalje, armiranobetonski elementi u uvjetima visoke vlažnosti, posebno armiranobetonske tunelske obloge su izložene visokom riziku ove pojave. U radu se daje pregled područja vezanog za pojavu eksplozivnog pucanja betonskih elemenata u požaru, uzroke i faktore koji utječu na samu pojavu ali i metode zaštite.

Ključne riječi: požar, armiranobetonski elementi, eksplozivno pucanje, polipropilenska vlakna

¹ PhD, Faculty of Civil Engineering, University of Zagreb, Kaciceva 26, 10 000 Zagreb, Croatia, jmarija@grad.hr

² Associate Professor, Faculty of Civil Engineering Osijek, Josip Juraj Strossmayer, Univ. of Osijek, Crkvena 21, 31000 Osijek, Croatia, nivanka@gfos.hr

³ Prof. emerita, University of Zagreb, Faculty of Civil Engineering, Kaciceva 26, 10 000 Zagreb, Croatia, dubravka@grad.hr

⁴ M.Sc.Arch. College of Occupational Safety and Health, Ul. Ivana Lučića 5, 10 000 Zagreb, Croatia, inspektin@zg.t-com.hr

1. INTRODUCTION

Concrete is most used construction material worldwide, and historically especially in countries belonging to Apennine Peninsula and Balkan region [1]. Even though performance of concrete at high temperatures is relatively favourable in comparison with other building materials (due to inorganic nature and non-combustibility, in particular), exposure to elevated temperatures can result in explosive spalling and degradation of its mechanical properties [1, 2].

Explosive spalling of concrete is defined as the breaking up of layers/pieces of concrete from surface of a concrete element when it is exposed to high and rapidly rising temperatures such as those appearing in fires, Figure 1 [3, 4]. It is accompanied with sudden release of energy and typically loud explosive noise. When spalling occurs, deeper layers of concrete, including reinforcement, are directly exposed to high fire temperatures. In that case, the temperatures in the reinforcement rise rapidly leading to a faster decrease in capacity of the structural member. The strength loss in the reinforcement combined with the loss of concrete due to spalling may significantly decrease stability and integrity of reinforced concrete element. It was noticed that explosive spalling usually occurs up to concrete temperatures of about $T = 500\text{ }^{\circ}\text{C}$ [5].

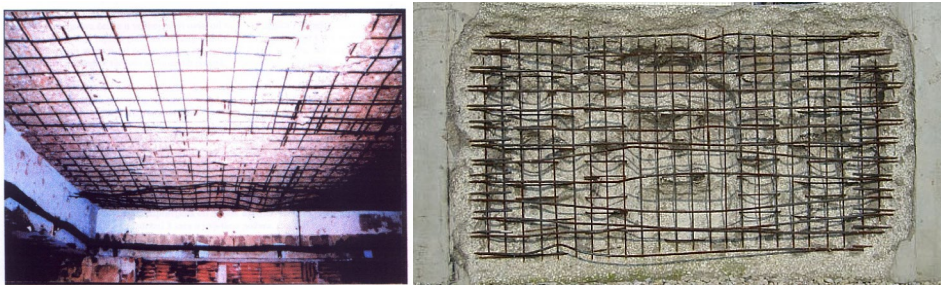


Figure 1. Surface of spalled concrete element [4]

Spalling of concrete exposed to fire was noted even 150 years ago by Barret who wrote that "if flint is used as an aggregate in concrete, it would split under action of fire" [6,7]. Although, since then, an extensive research has even been undertaken on the mechanisms and influencing parameters of fire spalling, those mechanisms are still not fully understood and spalling is still "hot" topic for PhD research worldwide [8-10].

The main objective of this paper is to give overview of up-to-date research on the occurrence of explosive spalling in concrete elements, the causes and factors that influence that phenomenon as well as code requirements for taking spalling into account when designing concrete structures.

2. MECHANISM OF EXPLOSIVE SPALLING

Due to the complexity of the phenomenon which takes into account interaction between hygro-thermal and mechanical properties at high temperature, there is no generally accepted mechanism for the occurrence of an explosive spalling. In the available

literature two main processes are mentioned, shown in Figure 2, which are now accepted by the most of researchers in this area [11]. The first is a rapid build-up of pore pressure. When the concrete element is exposed to fire, capillary water vapour migrates towards the surface and the other side, the core of element. Since the core of the element is of lower temperature, compared to the exposed surface, water vapour migrating towards core tends to condensate there. This condensed water vapour tends to form impermeable layer of condensate, which is called "moisture clog" [12]. This impermeable layer prohibits further transport of water vapour and raises the vapour pressures. Pressure will build up according to the degree of pore saturation and the temperature. This pressure will induce bursting stresses in the concrete leading to failure when the tensile strength exceeded.

The second is thermal stresses close to the heated surface due to preload or a high temperature gradient caused by a high heating rate. Thermal stresses close to the heated surface are developed because of temperature gradients and restrains across the section. These gradients will increase with rapid heating rates. A high amount of potential energy is accumulated in the near surface zone in this way. Failure due to spalling is considered to exceed the compressive strength of the concrete close to the heated surface.

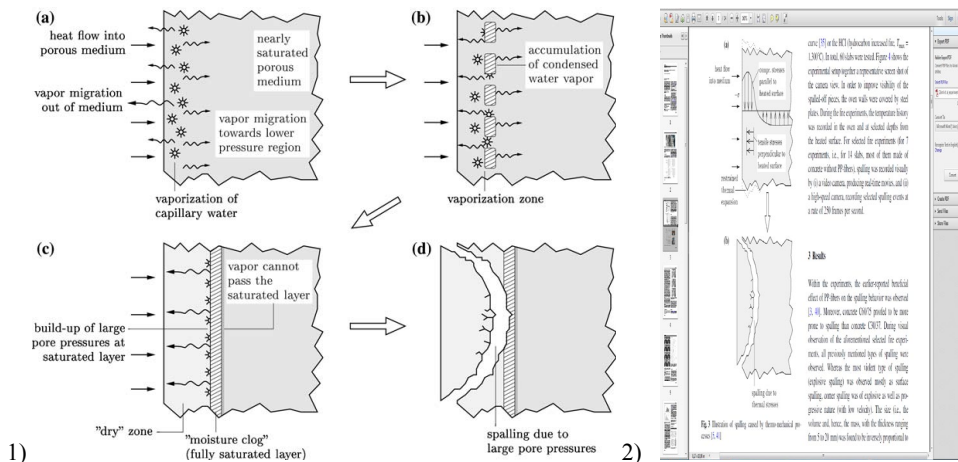


Figure 2. Illustration of explosive spalling influenced by 1) thermo-moisture processes; 2) thermo-mechanical processes [11]

The experience and analysis from several tests carried out over the last few decades on explosive spalling showed that spalling by one single mechanism (thermal stresses or pore pressure) is a rather rare occurrence. However, concrete mixes with a low permeability as observed with common HPC and UHPC mixes shifts the governing mechanisms of explosive spalling in the direction of high pore pressure [3].

3. INFLUENCING FACTORS

In the available literature, it could be found that many factors influence the risk of explosive spalling occurrence, but the main factors include: heating rate, moisture content, permeability of concrete, aggregate size and type, concrete strength etc. [3, 10].

Spalling is stronger in the fires that have fast growth due to the higher increase in temperature and moisture gradient. Furthermore, heating more than one side of the cross section of concrete element (eg. 4 sides in column) increases the likelihood of spalling.

Moisture content defines the amount of evaporable water and is therefore expected to have a significant influence on the generation of pore pressure, provided sufficient thickness of the section. Experimental data lead to the conclusion that the increased moisture content enhances explosive spalling of concrete, whereas dry concrete does not experience explosive spalling at all [13]. Therefore, reinforced concrete elements situated in the environment with high humidity, especially reinforced concrete tunnel linings have high risk of occurrence of explosive spalling.

Permeability governs the ability of concrete to resist ingress of liquids and gases. Analogously, it also governs the rate at which water and water vapour can be transported through concrete, and directly influences the generation of pore pressures. Although explosive spalling can occur in all concrete types, high performance concrete, including self-compacting concrete, is more susceptible to spalling due to its dense and impervious structure with low porosity.

Related to the aggregate type, it can be expected, in general, that lower thermal dilatation of aggregates leads to a less pronounced mismatch between cement mortar and aggregates, thus decreasing the probability of explosive spalling.

As mentioned earlier, many experimental studies have demonstrated the increased susceptibility of high strength and high performance concretes to explosive spalling mainly because of the lower permeability of concrete mixes with a higher strength grade [3, 8].

4. REGULATION IN PRACTICE AND PROTECTIVE MEASURES

Spalling behaviour is a property that is unique to concrete and can be the governing factor in determining the fire resistance of an reinforced (RC) structural member. In accordance to the European design standard for concrete structures, EN 1992-1-2 [14], *explosive spalling shall be avoided or its influence on the structural resistance must be taken into account when verifying the structural fire behaviour*. Considering the second aforementioned requirement, it is difficult to take spalling behaviour when verifying the structural fire behaviour. Namely, with the current knowledge, it is not still possible to theoretically determine in which conditions a specific type of concrete will spall or not, and even more difficult is to estimate the amount or severity of eventual spalling. In two different scenarios, the same type of concrete can act totally different, i.e. in one scenario it may not spall, but in other application and with different geometry it may spall severely [7]. The only way to assess the possible occurrence of explosive spalling is by testing, but standardized tests for a reliable determination of the possible occurrence of the spalling in concrete structures are not yet available.

On the other hand, EN 1992-1-2 gives recommendation to avoid explosive spalling distinguishing between ordinary concrete, OPC, and high-strength concrete, HPC.

For OPC, mentioned standard states that if the moisture content is less than $k\%$, the risk of spalling is low. The factor k can be defined on national basis, and recommendation

is 2,5 – 3,0% in mass. Nevertheless, research in this area showed that fixed moisture level is not good indicator of possible spalling occurrence [7, 8].

For HPC, EN 1992-1-2 gives four different methods to prevent explosive spalling, namely 1) use of a secondary reinforcement mesh (with maximum spacing of 50 mm and minimum diameter of 2 mm) with a concrete cover of 15 mm, 2) use a type of concrete that previously has been shown, by local experience or by testing, that no spalling occurs under fire exposure, 3) the addition of 2 kg/m³ of polypropylene (PP) fibres in the concrete and 4) use of thermal insulation.

The first proposed method is proven as an ineffective in some situation [7, 10]. Regarding the second one, the important thing is that application of tested concrete element has to be the same as when tested [7]. Therefore, the most promising methods are use of PP fibres and thermal barriers that are further described in the paper.

4.1. Polypropylene fibres

PP fibres are today considered as the most effective type of fibres increasing the resistance of concrete to explosive spalling. Polypropylene fibres melt at temperature of approx. 170°C and completely evaporate at temperature of approx. 340°C, creating tiny channels in the concrete material that allow pore pressure to be released [3, 15-17]. During exposure to elevated temperatures almost 99% of fibres are lost due to ignition. Voids left act as pore space assuring a path of escape for developed steam, without the pressure exceeding the tensile strength of concrete and therefore causing damage [3]. Liu et al. [18] confirmed mentioned mechanism from backscattering electron microscopy (BSE) and gas permeability testing, i.e. the melting of the PP fibres increased the connectivity of the isolated pores leading to an increase in permeability, with peak permeability occurring at approximately 200°C or soon after the melting point of the polypropylene. It has to be highlighted that fibre additions will not prevent failure under such extreme conditions, but fibres have been successful in extending the safe time of fire exposure for many practical and proven applications.

In EN 1992-1-2, apart from the amount of monofilament PP fibres, to be added to the concrete, no further specifications in terms of fibre geometry or melting characteristics are mentioned. Research showed that PP fibres with length of 6 - 12 mm and diameter of 15 µm seem to be most effective fibre admixture. Thinner fibres decrease the workability of the concrete, while thicker fibres are less effective.

Although Eurocode 2 states that 2 kg/m³ should be added to the fresh concrete mix, usual PP contents that can be added to concrete to prevent explosive spalling range from 1-3 kg per m³ of concrete. When fibre contents exceed 3 kg, it may influence the workability of concrete, but if added in content below 1kg, the effectiveness can be reduced [16, 19].

In recent decades, other types of synthetic fibres (Nylon, PVC, PE, etc.) have been tested in terms of melting characteristics, workability and overall performance with the aim of reducing the risk of spalling, but the most promising effectiveness concerning explosive spalling has been achieved with PP fibres. Promising results were also obtained by using recycled tyre polymer fibres instead of PP ones [20].

4.2. Thermal barriers

Thermal barriers or linings limit the temperature increase and the maximum temperature at the concrete surface. As mentioned previously EN 1992-1-2 states for protective lining as one protective measure of explosive spalling but no design criteria regarding the cover thickness or the lining itself are provided. This type of protective measure includes sprayed or a hand applied mortars or prefabricated boards.

The use of lining as protective measure is known since the 1970's. Linings have a significantly lower thermal conductivity compared to concrete. In accordance to Mayer – Ottens [21], insufficient reinforcement cover, which he indicated as one source of spalling in fire, can be compensated by using a lining. Usually, 10 mm missing concrete cover can be compensated with 4 - 5 mm of lining.

Related to sprayed or a hand applied mortars, they historically included vermiculite-based products (with relatively weak compressive strength of 2,5 MPa), but nowadays include products that are typically based on light weight concrete technology giving compressive strength up to 15 MPa. The main disadvantage of this type of protective measure is its resultant surface finishing.

On the other hand, prefabricated boards, with design thickness and curvature according to individual project requirements, have an excellent surface finish and are fixed to the structure via stainless steel fixing bolts. Disadvantages of prefabricated protection systems are high costs and vehicle collision maintenance problem, especially in road tunnels [22]. Nowadays, protective linings are usually used to increase the fire resistance of existing structures.

Another method of creating thermal barriers is the use of intumescent coatings that is usual protective material for steel structures. At high temperatures, intumescent coatings tend to develop a large increase in volume and provide a sufficient thermal barrier. They are rather new materials that can be applied on concrete structures, so no sufficient design criteria are available yet [9].

5. CONCLUSION

Concrete is one of the widely used construction materials in the world. With the respect to fire resistance, concrete behaves very well, but under certain conditions concrete element will spall and its loadbearing capacity can be reduced. In the present paper, current state of knowledge in this topic was presented pinpointing that although this topic was the theme of many PhD projects, further research is needed, especially in finding verified models for reliable predictions of concrete spalling and also appropriate test(s) for reliable assessing of spalling. The current methods, given in Eurocode 2 for taking explosive spalling into account when designing concrete structures, present only robust way to ensure that spalling will not result in the failure of structural element or structure itself, but only by protection. So, explosive spalling will certainly be an interesting research topic in the next future period.

6. REFERENCES

- [1] Bjegović, D., Štirmer, N. 2015. Theory and technology of concrete. Zagreb: University of Zagreb, Faculty of Civil Engineering.
- [2] Jelčić Rukavina, M. Bjegović, Dubravka, Seferović, 2014. Influence of high fire temperatures on fibre reinforced concrete. Book of Proceedings of 4th International Scientific Conference on Safety Engineering (Fire, Environment, Work Environment, Integrated Risk) and 14th International Conference on Fire and Explosion Protection / Milanko, Verica ; Laban, Mirjana ; Mračkova, Eva (ur.). Novi Sad : Higher Education Technical School of Professional Studies, Novi Sad, pp.21-28.
- [3] International Federation for Structural Concrete Working Party 4.3.1 2007. Materials Structures and Modelling, *Fire design of concrete structures - materials, structures and modelling*. Bulletin 38. Lausanne: Fédération internationale du béton (fib).
- [4] http://www.fermacell-aestuver.com/spalling-behavior-of-concrete_2387.php
- [5] Klingsch, E., Frangi, A., Fontana, M. 2013. Explosive spalling of concrete - Test report. IBK Tests report No. 352. Institute of Structural Engineering (IBK), ETH Zurich, Switzerland.
- [6] Barret, 1854. On the French and other methods of construction iron floors, Civil Engineering and Architect's Journal, Vol XVII.
- [7] Bostrom L., Jansson R. 2015. Fire spalling of concrete-a practical problem or just of a academic interest, 4th International Workshop on Concrete Spalling due to Fire Exposure, Dehn, Frank (ur.).Leipzig : MFPA Leipzig, pp. 2-8.
- [8] Jansson R. 2013 Fire spalling of concrete - Theoretical and experimental studies. Doctoral Thesis, Department of Civil and Architectural Engineering, Division of Structural Engineering and Bridges, KTH Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden.
- [9] Klingsch, E. W. H. 2015. Explosive spalling of concrete in fire, PhD Thesis, ETH Zurich.
- [10] Bošnjak, J. 2014. Explosive spalling and permeability of high performance concrete under fire – numerical and experimental investigations, PhD Thesis, Universität Stuttgart.
- [11] Zeiml, M., Lackner, R., Mang, H.A. 2008. Experimental insight into spalling behavior of concrete tunnel linings under fire loading. Acta Geotechnica, 3, pp. 295 - 308.
- [12] Shorter, G., Harmathy, T.Z. 1965. *Moisture Clog Spalling*. Proceedings of Institution of Civil Engineers. Engineers, 20, pp.75-90.
- [13] Connolly, R.J., 1995. The spalling of concrete in fires. PhD Thesis, Aston University.
- [14] EN 1992-1-2: Eurocode 2: Design of concrete structures -- Part 1-2: General rules -- Structural fire design

- [15] Albrektsson, J. 2015. Durability of fire exposed concrete Experimental Studies Focusing on Stiff ness & Transport Properties , Licentiate Thesis In Civil And Architectural Engineering Stockholm, Sweden 2015 Kth Royal Institute Of Technology School Of Architecture And The Built Environment.
- [16] Khoury, G.A., Willoughby, B. 2008. Polypropilene fibers in heated concrete. Part 1: Molecular structure and materials behaviour, Magazine of Concrete research 60 (2), pp.125-136.
- [17] Sullivan et al. 2004. Deterioration and spalling of high strength concrete under fire, Offshore technology report 2001/074.
- [18] Liu, X, Ye, G., De Schutter, G., Yuan, Y., Taerwe, L., 2008. On the mechanism of polypropylene fibres in preventing fire spalling in self compacting and high performance cement paste, Cement & Concrete Research, Vol38, Issue 4, p 487-499
- [19] Bildeau A., Kodur V.K.R., Hoff G.C. 2004. 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), pp. 163–174
- [20] Huang S.-S., Angelakopoulos H., Pilakoutas K., Burgess I.W. 2015. Reused tyre polimer fibre for fire –spalling mitigation, in Proceedings of the International Conference Applications of Structural Fire Engineering, held in Dubrovnik, 15-16 10.2015. pp. 355-362
- [21] Meyer-Ottens, C. 1972. Zur Frage der Abplatzungen an Betonbauteilen aus Normalbeton bei Brandbeanspruchung., Braunschweig.
- [22] Clement, F. 2009. Concrete for segmental linings and its behaviour under fire, in Proceedings of 1st International Workshop on Concrete Spalling due to Fire Exposure, Dehn.F. Koenders E. (ed) pp. 59-75.

Slobodan ŠUPIC¹
Tiana MILOVIC²
Slobodan KRNJETIN³

BEHAVIOUR OF ECO-FRIENDLY CONCRETE EXPOSED TO HIGH TEMPERATURES

Abstract: Concrete has an excellent behaviour when exposed to fire, especially when compared to other building materials. However, due to the thermal incompatibility of the structural components, and the temperature gradient within the concrete, damages are unavoidable. The selection of appropriate component materials, especially aggregate and binder, has a crucial influence on its behavior when exposed to high temperatures. In recent years, in order to reduce CO₂ emissions and meet the principles of sustainable development, new eco-friendly concretes are designed by replacing a part of cement with alternative, recycled or waste materials, such as: slag, fly ash, biomass ash, silica fume, zeolite, metakaolin etc. Besides the ecological aspects, these concretes show better behavior when exposed to fire in relation to the conventional concretes. This review summarizes research conducted on concrete containing alternative materials after exposure to fire.

Key words: eco-friendly concrete, fire, damages, waste materials, sustainable development

ПОНАШАЊЕ ЕКО-БЕТОНА ПРИ ИЗЛАГАЊУ ВИСОКИМ ТЕМПЕРАТУРАМА

Резиме: Бетон има релативно повољно понашање када је изложен дејству пожара. Ипак, услед термичке некомпатибилности структурних компоненти и температурног градијента унутар бетона, јављају се оштећења. Избор одговарајућих компоненти бетона, посебно агрегата и везива, има пресудан утицај на његово понашање при излагању високим температурама. У новије време, у циљу смањења емисије CO₂ и задовољења принципа одрживог развоја, улажу се напори да се део цемента у бетону замени алтернативним, рециклираним или отпадним материјалима, као што су: згура, летећи пепео, биопепео, силикатна прашина, зеолит, метакалин и слично, те се такви бетони зову еко-бетони. Поред еколошког аспекта, ови бетони су се показали добрим са аспекта понашања при излагању пожару. У раду је дат преглед материјала који се користе као замена дела цемента са акцентом на њихов утицај на понашање бетона изложеног високим температурама.

Кључне речи: еко-бетон, пожар, оштећења, отпадни материјали, одрживи развој

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

³ PhD, Full professor, University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, The Department of Environmental Engineering and Occupational Safety and Health, Trg Dositeja Obradovića 6 21000 Novi Sad, krnjetis@uns.ac.rs

1. INTRODUCTION

Concrete is predominantly utilized in buildings and infrastructure worldwide; it is mainly produced by using ordinary Portland cement (OPC) as a binder. In recent years, the annual world cement production has grown from 1.0 to approximately 1.7 billion tons, which is enough to produce 1m³ of concrete per person. As a result, the cement industry is commonly regarded as being in a period of high growth. However, the industry has been confronted since the late 1990's by the need to reduce its environmental load, including carbon dioxide emissions. Some estimates suggest that the amount of CO₂ emitted from the worldwide production of OPC may be as high as 7% of the total global emission [1].

Manufacturing of OPC concrete consumes huge raw materials, approximately 1.5 tonnes of raw materials per ton of concrete. Consequently, cement is the most costly component of concrete. The problems of air pollution and unit cost of concrete can be mitigated by replacing part of cement with by-product materials, such as fly ash and slag, other waste materials or natural pozzolans. Use of these materials makes waste management more efficient, reduces energy consumption during cement production and lowers CO₂ emissions [2].

Although concrete is recognized as an excellent thermal-resistant material among various construction materials, critical deterioration of concrete is observed when it is exposed to high temperature. A number of physical and chemical nonreversible changes occur in concrete when subjected to high temperature. Concrete damage due to high temperatures includes weight loss, reductions in strength and modulus of elasticity, and formation of cracks and large pores. Fire resistance of concrete is affected by factors like the type of aggregate and binder used in its composition, the temperature and duration of the fire, size of structural member, and moisture content of concrete.

Recent research has shown that industrial by-products and solid wastes, as well as some other alternative binder materials, could be used in concrete as a replacement material to reduce harmful effects of concrete industry on the environment and improve concrete behavior when exposed to fire. The objective of the present study is to analyze high temperature resistance of concrete produced with different waste or alternative materials, found in Serbia, as partial replacement of cement.

2. ALTERNATIVE BINDER MATERIALS AVAILABLE IN SERBIA

Fly ash (FA) is a by-product of the combustion of pulverized coal in thermal power plants. It has been widely used to attain sustainability in the cement and concrete industry for many years. In addition to its environmental benefits, the proven technical benefits of using FA to replace cement in concrete include reduction in the temperature rise in hardening concrete and overall improvement in durability. In Serbia, there are six coal-burning power plants which cover about 70% of the country's electric energy needs. During 2010, about 40 million tons of coal was exploited and transported from "Kolubara" and "Kostolac" mines. But these processes have a major environmental consequence – 6 million tons of fly ash obtained per year, mostly produced in "Nikola Tesla A" and "Nikola Tesla B" power plants. In Serbia, about 200 million tons of fly ash is being currently

deposited at surface area of 1.500 hectares and only 2.7% is used by the construction industry [3].

Besides fly ash, blast furnace slag is a nonmetallic co-product produced in the process of production of iron. It consists primarily of silicates, aluminosilicates, and calcium-alumina-silicates. Different forms of slag product are produced depending on the method used to cool the molten slag. These products include air-cooled blast furnace slag, expanded or foamed slag, pelletized slag, and granulated blast furnace slag. All these slags may be used in building material industry. Large deposits of slag are located in Serbia in Bor. Approximately about 700-1000 tons of daily produced slag in Bor Copper Mine are deposited in smelter slag dumps, with total of 16.5 million of tons for over 100 years of exploitation in Bor. From an economic, environmental and energy point of view, slag is most effectively used for the production of concretes without cement. According to estimates, there is currently about 70.000 tons of granulated blast furnace slag located in Serbia [4].

Since Roman times zeolitic tuffs have been used as a binder together with lime in concrete for construction (Roman concrete) [5]. Natural zeolites (NZs) are microporous, crystalline, hydrated aluminosilicate minerals of alkali and alkaline-earth metal cations; their framework consists of an open, three-dimensional network of silicon-oxygen $[\text{SiO}_4]^{4-}$ and aluminium-oxygen $[\text{AlO}_4]^{5-}$ tetrahedra [6, 7]. The presence of the cavities and channels increases the internal and external specific surface areas and influence on high reactivity of NZ [8] as well as its metastability [5], pore size distribution, chemical and mineralogical composition, cation-exchange capacity and Si/Al ratio of the NZ framework [5, 8, 9, 10]. In mixture of cement, NZ and water, NZ starts to decompose under attack OH^- , on $[\text{SiO}(\text{OH})_3]^-$ and $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$, that react with Ca^{2+} and form C-S-H and C-A-H gels [8]. As a result of NZ pozzolanic reaction microstructure is improved and mortar/concrete becomes more durable [8]. Zeolite deposits are widespread in Serbia and those of high quality containing more than 70% of zeolites (e.g. Beočin, Igroš, Jablanica 1, Toponica and Zlatokop) [11].

Metakaolin (MK) is a thermally activated aluminosilicate pozzolanic material produced from high-purity kaolin clay through a calcining process at 650-800°C [12, 13]. The utilization of MK enhances the strength and durability properties of mortar and concrete mainly through the filler effect, the pozzolanic reaction (consumption of calcium hydroxide) and the acceleration of OPC hydration [13]. Serbia has high-quality kaolin clay deposits at Arandjelovac, Kolubara, Vranje and Kriva Reka basin [14].

3. FLY ASH CONCRETE SUBJECTED TO ELEVATED TEMPERATURES

Nadeem et al. investigated the performance of fly ash concrete at elevated temperatures [15]. Variables of the test program include partial replacement of cement with FA from 20% to 60%, temperatures from 27°C to 800°C. FA concretes showed higher compressive strength than control mix at 27°C. This increase in strength is due to micro filler effect coupled with pozzolanic reaction with CH. The loss in compressive strength at 400°C was

up to 14% (less than 18% for OPC), whereas at 600°C and 800 °C, the strength loss was up to 44% and 79% respectively, Fig. 1. Major strength loss occurred after 400°C.

Similar results were obtained by Rashad [2] where the behavior of high-volume fly ash (HVFA) concrete was investigated under the effect of elevated temperatures. Cement has been partially replaced with a Class F fly ash at a level of 70% to produce HVFA concrete. All types of HVFA concretes showed better fire performance than that of the neat PC concrete. This better performance might be attributed to the reaction of pozzolan with free lime. The neat PC concrete showed a reduction in its original strength after being exposed to 400 and 600°C, Fig. 2. On the other hand, all types of HVFA concrete showed an increase in their original strength. They reached their maximum residual strength at 400°C. The rapid increase in the residual compressive strength was attributed to the transformation of semi-crystalline CSH phase to tobermorite.

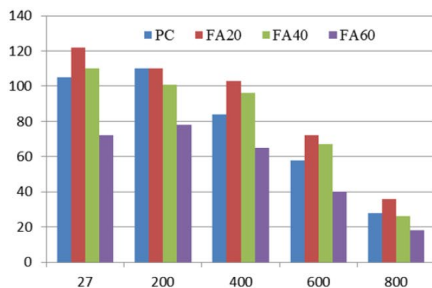


Figure 1. Compressive strength of concrete mixes in relation to elevated temperature [15]

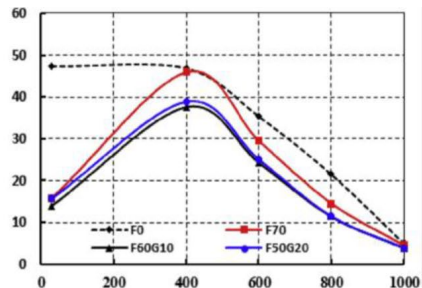


Figure 2. Residual compressive strength at different elevated temperatures [2]

Based on the obtained results of several conducted experiments, it can be concluded that the fly ash concrete appeared more useful than the neat PC in fire resistance, especially after being exposed up to 400°C. This is a direct consequence of the pozzolanic reaction of FA, as its contribution to strength occurs at later ages.

4. BLAST FURNACE SLAG CONCRETE SUBJECTED TO ELEVATED TEMPERATURES

Siddique and Kaur [16] investigated the properties of concrete containing ground granulated blast furnace slag (GGBFS) at elevated temperatures. Concretes were subjected to temperatures of 100, 200 and 350 °C. Reduction in the values of compressive strength, splitting tensile strength and modulus of elasticity remained lower than 40% of the initial value even after a temperature of 350 °C was applied, Fig. 3. At temperatures between 200 and 350 °C, the mass loss is not very significant. From the results it can be easily concluded that up to 20% GGBFS could be suitably used in concrete designed for nuclear structures.

Poon et al. [17] conducted the comparison of the strength and durability performance of concretes incorporating silica fume, fly ash (PFA), and blast furnace slag at elevated temperatures up to 800°C, Fig. 4.

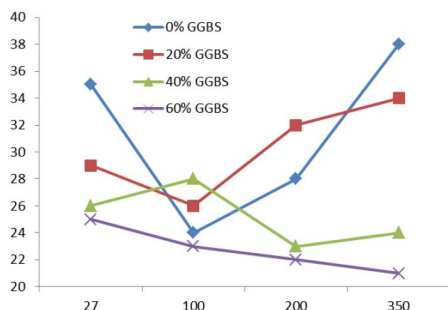


Figure 3. Effect of temperature on the compressive strength of concrete at the age of 28 days [16]

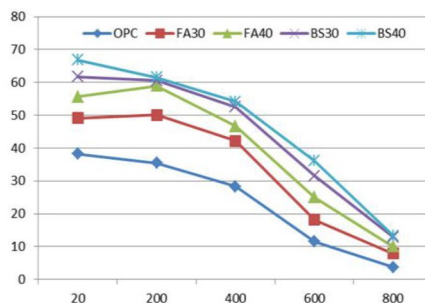


Figure 4. Residual compressive strength of concretes with FA and GGBFS [17]

The PFA and GGBFS concretes performed better and showed no spalling or cracking except hairline cracks. The better performance of PFA and GGBFS concretes is due to the reduced amount of $\text{Ca}(\text{OH})_2$, which otherwise results in strength loss and disintegration. The beneficial effect of pozzolans was more pronounced at temperatures below 600°C with the optimum replacement levels at 40% GGBFS.

5. NATURAL ZEOLITE CONCRETE SUBJECTED TO ELEVATED TEMPERATURES

There is a small number of papers that deal with the effect of NZ as supplementary cementitious material (SCM) on high temperature resistance of mortar/concrete. Generally, assessment of fire-damaged concrete includes visual observation (color change, cracking, spalling), measuring the residual compressive strength and weight loss, as well as microscopic analysis [18]. Exposed to fire, concrete color changes from normal to pink or red ($300\text{--}600^\circ\text{C}$), to whitish gray ($600\text{--}900^\circ\text{C}$) and buff ($900\text{--}1000^\circ\text{C}$) [18, 19].

Akçaözöğlü et al. [20] investigated the effect of elevated temperature on concrete containing clinoptilolite from Gördes region, Turkey. Seven mixtures were prepared with water/binder ratio of 0.475, one control and six including 5%, 10%, 15%, 20%, 30% and 40% clinoptilolite as SCM. In all concrete mixtures OPC and three types of aggregates (uncrushed, quartzitic natural sand, 0-3 mm and 0-6 mm, and crushed basaltic coarse aggregate, 5-15 mm) were used. After curing, samples were exposed to elevated temperatures of 250, 500, 750 and 1000°C . Two methods of cooling were applied, slow cooling (SC) in laboratory conditions and fast cooling (FC) in water at $20\pm 2^\circ\text{C}$. The residual compressive strengths of SC and FC samples which were exposed to elevated temperatures were determined and compared to the compressive strength before heating (22°C). The compressive strength values of both SC and FC samples exposed to 1000°C are not presented because the sample were disintegrated at the specified temperature.

The compressive strength values of the samples containing clinoptilolite which were not exposed to elevated temperature were lower than control samples (C0). According to Akçaözöğlü et al. [20] the cause is most probably a low finess modul value of clinoptilolite used in mentioned investigation ($3900\text{ cm}^2/\text{g}$).

The residual compressive strength of both kinds of samples decreased significantly with the temperature increasing. At 250°C, C5 and C20 samples showed better performance compared to control C0. The residual compressive strength of SC samples decreased between 14% and 25% at 500°C, probably due to calcium hydroxide dehydration (about 550°C) that led to the shrinkage and strength losses of concrete [20]. With the increase of temperature up to 750 and 1000°C the strength losses increased, due to the decomposition of C–S–H gel that led to complete devastation of samples at 1000°C. At 750°C, the compressive strength of SC samples decreased between 34% and 54% and C5, C10, C15 and C20 samples showed better performances than C0. Cooling regimes can additionally decrease residual compressive strength of concrete for 20–30%. Rate of the decrease for FC samples was greater than for SC samples due to the formation of cracks. Strength losses of FC samples at 250°C were 21-34%, at 500°C 28-39% and at 750°C 59-67% [20].

According to Karakurt and Topçu [19], based on the compressive test results, the optimum usage of natural zeolite in blended cements was found to be 30%. Therefore, fire resistance tests were carried out on 30% blended cements. Clinoptilolite type of natural zeolite from Manisa Gördes region was used. Mortar bar samples (40×40×160 mm) were cured in lime-saturated water at 20±1°C for 28 days. Afterwards samples were exposed to elevated temperatures of 100, 300, 450 and 600°C for 3h. After the heating process, samples were exposed to slow cooling (SC) in the air for 24h and residual compressive strengths were determined.

Although it was found that the main compressive strength reduction comes at 450°C and above, for mortar sample containing 30% natural zeolite, the decrease started above 100°C, Table 1. Strength lose of SC samples at 100°C was 0%, at 300°C 27%, at 450°C 40% and at 600°C 59% [19].

Table 1. The residual compressive strength of SC samples [19]

Cement code	28-day compressive strength, (MPa)	Residual compressive strength, (MPa)			
		100°C	300°C	450°C	600°C
CEM I 42.5	45.2	47.11(104%)	45.78(101%)	40.00(88%)	20.55(45%)
ZBC-30	45.3	45.32(100%)	33.07(73%)	27.42(60%)	18.68(41%)

6. METAKAOLIN CONCRETE SUBJECTED TO ELEVATED TEMPERATURES

Poon et al. [13] investigated the residual compressive strength of MK concrete after exposure to elevated temperatures up to 200, 400, 600 and 800°C. Four normal (NSC) and four high strength concrete (HSC) mixtures incorporating 0%, 5%, 10% and 20% were prepared with water to binder ratios of 0.30 and 0.50, respectively. At the age of 60 days samples were exposed to elevated temperatures. After cooling, the residual compressive strength was determined by an unstressed compression test, Figure 5 and 6.

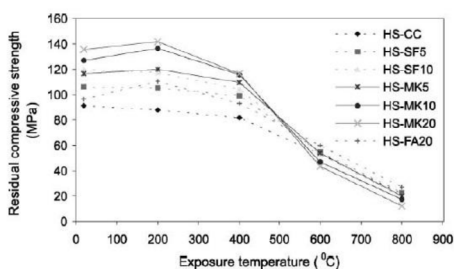


Figure 5. Residual compressive strength of HSCs [13]

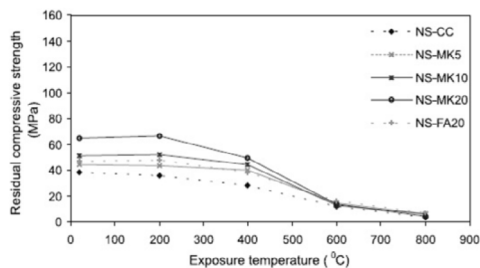


Figure 6. Residual compressive strength of NSCs [13]

Due to the effect of elevated temperatures on residual compressive strength of MK concrete, the heating regime can be divided in two regions (0-400°C and 400-800°C). Up to 200°C MK concretes showed an increase in residual compressive strength probably caused by the hydration of un-hydrated MC particles [13]. Up to 400°C, HSCs residual compressive strength remained on the level of original, except for MK5 which maintained higher strength, while decrease of 10-20% was observed in NSCs. At the temperatures higher than 400°C there was a sharp decrease in residual compressive strength followed by explosive spalling and severe cracking. Also it was determined that due to very dense pore structure of MK concrete that enhanced vapor pressure, with increasing the MK content increased the degree of damage and strength loss of samples.

On the other hand, according to Nadeen et al. [15] residual compressive strength of MK concretes continuously decreased with increasing the temperature. Under slow cooling regime the loss in strength was up to 9, 22, 40 and 81% at 200, 400, 600 and 800°C, respectively, while under fast cooling regime was up to 15, 53, 60 and 82%. The variation in the results obtained under 600°C probably was influenced by different heating rate and different curing and heating duration.

7. CONCLUSION

Pozzolanic concretes are used extensively throughout the world, meeting the principles of the global sustainable development. This paper presented a brief review of the previous research conducted on the fire performance of pozzolanic concretes and results are more than promising.

The PFA and GGBS concretes were found to be able to retain their properties at elevated temperatures and can be used in places with a high risk of fire, with limitations. Based on the obtained experimental results, it can be concluded that optimal level of cement replacement with fly ash or slag is around 30%, while lowest strength loss occurs after exposure to temperatures up to 400°C. This is a direct consequence of the pozzolanic reaction, as its contribution to strength occurs at later ages. The better performance of PFA and GGBFS concretes is a result of the reduced amount of $\text{Ca}(\text{OH})_2$, due to the reaction of pozzolan with free lime, which otherwise results in strength loss and disintegration.

The residual compressive strength of natural zeolite concrete decreased significantly depending on obtained temperatures and applied cooling regime. Slow cooling method resulted in lower strength loss than fast cooling. Optimal level of cement replacement was found to be up to 20%.

Regarding influence of metakaolin, there are variations in the results according to different authors. In general, concrete mixes should be used with care especially in structures which may be subjected to temperature of 400 °C and above.

In addition, ECO concretes, if used in closed rooms, can be problematic due to the presence of radon (slag concrete or concrete with fly ash), hence it is necessary to take care of their application places.

ACKNOWLEDGEMENTS

The research work reported in this paper is a part of the investigation within the research project TR 36017 “Utilization of by-products and recycled waste materials in concrete composites in the scope of sustainable construction development in Serbia: investigation and environmental assessment of possible applications”, supported by the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia.

8. REFERENCES

- [1] Yang, K.-H., Jung, Y.-B., Cho, M.-S., Tae, S.-H.. (2015): Effect of supplementary cementitious materials on reduction of CO₂ emissions from concrete, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 103, pp. 774-783
- [2] Rashad, A.M. (2015): An investigation of high-volume fly ash concrete blended with slag subjected to elevated temperatures, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 93, pp. 47-55
- [3] Dragaš, J., Marinković, S., Ignjatović, I., Tošić, N. (2014): Properties of high-volume fly ash concrete and its role in sustainable development, *Contemporary achievements in civil engineering 2014*, Subotica, pp. 849-858
- [4] Kostović, M. (2013): Industrial waste utilization in building material industry, *Underground mining engineering* Vol. 23, pp. 77-87
- [5] Caputo, D., Liguori, B., Colella, C. (2008): Some advances in understanding the pozzolanic activity of zeolites: The effect of zeolite structure, *Cement & Concrete Composites*, Vol. 30, pp. 455-462
- [6] Jana, D. (2007): A new look to an old pozzolan: Clinoptilolite – A promising pozzolan in concrete, *Proceedings of the Twenty-ninth Conference on Cement Microscopy Quebec City*, PQ, Canada, pp. 168-179
- [7] Tatomirović, T., Radeka, M. (2014): Zeolite as pozzolanic material, in *International symposium on researching and application of contemporary achievements in civil engineering in the field of materials and structures: Proceedings, XXVI Congress, DIMK, Vrnjačka Banja*, pp. 215-224
- [8] Perraki, Th., Kakali, G., Kontoleon, F. (2003): The effect of natural zeolites on the early hydration of Portland cement, *Microporous and Mesoporous Materials*, Vol. 61, pp. 205-212

- [9] Radeka, M., Milović, T., Malešev, M., Radonjanin, V. (2015): Effect of zeolite on basic physical properties, mechanical properties and frost resistance of cement mortars, *13th International Scientific Conference INDIS 2015*, Novi Sad, Serbia, pp. 260-272
- [10] Milović T., Radeka M., Malešev M., Radonjanin V (2016): Compressive strength and mineralogical properties of cement paste containing zeolite, *International conference- Contemporary achievements in civil engineering 2016*, Subotica, Serbia, pp. 397-403
- [11] Simić V. et al. (2014): Zeolite deposits and occurrences in Serbia – an overview, *Zeolite 2014 – 9th International Conference on the Occurrence, Properties and Utilization of Natural Zeolites*, Belgrade, Serbia, pp. 217-218
- [12] Sabir, B.B., Wild, S., Bai, J. (2001): Metakaolin and calcined clays as pozzolans for concrete: a review, *Cement & Concrete Composites*, Vol. 23, pp. 441-454
- [13] Poon, C.H., et al. (2003): Performance of metakaolin concrete at elevated temperatures, *Cement & Concrete Composites*, Vol. 25, pp. 83-89
- [14] Jeftić, D. et al. (2015): Properties of cement mortars with addition of amorphous kaolin, *International conference- Contemporary achievements in civil engineering 2015*, Subotica, Serbia, pp. 95-100
- [15] Nadeem, A., Memon, S.A., Lo, T.Y. (2014): The performance of Fly ash and Metakaolin concrete at elevated temperatures, *Construction and Building Materials*, Vol. 62, pp. 67-76 [A]
- [16] Siddique, R., Kaur, D. (2012): Properties of concrete containing ground granulated blast furnace slag (GGBFS) at elevated temperatures, *Journal of Advanced Research*, Vol. 3, pp. 45-51 [B]
- [17] Poon, C.S. Azhar, S., Anson, M., Wong, Y-L. (2001): Comparison of the strength and durability performance of normal- and high-strength pozzolanic concretes at elevated temperatures, *Cement and Concrete Research*, Vol. 31, pp. 1291-1300 [C]
- [18] Georgali, B., Tsakiridis, P.E. (2005): Microstructure of fire-damaged concrete. A case study, *Cement & Concrete Composites*, Vol. 27, pp. 255-259
- [19] Karakurt, C., Topçu, I.B. (2012): Effect of blended cements with natural zeolite and industrial by-products on rebar corrosion and high temperature resistance of concrete, *Construction and Building Materials*, Vol. 35, pp. 906-911
- [20] Akçadoğan, K. et al. (2014): Microstructural examination of the effect of elevated temperature on the concrete containing clinoptilolite, *Construction and Building Materials*, Vol. 72, pp. 316-325

LABORATORY DETERMINATION OF GRANULOMETRIC ANALYSIS AND THE LOWER EXPLOSION LIMIT OF SELECTED WOOD DUST OF FRUIT TREES

Abstract: The article presents the results of granulometric analysis and the experimental determination of the lower explosion limit (LEL) of selected fraction of combustible wood dust of wild cherry (*Cerasus avium* L.) and damson plum (*Prunus domestica* L.). We obtained pure samples of wood dust by grinding of compact plants, from which we removed non-dust particles by sieve analysis. Our achieved results of lower explosion limit in the detonation chamber VK 100 for wood dust of bird cherry (*Cerasus avium* L.) and damson plum (*Prunus domestica* L.) They are comparable to results in a scientific literature.

Key words: combustible dust, bird cherry (*Cerasus avium* L.), damson plum (*Prunus domestica* L.), lower explosion limit, granulometric analysis

ЛАБОРАТОРИЈСКО ОДРЕЂИВАЊЕ ГРАНУЛОМЕТРИЈСКЕ АНАЛИЗЕ И ДОЊЕ ГРАНИЦЕ ЕКСПЛОЗИВНОСТИ ИЗАБРАНЕ ФРАКЦИЈЕ ДРВНЕ ПРАШИНЕ ВОЂАКА

Резиме: У раду су приказани резултати гранулометријске анализе и експерименталног одређивања доње границе експлозивности (LEL) изабране фракције запаљиве дрвне прашине трешње (*Cerasus avium* L.) и шљиве (*Prunus domestica* L.). Чисти узорци прашине добијени су стругањем компактних стабала, и уклањањем крупних честица из прашине на сити. Наши постигнути резултати доње границе експлозивности у детонацијској комори VK 100 за дрвну прашину трешње (*Cerasus avium* L.) и шљиве (*Prunus domestica* L.) су упоредиви са резултатима у научној литератури.

Кључне речи: запаљива прашина, трешња (*Cerasus avium* L.), шљива (*Prunus domestica* L.), доња граница експлозивности, гранулометријска анализа

¹ Assis. PhD., Technical University in Zvolen, Faculty of Wood Technology Sciences and Technology, Department of Fire Protection, T. G. Masaryka 24, Zvolen, 960 53, Slovakia, mrackova@tuzvo.sk

1. INTRODUCTION

In Slovakia there were two dust explosions followed by fire with direct damages € 8,500 in 2013 and in 2014 it was a dust explosion followed by fire with direct damages € 3,000 without injury and death. In 2015 there was no dust explosion in factories.

Although air-dust mixtures are not daily reality in industrial plants, there is always a risk of explosion, which can not be underestimated. As consequences of such as these explosions could be extensive damage of technological equipment or buildings and in many cases there is damage of health, or even death, mostly employees' death. If we want to effectively protect against these explosions, it is important to know how it arises, how it happens, and what are the possibilities of prevention against explosion.

Wood dust in these factories is actually part of the working environment and it is produced in the vast majority as waste from processing and wood treatment. This dust has many negative effects, among which includes above explosiveness. That is why an explosion preventive security is a necessity for wood processing factories, for which design it is necessary to assess behavior of any combustible wood dust and detect their dangerous concentration in a confined space.

We dedicate in this article on experimental determination LEL of fruit trees' wood dust which are deciduous with crescent-porous structure of wood. Normally they grow in our gardens - walnut, cherry, plum or apple trees. From these plants we have chosen as representatives for the experiment cherry and plum. Tree species characterize by interesting colors from brown-gray through reddish to purple and are used in furniture manufacturing.

2. EXPERIMENTAL METHODS

To determine the lower explosive limit, we proceed with the following operating method which consists of obtaining pure samples of wood dust, further, we conducted particle size - sieve analysis, where we eliminate non-dust particles of wood material and then we experimentally determined lower explosion limit of detonation chamber CV 100 and finally, we compared the values of LEL with other measured values in the literature.

2.1. Material

The elemental chemical composition of wood (wood dust) generally comprises approximately 49.5% of carbon (C), 44.2% of oxygen (O) and 6.3% of hydrogen (H).

2.1.1. Bird cherry (*Cerasus avium* (L.) Moench.

Wood Group: deciduous tree with a crescent-porous structure of wood.

Wood description: nuclear, longitudinal (green-yellow) striped, has a characteristic pleasant smell. Narrow sapwood (1-3 cm) is yellowish white to light pink. Core is yellow-brown to reddish.

The characteristics of the tree rings: a clear line between rings of annual growth. Visible zone of the spring and summer timber within the annual ring - lighter coat spring wood is due to a higher incidence of microvascular. In the wood there is found only microvessel (longitudinal sections are smooth) [1].

Bituminous channels: they are present in the wood.

Wrinkled beam produces lots of tiny mirrors which can be seen only on the radial (R) section.

Texture: grain structure in the tangential section (T) and striped in radial section (R). The wood is very bright (especially in the R-section) and decorative.

The density and hardness: wood is medium weight 610 kg/m^3 and medium-hard 62 MPa.

Workability: it can be well processed, stain and surface treatment.

Durability of wood: sapwood and core are less durable.

The use of wood: reddish color and nice texture makes it suitable for furniture, decorative veneers, parts of musical instruments, cigarette tips and manufacture of small, decorative and supplements. That the reason why it is used mainly in joinery, woodcarving, turnery and haberdashery [2].

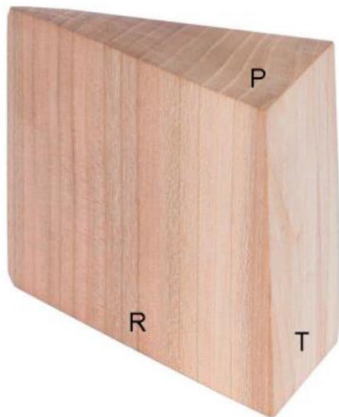


Figure 1. Basic saw through cherry wood



Figure 2. Detail texture of cherry wood

T - tangential cut
R - radial cut
P - cross section

2.2. Damson plum (*Prunus domestica* L.)

Group of the wood: hardwoods with crescent-porous structure of wood.

Description of the wood: Wood, in term of texture and color, is very nice and core. The narrow sapwood (1-3 cm) has a yellowish color. The core is pinkish to reddish brown (sometimes purple tinted).

The characteristics of tree rings: a clear line between rings of annual growth; visible zone of the spring and summer timber within the annual ring. Layer lighter spring wood is due to a higher incidence of microvascular. The wood is found only microvessel (longitudinal sections are smooth).

Bituminous channels: they are present in the wood.

Wrinkled beams create tiny mirrors which can be seen only on the R section.

Texture: grain structure due to color bars (T) and design (R). Wood is decorative.

The density and hardness: hard wood is 760 kg / m³ and 85 MPa hard.

Workability: Surface treatment can be used there, but it is badly digested and dried (during drying of wood cracking and form the so-called. dried tears).

Durability of wood: Wood is little durable.

The use of wood: for its decorative appearance and interesting texture it is used in woodcarving and in artistic carpentry, for the production of inlays, various ornaments and tools [2, 3].

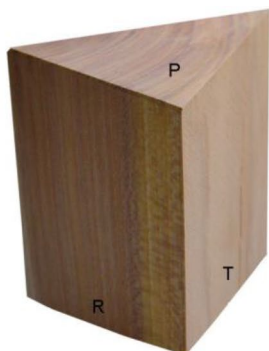


Figure 3. Basic saw through wood plums

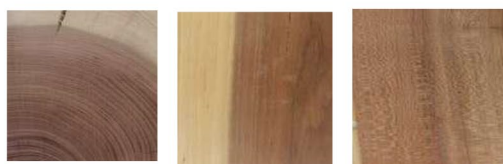


Figure 4. Detail texture of plum wood

2.3. Wood dust particles

Dust samples were obtained by grinding of one cherry wood plate and one plum wood plate using a belt sander Bosch GBS 75 AE Professional with installed sanding belt P80 with aluminum oxide abrasive surface specified for the belt sander, with which we obtained pure samples of wood dust for laboratory particle sizing of particles. Grain number (P) indicates how many grains fits in sorting sieves in the area of one square inch (inch = col = 25.4 mm).

The higher the number of dithering means more abrasive grains on the surface fit, the abrasive is finer and also polished dust particles from wood.

2.4. Granulometric-particle size

Granularity (particle size distribution) is an indication that characterizes the quantitative representation of individual particles of a certain size in the whole volume of bulk materials. If we assume that the loose material is generally a polydisperse system, ie a system with different particle sizes, more limited ranges of particle size distribution are for the identification of the bulk materials that particles of a certain size classify in each class - fractions [4].

Sieve analysis was performed on samples of wood dust of cherries and plums, in which we have carried out 10 measurements for each sample of dust, and each measurement was performed with a mass $m = 50$ g, the time of the crosslinking $t = 10$ min, the set of sieves with mesh sizes of gaps of the mesh: 0.5 mm, 0.081 mm, and bottom. Weight fractions by sieves are determined on laboratory scales capable of weighing 0.01 g.

2.4.1. Input data

Range - wood dust (dust samples obtained from wood cherries and plums)	
Wa humidity = 5%	
Weight of weighing pan	$m_m = 13,00 \text{ g}$
Weights network:	
sieve. 1 - the sizes of the gaps in the mesh 0.5 mm	$m_1 = 309,00 \text{ g}$
sieve. 2 - the sizes of the gaps in the mesh 0.081 mm	$m_2 = 265,50 \text{ g}$
the bottom	$m_3 = 360,00 \text{ g}$
The total gross weight of the dust samples	$m_c = 500,00 \text{ g}$
Made-ground weight	$m_n = 50,00 \text{ g}$
Number of measurements	$P = 10$
Sieving time for one measurement	$t = 10 \text{ min}$

2.5. Experimental detection lower explosion limit (LEL) by detonation chamber VK100

Studied stuff is dispersion of dust in air system, which is initiated with a known source of energy. From the increase in the temperature of the thermocouple that is placed inside the detonation chamber and the visual assessment of the size of the flame at various concentrations of dust we set lower explosion limit (see Fig. 5).

We detect LEL from the laboratory samples of wood dust cherries and plums, which we have prepared using sieve analysis. The aim of measurement is to determine the minimum concentration of dust in the air which leads to spread of dust explosions mixed with air at the initiatory energy [5]. We conducted the evaluation of experiment on the basis of positive and negative results of individual explosions and the increase in temperature in the detonation chamber after the explosion, compared with an increase in temperature after the explosion of ignition source. We considered this measurement as positive to at least three positive blasts out of a total of five explosion attempts [6].

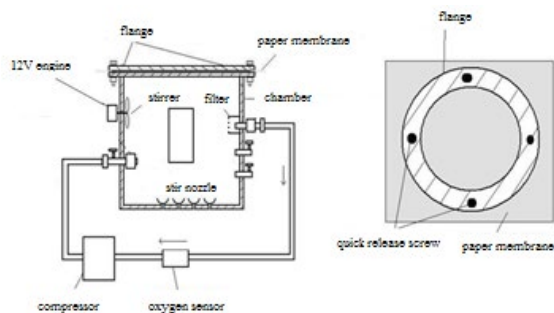


Figure 5. Detonation chamber VK100 scheme

To determine the lower explosive limit in a detonation chamber VK 100 we set the parameters for experiment above in Table 1.

Table 1. Conditions detonation of chamber VK 100 for experiment

Conditions of swirl	Moisture	5 %
	The air pressure	0,25 MPa
	Time stirred	0,2 s
	The delay time after the initiation of swirl	0,1 s
	Ignition energy	0,1 KJ
Temperature	Temperature of area	19 °C
	The temperature after initiation of ignition sources (Electric detonator + nitrocellulose)	36 °C

After a laboratory setting values of LEL for wood dust cherries and plums we assign them to the class and evaluate according to the criteria set out in Table 2.

Table 2. Classes of combustible explosion dust [5]

The class	1	2	3	4
The characteristic	Highly explosive dust	Explosive dust	Difficult explosive dust	Non explosive dust
The criterion	4 g.m ⁻³ < LEL ≤ 40 g.m ⁻³	40 g.m ⁻³ < LEL ≤ 200 g.m ⁻³	200 g.m ⁻³ < LEL ≤ 700 g.m ⁻³	700 g.m ⁻³ < LEL

3. RESULTS

3.1. The results of sieve analysis of wood dust samples from the wild cherry timber (*Cerasus avium L.*) and damson plum (*Prunus domestica L.*)

During sieve analysis of dust samples from cherry wood, we found the representation of the various fractions of the wood dust. At site 1, which has the size of the gaps in the mesh of 0.5 mm, it left us together $m_0 = 9$ g of particles (1.8% of the gross sample of dust), which are not the dust because their size is greater than 0.5 mm, which means that they do not fulfil the dust parameters, and therefore, this fraction can be considered as sawdust. At site 2, which has the size of the gaps in the mesh 0.081 mm, it left together $m_{f1} = 294,5$ g of particles (58.9% of the gross dust samples). This fraction has a particle size of from 0.5 mm to 0.081 mm, which shows that these particles fulfil the dust parameters and that is the reason why this fraction will be part of the laboratory sample. On the bottom it left $m_{f2} = 196.5$ g of particles (39.3% of the gross dust samples). This fraction has a particle size of 0.081 mm or less, that means the dust particles are very fine. The higher proportion of this fraction in the laboratory sample dust is, therefore the mixture will be more explosive. That means with an increasing proportion of fine particles the lower explosion limit should fall.

Carrying out sieve analysis of gross wood dust sample of damson plum wood, we found similarly, as in bird cherry sample, abundance of the various fractions. On a site 1 with gaps in the mesh size of 0.5 mm, it left 14.53 g of dust particles representing 2.91% of the original dust sample. This fraction is irrelevant for us, we consider it as sawdust. On site 2 to the size of 0.081 mm gap, it remained 19.27 g of dust particles, which represents 3.86% of the original sample of dust. On the bottom it left 138.34 g of dust particles, which represents 27.67% of the gross dust samples. The mass values of the laboratory samples of cherry and plum wood dust with a percentage abundance of fractions are shown in Table 3 and Figure 6.

Table 3. The weight of laboratory samples of wood dust cherries and plums with a percentage fraction abundance

The sort of wood dust	Measurement	Fraction (particle size greater than 0.5 mm)	No.1 fraction (particle size 0.5 mm - 0.081 mm)	No.2 fraction (particle size smaller than 0.081 mm)	Laboratory sample of dust
Wild cherry (<i>Cerasus avium L.</i>)	Weight (g)	9	294.5	196.5	500
	Representation of fractions (%)	1.8	58.9	39.3	100
Damson plum (<i>Prunus domestica L.</i>)	Weight (g)	14.53	77.135	123.199	500
	Representation of fractions (%)	2.91	43.93	53.17	100

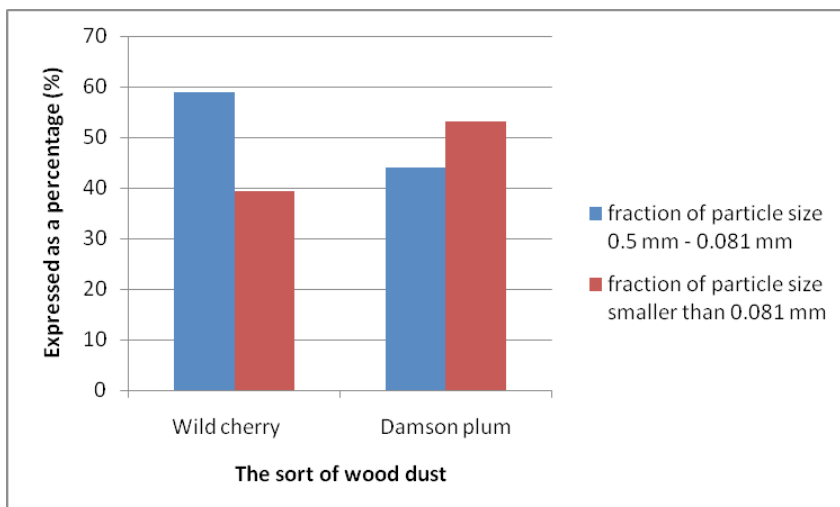


Figure 6. The Expressed as a percentage of the particle size of cherry and plum dust timber

3.2. Experimental results of LEL in the detonation chamber VK100

Determination of the lower explosion limit for the selection we have made for wood dust collected samples of dust from wild Cherry wood (*Cerasus avium L.*) and Damson plum (*Prunus domestica L.*) in two crops intended by particle size analysis. The first measurement was for the size of dust particles of dust from wood wild cherry (*Cerasus avium L.*) and Damson plum (*Prunus domestica L.*) Fraction 1 particle size 0.5 mm - 0081 mm and the other size measurement was for particles smaller than 0.081 mm. Fraction 2 (particle size smaller than 0.081 mm).

The resulting experimentally determined value of LEL Wild cherry (*Cerasus avium L.*) for fraction 1 (particle size 0.5 – 0.081 mm) is 54 g.m-3, and the particle size fraction 2 smaller than 0.081 mm is 50 g.m-3, which is marked by color in Table 4.

Table 4. Experimental determination LEL of wood dust from Wild cherry (*Cerasus avium L.*)

No.	sample weight (g)	LEL (g.m ⁻³)	The experimental results No.1 fraction (particle size 0.5 - 0.081 mm) <i>N - Negative</i> <i>P - Positive</i>					The experimental results No. 2 fraction (particle size smaller than 0.081 mm) <i>N - Negative</i> <i>P - Positive</i>				
			Number of experiment					Number of experiment				
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	7	70	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
2	6	60	P	P	N	P	P	P	P	P	P	P
3	5,5	55	N	P	P	P	P	P	P	P	N	P
4	5,4	54	P	P	N	N	P	P	P	P	N	P
5	5	50	N	N	N	N	N	N	N	P	P	P

The above result shows that wood dust from the cherries, which is actually present in the wood factories, it is explosive and the lower limit is even lower the fraction of wood dust with smaller dimensions than the wood sawdust of the first fraction with particle size 0.5 – 0.081 mm (see, Tab. 4).

Lower explosion limit of wood dust from Damson plum wood (*Prunus domestica L.*)

Table 5. Experimental determination LEL of wood dust from Damson plum wood (*Prunus domestica* L.)

No.	Sample weight (g)	LEL (g.m ⁻³)	The experimental results No.1 fraction (particle size 0.5 - 0.081 mm) <i>N - Negative</i> <i>P - Positive</i>					The experimental results No. 2 fraction (particle size smaller than 0.081 mm) <i>N - Negative</i> <i>P - Positive</i>					
			Number of experiment					Number of experiment					
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1	7	70	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
2	6	60	P	P	N	P	P	P	P	P	P	P	P
3	5	50	N	P	P	P	P	P	P	P	N	N	P
4	4,8	48	P	P	N	N	N	P	P	P	N	N	N
5	4,4	44	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

The resulting experimentally determined value of lower explosive limit is 50 g.m⁻³ for the first fraction of wood dust with a particle size from 0.5 to 0.081 mm which is in Table 6 marked by color and also it was confirmed that with the smaller wood dust sizes the lower explosion limit is reduced, which in this case was 48 g.m⁻³ (see Tab. 5).

Results found in an experimental setting the lower explosive limit of selected wood dust in a detonation chamber VK 100 were compared to the table values of LEL for the same and different types of wood dust referred in the literature (see Tab. 6). In scientific and professional works from the referred literature, we did not find defined fractions for which the lower explosive limit was determined. However, our LEL measured values and the values reported in the literature are comparable.

Table 6. Comparison of LEL according to academic literature and experimental gathered results [7, 8, 9]

The sort of wood dust	LEL by Groh (g.m ⁻³)	LEL by Bussenius (g.m ⁻³)	LEL by Eckhoff (g.m ⁻³)	LEL experiment No. 1 / 2 fraction (g.m ⁻³)
Wild cherry (<i>Cerasus avium</i> L.)	60	60	30	54 / 50
Damson plum (<i>Prunus domestica</i> L.)	-	-	-	50 / 48

4. CONCLUSION

In the article we pursued two species, bird cherry (*Cerasus avium L.*) and domestic plums (*Prunus domestica L.*), which are processed in the manufacture of furniture for their ornamental wood texture. We produced an experimental laboratory clean wood dust and we determined the size of dust particles.

Particle size of dust bird cherry (*Cerasus avium L.*) and domestic plum (*Prunus domestica L.*) depends on:

- Hardness of the wood,
- Facing the grinding in the cut (T, P, R),
- Use of abrasive belt of hardness and softness in the treatment of wood bulk materials.

Wild cherry (*Cerasus avium L.*)

Number 1 fraction (particle size 0.5 mm - 0.081 mm) was 58.9 %

Number 2 fraction (particle size smaller than 0.081 mm) was 39.3 %

Damson plum (*Prunus domestica L.*)

Number 1 fraction (particle size 0.5 mm - 0.081 mm) was 43.93 %

Number 2 fraction (particle size smaller than 0.081 mm) was 53.17 %

In the survey of LEL wood dust samples we used a detonation chamber VK100.

LEL for bird cherries wood dust (*Cerasus avium L.*) we set:

- For the fraction having a particle size of dust particle size 0.5 – 0.081 mm for the 54 g.m⁻³,
- The fraction of dust particles with a size less than 0.081 mm on a 50 g.m⁻³ and for wood dust domestic plum (*Prunus domestica L.*),
- The fraction having a particle size of dust particle size 0.5 – 0.081 mm for the 50 g.m⁻³,
- The fraction of dust particles with a size less than 0.081 mm on a 48 g.m⁻³,
- Fractions of finer averages of dust particles show lower LEL.

In the final table (see Table 6), we compared the values of LEL examined dusts table values referred in the literature and we can conclude that the results are comparable, wood dust is explosive. In essence based on the chemical composition and the physical properties of wood.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the Slovak Research and Development Agency under the contract No. APVV-0057-12.

5. REFERENCES

- [1] Požgaj, A. 1997. *Štruktúra a vlastnosti dreva*. Bratislava: Príroda a.s., 1997. 485 s. ISBN 80-07-00960-4
- [2] Gryc, V., Vavrčík, H.: 2013 Určovanie druhov dreva (5. časť) časopis Urob si sám, Záhrada, JAGA GROUP, s.r.o., Bratislava <http://urobisam.zoznam.sk/dom/stavebny-material/urcovanie-druhov-dreva-5.-cast>



- [3] Klement, I. a kol. 2013. *Základné charakteristiky lesných drevín*. Bratislava: Ministerstvo pôdohospodárstva, 2013. 80 s. ISBN 978-80-8093-112-4
- [4] Katalóg požiaro-technických vlastností materiálov. Hlavná správa požiarnej ochrany. Bratislava: Ministerstvo vnútra SSR, 1984
- [5] Serafín, J. a kol. 2009. Stanovení maximálních výbuchových parametrů v podmínkách VŠB-TUO. In XVII. ročník mezinárodní konference: Požární ochrana 2009. Ostrava: VŠB Technická univerzita Ostrava, 2009. ISBN: 978- 80-7385-067-8
- [6] Damec, J. a kol. 1993. Protivýbuchová prevence (návod y na cvičení). Ostrava: VŠB Ostrava, 1993. 49s
- [7] Groh, H. 2004. Tables of combustion and explosion characteristic sof dusts. Oxford, 2004.
- [8] Bussenius, S. 1985. Protipožární a protivýbuchová ochrana prumyslu. Praha, 1985. 174 s.
- [9] Eckhoff, R. 2005. Explosionhazards in theprocessindustries. Houston Texas: Gulf Publishing Company, 2005. 457 s. ISBN 0-9765113-4-7

Veronika VELKOVÁ¹
Tatiana BUBENÍKOVÁ²
Danica KAČÍKOVÁ³
Martin ZACHAR⁴

CHANGES OF EXPANDED POLYSTYRENE DUE TO THERMAL LOADING

Abstract: This paper deals with determination of gaseous thermal degradation products of polystyrene carried out at temperatures up to 250 °C. Styrene polymers have very adverse fire-technical characteristics. It is easy to ignite them, they burn quickly, and combustion is attended by formation of large amount of heat and toxic volatile degradation products. Samples of expanded polystyrene were thermally loaded on laboratory experimental device, expanded polystyrene changes were observed and samples of arising gaseous products were collected, after they were analyzed by gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) method. The largest part of analyzed products represents styrene. Derivatives and dimers of styrene and various alkylated polycyclic aromatic hydrocarbons were formed at the temperature 200 °C.

Key words: polystyrene, thermal degradation, gaseous products, styrene, GC-MS

ПРОМЕНЕ ЕКСПАНДИРАНОГ ПОЛИСТИРЕНА УСЛЕД ТЕРМИЧКОГ ОПТЕРЕЋЕЊА

Резиме: Рад се бави одређивањем гасовитих продуката термичке деградације код полистирена на температурама до 250 °C. Полимери стирена имају врло штетне противпожарне и техничке карактеристике. Лако се запале, брзо изгоре, а сагоревање је праћено формирањем велике количине топлоте и токсичних испарљивих продуката деградације. Узорци експандираног полистирена су термички оптерећени у лабораторијском експерименталном уређају, праћене су промене експандираног полистирена и прикупљени узорци насталих гасовитих производа, након што су анализирани гасном хроматографијом-масеном спектрометријом (GC-MS). Највећи део анализираних производа представља стирен. Деривати и димери стирена и разних алкилованих полицикличних ароматичних угљоводоника су формиран на температури од 200 °C.

Кључне речи: полистирен, термичка деградација, гасовити производи, стирен, GC-MS

¹ Ing. Veronika Velková, PhD., Department of Fire Protection, Technical University in Zvolen, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, Slovak Republic, veronika.velkova@tuzvo.sk

² Ing. Tatiana Bubeniková, PhD., Department of Chemistry and Chemical Technologies, Technical University in Zvolen, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, Slovak Republic, tatiana.bubenikova@tuzvo.sk

³ prof. RNDr. Danica Kačíková, PhD., Department of Fire Protection, Technical University in Zvolen, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, Slovak Republic, danica.kacikova@tuzvo.sk

⁴ Ing. Martin Zachar, PhD., Department of Fire Protection, Technical University in Zvolen, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, Slovak Republic, martin.zachar@tuzvo.sk

1. INTRODUCTION

Polystyrene (PS) is a commodity polymer that is used in a number of commercial products. In 2001, PS was counted amongst the quantitatively most important thermoplastics. The main applications include packaging, extruded sheets and consumer electronics. The thermal stability of polystyrene depends on a number of parameters including the presence of additives, number of weak bonds, method of synthesis, etc. [1, 2].

Styrene polymers have very adverse fire-technical characteristics. It is easy to ignite them, they burn quickly, combustion is attended by formation of large amount of heat and they contain a phenyl group in a side chain – for this reason burning is accompanied by release of large amount of smoke particles. Polystyrene heating by temperatures above 80°C causes its degradation at first, which is attended by properties changes. Cleavage of large amounts of chemical bonds takes place at higher temperatures, so the decomposition of polystyrene starts and gaseous products are formed. Upon thermal decomposition polystyrene yields the styrene monomer as a major product and various low molecular weight gaseous products, including toluene and benzene. Partially depolymerized viscous residue is containing dimer, trimer and other oligomers of styrene [2, 3, 4].

Aromatic hydrocarbons and their oxidation products such as styrene, α -methyl styrene, benzaldehyde and acetophenone, which are generated by the oxidative thermal degradation of PS, are an important group of carcinogenics, tumorpromoting agents and irritant compounds [5].

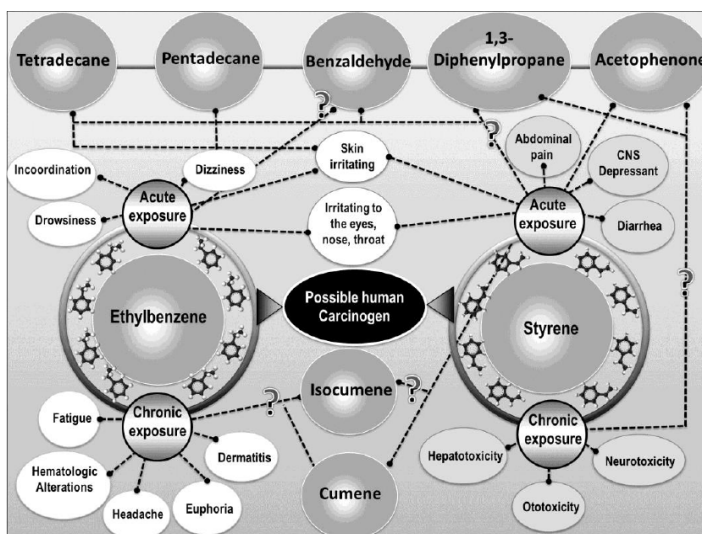


Figure 1. Visualization of possible health problems associated with different molecules released from tested polystyrene. ?= no information available [6]

The aim of this paper is to identify products of thermal degradation expanded polystyrene (EPS 70) at different temperatures up to 250 °C. Importance of this research is to observe the behavior of polystyrene at lower temperatures from environmentally or safety point of view.

2. METHODS

The samples of expanded polystyrene (EPS 70) were thermally loaded by laboratory experimental device at different temperatures up to 230 °C (180 °C, 200 °C and 220 °C). The arising gaseous products were exhausted through the active coconut charcoal (ORBO tube, SUPELCO), laboratory processed and analysis of formed volatile products were performed by method GC-MS [7] (column: HP-5MS, carrier gas: He, thermal program: 40–270 °C). The identification of determined compounds was performed using comparison of the measured mass spectra to the spectra of library NIST05. For the quantitative determination of some volatile compounds we used method of external standard.

3. RESULT AND DISCUSSION

The research was target on thermal degradation of polymer samples at lower temperatures (without flame), at temperature 230 °C the flame appears. Visually were observed changes of polystyrene samples by the process of flameless combustion. With increasing temperature could be observed processes like shrinking, bubbling and liquefaction of the expanded polystyrene (figure 2).

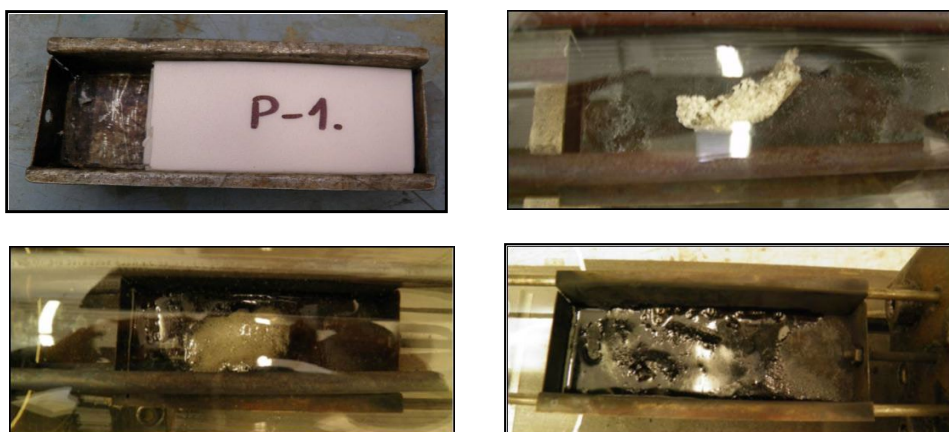


Figure 2. Material changes (compact form, shrinkage form, bubbling form, liquid form)

The formation of smoke is very high in this used conditions, the arising gaseous products could be change due the temperature and mutual interaction to other volatile compounds with more toxic effects (PAHs). There are the results of determination of the gaseous products from thermal degradation of the expanded polystarene samples at the temperatures of 180, 200 and 220 °C in tab. 1.

During the thermal degradation of the EPS 70 samples was released a significant amount of styrene, methylethylbenzene, toluene, ethylbenzene and benzaldehyde according the peak area on the chromatograms. Other gaseous products formed in smaller quantities, e.g. xylene, α -methyl styrene and styrene dimers. An example of the chromatogram of smoke sample of EPS is shown in figure 3.

Table 1. Products of thermal degradation of expanded polystyrene at different temperatures

Name	RT (min)	Ions	180 °C	200 °C	220 °C
toluene	4,1	91,92,65	+	+	+
2,5-dimethyl-1,4-dioxane	5,8	42,45,116	+	-	-
ethylbenzene	6,753	91,106,51	+	+	+
xylene	6,999	91,106,105	-	+	+
styrene	7,706	104,103,78	+	+	+
(1-methylethyl)-benzene	8,846	105,120,77	-	+	+
1-ethyl-4-methyl-benzene	8,876	117,118,91	+	-	-
propyl-benzene	9,858	91,120,92	+	-	+
benzaldehyde	10,222	77,106,105	+	-	+
alfa-methyl styrene	10,861	118,117,103	+	+	+
1,1-diphenyl-1,3-pentadiene	31,408	205,220,204	-	+	+

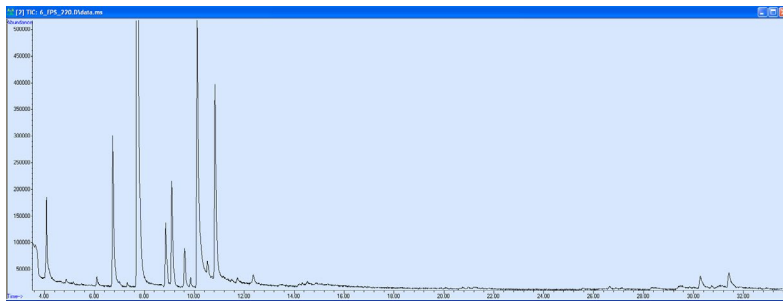


Figure 3. Chromatogram of EPS sample

We confirmed the allegations of Gurman, Baier a Levin [4] a Jiao a Sun [8], that it is possible to capture these products during thermal degradation of polystyrene. It is generally agreed that the major volatile component produced from the thermal degradation of polystyrenes is styrene monomer. The amounts of some determined volatile compounds are listed in table 2. Dominant thermal degradation product of EPS 70 samples was styrene, its amount increases with increasing temperature. Toluene and xylene were e.g. Xylene was not detected at 180 °C.

Table 2. Amount of volatile products at different temperatures

Name	Temperature	Concentration (mg/g)
toluene	180 °C	0,825
	200 °C	0,842
	220 °C	0,859
ethylbenzene	180 °C	0,900
	200 °C	0,895
	220 °C	0,860
xylene	180 °C	nd
	200 °C	0,887
	220 °C	0,886
styrene	180 °C	0,951
	200 °C	0,964
	220 °C	1,315

All of these chemical substances – products of thermal degradation of expanded polystyrene considered, are toxic and dangerous for living organisms. Formation of dangerous chemical substances of EPS 70, which is used in the insulation system, is detected even at 60 °C (what we could confirm in our further research [10]). By increasing the temperature, during thermal degradation, dangerous compounds are released and they endanger human lives and health.

4. CONCLUSION

The aim of this paper was to identify thermal degradation products of expanded polystyrene – EPS 70 at different temperatures. Thermal loading at temperatures up to 250 °C were performed by laboratory experimental device. The analysis of thermal degradation products were performed by GC-MS method. Flameless combustion was observed during thermal loading of samples at higher temperatures and ignition of the samples didn't occur. Visually, we observed melting of the sample, after that it evaporated slowly and volatile products were released into the environment.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the Slovak Research and Development Agency under the contract No. APVV-0057-12.

5. REFERENCES

- [1] Bourbigota, S., Gilmana, J. W., Wilkieb, CH. A. (2004). Kinetic analysis of the thermal degradation of polystyrene-montmorillonite nanocomposite). In Polymer Degradation and Stability 84 (2004) 483-492
- [2] Kannan, P., Biernacki, J. J., Visco Jr., D. P. (2007). A review of physical and kinetic models of thermal degradation of expanded polystyrene foam and their application to the lost foam casting process In J. Anal. Appl. Pyrolysis 78 (2007) 162–171
- [3] Faravelli, T., Pincirolu, M., Pisano, F., Bozzano, G., Dente, M., Ranzi, E., (2001). Thermal degradation of polystyrene. In Journal of analytical and applied pyrolysis 60 (2001), pp. 103-121
- [4] Gurman, J. L., BaieR, L., Levin, B. C., (1987). Polystyrenes: a review of the literature on the products of thermal decomposition and toxicity. In Fire and materials vol. 11 (1987), pp 109 – 130
- [5] Ciucanu, I., Kaykhaii, M., Montero, L., Pawliszyn, J., Szubra, J. (2002) Continuous monitoring of thermooxidative degradation products of polystyrene by membrane extraction with sorbent interface and gas chromatography. In Journal of Chromatographic Science, ISSN 1945-239X, 2002, vol. 40 p. 350-354
- [6] Pajaro-Castro, N., Caballero-Gallardo, K., Olivero-Verbel, J. (2014). Rev. Ambient. Água vol. 9 (2014) 610-620
- [7] STN EN 14662-2: 2005, Ochrana ovzdušia. Vonkajšie ovzdušie. Štandardná metóda na meranie koncentrácií benzénu. Časť 2: Odber vzoriek pomocou čerpadla s následnou desorpciou rozpúšťadlom plynovou chromatografiou.
- [8] Jiao I.-L., Sun J.-H. (2014). A thermal degradation study of insulation materials extruded polystyrene. In Procedia Engineering. ISSN 1877-7058, 2014, vol. 71, p. 622-628.
- [9] Rossi, M., Camino, G., Luda, M. P. (2001). Characterisation of smoke in expanded polystyrene combustion. In Polymer Degradation Stability. ISSN 0141 – 3910, 2001, pp.512
- [10] Veľková, V., Bubeníková, T., Kačíková, D., Kamenská, V. (2016). Possibilities of determination of volatile thermal degradation products of polystyrene. In Zborník abstraktov zo XIV medzinárodnej konferencie „Súčasný stav a perspektívy analytickej chémie v praxi“ ACP 2016. ISBN 978-80-227-4556-7.

Iveta MARKOVÁ¹
Alena OČKAJOVÁ²
Jana JAĐUĐOVÁ³

WOOD DUST RISK ASSESSMENT BY GRANULOMETRY OF SELECTED WOOD DUST

Abstract: The article deals with granulometric analysis of selected samples of wood dust sessile oak (*Quercus petraea* Liebl.) and from deciduous multiple-pore wood there was chosen European beech (*Fagus sylvatica* L.) and alder (*Alnus glutinosa* L.) and the mixture taken directly from timber production of grinders SCM SANDYA 300RCS for the purpose of selecting the percentages of the various fractions (0.032; 0.063; 0.08; 0.125; 0.250; 0.5; 1; 2 mm) of samples of wood dust. Wood dust samples were made using a hand orbital sander BOSCH PSS 200AC and sizing on the automatic mesh vibratory sieve shaker Retsch AS 200 control. The most frequent percentages of dust particles (between 50-79 %) in all samples of wood dust there were fractions of 32 μm and less than 32 μm (bottom). It creates conditions of the risk of inhaling and respirable components contained in the fraction over 32 μm and the potential of formation of a dust-air explosive mixture. Comparison of results granulometric fractions contribution of wood sanding dust typically processed wood in the furniture industry (beech, oak, spruce, fir, alder) was significantly confirmed of the particle size.

Key words: wood dust, orbital sander, granulometric analysis

ПРОЦЕНА РИЗИКА ОД ДРВНЕ ПРАШИНА ГРАНУЛОМЕТРИЈСКОМ АНАЛИЗОМ ОДАБРАНЕ ДРВНЕ ПРАШИНЕ

Резиме: Рад се бави гранулометријском анализом одабраних узорака дрвне прашина храста китњака (*Quercus petraea* Liebl.), док су од листопадних врста дрвета са вишеструким порам изабране европска буква (*Fagus sylvatica* L.) и црна јова (*Alnus glutinosa* L.), а смеша је узета директно из прераде дрвета машином за млевење SCM SANDYA 300RCS ради одабира процената различитих фракција (0.032; 0.063; 0.08; 0.125; 0.250; 0,5; 1; 2 mm) узорака дрвне прашице. Узорци прашице су добијени коришћењем ручне вибрационе брусилица BOSCH PSS 200AC и просејани на мрежи аутоматског вибрационог шејкера Retsch AS 200 control. Најчешћи проценат честица прашице (између 50-79 %) у свим узорцима дрвне прашице био је фракције од 32 μm и мање од 32 μm . Он ствара услове ризика од удисања, а респирабилне компоненте које се налазе у фракцији преко 32 μm и потенцијал формирања експлозивне смеше прашице и ваздуха. Поређење резултата гранулометријске анализе фракција прашице од дрвета обрађеног брушењем, како се обично обрађује дрво у индустрији намештаја (буква, храст, смрча, јела, црна јова), је у значајној мери потврдило величине честица.

Кључне речи: дрвна прашина, орбитална брусилица, гранулометријска анализа

¹ Department of Environmental management, Faculty of Natural Sciences, Matej Bel University in Banská Bystrica, Tajovského 40, 97401, Slovakia; iveta.markova@umb.sk

² Department of Technique and Technology, Faculty of Natural Sciences, Matej Bel University in Banská Bystrica, Tajovského 40, 97401, Slovakia; alena.ockajova@umb.sk

³ Department of Environmental management, Faculty of Natural Sciences, Matej Bel University in Banská Bystrica, Tajovského 40, 97401, Slovakia; jana.jadudova@umb.sk

1. INTRODUCTION

The timber industry belongs to the sectors where dust is generated as an undesirable waste (Krentowski, 2015, Top et al., 2016). It can be supposed in which form the wood dust occurs in premises on the basis of the particle size of the wood dust. The fractions with a larger size have tendency to settle (Tureková, et al., 2007, Tureková, 2008). The mechanical processing of wood (sawing, planing, milling and grinding) is creating a large amount of dust and chips, which in terms of risk assessment represents a potential danger of adverse events and harm employees (Tomaškin, et al. 2008). Wood dust, which is created in wood working, especially in grinding, it is flammable and can form with air an explosive mixture (Zigo, et al., 2014, Amyotte, P. 2013, Amyotte, Eckhoff, 2010). Microfractions frequency (less than 100 μm) evokes the formation of turbid dust forms. These particles are typical especially in sanding wood, which is the most essential technological operation of each timber product before its final surface finishing. Different types of wide-belt sanders, narrow-belt sanders, special sanders and hand sanders (belt, disk, vibration) with various ways of extraction are parts mainly in furniture establishments (Očkajova et. al. 2014). Modern devices have already built-in vacuum system, which aim is to remove up maximally wood dust from the operation, but not all premises have the latest technology, resulting the occurrence of dust in the work area. Similarly, it is also in the use of hand-held electric sanders, which include a built-in extraction system, but its production is not as effective as a central extraction. Amount of incipient dust, the size and shape of individual dust particles depend on the particle size distribution of the grinding tool, pressure of the grinding tools on grinding material, grinding speed, ground material and grinding direction.

Wood dust is a part of the biomass, currently used alternative fuel such as renewable energy sources. In the result of existence of the proportion of wood dust in variable particulate forms. Experts (Rohr et al., 2015) assess the potential concerns associated with the use of biomass fuels during combustion in terms of health and safety as well as the risk of explosion.

It is first necessary to know the particle size distribution, its frequency or weight frequency of the particles in certain extent of their size to assess the behavior of dust from different aspects, such as its ability to separation of different types of separators, his health action, its settling ability, explosive abilities (Mračková, et al., 2016). Exclusively polydisperse powders containing particles of different sizes are produced in assembly process (Očkajová, Banski, 2013). Degree of crushing of the base material is determined by particle size analysis, which is one of the characteristic ability of powder to produce dispersion system (Mračková et al., 2016). The particles which pass through a sieve of the mesh size and locate on the next smaller sieve of mesh size are added to the fractions with the size range of the given two mesh sizes. Set of particles in each size range is formed by sizing, from where the cumulative grading curve derives with the appropriate procedure (Očkajová, et al., 2014). Depending on the size of dust particles it is divided into broad and silk (airborne), its the particle size is up 30 μm . Part of airborne dust up the particle size of 5 μm is called respirable dust (Tureková, 2008). Their penetration into the airways depends on the size of dust particles. Dust particles with dimensions $> 100 \mu\text{m}$ in the

environment quickly settle and do not penetrate into the body (Tureková, 2008). Smaller particles with dimensions $<5 \mu\text{m}$, so-called respirable fraction tend to remain in the air and in case of inhalation they penetrate into the lungs (Tureková, 2007 Aghová 1993, Demers, Weinrich, 2005).

The aim of this paper is analysis and comparison of granulometric structure fractions of wood sanding dust from typically processed wood in the furniture industry (beech, oak, spruce, fir, alder) prepared by hand belt grinder (Bosch) and dust mixture (beech, oak, spruce) obtained in furniture establishments, focusing on microfractions (particles with a diameter of $\leq 100 \mu\text{m}$) and impact assessment woods and particle size [particle size $< 100\mu\text{m}$]. Grinding was chosen as the technological process of machining of wood, which assumes increased demand for separation device and fire safety.

2. MATERIALS AND METHODS

Three folders were prepared for the preparation of wood dust with dimensions (300x50x50 mm) for any wood species that have been dried to a moisture content of about $8 \div 10\%$. Five wood samples were selected with regard to their most frequent industrial processing and furniture establishments and also well represent coniferous, deciduous and circular-porous deciduous multiple-pore wood. From coniferous wood there were selected spruce (*Picea excelsa*) and fir (*Abies alba*), from deciduous circular-pore wood oak was selected (*Quercus petraea Liebl.*) and deciduous multiple-pore wood European beech was chosen (*Fagus sylvatica L.*) and alder (*Alnus glutinosa L.*). The sixth sample was taken directly from timber production from the premises of grinder (SCM SANDYA 300RCS), powder mixture consists of spruce, beech and oak dust. Wood dust samples were made using a hand orbital sander BOSCH pss 200ac. Samples were prepared by a specialist in grinding. For the purpose to bring grinding process as close to reality as it is possible, in terms of pressure of the grinding surface of the component, grinding speed and grinding direction (cross). Sandpaper was used with grain size P 80 in experiments (P 80 Norton H231). The dust was collected in a manual extraction equipment pocket of belt sanders, from where it spilled into plastic bags, which were carefully sealed in order not to increase the moisture of obtained dust. About 300 g of dust was obtained from each folder, which was mixed and this prepared sample for all wood species (1 kg) was the basis for the granulometric analysis.

Wood dust samples moisture was determined by gravimetric method (Table 1) and then sieve analysis was made on an automatic vibration sieving machine AS 200 (f. RETSCH) by STN ISO 3310-1:2007-03 (25 9610). The bag is cleared after each wood dust species by used a vacuum cleaner. Different types of wood dust were divided in nine fractions according to the mesh size sieve on sieving device based on sieve analysis.

Table 1. Gravimetric determination of moisture of wood dust samples

Kind of dust	Spruce	Oak	Beech	Alder	Fir	Mixture
Moisture [%]	6,4	6,5	6,2	6,4	6,4	6,1

Sieve analysis was carried out on an automated vibratory screening machine Retsch AS 200 control; a set of control stainless steel sieves, diameter of sieve 200 mm, height 50 mm, diameter of sieve mesh 0032; 0063; 0084; 0125; 0.250; 0.5; 1; 2 (mm). Shares of residues on each sieves and bottom were researched using digital laboratory balance Radwag WPS 510/C/2 with accuracy of weighing 0.001 grams. Sieving parameters: amplitude 2 mm/”g”, with an interval of 10 s , sieving time 20 minutes.

Measurement process according to STN ISO 3310-1: 2007-03 (25 9610):

- Location of sieve stack on the vibration sieving machines Retsch AS 200c.
- The weighed sample of the grinding dust (30 g) on the laboratory scale and the relocation to the upper sieve of sieve shaker.
- Containment of a set of glass lid, sieving 20 minutes.

After the finishing of sieving on the residues in the sieves and we weighed on the bottom and wrote down into the table. For each sample there were carried out five measurements used for evaluation of average values from 5 measurements.

3. RESULTS AND DISCUSSION

We evaluated results of the sieve analysis using the distributive curves of selected wood dust samples as well as by one-way analysis of variance to determine whether there is statistical significance of the impact of tree species on the particle size distribution of grinding dust and whether there is a statistical significance of the effect of wood on dust particles proportion less than 100 μm . By weight and the percentages of the various fractions of selected samples of wood dust after the sieve analysis were evaluated using distributive curves. The percentage sum of obtained values is always less weight compared to samples from the loss during sorting. The obtained distributive curve (Figure 1) define the dependence of proportional representation of weight of certain grain sizes (fractions) in the analyzed group of natural ground.

The most abundant fractions in all wood dust sample fractions were 32 μm and less than 32 μm (bottom), which represented in oak samples 55,83% of the total sample of oak wood dust (Figure 1). Fractions of 2 mm and 1 mm (0,99% of the total weight of the sample) were the least abundant fractions of oak wood dust samples. In a sample of beech wood dust fraction consisted of 32 μm and 32 μm less than 49,58% of the whole sample. Least abundant fractions were fractions 2 mm and 1 mm (0,5% of the total sample weight of beech wood dust).

In the sample of spruce wood dust fraction 32 μm over 32 μm and formed 65,13 % of the total sample less than spruce and abundant fractions are fractions of 2 mm and 1 mm (1,01 % of total weight). Fir wood dust sample is represented in 59,27 % fraction formed 32 μm less than 32 μm from weight of the sample and 0.98 % from weight represent fractions of 2 mm and 1 mm. Alder wood dust sample has the highest representation in the fraction of 32 μm , less than 32 μm and that o 78,26 % from weight of the entire sample. The least a number of fractions were fractions of 2 mm and 1 mm, which formed 1.21 % of the total weight compared with the other samples. A wood dust mixture sample copies the frequency of alder wood dust samples, where fractions of 32, μm less than 32 μm and they formed 78,74 % of the entire sample (Figure 2).

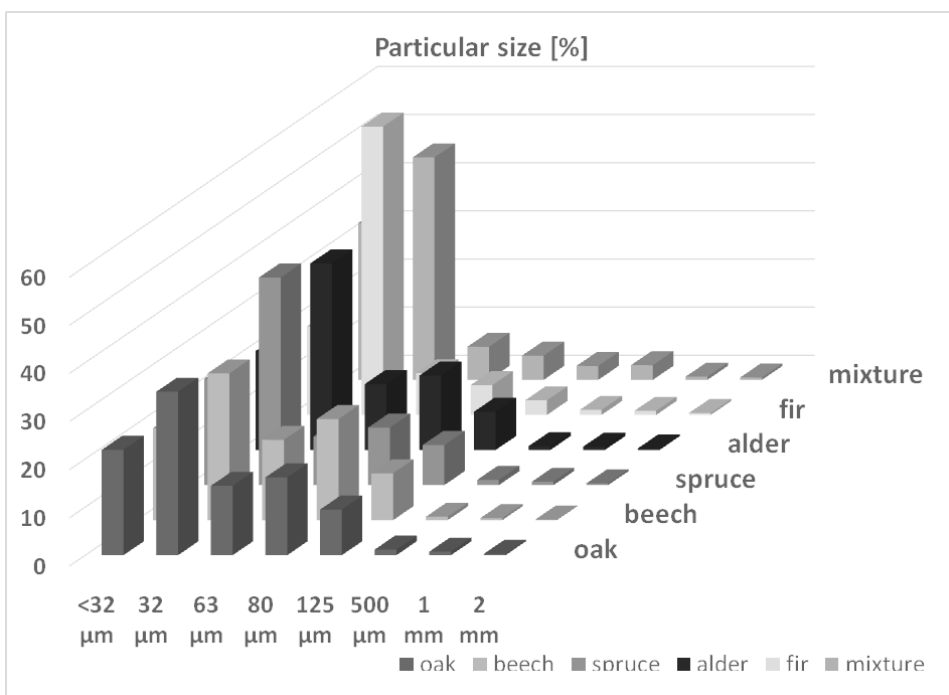


Figure 1. Distributive granularity curves of selected wood dust samples

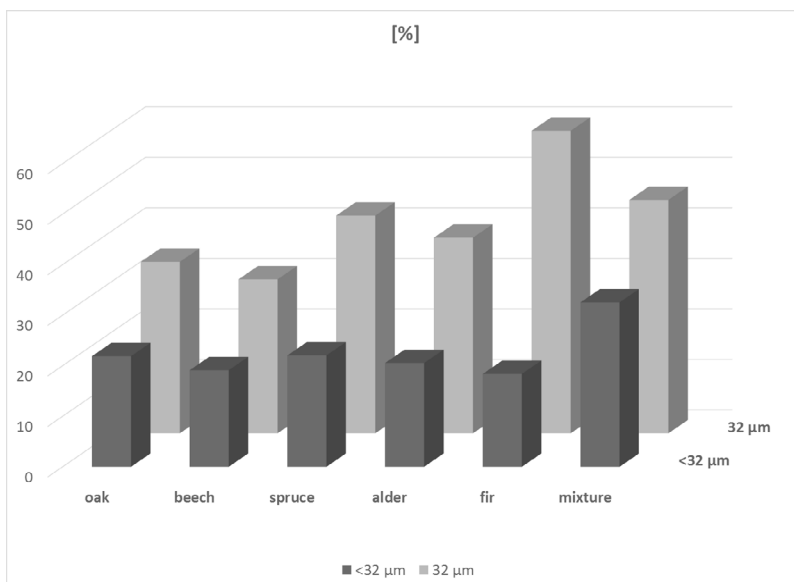


Figure 2. Mutual comparisons of the frequency of dust particles in selected samples of wood dust samples – the percentage fraction of 32 μm, and the percentage fraction less than 32 μm

It is very interesting that in the researched wood dust there were some percentage differences in all the fractions, however, in a percentage comparison of all the fractions of less than 100 μm (bottom, 32 μm , 0,63 μm , 80 μm) there were obtained very similar results for all monitored wood dust in the range from 86,4 % to 93,1 %; 86.4 % for oak, 87,23 %, for beech 87,13 % for spruce, 88,4 % for fir, 93,1 % for alder and 90,61 % for the mixture.

Obtained results are also correlated with the authors Očkajová et al., (2014), where they studied beech dust obtained using hand grinders (laboratory experiment), which worked in an embedded system with a constant contact pressure, constant cutting speed and carefully selected timber sample (no bumbs and other wood defects). Percentages part of particles <100 μm 94.28 % was obtained for a hand abrasive-band grinding machine (in grinding apeak on the fibers) and the percentages part of those particles 96,29 % was for the hand-operated circular grinder. These values are higher compared to the values obtained in the real process, which can be justified by the fact that just in laboratory experiments pressure of the grinding equipment may not be optimal elected to the sample surface, speed grinding, grinding model, the cross-grinding was not used (combination of sanding along the fibers and vertically on the fibers) and the results could affect the specific physical and mechanical properties of edged wood.,

These results correspond with the results (Očkajová, Banski, 2013), which studied the quantity of particles under 100 μm in wood dust samples of beech, pine and spruce obtained from narrow-belt grinder in premises. Our research also answered this question that the quantity of particles less than 100 μm are following: 91,95 % for beech (granulity 80), 85,07 % for pine (granulity 80), 95,01 % for spruce (granulity 120) (Očkajová, Banski, 2013). Higher values can be caused by wood species, where diffusion of properties depends on growing conditions, from the point of strain, from individual downforce of the grinding heel by the operator himself, it is also used other granulity of the grinding agent in spruce, where we have supposal for the formation of finer particles using the grinding equipment with a higher grit number.

3.1. Mathematical and statistical analysis and evaluation of results

Obtained results were subjected to statistical analysis to evaluate the impact of tree species on the particle size distribution of grinding dust and the impact of tree species on the proportion of dust particles less than 100 μm , using a statistical analysis model (Table 2) according by multifactorial analysis of variance (ANOVA) using LSD (95 %, 99 % levels for demonstrating) test (software Statgraphics version 5.0), where as the influencing factors were used: the type of wood (beech, oak, spruce, fir, alder) and the value of the particle size (0.032; 0.063; 0.08; 0.125; 0.250; 0.5; 1; 2 mm).

Basic tabular analysis of variance (table 2) shows that differences between the fractions in the trees are not statistically significant. Division into factions is not uniform. Percentages proportion of the various wood dust samples is significantly different from size fractions (table 3). Then, there were evaluated correlation values of the various fractions (Table 3) via 2-factor analysis of variance (ANOVA) using the LSD ($\alpha = 0.05$).

Table 2. Basic tabular analysis of variance of wood dust samples and their fractions

Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean Square	F – atio	Significant level
Fractional size	9103.3871	8	1137.9234	45.719	.0000
Wood	.0445	5	.0089	.000	1.000
Residual	995.57297	40	24.889324		
Total (Corrected)	10099.005	53			

Table 3 confirms difference statistically insignificant in the first four fractions. Statistically, most of the particles are in fraction 32 μm , and in the fraction > 32 μm . Statistically significant differences are not in the fractions of 125 μm , 80 μm , 63 μm and in the first four fractions (2 mm, 1 mm, 500 μm , 250 μm).

Table 3. Correlation values of the various fractions (Table 3) via 2-factor analysis of variance (ANOVA) using the LSD ($\alpha=0,05$)

Method:	95 % LSD		
Level	Count	LS Mean	Homogeneous group
2000	6	.310000	X
1000	6	.663333	X
500	6	1.361667	XX
250	6	1.583333	XX
125	6	6.890000	XX
63	6	11.72667	X
80	6	12.61667	X
30	6	22.41667	X
32	6	42.051667	X

XX – significant differences

Statistical evaluation of the results of sieve analysis shows that statistically the most particles are in fractions of 32 μm , then in the fraction over 32 μm . Due to excessive dust formation just above fractions, which also include a respirable dust component, the risk of serious danger to the health of employees is increasing. Dustiness in the workplace, due to the formation of wood dust is harmful to the human body (Tureková, 2008) and represents one of the fundamental issues of safety and workplace hygiene. Tureková (2007) presents the results of studies dealing with the issue of harmful effects of dust on human health and notes that a small portion of dust is inhaled into the lungs in dust inhalation so called respirable fraction, which consists of particles with dimensions smaller than 5,0 μm . The greater part of the dust is collected in the conducting airways (nose, larynx, tracheobronchial tree). Hygienic aspects presented by the conventions of dust in the dust in terms of STN EN 481 and US-EPA present the character of dust according to its size. An intervention fraction 20-30 μm comes to our attention, where the possibility of inhalation of wood dust is manifested.

The US Agency for Environmental Protection US-EPA (Environmental Protection Agency) has introduced additional criteria for evaluation of dust, concrete values M_{10} , $PM_{2,5}$ and PM_1 put in $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ M_{10} represents the dust in $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, where at least 50 % of the particles are smaller than 10 μm (particles with an aerodynamic diameter of 10 μm). Significant percentages proportions of samples fractions of wood dust were obtained (Figure 2), which are significantly different, but it cannot be said with certainty that M_{10} , $PM_{2,5}$ and PM_1 are in above fractions.

Obtained results by our experiment that copied the classic premises (pressure of the grinding agent was not expressly intended to the surface of the workpiece, a grinding speed was not designated, grinding direction was not intended and expertise operating the grinder was used in grinding) they did not show statistical significance of influence of timber on the proportion of particles less than 100 μm even generated under the same conditions of grinding. These claims can be supported by Očkajová et al. results (Očkajová A. et al., 2014), where the use of other types of grinders (wide) and similar results were obtained in grinding of various sintered materials. Proportion of particles less than 100 μm 96,16% was obtained in sanding MDF on the wide belt sander, proportion of particles <100 μm 89,21% was obtained in grinding DTD on wide belt sander.

Emerging percentages proportions of dust fractions represent an increased risk of explosive dust- air mixtures formation in an enclosed workplace. According to STN 26 007 (STN ISO 3569: 1995-09), based on the size of the particles dust is classified into a very fine powder designed as A D2 (0.07 to 0.40 millimeters), fine dust D1 (0,50 to 3,50 mm), fine-grained dust C (3,60 to 13,0 mm), medium grained B (14,0 to 75,0 mm) and coarse-grained (more than 75,0 mm) and irregularly shaped - fibrous dust particles E (Očkajová et al., 2006), (L & Dzurenda Orlowski, 2011)). It can be stated for all tested samples that a very fine and fine dust are the dominant components. In terms of the risk of explosion there is given fraction with an optimal fuel and concurrently, the risk of explosion increases with an increase of the very fine dust proportion. The finer dust means the higher maximum explosion pressure and the maximum rate of explosion pressure rise (brisance), and thus the smaller ignition energy is required to initiate dust-air mixture.

4. CONCLUSION

We can make the conclusion based on applied experiments that:

- percentages proportions of particles 32 μm over 32 μm represent the values from 49,58 % of the total sample weight of beech wood dust up to 78 % of total weight of alder wood dust sample from the sanding process with orbital sander GOSH pss 200Aac,
- at least abundant fractions of samples of wood dust fractions were 2 mm and 1 mm, from 0.5 % to 1 % of the total weight of the sample,
- the most abundant percentages proportion creates premises of the risk of inhaling respirable components contained in the fraction less than 32 μm and potential of dust- air explosive mixture CREATION.

ACKNOWLEDGEMENTS

This paper was supported by project ITMS 26210120024 „Renewal and development of infrastructure for ecological and environmental research at UMB“ and the Scientific Grant Agency of the Ministry of Education, science, research and sport of the Slovak Republic and the Slovak Academy of Sciences project no. VEGA 1-0547-15 „Experimental measurement and modelling of fugitive emissions“.

5. REFERENCES

- [1] Amyotte, P., 2013. An Introduction to Dust Explosions: Understanding the Myths and Realities of Dust Explosions for a Safer Workplace. An Introduction to Dust Explosions: Understanding the Myths and Realities of Dust Explosions for a Safer Workplace. Elsevier Inc. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84899749632&partnerID=tZOtx3y1>
- [2] Amyotte, P. R., Eckhoff, R. K., 2010. Dust explosion causation, prevention and mitigation: An overview. *Journal of Chemical Health and Safety*, 17(1), 15–28. <http://doi.org/10.1016/j.jchas.2009.05.002>
- [3] Ághová, L., 1993. *Hygiena*. Banská Bystrica: Osveta. 1993. ISBN 80-217-0515-9.
- [4] Dzurenda, L., Orłowski, K. A., 2011. The effect of thermal modification of ash wood on granularity and homogeneity of sawdust in the sawing process on a sash gang saw prw 15-M in view of its technological usefulness. *Drewno : Prace Naukowe, Doniesienia, Komunikaty*, vol. 54, n, 27–37. Retrieved from <http://yadda.icm.edu.pl/yadda/-element/bwmeta1.element.baztech-article-BATA-0015-0031>
- [5] Dzurenda, L., Orłowski, K., Grzeskiewicz, M., 2010. Effect of Thermal Modification of Oak Wood on Sawdust Granularity. http://doi.org/630*822.04; 630*832.17; 674.823
- [6] Krentowski, J., 2015. Disaster of an industrial hall caused by an explosion of wood dust and fire. *Engineering Failure Analysis*, 56, 403–411. <http://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2014.12.015>
- [7] Mračková, E., Krišťák, L., Kučerka, M., Gaff, M., Gajtanska, M., 2016. Creation of Wood Dust during Wood Processing: Size Analysis, Dust Separation, and Occupational Health. Retrieved November 19, 2015, from https://www.ncsu.edu/bioresources/-BioRes_11/BioRes_11_1_209_Mrackova_KKGG_Creation_WoodDust_Size_Health_7987.pdf
- [8] Očkajová, A., Banski, A., 2013. Granulometria drevného brúsneho prachu z úzkopásovej brúsky. *Acta Facultatis Xylogologiae*, 55(1), 85–90. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84878087308&partnerID=tZOtx3y1>
- [9] Očkajová, A., Beljo Lučić, R., Čavlović, A., Tereňova, J., 2006. Reduction of dustiness in sawing wood by universal circular saw. *Drvna Industrija*, 57(3), 119–126. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2s2.033846633132&partnerID=tZOtx3y1>

- [10] Očkajová, A., Stebila, J., Rybakowski, M., Rogozinski, T., Krišták, L., L'uptáková, J., 2014. The Granularity of Dust Particles when Sanding Wood and Wood-Based Materials. *Advanced Materials Research*, 1001, 432–437. <http://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.1001.432>
- [11] Rohr, A. C., Campleman, S. L., Long, C. M., Peterson, M. K., Weatherstone, S., Quick, W., Lewis, A., 2015. Potential Occupational Exposures and Health Risks Associated with Biomass-Based Power Generation. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(7), 8542–605. <http://doi.org/10.3390/ijerph120708542>
- [12] Top, Y., Adanur, H., Öz, M., 2016. Comparison of practices related to occupational health and safety in microscale wood-product enterprises. *Safety Science*, 82, 374–381. <http://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.10.014>
- [13] STN 26 0070 Clasification and symbolization of bulk material transported on conveyor equipment.
- [14] STN EN 481 Ovzdušie na pracovisku - Určenie veľkosti frakcií na meranie častíc rozptýlených vo vzduchu
- [15] STN ISO 3310-1: 2007-03 (25 9610) Test sieves. Technical requirements and testing. Part 1: Test sieves of metal wire cloth
- [16] Tomaškin, J. et al. 2008. Cultural and natural heritage in country. Banská Bystrica: Faculty of Natural Sciences Matej Bel University, 215 p. ISBN 978-80-8083-687-0.
- [17] Tureková, I., 2008: Význam požiarotechnických vlastností potravinárskych prachov v praxi. In: Manažérstvo životného prostredia 2008. Žilina : Strix et VeV, 2008, s. 161-166. ISBN 978-80-89281-34-3.
- [18] Tureková, I., Slabá, I., Duchoň, M., 2007. Hodnotenie rizík prachu v pracovnom prostredí. In: Bezpečnosť a ochrana zdravia při práci 2007 : Sborník přednášek. Mezinárodní konference. VII. ročník. Ostrava, 12.-13.6.2007. - Ostrava : Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007. - ISBN 978-80-7385-004-3. - S. 321-327.
- [19] Zigo, J., Rantuch, P., Balog, K., 2014. Experimental Analysis of Minimum Ignition Temperature of Dust Cloud Obtained from Thermally Modified Spruce Wood. *Advanced Materials Research*, 919-921, 2057–2060. <http://doi.org/10.4028/www.scientific.net-/AMR.919-921.2057>

Linda MAKOVICKÁ OSVALDOVÁ¹
Radovan ROMPILA

REACTION TO FIRE SELECTED COATING MATERIALS

Abstract: Paper deals with selected upholstery flammability test materials with the contents that in case of fire can cause a risk of spreading the fire. Of the selected materials we used the most frequent materials for upholstery. We monitored them to initiate spontaneous flammability on various sources of ignition, and flame propagation speed. All tests are performed in accordance with applicable Slovak technical standards. In the paper are described methods of individual tests and proposals for action by various retardation.

Key words: coating materials, flammability, flame propagation, fire, testing methods

РЕАКЦИЈА НА ПОЖАР ОДАБРАНИХ ТАПЕТАРСКИХ МАТЕРИЈАЛА

Резиме: Рад се бави тестирањем запаљивости одабраних тапетарских материјала са садржајем који у случају пожара може изазвати ризик од ширења пожара. Одабрани су најчешће коришћени материјали у тапетарству. Пратили смо их до спонтаног паљења на различитим изворима паљења, и брзине простирања пламена. Сви тестови су изведени у складу са важећим словачким техничким стандардима. У раду су описане методе појединих испитивања, и предлози за успоравање горења различитим средствима.

Кључне речи: тапетарски материјали, запаљивост, ширења пламена, пожар, методе испитивања

¹ Doc. ing. Linda Makovická Osvaldová, PhD., University of Žilina, Faculty of Security Engineering Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina, Slovakia, tel.: +421 41 513 6796
e-mail: linda.makovicka@fbi.uniza.sk.

1. OVERVIEW OF THE CURRENT SITUATION

Safety issues of upholstered furniture are on the agenda of the European Parliament represented by Furniture and Furnishings (Fire Safety) regulation concerning upholstered furniture, where the Article 3 states:

“Upholstered furniture must meet the requirement of non-ignition.” The requirement of non-ignition lies in limited response to ignition from a cigarette so that the fire does not spread into the surrounding area” A press release of the European Commission in Brussels refers to cigarettes which, when unattended, become one of the primary causes of fatal fires in Europe and the Member States quote up to 30 000 fires caused by cigarettes reporting 1000 casualties and more than 4 000 people injured. The European Union has adopted new safety standards reducing fires by more than 40 % by thanks to the introduction of reduced ignition propensity cigarettes which self-extinguish when thrown away. (Published, Official Journal of the EU, 17.11.2011) Companies producing cigarette paper were forced to change the method of production so that the two bands of thicker paper are inserted into the cigarette lengthwise in two points. Tobacco of a discarded cigarette, when left unattended, meets one of the strip that reduces the air and oxygen supply ensuring that the cigarette goes out (Fig. 1).



Figure 1. Fire-safe cigarette [9]

Cigarette paper belongs to the category of paper specified for the production of tobacco products where cellulose is the crucial element; white colour is obtained by adding chemical additives such as magnesium carbonate, calcium carbonate or potassium nitrate. The paper ensures harmonic burning. Cigarette filter reduces the amount of harmful substances in the inhaled smoke. They are produced in different forms depending on the manufacturer. It consist of the three main parts: filling - bundle of fibres of cellulose acetate or paper; with more expensive cigarettes, these fillings are replaced by cotton; cheaper ones have different replacements which create the main part of the filter; a plasticiser – softening agent added in small quantities binding the filter fibres and keeping it soft; tipping paper – paper wrapped around the filter and connected to cigarette rod containing tobacco filling – it is considered to be a part of the filter; the last part is represented by adhesive ensuring that the cigarette will not unroll [5].

The most common causes of fire, as a consequence of a cigarette as the initial source, are nowadays extremely problematic. Finding direct evidence concerning the issue is very difficult, and, in most cases, only indirect evidence can be found. Materials that are the most common causes of fire are listed in table 1.

Table 1. Initiating materials

Material	Percentage [%]
Cotton, silk, untreated fabrics	54,3
Treated or hand made fabrics	13,7
Untreated, bare paper	9,6
Fabrics, textiles, imitation leather	3,7
Sawn timber	3,2
Polyurethane	1,6
Tobacco	1,4
Miscellaneous	1,4
PVC	1,2
Plastics	0,9
Other	6,7
Unknown material	2,3

2. METHODOLOGY OF THE EXPERIMENT

This European standard specifies the test method for flammability tests of material combinations such as upholstery covers and paddings/stuffings used for the manufacture of upholstered sitting furniture where a smouldering cigarette represents the source of ignition. The test only determines the flammability of material combinations upholstered sitting furniture consists of and does not determine the flammability of individual materials used for its manufacture. It indicates its flammability but cannot provide reliable information about the flammability course of the final product (furniture) [6].

Upholstered furniture tests have been carried out using three basic samples which are often used and are easily available. The sample have been cut into desired dimensions in accordance with the Slovak norms in force. Each test specimen has different composition and surface. Test procedure and results are shown in the following section.

Sample No. 1: Artificial leather-ROMA (Fig. 2). Technical parameters of the upholstered material: No surface treatment, clean with natural texture

Quality: artificial leather,

Composition - surface: 100 % polyvinyl chloride, Fabric: 100 % polyester.

Width - 140cm,

Weight - 390 g/m² +/- 5 %,

Thickness - 0,70 mm +/- 0,1 mm,

Martindale (the most popular method for wear resistance tests) - 60 000 MD [21].



Figure 2. Artificial leather - Roma (Source: author, 2016)

Sample No. 2: Suede – OPAL (fig. 3). Technical parameters of suede (of light colour): leather with a protective layer ensures greater resistance against sunlight, water and dirt.

Quality – suede,

Composition – 80 % polyester, 20 % acrylic,

Width – 150cm,

Weight – 280 g/m²,

Thickness – 0,65 mm +/- 0,1 mm,

Martindale 45000 MD [22].



Figure 3. Suede - OPAL (Source: author, 2016)

Sample No. 3: Microplush – ROMA (fig. 4). Technical parameters of furniture microplush (of red/wine colour): covering material - microplush - with a delicate print and delicate patterns - is soft and resistant to sunlight.

Quality – microplush,
Composition – 98 % polyester, 2 % cotton,
Width – 140 cm,
Weight – 280 g/m²,
Thickness – 0,70 mm +/- 0,1 mm
Martindale – 50 000 MD.



Figure 4. Microplush - Pony (Source: author; 2016)

3. TEST PROCEDURE ACCORDING TO STN EN 1021-1: 2006

The test procedure – a set of upholstery materials shall be exposed to the ignition source – a smouldering cigarette. The materials are arranged so that the set matches with the place between the bottom of an armchair and the armrest. Flammability of the set is determined by using smoking equipment such as a cigarette. The method tests the flammability of the whole system i.e. upholstery cover, interliner, paddings and stuffings etc. in the arrangement suitable for the test equipment [6].

Within 20 minutes after taking the materials out of the conditioning atmosphere, a cigarette is lit and the air is absorbed through it until the end of the cigarette is visibly burning. During this stage, at least 5 mm but no more than 8 mm of the cigarette length should be spent [6]. Burning cigarette shall be positioned along the contact line between horizontal and vertical part of the test assembly so that the cigarette is at least 50 mm from one of the edges or from any area potentially damaged by the previous test. At the same time, the timer has been launched [6].

Burning course has been monitored and any traces of sustained smouldering or flame combustion of the padding or cover have been recorded. If sustained smouldering or flame combustion of the layers of the upholstery occur, test assembly is put out and the information is recorded; time between placing the cigarette onto the test assembly and

extinguishing it is recorded as well. If ignition by sustained smouldering or by flame combustion do not occur or the cigarette does not burn its full length, then the information is recorded and the test shall be repeated once again using a new cigarette at 50 mm distance from the area potentially damaged by the previous test [6].

If no ignition caused by sustained smouldering or flame combustion occur; or if the cigarette does not burn its full length during the second test, then the data is recorded and final inspection is made [6]. Cleaned test equipment unfolds and both the upholstery cover and the interliner (if there is any) are fixed to a bar. Stuffings and paddings are placed below the interliner and are fixed into frames. The frame is covered by the upholstery cover and 20 mm of the cover must be sticking out. By using at least four clips for each side, the cover is then fixed onto the frame on the top and bottom part of the frame. Clips must be at least 60 mm long (Fig. 5) [7, 6].



Figure 5. Test equipment (Source: author, 2016)

OWA LABOR calibrated scales (fig. 5), II. class of accuracy with non-automatic weighing instruments were used to weigh the source of ignition - the cigarette. Ignition Source: smouldering cigarette, cigarette of circular cross-section must be used, with no cigarette holder, meeting the following requirements.

4. MEASURED VALUES

Fig. 6 shows an upholstery material, artificial leather – Roma, which was used to carry out the test with a smouldering cigarette as the ignition source. According to the above mentioned criteria, the test specimen has burned through its thickness whereas the whole test assembly hasn't. During the first test, the length of burnt part was 3 cm; during the second test, the length was reduced to 2.6 cm. Time of smouldering of the ignition source (cigarette) was 27 minutes during the first test, the second test had a similar time frame of 29 minutes [1].



Figure 6. Smouldering course of artificial leather – Roma (Source: author, 2016)

Table 2. Smouldering test of artificial leather - Roma

		Cigarette 1	Cigarette 2
Criteria of smouldering	Burning spreading dangerously	No	No
	Test assembly has burnt out	No	No
	Test assembly has burned through by smouldering towards edges	No	No
	Test assembly has burned through by smouldering in its thickness	Yes	Yes
	Smouldering of the test assembly for more than 1h	No	No
	Presence of active smouldering during the final inspection	No	No
Criteria of burning	Occurrence of flames	No	No

4.1. Sample no. 2



Figure 7. Smouldering course of suede - OPAL (Source: author, 2016)

Smouldering and burning test were carried out on a suede sample - Opal. During the test, the upholstery material burned through - the figure 7. After the cigarette has burned, the length of burned thruout part was 5,1 cm during the first test and 6,5 cm during the second test [2].

Table 3. Smouldering test - suede - Opal

		Cigarette 1	Cigarette 2
Criteria of smouldering	Burning spreading dangerously	No	No
	Test assembly has burnt out	No	No
	Test assembly has burned through by smouldering towards edges	No	No
	Test assembly has burned through by smouldering in its thickness	Yes	Yes
	Smouldering of the test assembly for more than 1h	No	No
	Presence of active smouldering during the final inspection	No	No
Criteria of burning	Occurrence of flames	No	No

4.2. Sample No. 3

With the final sample – micro-plush Pony (Fig. 8) - smouldering and burning tests have been carried out as in the previous cases. During the test, the test sample burned through according to the above mentioned criteria [3].



Figure 8. Smouldering course of micro-plush - Pony (Source: author, 2016)

Table 4. Smouldering test - micro plush Pony

		Cigarette 1	Cigarette 2
Criteria of smouldering	Burning spreading dangerously	Yes	Yes
	Test assembly has burnt out	No	No
	Test assembly has burned through by smouldering towards edges	No	Yes
	Test assembly has burned through by smouldering in its thickness	Yes	Yes
	Smouldering of the test assembly for more than 1h	No	No
	Presence of active smouldering during the final inspection	No	Yes
Criteria of burning	Occurrence of flames	Nie	Áno

5. EVALUATION AND RECOMMENDATION

The test was carried out according to the STN EN 1021-1:2006 norm; samples no. 1 and no. 2 – smouldering depending on the smouldering cigarette without any flame combustion; sample no. 3 – sustained smouldering caused flame combustion of the upholstery material which spread rapidly towards the edges, dripping of the burning parts occurs and the sample must have been extinguished.

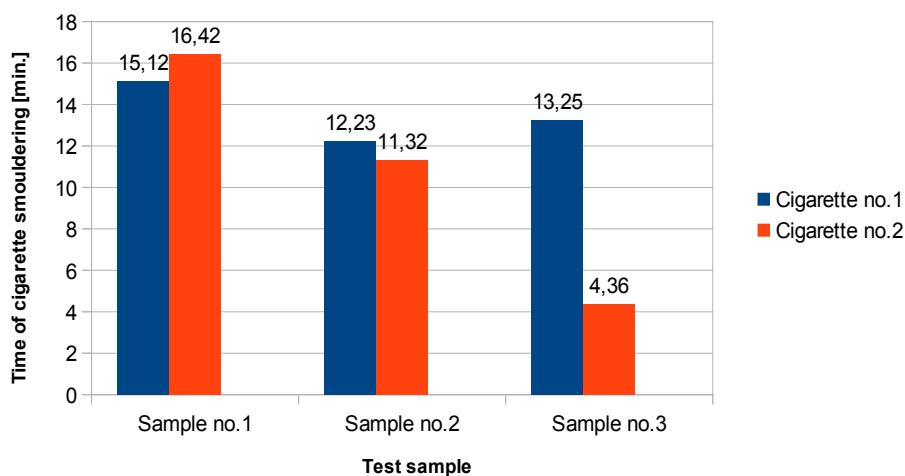


Figure 9. Time of cigarette smouldering (Source: author, 2016)

In all of the cases, cigarette smouldering took place in different time intervals which had an impact on the size of burned area of the fabric; the times were not identical in any of the tests. None of the test specimens, carried out according to STN EN 1021-1 norm, were burning for more than 1 hour and the whole test assembly did not burn out either. Cigarette burning is affected by air speed in particular; this was proven by the test no. 3, where, on the basis of higher temperature and air circulation, thermal degradation of the material occurred; that has released thermal energy triggering substantial cigarette burning. Evaluation of the experiment with a smouldering cigarette after putting it onto the sample no. 1 (artificial leather – Roma), the test sample burned through its thickness, rapid spread of burning has not occurred. Active smouldering of the sample has not been recorded. Sample no. 2 (suede – Opal); active smouldering has not occurred in neither of the tests, the cigarette burnt through its thickness and went out. Sample no. 3 (microplush - Pony); smouldering occurred during the first test but it did not cause any rapid spread of burning; as in the previous cases, the sample has burnt through its thickness. During the second test, active air has been pumped into the laboratory room causing dangerously spreading burning, the source and the air flow triggered a flame which spread out towards the edge of the assembly. The best properties during the test procedures have been achieved with the sample no. 1 (artificial leather - Roma) and the sample no. 2 (suede - Opal). Fig. 9 shows the time of cigarette smouldering for the individual test samples.

6. CONCLUSION

Upholstered furniture is a risky category in terms of safety, thermal stress, self-ignition and burning. In the event of potential fire, characteristics of different materials on the basis of chemical, natural and metallurgical fibres is from the point of view of fire safety the riskiest part of the interior and exterior. Material composition of textiles must be sanitary; suitable choice of material can influence or mitigate the consequences of fire. Getting to know the fire-technical properties of textiles and materials is a decisive factor, not only from the point of view of its design and comfort but also to assess how these materials influence burning course and consequences of a fire. In contact with a small source of ignition, upholstered material is easy to ignite and tends to burn with an increasing intensity.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the Slovak Grand agency VEGA. (Project 1/022/16|6| Fire safe insulation systems based on natural materials.)

7. REFERENCES

- [1] Koženka-Roma [online]. Webová stránka Garniže [cit. 2016-04-27]. Available on: <http://www.garnize.eu/jaja/eshop/3-1-Kozenky/21-2-Roma>
- [2] Brúsená koža-Opal [online]. Webová stránka Idealdecor [cit. 2016-04-27]. Available on: <http://www.idealdecor.sk/sk/detail/genova-05-opal>
- [3] Mikroplyš-Pony [online]. Webová stránka Kremik [cit. 2016-04-28]. Available on: <http://kremik.sk/nabytkove-latky-mikroplys-pony/11224-nabytkova-latka-mikroplys-pony-11cervena-vinova.html>

- [4] Kačíková, D.: Vybrané kapitoly z dynamiky požiaru. Študijné texty pre voľný ročník študijného programu Hasičské a záchranné služby. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene. 2006. 52 p.
- [5] Schartel, B., Pawlowski, K., H., Lyon, R., E.: Pyrolysis combustion flow calorimeter: a tool to assess flame retarded PC/ABS materials. In: Thermochemica Acta, vol. 2007. 462 p. ISSN 0040-603.
- [6] STN EN 1021-1: 2006 Nábytok. Hodnotenie zápalnosti čalúneného nábytku. Časť 1: Zdroj zapálenia: Tlejúca cigareta.
- [7] Gašpercová, S.,: Textil isolation from fireprotection point of view. In: Wood and fire safety zborník príspevkov z VIII. medzinárodnej vedeckej konferencie: Vysoké Tatry, Štrbské Pleso, Slovenská republika 8.-12. máj 2016. - Žilina: Žilinská univerzita, 2016. - ISBN 978-80-554-1206-1. - CD-ROM, s. 33-38.

Miroslava VANDLÍČKOVÁ¹

FIRE-TECHNICAL CHARACTERISTICS OF CHOSEN COMBUSTIBLE FOOD DUSTS

Abstract: Combustible dusts in food industry are a significant risk, especially with regard to their explosion. Under certain specific circumstances it may occur in food companies very quickly and damage that can be caused by such explosions, mostly climb to huge amounts. Loss of life or injury of workers' health are no exception. Therefore, it is important to pay attention to fire-technical characteristics of combustible food dusts to protect against emergencies as a result of the explosion. The article deals with the characteristics of combustible dusts, especially the fire-technical characteristics, as well as with an explosion protection in food business.

Key words: combustible dust, flammable dust, food industry, fire-technical characteristics, dust explosions, explosion protection

ПОЖАРНО-ТЕХНИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ОДАБРАНИХ ВРСТА ГОРИВЕ ПРЕХРАМБЕНЕ ПРАШИНЕ

Резиме: Горива прашина у прехранбеној индустрији представља значајан ризик, нарочито с обзиром на могућност њене експлозије. Под одређеним околностима у прехранбеној индустрији може доћи до ње веома брзо, а штета која може бити узрокована таквим експлозијама, углавном се пење до великих износа. Губитак живота или повреде радника нису изузетак. Стога је важно обратити пажњу на пожарно-техничке карактеристике гориве прашине пореклом од намирница како бисмо се заштитили од ванредне ситуације која је резултат експлозије. У раду се разматрају карактеристике гориве прашине, посебно оне пожарно-техничке, као и заштита од експлозије у прехранбеним предузећима.

Кључне речи: горива прашина, запаљива прашина, прехранбена индустрија, пожарно-техничке карактеристике, експлозија прашине, заштита од експлозије

¹ Ing., Ph.D., University of Žilina, Faculty of Security Engineering, Department of Fire Engineering, Street of the 1st May 32, 010 26 Žilina, Slovak Republic,
Miroslava.Vandlickova@fbi.uniza.sk

1. INTRODUCTION

Since time immemorial it has been used and worked with flammable dusts in food industry. The dust is mainly worked with in mills and different silos. Because of the flammability of the dusts a hazard of fires or explosions there has been always present in our society. The risk caused due to the manifestation of this danger has been increased in recent decades when these dusts began to be produced industrially. In this industrial area there is the risk of sedimented dust higher because of his big amounts, and there is also the frequency of equipments that may figure as ignition sources of fires and explosions higher. The consequences of such events may have strong influence on the used technology but also on the health of workers. In an environment where an explosion of combustible dust is present there must be met simultaneously several conditions for physico-chemical properties and fire-technical characteristics of the dust, which are necessary for determining formation of dust explosion. Therefore it is necessary to know all chemical and physical properties and also fire - technical characteristics of the dusts which is under construction. It is also necessary to use verified practices and to have also installed safety devices that can protect the technology against fires or explosions, or they can dispose of them very quickly in time.

2. SPECIFICS OF FLAMMABLE DUSTS PRESENT IN FOOD INDUSTRY AND AGRICULTURE

Food factories have some specifics that make the situation more favorable compared to other industries. They have a higher level of hygiene and cleanliness in the workplace, so there is usually not used to manipulate with higher amount of dust out of the technology and thus the risk of explosive atmospheres creation relates in the vast majority only to the interior of the devices (for example, in tanks and silos of flour, sugar, cocoa and other loose (powdery) materials and in transport systems or machines for mixing raw materials. But at that same time, however, this fact conceals a big danger of underestimating of situation. Operation, which for the first view looks clean and dust-free hides considerable risks at places which are not visible.

Agricultural operations are doing from this point of view considerably worse. Often the material is handled in an open area outside of the technology (such as income trashes, loose grain stores). It is raised a large amount of fine waste dusts during processing and cleaning of agricultural products (cereals, corn, to a less extent also canola and poppy). And also housekeeping in some areas, particularly in building silos and crop lines, is often problematic [6].

2.1. Real industry accidents caused by explosion of combustible food and agricultural dusts

Historically, the explosion of food and agricultural dusts are known phenomenon for more than 200 years. The first explosion that was recorded was mill dust explosion in a warehouse in Turin in 1785. During following period there were many dust explosions in

warehouses and food industries. E.g. in 1979 in Germany, an explosion destroyed almost the entire mill and caused 14 deaths. In 1982 there were also two major explosions in France in silo of the sugar factory “Boiry Sainte Rictude” and malthouse “Metz”. For example, there were killed 12 people [3].

On February 7, 2008, a huge explosion and fire occurred at the Imperial Sugar refinery northwest of Savannah, Georgia, causing 14 deaths and injuring 38 others, including 14 with serious and life-threatening burns. The explosion was fueled by massive accumulations of combustible sugar dust throughout the packaging building [4].



Figure 1. Imperial Sugar Refinery after explosion of sugar dust [4]

2.2. Fire-technical characteristics of food and agricultural dusts

To occur flammable dust explosions there are simultaneously present the following elements needed: combustible dust, initiating ignition source, oxygen (air), dispersion of combustible dust particles and their occurrence in a confined space (eg. in a container room in a manufacturing or processing facility) . Experimental tests can provide information about a number of basic fire - technical characteristics of dust, among which we include for example lower explosion limit, maximum explosion pressure, maximum rate of pressure rise, explosion constant K_{st} , minimum initiation energy, combustion temperature of sedimented dust, the combustion temperature of the swirled dust, the ignition temperature of sedimented and swirled dust, limit oxygen number.

For large number of combustible dusts it can be found these fire - technical characteristics in tables or specialized technical literature. However, it should be kept in mind that the values of these characteristics have the character of intervals, so they need to be understood just as approximate guide values. Safety parameters of combustible dust always depend on a specific technology and on conditions of handling with the substance [5]. In following tables there could be seen the fire-technical characteristics of particular food flammable dusts stated in technical literature.

Table 1. Fire-technical characteristics of dried milk [2,8,9]

DRIED MILK	
Lower explosion limit [g/m ³]	60
The ignition temperature of the seated dust [°C]	330
The ignition temperature of the whirled dust [°C]	520
Maximum explosion pressure [MPa]	0,86
Explosion constant K _{st} [bar.m/s]	90
Minimum ignition energy [MJ]	35

Table 2. Fire-technical characteristics of cocoa [2,8,9]

COCOA	
Lower explosion limit [g/m ³]	65
The ignition temperature of the seated dust [°C]	200
The ignition temperature of the whirled dust [°C]	500
Maximum explosion pressure [MPa]	0,47
Minimum ignition energy [MJ]	100

Table 3. Fire-technical characteristics of dust sugar [2,8,9]

DUST SUGAR	
Lower explosion limit [g/m ³]	45
The ignition temperature of the seated dust [°C]	400
The ignition temperature of the whirled dust [°C]	370
Maximum explosion pressure [MPa]	0,75
Explosion constant K _{st} [bar.m/s]	126
Minimum ignition energy [MJ]	30

Table 4. Fire-technical characteristics of wheat flour [2,8,9]

WHEAT FLOUR	
Lower explosion limit [g/m ³]	125
The ignition temperature of the seated dust [°C]	360
The ignition temperature of the whirled dust [°C]	480
Maximum explosion pressure [MPa]	0,7
Explosion constant K _{st} [bar.m/s]	63
Minimum ignition energy [MJ]	40

3. EXPERIMENTS

There are two basic methods for measuring of ignition temperature of food dust, and those are measuring in sedimented state and measuring in whirled state of dust. Our experiments shown in this article are provided according to the second method. The measuring equipment is shown in the following figure 2.

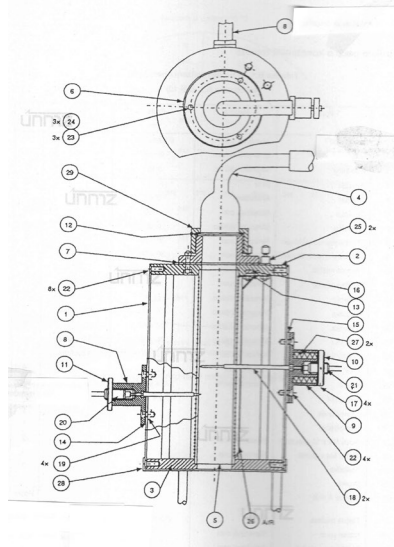


Figure 2. Equipment for measuring of ignition temperature of whirled dust. Legend: 1 – furnace shell, 2 – top cover, 3 – lower cover, 4 – adapter, 5 – tube, 6 – sleeve, 7 – mat, 8,9 – flange for thermocouple, 10, 11 – locknut, 12, 13, 14, 15, 24 – mat, 16 – ring, 17 – pin, 18 – sleeve, 19 – nut, 20, 21 – thermocouple, 22 – countersunk bolt, 23 – convex nut, 25 – terminal, 26 – Kanthal wire, 27 – compression spring, 28 – rack ovens, 29 – hedging ring, 30 – dust collector [7]

The values measured by the equipment for measuring of ignition temperature of whirled dusts are shown in the next table 5. As it can be observed in comparison with the values written in technical tables and literature there are some small variations in our laboratory measurements. They can be caused, as it is mentioned above, by the particular structure of the dust, by the size of its particles, by humidity of the dust, etc.

Table 5. Fire – technical characteristics of particular food dusts measured in our laboratory

Minimum ignition temperature of whirled dusts [°C]		
Dust	Measured value	Tabled value
Flour	390	485
Whole grain flour	neg	-
Dust sugar	380	360
Cocoa	480	500
Dried milk	510	520

4. CONCLUSION

Fire-technical characteristics of combustible dusts such as ignition temperature of dust in deposit state, ignition temperature in whirled state, minimum ignition energy, explosion constant K_{st} , etc. are not physical constants [1] and are depending on test conditions, on structure of the dusts, on size of dust particles, on humidity and many others circumstances and conditions. Using direct value of particular fire-technical characteristics without measuring for particular dust is not the right way and the safety in the food industries and agricultural companies could not be exact. That is why every food and agricultural plant needs to have measured all fire-technical characteristics of the dusts that occur in the particular company. Such way of characterization of the sample could lead to higher safety of the food industry and to protecting many lives of workers and property.

ACKNOWLEDGEMENTS

„Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvyč. APVV-0727-12“.

„This work was supported by the Agency for Research and Development under the contract no. APVV - 0727-12.“

5. REFERENCES

- [1] Balog, K. and team: Flammability of materials and forensic approach in fire investigation. ExFoS – Expert Forensic Science, XXIIIrd international conference, Brno 2014, Czech republic
- [2] Beck, G. and team : Požárně a bezpečnostně technické charakteristické hodnoty nebezpečných látek 1., 2., 976 p., 1990 Praha, ČSSR.
- [3] Damec, J. a kol.: Protivýbuchová prevence v potravinářství a zemědělství. Edice SPBI Spektrum, 1999, p.2, ISBN: 80-86111-41-5
- [4] Imperial Sugar Company Dust Explosion and Fire. [cit. August, 8th, 2016]. Available at <http://www.csb.gov/imperial-sugar-company-dust-explosion-and-fire/>
- [5] Kořínek, K.: Požárně technické charakteristiky prachů a jejich význam v technické praxi. Výzkumný ústav bezpečnosti práce. Knihovna BOZP, čítárna [online], [December, 22nd, 2006], [cit. August, 2nd, 2016]. Available at http://www.bozpinfo.cz/win/knihovna/bozp/citarna/clanky/pozarni_ochrana/prach_vybuchy_pozary.html
- [6] Nebezpečí výbuchu – potravinářské a zemědělské provozy. [Online] [September, 11th, 2014]. [cit. August, 8th, 2016]. Available at <http://www.bezpecnostprace.info/item/nebezpeci-vybuchu-potravinarske-a-zemedelske-provozy>
- [7] STN EN 50281-2-1 Elektrické zariadenia do priestorov s horľavým prachom, Časť 2-1 : Skúšobné metódy, Metódy na stanovenie minimálnych teplôt vznietenia prachu. Slovenský ústav technickej normalizácie, Bratislava 2002, 32 p.
- [8] Štroch, P.: Procesy hoření a výbuchů, EDIS ŽU, 2010 Žilina, 156 p. ISBN 978-80-554-0187-4.
- [9] Štroch, P.: Riziko výbuchu prašných směsí a možnosti prevence, 80 p., ISBN 978-80-7362-515-3

Iveta CONEVA¹

DETERMINING THE FLASH POINT IGNITION AND SELF-IGNITION TEMPERATURE OF TISSUE PAPER

Abstract: The aim of experimental investigations was to verify and compare the effect of bleaching agent hydrogen peroxide and the enzyme for cellulose products combustion processes. Subjects of tests were input raw material samples – waste paper, wood pulp and intermediary product – tissue paper. Namely, following fire technical parameters: flash ignition temperature and self-ignition temperature of selected cellulose materials were determined and compared by method in STN ISO 871:1999 Plastics. In the determination of ignition temperature was used a hot-air furnace.

Key words: combustion cellulose products, waste paper, tissue paper, flash point ignition temperature, flash point self-ignition temperature, oxidizing agent, hydrogen peroxide, an enzyme

ОДРЕЂИВАЊЕ ТАЧКЕ ПАЉЕЊА И ТЕМПЕРАТУРЕ САМОЗАПАЉЕЊА ХИГИЈЕНСКОГ ПАПИРА

Резиме: Циљ експерименталних истраживања је био да се провери и упореди ефекат агенса за избелјивање водоник пероксида и ензима код горења целулозних производа. Предмет испитивања су били узорци сировина – старог папира, целулозе и међупроизвода – хигијенског папира. Наиме, методом из STN ISO 871:1999 Plastics одређени су и упоређени технички параметри пожара: тачка паљења и температура самозапаљења одабраних целулозних материјала. За одређивање температуре паљења користили смо пећ за топао ваздух.

Кључне речи: сагоревање целулозних производа, стари папира, хигијенски папир, температура паљења, температура самозапаљења, оксидационо средство, водоник пероксид, ензим

¹ Ing., Ph.D., Slovak Republic, University of Žilina, Faculty of Security Engineering, Department of Fire Engineering, str. 1. maja 32, 026 01 Žilina, e-mail: iveta.coneva@fbi.uniza.sk

1. INTRODUCTION

1.1. Fire danger pulping

Structural fire safety depends on many factors: e.g. on amount and type of flammable products, materials and substances placed in those [1, 2, 3, 4]. In building structures and in technologies, too, flammable cellulose materials are present frequently [5-25], (for example wood, wood pulp, cellulose, paper, waste paper, tissue paper, etc.) In technology of paper production and processing, namely of tissue paper from basic input raw materials: wood pulp and waste paper, pulping operation connected with treatment and removal of unwanted printing dyes belongs to the most hazardous as regards possible origin of fire. During bleaching, contact flammable input raw materials (wastw paper) and strong oxidizing agent, hydrogen peroxide, takes place. Hydrogen peroxide itself is not flammable but significantly supports burning process and thus increases fire danger in pulping operation at pulp cellulose preparing and in technological process of production tissue paper products: hygienic toilet paper, hygienic napkins and handkerchiefs [5-25]. It is possible to substitute used bleaching agent, hydrogen peroxide, by other more suitable and more fire safety substance in practice. This substance is an enzyme that causes more effective enzymatic bleaching of waste paper input raw material. Presence of cellulose materials as well as products significantly influences burning process thus it is important to know their fire technical parameters, for example the flash ignition temperature and self-ignition temperature. Measured results can serve for comparison and assessment of fire origin possibility in technology of tissue products production focused on a bleaching process by two different methods- the peroxide one and the enzymatic one. Effect of used bleaching agents (hydrogen peroxide and enzyme) on inflammability of completed tissue products will be evaluated: that finally affects solving of fire protection topic in various building structures, namely in technological process of tissue product production [9, 10, 12].

2. DETERMINATION OF FLAMMABILITY IN A HOT-AIR FURNACE

2.1. The flash point ignition and self-ignition temperature

Fire technical characteristics-flash ignition temperature and self-ignition temperature of selected cellulose materials are to be determined and compared by method of STN ISO 871:1999 Plastics: Determination of ignition temperature using a hot-air furnace. This standard STN ISO 871 refers to the laboratory method of determination of ignition temperature using a hot-air furnace [9, 10, 12], [26-30]. Results of this test can be used as elements of fire hazard estimation when all factors relating to fire hazard estimation in any specific case are taken into account. Tests carried out under this method conditions have relevant significance at comparison of relative flammability characteristics of different materials. Obtained results represent the lowest temperature of ambient atmosphere when inflammability of material occurs under test conditions. Measured values allow arranging materials according to their susceptibility for inflammability under common use conditions. Determination of inflammability in a hot-air furnace is a suitable test also for polymeric materials on cellulose base [9, 10, 12],[26-30].

Flash ignition temperature (FIT) is the lowest temperature at which, under specified test conditions, sufficient flammable gases are emitted to ignite momentarily on application of a pilot flame [9, 10, 12, 14].

Spontaneous-ignition temperature (SIT) is the lowest temperature at which, under specified test conditions, ignition is obtained by heating in the absence of any additional ignition source [9, 10, 12, 14].

2.2. Principle of the test, testing apparatus and specimens

A specimen of the material (Table 1) is heated in the hot-air furnace within a heating chamber using various temperatures.

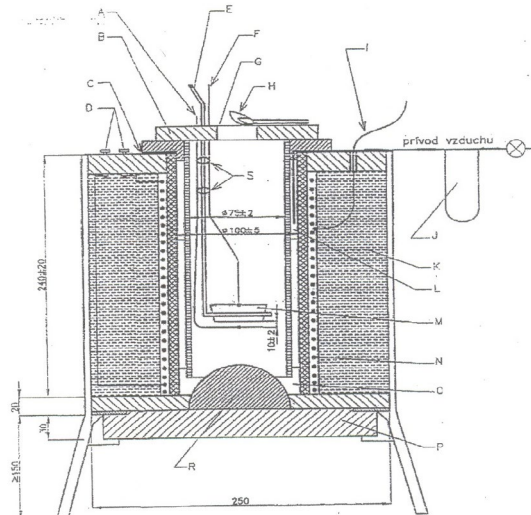


Figure 1. Cross-section of the hot-air furnace [9]

A – thermocouple TC₂, B – fire-resistant disc cover, C – sealing ring, D – terminals of heating spiral, E – support rod, F – thermocouple TC₁, G – opening (diameter 25 mm), H – pilot flame, I – thermocouple TC₃, J – air-flow meter, K – mineral fibre wool, L – air-flow tangential to cylinder, M – specimen pan, N – 50-turns of No 16 Nichrome wire in heat resistant tunnel, O – three distant blocks to spice inner tube location and support it, P – thermal insulation, R – inspection plug, S – metal fastening clamps

Flash ignition temperature is determined by is determined with a small pilot flame directed at the opening in the top of the furnace to ignite evolved gases. The spontaneous-ignition temperature is determined in the same manner as the flash-ignition temperature, but without the pilot flame [9, 10, 12],[26-30].The hot-air furnace and its cross-section is in Figure 1as a part of testing apparatus intended for determination of inflammability according to the STN ISO [9, 12]. The goal of investigation is verification and comparison of bleaching agents (hydrogen peroxide and enzyme) effect on inflammability of cellulose materials. Subjects of test are specimens of input raw materials – waste paper, and intermediary product – tissue paper [12, 31, 32] detailed referred to in the Table 1.

2.3. Preparation of tested specimens

Prior to the test, Specimens A, B, C, D, E were adjusted in roll forms with the mass (3,0 ± 0,2) g and tied by a wire and conditioned at the temperature (23 ± 2)°C and the relative humidity (50 ± 5) % for 40 hours in accordance with ISO 291 [12, 32].

Table 1. Essential data on cellulose material specimens [12, 31, 32]

Specimen identification	Essential data	Note (represented by)
A - input raw material	Mixture of waste paper; group quality C ^a – input raw material; better quality types	white newspaper; journals and newspaper with minimum text, pieces of paper sheets and cut white colour stripes printed by minimum text
B - input raw material	Mixture of waste paper; group quality B ^a – input raw material; middle quality types	journals and newspapers, pieces of paper sheets and cut white up to yellow colour stripes printed by text
C - intermediary product from 100 % wood pulp	Tissue paper –intermediary product made from 100 % wood pulp	non-bleached tissue paper suitable for production of final hygienic tissue products
D - intermediary product from waste paper bleached by enzyme	Tissue paper –intermediary product made from mixtures of waste paper (C ^a 30 % + 70 %B ^a) by enzymatic bleaching	tissue paper made from mixtures of waste paper bleached with enzyme and suitable for production of final hygienic tissue products
E - intermediary product from waste paper bleached by peroxide	Tissue paper –intermediary product made from mixtures of waste paper(C ^a 30 % + 70 %B ^a) by peroxide bleaching	tissue paper made from mixtures of waste paper bleached with peroxide and suitable for production of final hygienic tissue products

^a Note:

Waste paper according to the standard STN EN 643 is divided into four main groups in which more subgroups are defined; the A group: types of lower quality; the B group: types of middle quality; the C group: higher quality types; and the D group: types containing sulphates [12, 31, 32].

B^a – mixture of waste paper from the B group: middle quality types, actually it was represented by old newspapers [12, 31, 32].

C^a- mixture of waste paper from the C group: middle quality types, actually it was represented by a mixture of printing scraps with bright multi-coloured colours [12, 31, 32].

3. EVALUATION OF EXPERIMENTAL RESULTS AND DISCUSSION REFERENCES

Measured values of the flash ignition temperature and spontaneous ignition temperature of cellulose material specimens are referred to in the table 2 and shown in graphic form in the Figure 2 [12, 32].

Table 2. Measured values of the flash ignition temperature and spontaneous ignition temperature of cellulose material specimens [12, 32]

Specimen - material	Essential data	Flash ignition temperature [°C]	Spontaneous ignition temperature [°C]
A - input raw material	<i>Zmes zberových papierov, kvalita skupiny C* – vstupná surovina, lepšie druhy</i>	310	430
B - input raw material	<i>Zmes zberových papierov, kvalita skupiny B* – vstupná surovina, stredné druhy</i>	320	410
C - intermediary product from 100 % wood pulp	<i>Tissue papier – polotovar, medziprodukt vyrobený zo 100 % buničiny</i>	270	420
D - intermediary product from waste paper bleached by enzyme	<i>Tissue papier – polotovar, medziprodukt vyrobený zo zmesi zberových papierov (C* 30 % + 70 % B*) enzymatickým bielením</i>	310	410
E - intermediary product from waste paper bleached by peroxide	<i>Tissue papier – polotovar, medziprodukt vyrobený zo zmesi zberových papierov (C* 30 % + 70 % B*) peroxidovým bielením</i>	260	410

3.1. Discussion on experimental results

Cellulosic material, flash point range in the range from 260 °C to 320 °C, flash point temperature values of the samples A, B, C, D, E are given in Table 2 and Figure 2 - a graph. From the measured values of the flash point can be established that the value of the flash point of tissue paper produced from a mixture of papers of bleached the aid of the enzyme (sample D) is comparable to the flash point of the mixtures of waste paper (samples A and B), i.e., the enzymatic bleaching of waste paper no significant effect on change in value of the flash point. The analogue comparison of the same of the ignition characteristics of tissue paper produced from a mixture of papers of bleached the aid of hydrogen peroxide (example E), tissue paper made from 100 % pulp (Sample C), and

mixtures of waste paper (samples A and B) shows that it bleaching process hydrogen peroxide and possibly bleaching methods used to obtain 100 % of pulp affects the value of the flash point. The difference between the flash point of the samples D and E was 50 °C. Probably more intense bleaching process for the peroxide bleaching decrease the value of the flash point of tissue paper compared to the sample of paper, for which it was transferred to the bleaching enzyme.

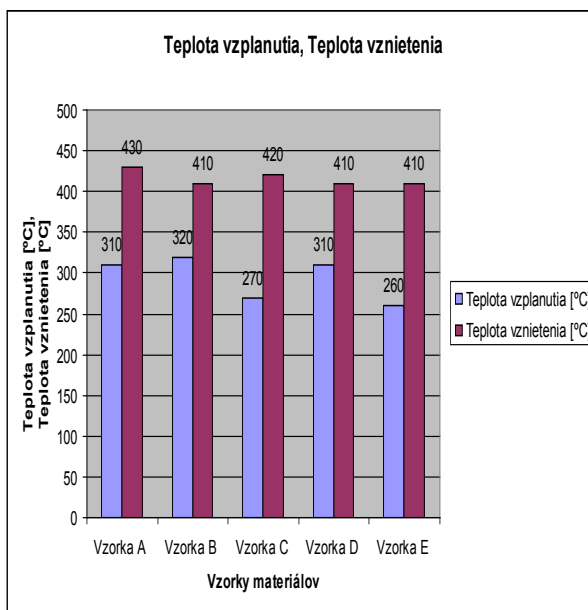


Figure 2. Chart of measured values of the flash ignition temperature and spontaneous ignition temperature of cellulose material specimens [12, 32]

Set point temperature of ignition of the samples of cellulosic materials is within the range from 410 °C to 430 °C and processed in table 2 of Figure 2 - Graph. Flash point of the samples A, B, C, D, E is also shown in Table 2 and in FIG. 2 - chart. A comparison of the results of the determination of ignition temperature, it can be concluded that, since the difference between the values ignition temperature mixtures of waste paper and intermediates produced them bleached with a maximum of 20 °C, whitening methods have a significant impact on changing values ignition temperature.

Comparison of set-up parameters: the flash point and ignition temperature of the samples were processed cellulosic materials in Table 2 and Figure 2 - Graph. Readings ignition temperatures of the samples A, B, C, D, E cellulosic material is above about 110 °C to 150 °C than the flash point temperature value identical samples [12, 32].

Lower values flash point is explained by opening the actual ignition source (propane flame) for greater initiatory energy as an indirect source of ignition, hot air stream (radiant heat) in determining the ignition temperature. Conflagration flame extinction and the following, the same cellulosic material occurs sooner, at lower temperatures than the ignition and sustained flaming [12, 26-30].

4. CONCLUSION

Based on determined results (Tables 1 and 2 and Figure 2), it can be stated that input raw material specimens - waste paper A and B, reached the highest values of monitored fire technical characteristics: the flash ignition temperature and the spontaneous ignition temperature. It can be assumed that presence of dyes, fillers, gluing agents and other additives decreases relative flammability of waste paper. Based on comparison of determined values of the fire technical characteristics of the specimens D and E (Table 2 and Figure 2), the specimen D – tissue paper made by enzymatic bleaching; and the specimen E - tissue paper made by peroxide bleaching, it can be stated that tissue paper made from waste paper by enzymatic bleaching is less flammable than that made by peroxide bleaching [12]. The use of enzymatic bleaching methods (enzyme) pulping compared with a peroxide bleaching method (hydrogen peroxide) reduce the flammability of tissue paper and finished tissue products, which in turn has an impact on reducing the risk of fire, undesirable incidents in the technological process of production of tissue products [12, 33, 34].

ACKNOWLEDGEMENTS

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

5. REFERENCES

- [1] Balog, K., 1989: Požiarne nebezpečenstvo plastov používaných v stavebníctve. In: Horľavosť materiálov a nebezpečné pôsobenie splodín horenia. Bratislava: MV a ŽP SR a ŠSP 1989, s.12
- [2] Poledňák, P., 2000: The Protection of Dikes in Crises Situations. In: 11 th International Scientific and Technological Military Engineering Conference on Engineering and Management in Crises Situations. Military University of Technology, Warsaw 2000
- [3] Projekt číslo APVV-0000-12 s názvom (2013-2016): „Model na zvyšovanie ekonomickej efektívnosti protipožiarneho opatrení“
- [4] Coneva, I., 2014: Požiarovosť v Ruskej federácii za obdobie 2012 – 2008. In: Požární ochrana 2014. 3. – 4. září 2014. ISBN 978-80-7385-148-4. ISSN 1803-1803. s. 21-25
- [5] Blažej, A., Krkoška, P., 1989: Technológia výroby papiera. In. ALFA Bratislava. Bratislava 1989, ISBN 80-05-00119-3
- [6] Hnětkovský, V. a kol., 1983: Papírenská příručka. In. STNL Praha. Praha 1983
- [7] Bučko, J., 1997: Chemické spracúvanie dreva. Zvolen. TU Zvolen, 1997 ISBN 80- 228-0663-3
- [8] Coneva, I., Lusková, M., 2006: Nebezpečenstvo použitia peroxidu vodíka vo výrobnom procese. In: Ochrana pred požiarimi a záchranné služby, [elektronický zdroj] 2. vedecko-odborná konferencia s medzinárodnou účasťou. Žilina 2006. KPIFŠI ŽU Žilina. s. 25 - 33, ISBN 80-8070-539-9
- [9] STN ISO 871: 1999. Plasty. Stanovenie zápalnosti v teplotovzdušnej peci. 1999
- [10] Littomerický, V.: Prehľad skúšok horľavosti vykonaných na PTEU MV SR v Bratislave

- [11] Coneva, I., Č , E., 2004: Vyhodnotenie štatistických údajov opapierenskom priemysle. In: Fórum mladých odborníkov protipožiarnej ochrany [elektronický zdroj], 5. medzinárodný odborný seminár. Zvolen, 2004. Zborník referátov, Zvolen: Technická univerzita, 2004, ISBN 80-228-1354-0
- [12] Coneva, I., 2008: Nebezpečenstvá vzniku požiaru pri výrobe produktov na báze celulózy [dizertačná práca: elektronický zdroj - CD] / Iveta Coneva; školiteľ Katěřina Orlíková.- VŠB – TU Ostrava, ČR, Fakulta bezpečnostního inženýrství, Katedra požární ochrany; študijný odbor: Požární ochrana a bezpečnost průmyslu, doktorský študijný program: Požární ochrana a bezpečnost, Ostrava: 2008, - 158 s.
- [13] Filipi, B., 2003: Náuka o materiály. 1. vyd. Ostrava: Edice SPBI Spektrum, 2003. 18-19 s. ISBN 80-86034-11-6
- [14] STN EN ISO 13 943: 2000. Požiarna bezpečnosť. Slovník, apríl 2000
- [15] Balog, K., Kvarčák, M., 1999: Dynamika požáru. 1. vyd. Ostrava : Edice SPBI Spektrum, sv. 22, 1999. ISBN 80-86111 44-X
- [16] Orlíková, K., Štroch, P., 1999: Chémie procesu horení. 1. vyd. Ostrava: Edice SPBI Spektrum, 1999. ISBN 80-611139-3
- [17] Bártlová, I., 2000: Nebezpeční látky I. 1. vyd. Ostrava : Edice SPBI Spektrum, sv. 24, 2000, 151 s., ISBN 80-8611160-1
- [18] Osvald, A., 1996: Hodnotenie požiarnej bezpečnosti materiálov a výrobkov z dreva. Zvolen: TU DF, 1996, 103 s. ISBN 80-28-0595-5
- [19] Balog, K., 1999: Samovznietenie. 1. vyd. Ostrava : Edice SPBI Spektrum, 1999. ISBN 80-86111-45-8
- [20] Steinleitner, M.D. a kol., 1990: Požárne a bezpečnostne technické charakteristické hodnoty nebezpečných látok. Zväz PO ČSSR, Praha, 1990
- [21] Coneva, I., 2006: Skladovanie základnej vstupnej suroviny – zberového papiera vo výrobnej prevádzke. In. Crisis management, roč. 5, č.1, ŽU Žilina FŠI, 2006. 17-20 s. ISSN 1336-0019
- [22] Kačíková, D., Netopilová, M., Osvald, A., 2006: Drevo a jeho termická degradácia. In. SPBI Ostrava. Ostrava 2006, ISBN 80 86634-78-7
- [23] Fengel, D., Wegener, G., Wood, P., 1984: Chemistry, Ultrastructure, Reactions. Berlin, New York: Walter de Gruyter, 1984. p.613
- [24] Funaoka, M., Kako, T., Abe, I., 1991: Condensation of lignin dutiny heating of wood. In: Wood Science and Technology 24, 1991. p. 277-288
- [25] Rowell, R. M., Dusoty, A. R., Degroot, F.W., Shafizadef, F., 1984: Bonding fire retardants to wood: Part I. Thermal behavior of chemical bonding agents. In: Wood and Fiber Science, 16 (2), 1984, p. 214-223
- [26] Zachar, M., Majlingová, A., Martinka, J., Xu, Qiang, Balog, K., Dibdiaková, J., Poledňák, P , Rybakowski, M., 2014: Impact of oak wood ageing on the heat release rate and the yield of carbon monoxide during fire. European journal of environmental and safety sciences: scientific journal of the European Science and Research Institute and the Association of Fire Engineering. 2014. zv. Vol. 2, č. ISSUE 1, s.1--4. ISSN 1339-472X
- [27] Balog, K., Tureková, I., 2000: Sledovanie vplyvu retardačných úprav na tepelnú degradáciu celulózy. In. CO-MAT-TECH 2000, 8. medzinárodná vedecká konferencia, Trnava 2000, KEBI MTF TU Trnava, s. 299-304, ISBN 80-227-2117-4
- [28] Orémusová, E., 2007: Hodnotenie teploty vzplanutia vybraných druhov PUR pien. Krízový manažment X/2007. Žilina :FŠI, Žilinská univerzita v Žiline 2007.



- s. 90-93. ISSN 1336-0019
- [29] Marková, I., 2003: Hodnotenie horľavosti látok uplatňujúcich sa v izolačnej alebo tvarovej vrstve čaluneného výrobku. Čalúnnické dni 2004. TU vo Zvolene, s. 16-20. ISBN 80-288-1316-8
- [30] Tureková, I., Balog, K., Michalíková, A., 2002: Vplyv kyseliny trihydrogénboritej na horenie tepelne namáhanej celulózy. In: CO-MAT-TECH 2002, MTF STU Trnava. 2002. str. 390 – 394
- [31] STN EN 643: 1999. Zberový papier.1999
- [32] Coneva, I.: Vzorka a materiály z výrobnej firmy tissue výrobkov
- [33] Dvořák, Z., Boc, K., Vidříková, D., 2014: Informačný portál ochrany kritickej infraštruktúry v Slovenskej republike In: Civilná ochrana : revue pre civilnú ochranu obyvateľstva. - ISSN 1335-4094. - Roč. 15, č. 4 (2014), s. 54-56.
- [34] Šimák, L., 2013: Základná terminológia na úseku prevencie závažných priemyselných havárií. Vedecký redaktor: Miloslav Seidl. In: Prevencia závažných priemyselných havárií : (vedecká monografia). - Žilina: Žilinská univerzita, 2013. ISBN 978-80-554-0786-9. - S. 9-28.

Борислав СИМЕНДИЋ¹
Весна ПЕТРОВИЋ²

МОГУЋНОСТИ ПРИМЕНЕ НАНО ПРЕМАЗА ЗА УСПОРЕЊЕ ГОРЕЊА

Резиме: У раду су приказане могућности коришћења нанопремаза за успорење горења материјала који представљају пожарну опасност пре свега у грађевинским објектима. За основу нанопремаза одабрани су наноконтрополи на бази наноконтробоноких цеви и наносиликати. На основу структуре и особина наведених прекурсора приказан је механизам успорења горења материјала. У раду је посебно је приказана структура наноконтробоноких цеви и нано силике. Акцентат је стављен на употребу наносилике као прекурсора за добијање нанопремаза чија је улога успорење горења органиких материјала. Овај материјал се издваја због једноставнијег начина синтезе у односу на наноконтробоноке цеви.

Кључне речи: нанопремази, наносилика, наноконтробоноке цеви, успорење горења

APPLICATION OF NANO COATING FOR SLOWING THE BURNING

Abstract: The paper presents the possibility of using nanocoatings to slow burning materials that are fire risk primarily in buildings. For nanocoatings were selected nanocomposites based on nanocarbon tubes and nanosilica. On the basis of the structure and properties of these precursors the deceleration mechanism of burning materials is shown. The paper is particularly concerned with the structure of nanocarbon tubes and nanosilica.

Emphasis is placed on the use of nanosilica as a precursor of the obtaining nanocoatings whose role is slowing the burning of organic materials. This material is specific for easier synthesis in relation to the nanocarbon tube.

Key words: nanocoatings, nanosilica, nanocarbon tube, slowing burning

¹ Проф. др, Висока техничка школа струковних студија у Новом Саду, Школска 1, е-mail: simendic@vtsns.edu.rs

² Проф. др, Висока техничка школа струковних студија у Новом Саду, Школска 1, е-mail: petrovic.v@vtsns.edu.rs

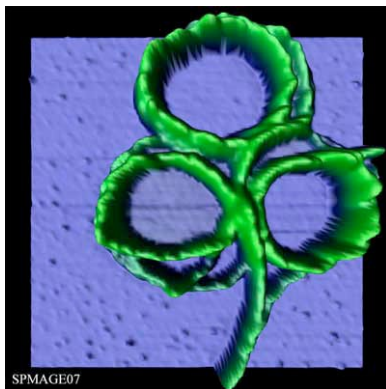
1. УВОД

Нанонаука је наука о врло малим материјалним облицима, који екзистирају на најфинијој скали. На овој врло финој скали атоми и молекули имају различите утицаје на новоизграђене материјалне структуре. Префикс „нано” потиче од грчке речи „нанос” која у преводу означава патуљка. Нанометар је дакле билионити део метра или за визуелно упоређивање, нанометер представља 1/80 000 пречника људске власи. За даљу упоредбу ћелија црвеног крвног зрнца има дужину од 7 000 nm, као и дужина једног макромолекула целулозе, док молекул воде има пречник од 0,3 nm. Област у скалирању материјала која представља најфинију област простире се од 100 nm па до неколико десетина nm, колико износе димензије атома. Особине материјала на наноскали се значајно разликују од оних на макроскопској скали. Разматрањем структура и особина материјала на наноскали је и настала нанонаука, која се дефинише као проучавање феномена и понашање материјала на атомској, молекулској и макромолекулској скали. Нанотехнологије обухватају скуп техника (дизајнирање, карактеризација, процесирање, примена структурних облика, метода и система) са циљем добијања одређене особине, величине и облика материјала на наноскали. Појава нанотехнологија је везана за откриће микроскопије атомских сила (AFM), које се почела примењивати 1980. годину [1, 2, 3].

2. НАНОМАТЕРИЈАЛИ

Мада је дефиниција наноматеријала доста широка, најопштије речено у наноматеријале убрајамо све оне материјале, код којих је бар једна димензија мања од 100 nm. Материјали, који имају бар једну димензију у наноподручју су углавном слојевите структуре као на пример, танки филмови и превлаке. Неки облици компјутерских чипова припадају овој категорији. Материјали који имају две димензије у наноподручју су примера ради наноцеви и наножице. А, материјали који имају све три димензије у наноподручју су наночестице, као на пример преципитаци и колоиди, затим квантне тачкице (танке честице за полупроводнике). Нанокристални материјали, добијени на наноскали, такође припадају овој категорији. Неки од ових материјала су у процесу развоја, а неки већ имају комерцијалну примену [1].

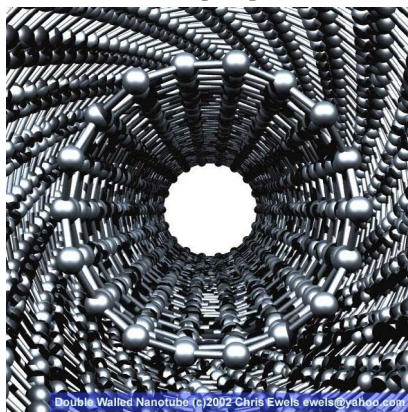
Два основна фактора која условљавају да се особине ових материјала значајно разликују од особина материјала на макроскали су; повећање релативне специфичне површине и квантни ефекат. Ови фактори могу променити, односно побољшати особине као на пример реактивност, механичка чврстоћа и електричне карактеристике. Једно од објашњења за побољшање особина ових материјала лежи у чињеници, да у случају смањења величине једне честице, већи део атома се налази на површини у односу на удео атома који је присутан у унутрашњости честице. Ако узмемо у разматрање већ понате чињенице да принос и катализа хемијских реакција су везане за површину, јасно је да при датој маси, материјали у облику наночестица ће бити много реактивнији него материјали који се налазе на макроскопској скали. На слици 1 је дат приказ кластер бизмута снимљених помоћу микроскопије атомских сила (AFM). При чему треба нагласити, ради поређења, да је висина влакна 2 nm [1, 2, 3].



Слика 1. Узорак бизмутних кластера снимљен помоћу микроскопије атомских сила (AFM).
Висина влакна износи 2 nm.

2.1. Карбонске нано цеви (CNT)

Карбонске нано цеви (CNT) су развијене 1992 године и то увијањем графитних нано слојева. Постоје два типа CNT, једнозидне и вишезидне наноцеви. Обе врсте карактерише пречник од неколико нанометара и дужина од неколико микрона па до максималне дужине од 1 cm. CNT имају важну улогу у инжењерству материјала због њихових изражених хемијских и физичких особина. Поседују изразито високу маханичку чврстоћу (Јангов модул прелази вредост од 1 TPa, могу да достигну чврстоћу дијаманта). Као следећу особину треба истаћи њихову флексибилност, затим могућност екстремног провођења електрицитета. Наведене особине омогућује широк круг примене, од којих истичемо; примена код ојачаних композита, сензора у наноелектроници и код дисплеја. CNT, засада имају ограничену комерцијалну примену због сличности по величини и облику са азбестним влакнима, CNT представљају потенцијални ризик за људско здравље. На слици 2 приказана је структура једне двозидне нано цеви [3, 4].



Слика 2. Двозидна карбонска наноцев

2.2. Тростандионални наноматеријали

2.2.1. Наночестице

По дефиницији наночестице су све оне честице чије су димензије мање од 100 nm. Наночестице у природи егзистирају у значајној мери, на пример као производи фотохемијских и вулканских активности, генерисаних код биљака и алги. Наночестице се стварају већ током хиљада година као производи сагоревања али и термичке обраде у току припреме хране, а у току последњих сотину година се јављају као производи сагоревања у моторима за погон возила. Наночестице добијене осмишљеним процесирањем, као на пример метални оксиди су у значајној мањини у односу на претходно поменуто честице. Значај наночестица потиче од њихових побољшаних особина (хемијска реактивност, оптичке особине) у односу на особине истих материјала, али на макроскопској скали [3, 4, 5].

Наночестице могу бити у новим производима, могу бити уграђене као сировина, инградијенти или адитиви. Међутим у неким случајевима оне могу бити слободне или суспендоване у флуиду. У том случају, без обзира, дали су слободне или суспендоване, наночестице ће имати значајан утицај на безбедност људског здравља и околине.

2.3. Наноконпозити

Наноконпозити представљају новину у развоју у области ватроотпорности и пружају значајне предности у односу на конвенционалне производе, код којих је обично захтеван висок степен паковања. У општим цртама, кад се формирају конпозити, две или више физичке издвојене фазе (обично полимер матрица и елемент за појачање) су спојене у једну целину и својства насталог производа се побољшавају и боља су од својстава појединих фаза. На структуру и својства конпозитних материја велики утицај имају фазне морфологије и међуфазна својства саставних делова. Наноконпозити су базирани на истом принципу, и формирају се кад дође до мешања фаза на нанометарској димензионај скали. Као резултат овога, наноконпозити приказују изузетно боља својства у односу на њихове одговарајуће микро конпозите или конвенционалним поступцима добијеним полимерним конпозитима. Полимер-слојевити силикати су најопштија група наноконпозита. Права екплоатација ове технологије је почело у 1990-их година. Због њиховог високог степена дисперзије који је присутан у нанометарским величинама, наноконпозити приказују значајно боља својства у односу на чисте полимерне конститутенте или конвенцијоналним поступком добијених полимерних конпозита. Главне предности су мања тежина, високи модул еластичности и механичка чврстоћа, умањена пропустљивост на гас, повећана отпорност на раствараче и повећана топлотна стабилност. Њихова механичка својства су боља од једносмерних полимера који су ојачани влакнима, јер ојачање од неорганских слојева ће се појавити у две, не у једној димензији. Због дужинских размера која повлаче за собом умањења расејања, наноконпозити су обично провидни. Они исто показују значајан пораст у топлотној стабилности као и самогасиву особину [4, 5].

3. СТРУКТУРА И СВОЈСТВА СЛОЈЕВИТИХ СИЛИКАТА

Слојевити силикати, због њихових хемијско стабилних силоксанских површина, великих површинских области, високог односа ширине и висине (aspect ratio) и велике механичке чврстоће, су најшире коришћени за формирање органско-неорганских нанокompозита. Њихова висока вредност однос ширине и висине, и висока вредност механичке чврстоће чини их врло добрим елементима за појачање. Два специфична својства која их чине тако ефикасним за формирање нанокompозита су:

- Висок степен хемијске активности који омогућује несметану уградњу силикатних нанослојева у појединачне слојеве. Као резултат овога, могуће је остварити однос ширине и висине од 100-1000 (у односу на 10 за слабо расуте честице). Ово раслојавање нанослојева омогућује највиши степенке међуфазног контакта између наноструктура органских и неорганских фаза.
- Способност прилагођавања њихове површинске структуре ефикасним реакције јонске измене органских и неорганских катјона.

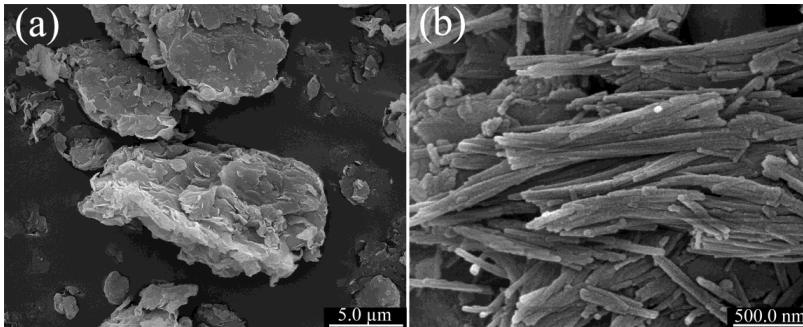
Силикати који су најчешће коришћени у нанокompозитима су слојевити силикати (глинени минерали) или филосиликати (камени минерали). Глинени минерали су изграђене од две структурне јединице. Једна је плочастиг облика коју чине тетраедри силицијум-диоксида уређени као шестоугаона мрежа, где су врхови тетраедра поређани у једном правцу тако да је ова структура идентична структури филосиликата. Друга структурна јединица се састоји од два слоја густо сабијених атома кисеоника или хидроксилних група, у којима су уграђени атоми алуминијума, гвожђа или магнезијума тако што се сваки уграђени атоми налазе на једнаком растојању од шест атома кисеоника или хидроксилних група.

Већина глинених минерала су слојеви који формирају две структурне јединице, и то тетраедарског и октаедарског типа. Најједноставнији тип ових тзв. сендвича је направљен од једног слоја тетраедра силицијум-диоксид са алуминијском октаедарским слојем. Оваква структура се зове каолинитна структура са ознаком (1:1). Други главни тип слојевитих структура јесте структура 2:1 (сметитни минерали), које се састоје од једног октаедарског слоја који се налази између два тетраедарска слоја. У сметитним минералима октаедарски слојеви могу бити попуњени магнезијумом, гвожђем, или малим металним јонима, као и алуминијумом. Један од највише примењиваних минерала у нанокompозитима из ове групе је монтморионит [4].

3.1. Ватроотпорни силикати

Монтморијонитни минерали често се користе за добијање нанокompозита због њихових малих величина честица чиме је омогућена релативно лака дифузија у полимерну матрицу. Као и остали силикатни минерали они исто имају висок однос ширине и висине (10-2000) који су неопходни за ефикасно паковање полимера. Посебна карактеристика монтморионита коју треба истаћи је степен бубрења, који у току термичког третмана омогућује стварање великог броја празнина у структури минерала и самим тиме и препреку за пренос топлоте [4, 5].

На слици 3. приказани су снимци добивени скенирајућом електронском микроскопијом (СЕМ) органски модификованог монтморилонита ОММТ (а) и хидратисаног магнезијум алумо силиката АТПП (б)



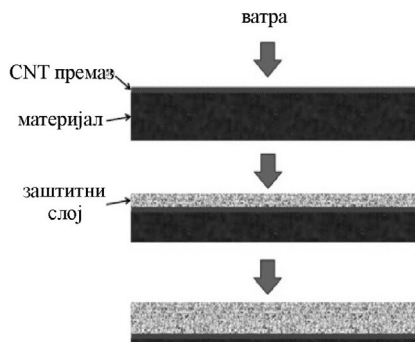
Слика 3. СЕМ снимци: а) ОММТ и б) АТПП

3.2. Механизам успоравања горења материјала

Док је пламен једнолик, принцип рада успоривача горења је заснован на једном или више приказаних механизма:

- У првом случају при термичком третману заштитног премаза долази до његовог бубрења тако да се формира заштитни слоја на материјалу чиме се спречава довод кисеоника и успорава горење. Механизам овог процеса је приказан на слици 4.
- У другом случају стварају се нуспроизводи (чврсти или гасовити) који успоравају ослобађање топлоте приликом сагоревања, чиме се ефикасно успорава брзина горења материјала и на тај начин заустављаја ширење ватре.
- У трећем случају приликом горења ослобађају се ниско молекуларне супстанце (слободни радикали) који реагују са материјалом и продукцима сагоревања како би се успорио или зауставио пламен.

Неки успоривачи горења су дизајнирани да истовремено искористе два или чак сва три наведена механизма.



Слика 4. Шема формирање заштитног слоја бубрењем материјала CNT када је изложен ватри

Применом наведених механизма истраживања су показала да у случају додавања успоривачи горења на бази CNT при облагању текстила долази до формирања баријере која омогућује ефикасну заштиту од дејства пламена. Научници са Националног института за стандарде и технологију (NIST- National Institute of Standards and Technology) су показали да се CNT може користити за добијање премаза који смањује запаљивост формиране пене. Ови премази обично садрже 35% успоривача. CNT приликом горења такође формира сопствени пламени ефекат али у мањим концентрацијама у односу на сличне наноматеријале. То значи да су потребне мање количине CNT да би се постигао исти ефекат, а то подразумева и да ће бити мање видљив у крајњем производу. Још једна предност CNT-а је да они могу утицати на повећање способности самог материјала да буде успоривач горења и истовремено побољшава отпорност материјала на електростатичко наелектрисање. Једна велика технолошка препрека је ипак присутна, а то је како ефикасно распоредити CNT на материјал да би се добили максимални ефекти [3, 4, 5].

На слици 5 приказано је формирање заштитног слоја бубрењем материјала који је изложен дејству пламена.



Слика 5. Формирање заштитног слоја бубрењем материјала када је изложен ватри

3.3. Могуће препреке употребе CNT

Једна мана употребе CNT као успоривача горења код текстила је његово ослобађање у животну средину. Не постоји још консензус о ефектима које он изазива на безбедност и здравље, па постоји бојазан да се једна токсична супстанца не замени другом која може имати још теже последице. Овај проблем је за сада зауставио ширу употребу ових материјала.

Оно што је тренутно неопходно како би се омасовила употреба нанопремаза су детаљна научна сазнања о начинима излагања током њиховог животног циклуса, као и детаљних податаке о токсичности. На жалост, док је поређење на основу квантитативних показатеља доступно и позитивно, производња примене нанотехнологије је блокирана због стрепње и произвођача и потрошача.

4. ЗАКЉУЧАК

У овом раду је разматран утицај нанокompозита на гориве особине пре свега горивих материјала. Посебно је разматран утицај нано карбонских цеви CNT, а посебно силикатних наноматеријала.

Нанокompозити представљају новину у развоју у области ватроотпорности и пружају значајне предности у односу на конвенционалне производе, код којих је обично захтеван висок степен паковања.

Слојевити силикати, због њихових хемијско стабилних силоксанских површина, великих површинских области, високог односа ширине и висине и високе вредности механичке чврстоће, су најшире коришћени за формирање органско - неорганских нанокompозита.

Монтморилонитни минерали као подгрупа нано силиката често се користе за добијање нанокompозита због њихових малих величина честица чиме је омогућена релативно лака дифузија у полимерну матрицу. Као и остали силикатни минерали они исто имају висок однос ширине и висине (10-2000) који су неопходни за ефикасно паковање полимера. Посебна карактеристика монтморилонита коју треба истаћи је степен бубрења, који у току термичког третмана омогућује стварање великог броја празнина у структури минерала и самим тиме и препреку за пренос топлоте.

Поред предности у односу на друге материјале, CNT показује и одређене мане. Једна од мана употребе CNT као успоривача горења код текстилних и осталих органских материјала је његово ослобађање у животну средину. Не постоји још консензус о ефектима које он изазива на безбедност и здравље, па постоје бојазан да се једна токсична супстанца не замени другом која може имати још теже последице. Овај проблем је за сада зауставио ширу употребу ових материјала.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Б.Симендић, Наноматеријали-материјали будућности, Процена ризика, Копаоник (2009), 161-169
- [2] Б. Симендић, В.Миланко, Синтетичке наночестице-ризик за здравље и околину, Процена ризика, Копаоник (2009),169-176.
- [3] A.Horrocks, D.Price, Fire Retardant materials,Wood head Publishing limited, Cambrige (2001) 204-2016
- [4] J. Wang, G. Wang, Influences of montmorillonite on fire protection, water and corrosion resistance of waterborne intumescent fire retardant coating for steel structure, *Surface & Coatings Technology* (2013)
- [5] L. Wang, J. Sheng, Polymer. 46 (2005) 6243-6249

Andrea MAJLINGOVA¹

WILDLAND FIRE INFORMATION SYSTEM FOR SLOVAK REPUBLIC AS A CLIMATE CHANGE ADAPTATION MEASURE

Abstract: The paper deals with the problem of wildland fires prevention. There is introduced a design of nation wildland fire information system based on publication of fire danger alerts for the entire territory of the Slovak Republic on the daily basis. The baseground for building the warning system is the environment of the geographical information systems completed with a decision support systems used for automatic assessment of fire susceptibility and further, after the combination fire weather index, for the assessment of fire danger. The warning system described belongs among the wide group of climate change adaptation measures. To illustrate how the system works we introduce the results provided for the Zilina region.

Key words: DSS, GIS, Slovak Republic, warning system, wildland fire

ПРОТИВПОЖАРНИ ИНФОРМАЦИОНИ СИСТЕМ СЛОВАЧКЕ КАО МЕРА АДАПТАЦИЈЕ КЛИМАТСКИМ ПРОМЕНАМА

Резиме: Овај рад се бави проблемом превенције гашење шумских пожара. У Словачкој је уведен национални информациони систем за обавештавање о шумским пожарима заснован на свакодневном објављивању пожарне опасности за целу територију земље. Основа за изградњу система за упозоравање је мрежа територијалних информационих система употпуњена системом подршке за доношење одлука који се користи за аутоматску процену подложности пожару или нечем другом, а на основу комбинације индекса пожара и временских прилика ради процене опасности од пожара. Систем упозорења описан у раду спада у широку групу мера адаптације климатским променама. Да би се илустровало како систем функционише, представљени су резултати за регион Жилина.

Кључне речи: DSS (Decision Support System) – систем подршке за доношење одлука, GIS (Geographic Information System) – инфо систем географског мапирања, Словачка, систем упозорења, шумски пожар

¹ Technical University in Zvolen, Department of Fire Protection, T. G. Masaryka 24, 960 01 Zvolen, Slovak Republic, majlingova@tuzvo.sk

1. INTRODUCTION

Over the past decade, the number of forest fires in the world is constantly increasing. It is now believed that each year is due to the forest fires damaged or even destroyed in average 600 000 ha of forest (Albers 2012).

In Europe, but also all over the world, the situation regarding the occurrence of fires constantly deteriorating, and the consequences can be severe. In the current situation, there create suitable conditions for fires due to several factors. The natural and particular climatic factors usually predetermine the likelihood of forest fires, the economic measures in forests are other factors influencing the accumulation of fuel in the forest, and especially because of the suppression of fire and gradually expanding transit zones between urban areas and the natural environment (Rigolot et al. 2009, Vélez 2009). Consequently, the distribution of forest fires in the area is specified not only the by climate but also socio-economic factors (San Miguel, Camia 2009, Majlingová, Sedliak 2010). And the socio-economic factors can be described as the most important in terms of the fire occurrence.

The need to tackle with the problem of forest fires seems to be not so urgent in conditions of the Central Europe, but there is an assumption that it is going to be a real problem, in particular in the view of actual prognoses of the climatologists on global warming, and also weather extremes (in case of fires the long-lasting periods of drought and warm) that occur more and more frequently.

2. PROBLEM

2.1. Wildland fire

A wildland fire or wildfire is an uncontrolled fire in an area of combustible vegetation that occurs in the countryside area. Mostly, it is a phenomenon typical for the Mediterranean countryside, USA, Canada, Russia or Australia. In Slovakia, wildland fires represent sporadic phenomena and are caused in particular by the human carelessness (Majlingová 2014).

The gasses and particulates in smoke can affect regional and global climate. Aerosols in smoke have a warming effect on lower atmosphere (troposphere), thereby inhibiting convection of moisture and reducing precipitation regionally (Scott et al. 2014). At the global scale the gases and particulates of wildland fires can affect climate change. The smoke also contains greenhouse gases implicated in global climate change; in fact global biomass burning is estimated to contribute 2–3.3 billion tones (Giga tones) of carbon to the atmosphere each year (Thomas, McAlpine 2010). We can classify wildland fires based on their dynamics, size, speed etc. Burning process starts only when the initializer has sufficient energy to ignite fuel and has also adequate supply of oxygen. The ignition sources are divided to flammable or nonflammable. The fuel is represented by dendromass or phytomass, which are the parts of trees and plants (Benedik, Marková, 2012). Depending on the type of vegetation that is burned we can classify wildfires into four groups:

- Ground fires,
- Surface fires,
- Crown fires,
- Combinations from surface to crown fires.

2.2. Existing fire warning systems

Every year the wildland fires occur in many parts of the world and lot of them are not monitored. Due to the climatic change, the large wildfires and total burned area will increase. Other very important impacts of global warming (www.nwf.org):

- Longer fire seasons,
- Drier conditions increase the probability of fire occurrence,
- More fuel for forest fires will become available because warmer and drier conditions are conducive to widespread of beetle and other insect infestations, resulting in broad ranges of dead and highly combustible trees.
- Increased frequency of lightning.

As we mentioned, the wildland fires has negative effect on human health and safety, global economy and climate change. To decrease problem severity, many organizations and countries have implemented a preventive measures. Among those preventive measures belong systems for monitoring and assessment of a fire danger in the natural environment. The systems use meteorological and fuel data to provide an alert in terms of the relative severity of burning conditions and fire danger.

CWFIS (Canadian Wildland Fire Information System), EFFIS (European Forest Fire Information System) and WFAS (Wildland Fire Assessment System) are most developed systems in the world.

In the Slovak Republic, the wildland fire alerts, based on fire risk index calculation (FRI), are provided by the Slovak Hydrometeorological Institute (www.shmu.sk), from the April to the October every year, see Figure 1. The 65 climatological and other 30 meteorological stations across Slovakia provides input data for FRI index.

Predpoveď indexu požiarneho nebezpečenstva v lesoch dňa 21.05.2013
Forecast of forest fire risk index in 21.05.2013

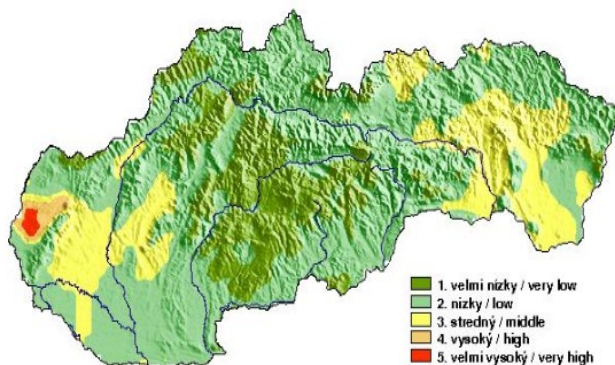


Figure 1. Wildland fire alert published by Slovak Hydrometeorological Institute

The calculation of FRI index is based on an agroclimatological indices of drought. There are 5 fire danger classes: very low, low, moderate, high and very high.



3. THE DESIGN OF THE SLOVAK WILDLANDFIRE INFORMATION SYSTEM

3.1. Architecture of the Slovak Wildlandfire Information System

The Slovak Wildlandfire Information System (SWIS) is build up as a geoinformation web portal without necessity of further software. And it is open for adding new functions. This product allows specialist to compile and edit web pages and change the web structure, import images and documents without knowledge of programming. The system provides these information (Figure 2):

- FWI (Fire Weather Index) for the natural environment,
- Rate of spread and fire intensity,
- Objects representing a threats in terms of the wildland fire occurrence,
- Susceptibility of the area to fire occurrence,
- Fuel moisture,
- Duff moisture (Keetch – Byram Drought Index),
- The Growing Season Index.

3.2 Phases of building up the national fire warning system “SWIS –Slovak Wildlandfire Information System“

Building up of the SWIS consists of 7 phases:

1. Creation of the wildland fire occurrence geodatabase for the Slovak Republic

This activity is divided into 6 elementary steps:

- Gathering and processing the data on wildland fires occurrence from the District Headquarters of Fire and Rescue Service and from statistical program STATZPP.
- Processing of archive data on the wildland fires occurrence from reports on harmful agents occurrence in the forests of the Slovak Republic – Report L 116.
- Data synthesis with other data sources focusing the wildland fires, e.g. obtained from aerial fire monitoring.
- Creating of national wildland fire occurrence database.
- Processing information from databases to GIS layers.

According to Tuček, Majlingová (2009) the national wildland fire occurrence database should contain data like:

- Registration number of the wildland fire,
- Date and time of fire origin,
- Time of localization and liquidation of fire,
- Type of burned material,
- Scenarios how the fire was formed,
- Number of injured and killed persons.

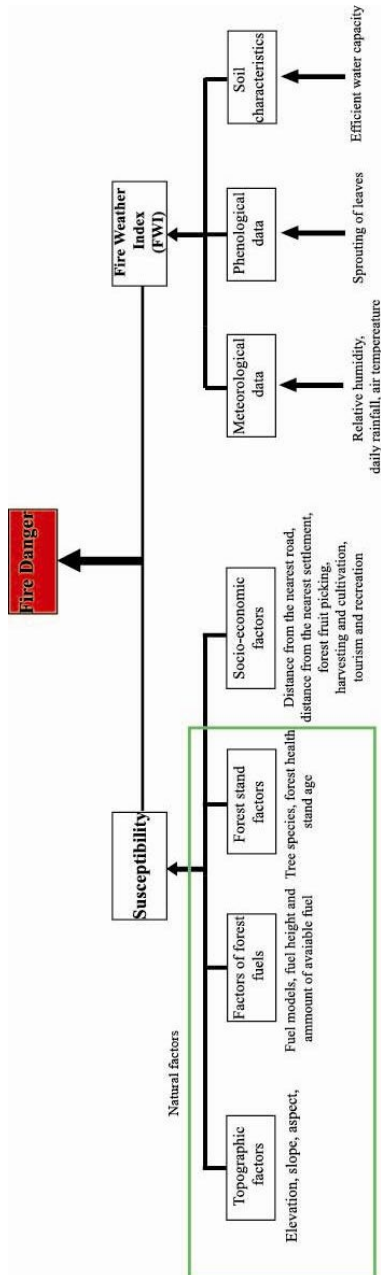


Figure 2. The scheme of the fire warning system SWIS

It is also important to have information about the forest itself:

- The identification number of forest,
- Forest stocking,
- Stand age,
- Burned area,
- Tree species and type of wildland fire – ground, surface, crown fire and its combinations from surface to crown.

These information we can receive from the evidence of relevant Forest Management Office. The created database should be the part of the web portal “SWIS”.

2. Risk assessment in relation to fire occurrence in the natural environment

The risk of wildland fire occurrence is in this case based on the assessment of its components such as susceptibility of natural environment to fire. Although, the majority of approaches for risk assessment of wildland fires is based on a statistical analyses – historical data of fire occurrence (Tuček, Majlingová 2009).

In the cases, when it is not possible, due to insufficient size of statistical data on fires, to use the statistical analysis approach, it is suitable to apply the generalized approach – application of multiple-criteria decision analysis (MCDA), introduced in Majlingová (2015).

In the meaning of this assessment the susceptibility is assessed based on two factors groups: natural factors and the socio-economic factors.

The natural factor consists of:

- topographic factors (elevation, terrain slope and aspect),
- factors of forest fuels (fuel models, fuel height and volume of fuel available),
- forest stand (tree species, forest health and stand age).

The social factors are: distance from the nearest settlement, distance from the nearest road, timber logging and silvicultural activities in the forest, forest fruits picking, the population in poverty, opening-up the area, etc.

Values of these factors are classified into the fuzzy intervals by the importance of threats impact.

3. Assessment of fire occurrence in forest, based on combination of susceptibility and Fire Weather Index

Combination of FWI index, which is a dynamic parameter, with the fire susceptibility analysis results, we can calculate the fire danger.

FWI index is expressed by the actual meteorological situation (relative humidity, daily rainfall and air temperature), phenological data (sprouting of leaves) and soil data (efficient water capacity).

4. Analysis, design, testing and implementation of SWIS portal

Access to the Internet and standard web browser are the only requirements for the potential users. Activity is composed of mutually connected steps: identification of tasks (functionalities) of the system, scheme of the functional diagrams, analytical scheme of

system implementation, scheme implementation, system testing, putting the SWIS into the service.

Activities which will be performed:

a. Identification of tasks of the system – functional and nonfunctional requirements for portal. Based on this requirements is developed analytical design of the system in the meaning of general methodology for generating the system by unified process.

b. Diagram design of portal functionality – based on a list of requirements is designed the functionality in the form of diagrams. Goal of the activities is to define the limits of the system and find the users, who can enter the system and make changes. It also defines the link between users and activities. The result is graphically and text described system with a strictly defined limits and links.

c. Analytical design of portal implementation – The result is a realization of demands of the system architecture. In this step is described analytical suggestion of portal.

d. Implementation of scheme – Building the Slovak Wildlandfire Information System. The process runs in several cycles (iterations). The successful completion of the system requires client licenses for the portal access.

e. System testing – This step shows the weak parts of the system.

Steps 2 – 5 are repeating several times. Each iteration terminated by the version of application will let us improve functionalities.

f. Putting "SWIS" into the practice - This is the last step of these activities. It consist of these parts:

- Creation of guide for the system.
- Setting the access rights for using the system respecting the safety and functionalities.
- Setting the terms and rules of system.
- Technical documentation containing a description of system development.
- The evaluation of a potential options.

5. Completing the SWIS with information and data about wildland fires

Geoinformation web is a portal filled by theoretical and practical information about wildland fires, i.e. basic terminology, valid legislation, preventive measures, etc. Definition of tasks to prevent, fight the wildland fires respectively, for forest or landscape managers, owners and users. It also contains the requirements related to behavior of tourists in the time of high degree of fire danger.

6. Automation process of fire occurrence assessment

This activity consists of these steps: Building of environment for the spatial decision making. There are also used the tools for writing and implementation of algorithms in GIS, but also programming language (e.g. Python) is used for more precisely tuning of the system.

7. Generating the maps and services for geodata publication

The system is built on a principles of geoinformatic systems tools and functions. This is the unique project focusing the wildland fire monitoring and warning in the Slovak Republic. For users, it built as the web application, i.e. it is available online.

3.3. Outputs from "SWIS"

System provides outputs in map, numerical and text forms (semiquantitative risk assessment). In a graphic form it provides results of susceptibility of the area and fire danger, see results of fire susceptibility analysis for Zilina region in Figure 3.

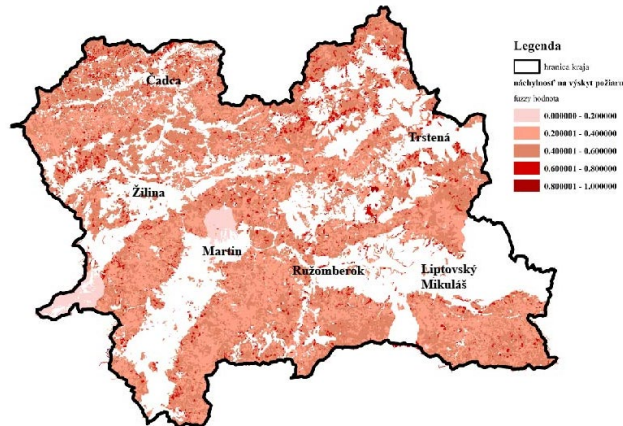


Figure 3. Results of associated susceptibility assessment of Zilina region

Dynamic parameters of a landscape, which has an influence on a fire danger are expressed by fire weather (FWI) index. In general, the degree of fire danger will never be lower than an identified degree of susceptibility of area to fire occurrence. FWI index can only increase the degree of fire danger due to worse weather conditions.

4. CONCLUSION

The majority of the fire warning systems were developed in countries affected by wildland fires regularly, e.g. countries such as USA, Canada, Australia etc. Those systems become more complex and practicable by implementation of new technologies. Nowadays, there is a trend to build up the national fire warning systems. Those are many times applying the structure or parameters used in the Canadian Wildland Fire Information System (CWFIS).

This paper deals with the need and the design of national fire warning system suitable for Slovak Republic. Here introduced fire warning system – the Slovak Wildland Fire Information System (SWIS), should be connected with Slovak Hydrometeorological Institute portal to obtain the data on weather situation in real time. There is also need to establish special division in the structure of the Fire and Rescue Service. This special division associate employers with knowledge of GIS environment, but also on fire behaviour, fire dynamics respectively.

Information that provides fire warning system is one of the basic inputs for decision support of persons responsible for fire monitoring, prevention and fire-fighting, crisis management, as well as environment protection. To use this system and the information it provides effectively, it is very important to train those persons as at a local and regional

as at the national level. Better understanding of wildland fires could spare a lot of financial, material and human sources. Here described fire warning systems provides lots of information about time, locality and fire behavior in every single forest unit.

ACKNOWLEDGEMENTS

This paper is the result of the implementation of the project: Centre of Excellence “Decision support in forest and landscape”, ITMS: 26220120069, supported by the Research & Development Operational Programme funded by the ERDF.

5. REFERENCES

- [1] ***: Albers, 2012. Comparative Analysis of the Forest Fire Situation in Central-Eastern Europe. Master thesis. Vienna: Institute of Silviculture, Department of Forest and Soil Sciences, University of Natural Resources and Life Sciences (BOKU). 82 pp.
- [2] ***: Benedik V., Marková I. (2012): Faktory ovplyvňujúce vznik lesného požiaru [Factors influencing the formation of forest fire]. Ostrava: VŠB-TU, 2012. s. 17-20. ISSN 1803-1803. [In Slovak]
- [3] ***: Majlingová, A. (2014): Informačné systémy efektívneho nasadenia hasičských jednotiek pri lesných požiaroch na vybranom území Slovenskej republiky [Information systems of fire brigades effective deployment in forest fires in selected area of SR]: Dizertačná práca [PhD. thesis]. Žilina, 2014, 168 s. [In Slovak]
- [4] ***: Majlingova, A, (2015): Automated procedure to assess the susceptibility of forest to fire. In Journal of forest science. ISSN 1212-4834. Vol. 61, no. 6 (2015), p. 255-260.
- [5] ***: Majlingova, A., Sedliak, M. (2010): Social vulnerability to the wildland fire. In Bezbednosni inženjering : požar, životna sredina, radna okolina, integrisani rizici. Novi Sad: Visoka tehnička škola strukovnih studija u Novom Sadu, 2010, p. 136-145.
- [6] ***: Tuček, J., Majlingova, A. (2009): Forest fire vulnerability analysis. In Bioclimatology and natural hazards. Dordrecht: Springer Science+Business Media B.V., 2009. ISBN 978-1-4020-8875-9, p. 219-230.
- [7] ***: Rigolot, É. et al. (2009): Managing Wildfire Risk: Prevention, Suppression. In Living with Wildfires. What Science Can Tell Us. Birot, Y. (ed.). European Forest Institute Discussion Paper no. 15, 2009, pp. 49-52.
- [8] ***: San-Miguel, J., Camia, A. (2009): Forest Fires at a Glance: Facts, Figures and Trends in the EU. In Living with Wildfires. What Science Can Tell Us. Birot, Y. (ed.). European Forest Institute Discussion Paper no.15, 2009, pp. 13-20.
- [9] ***: Thomas, P. A., Mc Alpine, 2010. Fire in the forest. Cambridge, Cambridge University Press, 2010. 223 s. ISBN 978-0-521-82229-9.
- [10] ***: Veléz (2009): The Causing Factors: A Focus on Economic and Social Driving Forces. In Living with Wildfires. What Science Can Tell Us. Birot, Y. (ed.). European Forest Institute Discussion Paper Vol. 15, 2009, p. 21-25.



Gergo ERCES¹
Agoston RESTAS²

INFOCOMMUNICATION BASED DEVELOPMENT OPPORTUNITIES IN THE SYSTEM OF COMPLEX FIRE PROTECTION

Abstract: The digital ecosystem of the European Union is connecting millions of users and tens of millions of ICT devices by the use of growing capacity networks. The EU's aim is to expand the digital infrastructure, and to establish e-government, and digital government within the Member States. As a result of the 21st century information revolution the available information and communication services significantly serve our comfort, health and safety. Systems enabling the virtual mapping and detection of real, existing spaces are able to increase fire safety and the safety of firemen intervention in the service of complex fire protection.

Key words: complex fire protection, innovative engineering techniques, fire safety net, dynamic use, information

МОГУЋНОСТИ РАЗВОЈА ЗАСНОВАНЕ НА ИНФОРМАЦИЈАМА И КОМУНИКАЦИЈИ У СИСТЕМУ КОМПЛЕКСНЕ ЗАШТИТЕ ОД ПОЖАРА

Резиме: Дигитални екосистем Европске уније повезује милионе корисника и десетине милиона ICT уређаја преко све разгранатије мреже растућег капацитета. Циљ ЕУ је да се прошири дигитална инфраструктура, и да се успостави е-влада, и дигиталне владе у државама чланицама. Као резултат информационе револуције 21. века, доступне информационе и комуникационе услуге значајно доприносе нашој удобности, безбедности и здрављу. Системи који омогућавају виртуелно мапирање и откривање реалног, постојећег простора у стању су да повећају заштиту од пожара и сигурност ватрогасаца при интервенцији, све у служби комплексне заштите од пожара.

Кључне речи: комплексна заштита од пожара, иновативне инжењерске технике, мрежа заштите од пожара, динамична употреба, информације

¹ Fireman captain, special rapporteur-general, Directorate of Municipal Disaster, Budapest, Hungary, PhD student, National University of Public Service, Budapest, Hungary, Doctoral School of Military Sciences, phone: +36-20-801-8401, e-mail: ercesgergo@gmail.com

² Supervisor, Habilitation, PhD, PhD, associate professor, National University of Public Service, Budapest, Hungary, Institute of Disaster Management, phone: +36-20-458-9354, e-mail: Restas.Agoston@uni-nku.hu Academic title, Institution name and address, e-mail for all authors

1. INTRODUCTION

Today, by measuring exterior and interior temperature, our buildings automatically air-condition (heat, cool, overshadow) themselves, our fridge notifies about the quantities of food used or when it expires, the home alarm system sends a live video feed to our smart phone about the situation at home, and anyone almost anywhere in the world can contact anyone, spanning space and time. Nowadays security systems can perform a wide variety of commands: the alarm panel floods the interior with colored smoke to hinder the burglar's actions; the GPS system in the car sends a report to the smartphone on the whereabouts of the stolen car; the fire alarm system controls the fire doors to prevent the spread of fire.

A smartwatch is able to predict if our blood pressure or pulse gets critical due to which a heart attack may become manageable in time. Due to real space analyzing and detecting systems and the high development level of robotics vehicles are able to attend traffic automatically. Self-driving cars, subway trains, buses serve the convenience of humanity. Robots perform precision assembly work, and are capable of self-development of artificial intelligence as well. Without being exhaustive, this brief summary already illustrates the abundance of technical devices and systems which are available to serve our comfort, safety and health.

For the man of the 21st century health, safety and sustainability have emerged as key demands in this stage of development of civilization. In order to maintain and continually develop our European way of life and standard of living, a multi-faceted implementation of security is a must. Fire protection occupies a prominent place in the major part of the different types of protection devices (protection of life, security, etc.). Practically, it is involved in one of the broadest spectrum of general security; therefore its widespread use is not negligible.

2. THE DIGITAL AGENDA

The EU2020 Strategy gives priority to the wide range development of ICT services, which extends beyond infrastructure development, and includes usage incentives, instrument supply, education, etc. Among the objectives of the ICT cornerstone of the EU2020 strategy, the Digital Agenda, regarding e-administration in particular, are aims, such as that at least 50 % of the EU population should engage in e-administration, and that e-government and a broad range of e-services should rise over the borders and that the specific service should be available anywhere in the EU. [1] In case of the realization of the objectives of the EU a huge database of virtual network is created, which will greatly facilitate and accelerate e-government services, administration, including procedures concerning fire protection.

The ultimate aim of the expressed aspirations of the EU, that is the creation of the Digital States, is realized with the common engagement of national governments, institutional and market participants. In this cluster fire protection occupies a significant area within the subset of safety, which within the service state is already partly integrated into the e-public administration, but still far from being fulfilled in such a way that it would have significantly moved the level of fire safety in the direction of complex fire protection realization. [2]

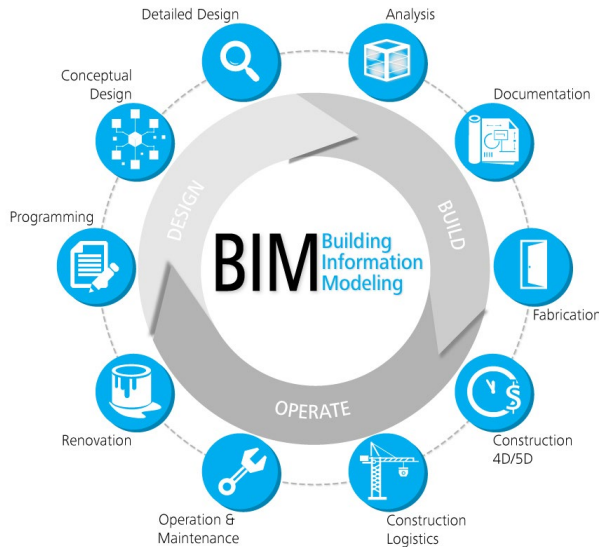


Figure 1. Lifecycle BIM. Source: IBM [3]

Thanks to the infrastructure of the digital state, a virtual system provided by the Internet, a fire protection net can be designed to cover complex fire protection. The actual presence of this system is tangible at the beginning of a building's complete life cycle. In practice, the designing of buildings and the processing of plans are now done with digital systems, computer software. These architectural and other additional software tools are capable of creating three-dimensional (3D) virtual spaces in a way so that the 3D elements intelligently convey information about the building. "The BIM, Building Information Modeling process actually represents an approach that manages the whole construction process as a unit, from the designing of the building to the end of implementation works (or even longer, to operation). The BIM displays and simulates projects, streamlines documentation and drawing, manages the data and facilitate cooperation between parties involved in the projects with an effective set of complimentary solutions. It provides several advantages for the project designers, construction professionals and owners throughout the entire project" [2].

The individual building elements and structures carry information that assist the design process and have the ability to convey the carried information. Constructed spaces are three-dimensional, as well as an actual fire phenomenon, therefore 3D planning and designing can and should operate on the basis of compatible principles. Thinking in 2D has to be forgotten both by the designers and the authorities as well, for reality is three-dimensional. This planning and controlling in the actual space is greatly promoted by the software that is already available. They are able to record 3D sections, showing fire staging within the full depth of the building, which is never a horizontal and / or a vertical line only, but a continuous system of relations of planes coming through in 3D, that defines and separates spaces. The analysis of the spreading of fire by engineering approach should

already be done in the design phase, and can be easily done using the above tools and methods. With the proper adaptation of the architectural model software simulating heat and smoke extraction or evacuation will be, and in a part are already able to map a phenomenon very similar to the reality by the using the conveyed information, therefore broadening planning and the engineers' way of thinking.

3. INNOVATIVE METHODS OF ENGINEERING

It is now clear that procedures known as engineering methods provide only partial results in a sub-system in which they came under particular test, but do not provide a complete solution in themselves for a given specific problem, and therefore greatly contribute to the implementation of a false sense of security. A real fire test conducted in a specific manner (e.g. fire propagation testing of façade insulation) manages the specific spatial design problems, but for every single building in different mounting positions and three-dimensional design the same system can only approximately be evaluated in the same way. [4] Using the results of a real fire test, in case of an appropriate selection of a model fire, and BIM (building information modeling) based information of spatial planning, with the currently available and rapidly developing simulation software the ability to plan the solution for above problem is there.

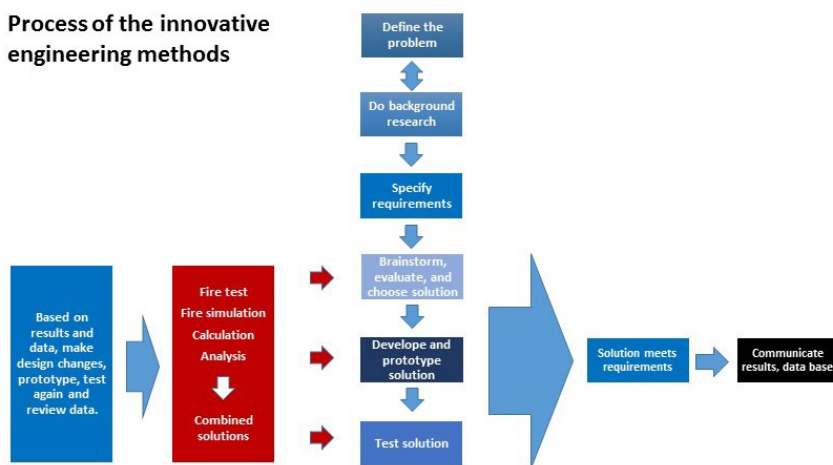


Figure 2. Process of the innovative engineering methods. Source: author

This, of course, means unique a solution in each individual design, requires the proper application of several engineering methods and takes final shape in an evaluation and survey summation with which meeting fire protection requirements can be verified. Conscious and innovative use of engineering methods requires team of professionals on almost the same level of knowledge both from the participants of professional and the civil sector. This can be achieved by a very thorough and targeted professional training.

The innovative engineering approach is therefore a correlation system, a new kind of approach which provides a unique solution to the individual fire protection problems in a way that it mixes the necessary engineering methods to the extent required, analyzes the effect they have on each other, compares it with the measured experimental results, summarizes and evaluates it in a critical point in the building, in a critical time, or interval.

By using innovative engineering methods it is possible to determine critical areas and potentially inflammable periods, thereby creating an appropriate security. This security serves the special on-site security of fire safety interventions as well. [5] With the determination of critical sites a new use, proven by engineering methods, can be planned for the potentially risky time intervals. Instead of the legislation based static (depending solely on legislative changes) usage rules, dynamic usage regulations with a new approach can be created.

According to futurology, in the not so distant future of around 2020-2030, smartphones will be replaced by so called super phones, which will be able to replace almost all human senses by their sensors. They will scan the space around us in real 3D, identify the source of the sounds and their distance, and even measure our blood pressure, the physical parameters of the surrounding environment, air quality, temperature, etc. [6].

Behind the smart sensors there will be intelligent computer systems, powerful data analysis servers with artificial intelligence and the ability to learn. With our smart gadgets we will be able to keep in touch in a more natural way compared to today's digital displays, within the confines of extended and virtual reality (VR and AR), and they will understand our video and sound commands perfectly as well [7].

4. FIRE SAFETY NET

A fire protection based on innovative engineering approach can be created with a fire safety net, from the initial design phase through a fire intervention to the total demolition of the building, and starting from there again.

The fire protection net, similarly to a matrix, contains all information about the current fire situation, which can be reached in a cloud-based shared system for the people connecting to the network. The information is always on a shared storage, which changes can be monitored clearly and continuously in every moment by all participants. Practically, it is under constant control, up to date and easily accessible from the cyberspace.

So the information is placed on the net in a clearly identifiable manner (e.g.: the temperature of a fire compartment, which gets a clear identifier, e.g. Fire Section 1, of specific building, which is located under a particular and individual plot number). Designers create this information, turn it into virtual reality with a BIM-based process, and if required they feed it into various simulation software in order to analyze it. Here they expand the respective fire section data with more information, which can be compared with the data of real fire tests, results of fire investigation procedures, and calculations, which can be obtained from the joint EU database.



Figure 3. Fire Protection Net. Source: author

All-access, cloud based dynamic files and e-logs, which are already accessible from smart devices, make it possible to carry over and record design changes in a dynamic way which becomes known for all participants immediately. After the creation a completed state is displayed in the storage space, which can result in a dynamic use by the actively used passive fire protection systems that can be followed-up later during a control or an intervention of firefighters. With the knowledge of critical places and times and we can perform active fire prevention locally with the use of passive systems.

Thanks to the implementation of sensors in measured spaces, in case of a possible fire and aided by the fire safety net a digital firefighter is able to prepare in advance with the help of a smart device in a real-time, long distance detection during a rush to the fire, and can carry out the safest and most effective intervention by using a decision-making assisting system. Thus, the most advanced intervention could become a reality. The fire chief would already have such information upon arriving to the scene of the fire which has been practically obtained by distant detection that today, in such depth, a very thoroughly carried out on-site investigation cannot get either. For this reason, and due to the decision making support systems, prepared plans would be available, with which combined, or the most suitable selected, the speed of intervention would significantly increase, i.e. effective firefighting can begin at an earlier stage of fire development, when the full burning of the given space is still not fully developed, thereby significantly reducing the risk of injury in case of the occupants, and also fire damage. The safety of the intervening firefighter staff would increase significantly, and it would optimize the use of the extinguishing substance. Overall, the efficiency of the fire service intervention would be significantly increased, and safety along with economic efficiency would also increase in direct proportion.

Besides the use of smart devices, the intervening firefighter's personal protective devices also could be equipped with sensors that would continuously examine the life functions and the state of the immediate environment of the firefighter. Thus, personal security would significantly increase too with the help of the in-built systems of buildings.

The building and the personal protective equipment could synchronize automatically on the principle of compatibility, thus can develop a mutual symbiosis between the fire scene and the intervening firefighters that could offer comprehensive security for the firefighting staff. In addition, the system could capture a significant amount of information, which could be used during the fire investigation. The obtainable information from the intervening firefighter staff during the fire investigation procedures that can be obtained today by hearing, would appear in a whole new quality, with exact figures.

The fire safety net would increase the quality and effectiveness of the controls as well. On the one hand the control of the system would be done digitally, whether we talk about a construction e-log, the checking the operability of an active fire protection equipment. This is certainly not a substitute for live on-site inspections, but makes it possible to prepare for them, makes the existence of continuity traceable, and extends the possibility of inspections, that is, overall, significantly increases the efficiency of control. This is true for both the operators and the specialists of the authority area. In the case of complex fire protection, the process closes a full circle, full interaction is formed, practically complex fire protection takes place. Information of the passive fire-proof substructure, which was actively used as an example, is determined at the planning stage, it is evaluated, and then it is permitted as part of a system based on the resulting data. The information is further used at construction, and through product manufacturing, where they can provide feedback to the designers. The professional field is also informed about everything, can also control and investigate, during which it can also give feedback to the manufacturer, or the designer. During use, the specialists of the operator personnel also apply the information and take the necessary action, carry out maintenance, controls and provide feedback to the authorities and special authorities, manufacturers and designers as well.

Finally, the same information can be applied by the fire-fighting and fire testing professionals as well during a fire and thereafter [8, 9]. Their experiences can be shared for the same technical solution for all the previous fields of expertise and professionals with the help of the fire protection net. Virtually an entire interaction is formed, which is capable of developing fire protection dynamically, the significant and efficient improvement of fire safety throughout the complete lifecycle of a building. The information and data collected in an exact way would be recorded in a vast amount in a common EU database, by which exact empirical informational capital could grow huge, helping the unified development of fire protection.

5. CONCLUSION

Complex fire protection, the high level of heterogeneity in the case of participants, and the dynamic change of building-man-fire parameters in time results in white spots of a critical risk in the complete life cycle of a building, which significantly reduce the fire safety of the building. It can be stated that with the innovative and combined use of engineering methods, in addition to the solution of specific fire safety issues, on the basis of the engineering results and experience of fire investigation critical periods and places can be determined, to which usage can be planned in an exact way. This method is an innovative engineering approach, a diversified, modern, computer assisted analytical and evaluation method. has helped a wide range of analytical, modern, computer, assessment methods. Using BIM-based design and advanced cloud-based ICT systems our passive fire protection instruments can be turned into active ones.

Basically by the operation of passive fire protection systems in an active way a new type of dynamic operating system of rules develops, which continuously provides security throughout the full life cycle of a building. Participants of the complex fire protection can operate in the virtual system of the digital state in the same space and time, therefore a homogeneous, new, engineering approach fire safety net can serve the security from the first step of design through the planning of firemen intervention and organizing of inspections, to the building's final destruction. For an innovative implementation a fire protection that is able to catch up with today's accelerated world pace it is necessary to broaden and accelerate the paradigm shift which has already begun, and a conscious, engineering-oriented transformation of the training of fire protection is necessary.

ACKNOWLEDGEMENTS

Above research was supported by the project titled: "Public Service Development Establishing Good Governance, PADOP-2.1.2-CCHOP-15-2016-00001" at the National University of Public Service, Budapest, Hungary.

6. REFERENCES

- [1] European Commission: Europe 2020 strategy, www.ec.europa.eu (date of download: 24. 07. 2016.)
- [2] M. Fritts: The future of the BIM, <http://www.autodeskforum.hu/?p=2780> (date download: 04. 30. 2016.)
- [3] Figure 1: Lifecycle BIM, www.advancedsolutions.com/design/services/lifecycle-bim (date of download: 24. 07. 2016.)
- [4] Zs. Kerekes – L. Beda: Effect of the macro-structure on the flammability of the oxidized PAN fibre based woven textiles, *Tekstil* 62 (5-6) pp.215-227. (2013)
- [5] L. Bérczi: Safety of the fire intervention – venue built, *Védelem Online*, 2012. www.vedelem.hu/letoltes/tanulmany/tan428.pdf (data of download: 03. 09. 2015.)
- [6] Zs. Haig: Connection between cyber warfare and information operations, *Academic and Applied Research in Military Science Volume 8: (Issue 2)* pp. 329-337. (2009)
- [7] M. Maliosz, Cs. Simon, P. Varga: Interworking and Monitoring of Heterogeneous Network Technologies, *Infocommunication Journal III: (4)* pp. 30-37. (2011.)
- [8] Á. Restás: Decision Making on the spot, In: L. W. Grzeskowiak, P. Kowalwski, I. Ratajczak, B. Ciorga, A. Fanfarová, S. Gaspercová, L. O. Makovická, Á. Restás: *Proceedings of the 8th International Scientific Conference Wood and Fire Safety* pp. 303-312., 2016 (ISBN: 978-80-554-1201-6)
- [9] P. Pántya: Safety and danger during firefighter's work, *Security Dimensions: International and National Studies* 12, pp. 76-85. (2/2014)

Srđan LAKOVIĆ¹
Mirjana LABAN²
Suzana DRAGANIĆ³
Slobodan ŠUPIĆ⁴

ASSESSMENT OF EVACUATION TIME BY USING SOFTWARE MODEL

Abstract: The paper presents software for the simulation of evacuation and comparison of evacuation time obtained based on technical recommendations and software model. Different evacuation speeds have been varied, both in the hand-calculation method and in the software. The aim is to give emphasis to modern technology application, in this case software “Pathfinder” using different speeds, and analyze the possibility of parallel application with the current regulations. A case study was conducted on a high residential building in Novi Sad.

Key words: evacuation, evacuation time calculations, software model, comparison

ПРОЦЕНА ВРЕМЕНА ЕВАКУАЦИЈЕ СОФТВЕРСКИМ МОДЕЛОМ

Резиме: Предмет рада је представљање софтвера за симулацију евакуације и компарација времена евакуације добијеног на основу техничке препоруке и софтверског модела. У раду су показане различите брзине кретања које су коришћене како у рачунском прорачуну тако и у софтверу. Циљ је приказати предности савремене технологије, конкретно „Pathfindera“, са различитим брзинама кретања, и анализирати могућност паралелне примене уз актуелне прописе. Студија случаја је урађена на високом стамбеном објекту у Новом Саду.

Кључне речи: евакуација, прорачуни времена евакуације, софтверски модел, компарација

¹ MSc Student, University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Department of civil engineering and geodesy, Trg Dositeja Obradovića 6 21000 Novi Sad, lakovic_90@hotmail.com

² 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

³ 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

⁴ 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

1. INTRODUCTION

One of the key elements of fire protection is the fast and safe evacuation of all persons, present in the building in case of fire. Evacuation should be carried out fast enough to allow people to leave the building “in time” and safe enough to avoid injury or death. In our engineering practice, the time required for evacuation is usually calculated based on technical recommendations [1]. That time is very debatable, because it is necessary to include a large number of factors where some of them cannot be defined (stagnation spots, accumulation of people, behavior, etc.). Additionally, the same speed is assigned to all actors participating in the evacuation.

To achieve a more realistic evacuation calculation, engineers have been looking to evacuation computer models to assess a building’s life safety. Currently, there are a number of evacuation models to choose from, each with unique characteristics and specialties. However, for most models, occupants are usually assigned a specific unimpeded (low density) speed by the user or modeling program. The differences in the models occur when the occupants become closer in a high density situation, resulting in queuing and congestion within the building [2].

The aim of this paper is to draw attention to existing software - Pathfinder, in which 3D model of the chosen building was created and different speed values during evacuation were used. Through a comparative analysis of the calculation results obtained based on technical recommendations and the results obtained by a software model with different speeds in evacuation, the advantages of software are pointed out and recommendations are given for the implementation and improvement of existing regulations by software testing and using different speed during evacuation. In this way, the behavior of the occupants is represented in more different ways by the evacuation models.

2. CASE STUDY

The case study included a high residential building evacuation analysis. Building is located in Novi Sad, in the city area Liman I, on the corner of Fruškogorska and Jiričikova street (Figure 1).



Figure 1. High residential building in Novi Sad

The building is built as a stand-alone, consisted of ground floor and 13 floors, with rectangular basis. As height of the last storey's floor of the building exceeds 30m in relation to the surrounding ground (40m), building is classified as high-rise building, according to [3]. According to the Regulation on the classification of buildings, activities and lands in fire risk categories, the building belongs to III category. The building is one fire compartment, hence there is a real risk of vertical smoke spread in case of fire.

3. ASSIGNED EVACUATION SPEEDS

In created models, different evacuation speeds were used for different groups of people. Walking speed values were taken from the foreign authors recommendations [4]. These data are presented in Tables 1, 2 and 3.

Table 1. Walking speeds of different groups of people

Group	Speed (m/s)
Children	1,08
Men	1,30
Women	1,24
Retirees	1,04

Table 2. The walking speed on the stairway based on stair characteristics

Staircase characteristics	Step height; step width	Speed (m/s)
Dimensions of staircase	0.20 ; 0.25	0.85
	0.18 ; 0.25	0.95
	0.17 ; 0.30	1.00
	0.17 ; 0.33	1.05

Table 3. Walking speed for disabled occupants

	Type of disability and speed in m/s			
	walking with a walking stick		walking with crutches	
	unhindered on the flat	down the stairs	unhindered on the flat	down the stairs
Speed, m/s	0,81	0,34	0,94	0,22

4. SIMULATION IN PATHFINDER

4.1. Basic data on the software

Pathfinder is non-behavioral egress modeling software that provides a simulation of the evacuation to visually present the location of the occupants as a function of time. The software has the capability of tracking individuals' movements and positions throughout the simulation. The model views the population through a global view and enables assessment of the density of certain areas of the building.

Pathfinder does not support the results of the models that visualize the fire, nor does it consider complex human behavior (example - family grouping).

Software distinguishes profiles and behavior of people. Profile defines the characteristics of a person such as speed, color and radius, while the behavior involves a series of actions that people do during the simulation performance, such as: the movement towards a safe place, waiting, deadlocks, exit, etc.

Characteristics that can be assigned to the people are: speed (the maximum through the room), shoulder width (important parameter when moving), the occupants' height, reduction factor (crowd movement depending on the density, correlated with shoulder width), comfortable distance (the distance that people try to maintain during movement in the crowd), deceleration factor (this means that people are moving more slowly and behind those who are moving faster).

Examples of the output are the number of people that have used an exit; minimum, maximum, and average time for people to exit from a given room (monitoring the first and last person to leave), time needed for all occupants to leave a room, hall, staircase or floor, as well as total evacuation time. Software provides textual and visual (2D, 3D) representation of outputs.

4.2. Application of the software model

3D model of high residential building was created in Pathfinder with various scenarios in order to make a comparative analysis between the software and technical recommendations outputs. Following scenarios were considered: the best possible evacuation scenario (all occupants start to evacuate at the same time), worst case scenario (evacuation where occupants from lower floors are activated as occupants arrive from higher floors), a scenario where the actors have different assigned speeds based on [4] and the scenario with one single occupant evacuating from the most distant spot with walking speed taken from [1]. By analyzing the flow of evacuation simulation model, the critical points such as places with a deadlock and piling of people, speed and density of occupants' movement, are revealed and observed.

5. DISCUSSION OF RESULTS

Table 4 presents evacuation time of occupants per phases and total evacuation time for different scenarios. It must be noted that calculation of time needed for evacuation in scenarios 5-8 did not include the additional time taken for constrictions, turns at different angles along evacuation paths etc., which is recommended by [1].

There are different sources and recommendations regarding values of walking speed of different actors participating in the evacuation. Depending on the chosen speed, different total evacuation time is determined. The use of different speeds during the calculation of evacuation time should be considered for specific types of buildings where the characteristics of occupants are known, such as a retirement home, schools, etc.

Table 4. Evacuation time per phases and total evacuation time for different scenarios

	Preparation time for evacuation	First phase	Second phase	Third phase	Total evacuation time
Scenario 1 - Conditionally best possible scenario (SRPS TP 21)	10min	9,33 s	9min 57s	20s	20min 26s
Scenario 2 - Conditionally worst possible scenario (SRPS TP 21)	10min	9,33s	46min 3s	20s	56min 30s
Scenario 3 – Evacuation of single occupant (SRPS TP 21)			1min 54 s	20s	2min 14s
Scenario 4 - Experimental exercise (measured real evacuation time of one person)			3min 23s	22s	3min 45s
Scenario 5 – Evacuation of male gender with assigned speeds		13,3s	5min 35s	28,5s	6min 16s
Scenario 6 - Evacuation of female gender with assigned speeds		13,4s	5min 52s	28,8s	6min 34s
Scenario 7 – Evacuation walking with a stick with assigned speeds		17s	4min 49s	37s	5min 43s
Scenario 8 - Evacuation walking with crutches with assigned speeds		15s	5min 40s	32s	6min 27s

Comparative analyses of evacuation time based on SRPS TP 21 and software simulation model is given in Table 4.

With hand-calculation of evacuation time, it is evident that the time is the same during the first evacuation phase in all scenarios. On the other hand, based on software model, there is a difference in evacuation time depending on the number of occupants. In the second phase, there is a greater variation.

Table 5. Comparative analyses of evacuation time based on SRPS TP 21 and software simulation model

	Hand-calculation results based on [1]		The results obtained from the software model	
	First phase	Second phase	First phase	Second phase
Scenario 1	9,33 s	9 min 57 s	12,1 s	3 min 14 s
Scenario 2	9,33 s	46 min 20 s	12,1 s	5 min 2 s
Scenario 3	9,33 s	1 min 54 s	9, 7 s	2 min 18 s

According to calculation [1], that time is in the range between 1min 54s and 46min 20s depending on the scenario. This is a consequence of taking into account a lot of time needed for turning at certain angle during evacuation. As for the software model, evacuation time in the second phase of evacuation is much more realistic and the differences are much lower. Even if we compared them with the experimental exercise results, the same conclusion could be derived. It has already been pointed out that with the help of computer technology, it is possible to see the places where there is congestion or deadlock and that it is not necessarily turning at certain angle.

In Figures 2-6, characteristic moments in different evacuation scenarios are given.

Figure 2 shows the first phase of evacuation and time of evacuation can be observed. Starting evacuation point and first exit are marked. Figure 3 presents the speed of movement on evacuation path in case when all actors have the same assigned speed. Walking speed on the flat surface can be seen in Figure 4, while speed downstairs is illustrated in Figure 5. It can be noticed that walking speed downstairs is in range between 0,36 m/s and 0,72 m/s, while walking speed on the flat surface is in range between 0,72 m/s and 1,2 m/s.

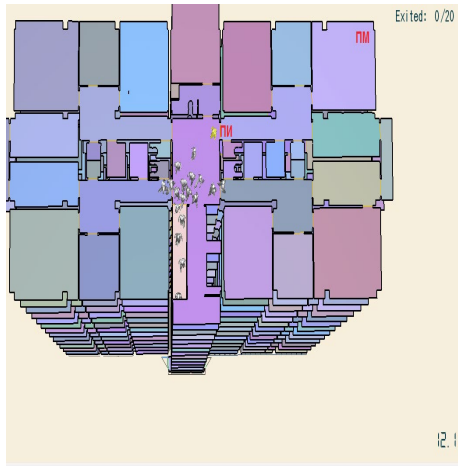


Figure 2. First phase of evacuation

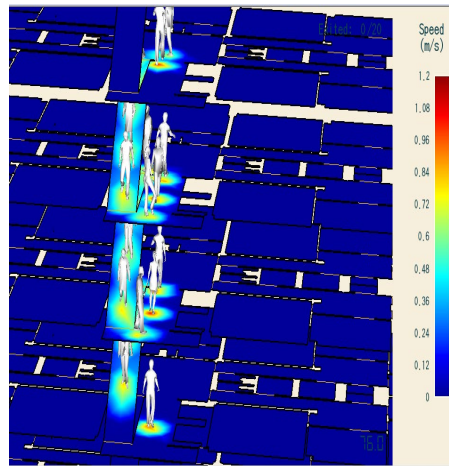


Figure 3. Speed on the evacuation path

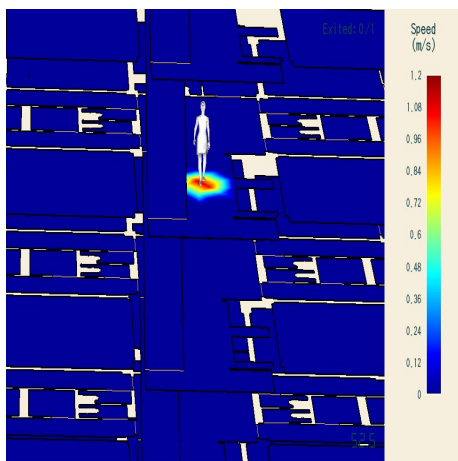


Figure 4. Speed on the flat surface

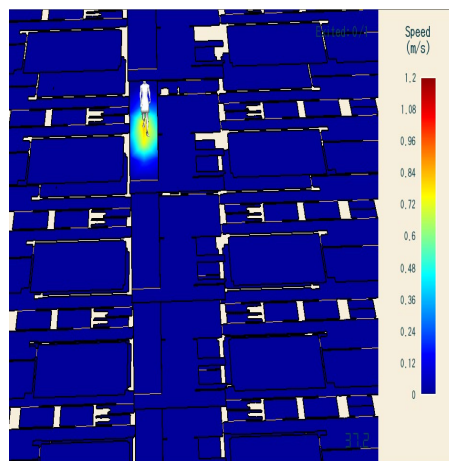


Figure 5. Speed down the stairs

Figure 6 shows the density of people moving downstairs. In this scenario, actors have assigned walking speeds given in Table 1. It can be noticed that density is between 1,04 and 2,75 occupants per m^2 .

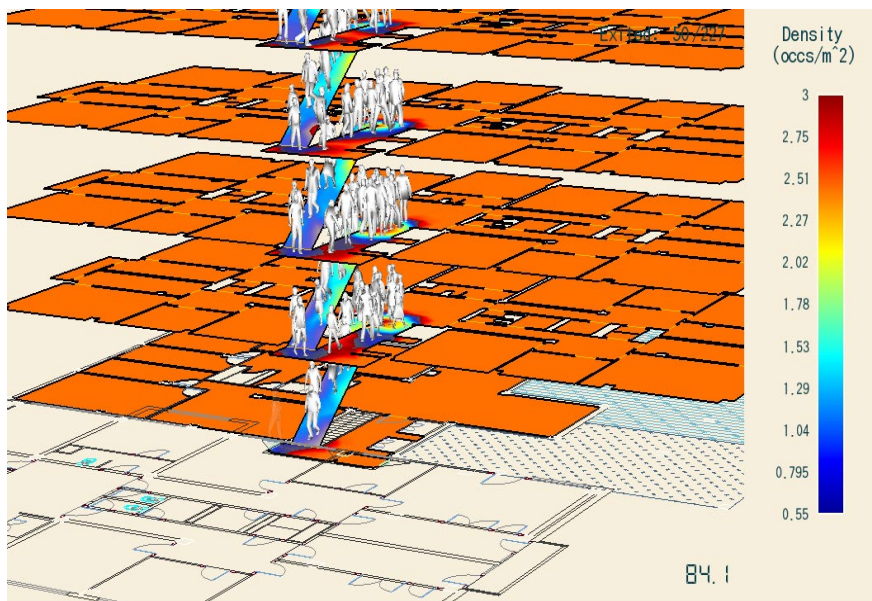


Figure 6. Density of movement down the stairs

6. CONCLUSION

The main goal during the evacuation of persons is fast and safely egress of all occupants from the endangered area. During the movement of the evacuation actors, there are many critical spots that can not be observed by hand-calculaton, so there is an increasing need for the use of modern technologies and software applications.

Softwares, which are constantly being improved, enable simulation and modeling in risk management and can be the starting point for analysis of existing regulations, as the comparative analysis revealed that there is a clear difference in the evacuation time obtained by a technical recommendation and software models.

Software model makes it possible to detect critical points such as places where there is a deadlock, piling of people, speed and density of actors movement, while technical recommendation provides only total evacuation time, dependent on number of actors, hence the real picture can not be obtained. Results showed that congestion will not necessarily be created as technical recommendation predicted. In addition, the software model has ability to detect that speed down the stairs is not constant, but varies depending on the density of movement of persons during the evacuation.

Another advantage of using software is the possibility to attach different types of actors with variations in speed and it is possible to follow the particular person at any moment of evacuation, while it is almost impossible to do so in calculation method. Application of this kind of software provides significant advantages compared to technical recommendations and enables obtaining of approximately real time for evacuation in case of a specific types of buildings such as kindergartens, schools, retirement homes, etc.



ACKNOWLEDGEMENTS

The paper presents the part of research realized within the project “Improvement of educational process and research of new technologies in construction engineering” conducted by the Department of Civil Engineering and Geodesy, Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad.

7. REFERENCES

- [1] SRPS TP 21: *Technical recommendations for urban and civil engineering measures of fire safety for residential, commercial and public buildings*, 2003
- [2] Kuligowski E., Peacock R. (2005): A review of building evacuation models, Technical Note 1471, pp. 6-7
- [3] Rule on fire protection of high-rise buildings, Official Gazette RS, No. 86/2011
- [4] Long Shi. Qiyuan X. Xudong C. Long C. Yong Z. Ruifang Z. (2009): *Developing a database for emergency evacuation mode*, Building and Environment, Volume 44, pp. 1724–1729

Биљана ГЕМОВИЋ¹

CAD АПЛИКАЦИЈЕ У ЗАШТИТИ ОД ПОЖАРА

Резиме: У раду је приказана примена компјутерске анимације за план заштите од пожара. Дата је основа Компјутерске анимације и примери реализације анимације студената Високе техничке школе струковних студија у Новом Саду које су реализоване кроз предмете Компјутерска анимација и Практикум. Радови који су приказани у овом раду представљају резултат рада студената треће године односно шестог семестра студијског програма Мултимедија у оквиру предмета Практикум. Предмет Компјутерска анимација су студенти овог студијског програма слушали у другој години студија, и као пројекат су требали да радове својих колега са студијског програма Заштита од пожара реализују кроз израду анимације из заштите од пожара.

Кључне речи: компјутерска графика, заштита од пожара, компјутерска анимација

CAD APPLICATIONS IN PROTECTION FROM FIRE

Abstract: The paper presents the application of computer animation for the fire protection plan. The basis of Computer animation course in the Higher Technical School of Professional Studies in Novi Sad is given and examples of student animation realization, which were realized through the courses of Computer animation and Practicum. The works that are presented in this paper are the result of the work of students in the third year and sixth semesters of the study programme Multimedia within the course Practicum. The course Computer animation the students had in the second study year and as a assignment they implemented the works of their colleagues from the study programme Fire protection through the creation of animation in fire protection.

Key words: computer graphics, fire protection, computer animation

¹ Проф. др, Висока техничка школа струковних студија у Новом Саду, Школска 1,
gemovic@vtsns.edu.rs

1. ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ

Појавом компјутера почела је ера компјутерске анимације. Прво, стидљиво, доста круто, сиромашно и кратко, а после; све боље, верније, природније, уверљивије и јефтиније. Радне станице, до тад једине које су биле у стању да израђују компјутерске анимације исувише скупе, коштале су више хиљада долара, уступиле су место обичним ПЦ рачунарима и бољим софтверима, па данас сваки компјутер боље опремљен. Хардверску структуру данашњих рачунара чини графички процесор, који уз мало више РАМ меморије може да рендерује квалитетну и брзу компјутерску анимацију.

Прво су се појавили мали кућни рачунари као што су „Comodore 64”, „Atari”, а посебно „Amiga” који су са програмима: „Videoscape”, „Deluxe Paint” и „Real 3D” били носиоци пионирског рада на компјутерској анимацији. За разлику од класичне анимације, компјутерска анимација је комплекснија и сложенија, а самим тим и скупља, али је примјенљивија ефикаснија и боља у свим областима. Компјутерском анимацијом налази све већу примену у грађевинарству, школству, уметности, науци, војној индустрији и готово да нема области у којој се не примењује [1, 2].

Основна разлика између класичне анимације-цртаног филма и компјутерске је што се код класичне анимације ручно слике цртају, слажу и камером снимају, а компјутерском анимацијом моделирају ликови-објекти, те на “жичани” модел „лепе” текстуре и наредбом померају-анимирају објекти анимације.

Данас постоје изузетно моћни програми за то: „Maуa” или „3D Max” прави професионални програми који се користе у филмској индустрији. Наравно да рад на компјутерској анимацији није ни мало једноставан, потребно је знање програма за анимацију. Добар цртач не мора бити и добар аниматор, а слаб цртач, може бити сјајан аниматор.

2. КОМПЈУТЕРСКА АНИМАЦИЈА – САВРЕМЕНИ ТРЕНД

Тродимензионална односно 3Д слика је 2Д пројекција компјутерског модела неког реалног физичког објекта. Заправо, у питању и не мора да буде објекат какав већ постоји. Реалистично 3Д моделовање се често користи да би се визуализовао непостојећи лик или окружење, или објекат који је немогуће фотографисати из одређеног угла (на пример, неосветљена страна Месеца). Користи се и да оцрта или промени одлике таквог објекта. После тог и низа других процеса (рендеровања, рецимо) добијамо 3Д компјутерску графику која, како каже једна од дефиниција, представља тродимензионалну виртуелну репрезентацију објеката снимљених у компјутеру, ради извођења прорачуна и генерисања слике. 3Д графика се пореди с фотографијом или вајањем, док је 2Д графика слична цртању [3].

С друге стране имамо 3Д анимацију, чији је развој током последњих година веома убрзан, упоредо са развојем компјутерске технологије. 3Д графика и анимација су данас махом заступљене у моделовању објеката, зграда и пејзажа, стварању 3Д видео ефеката, интеграцији 3Д објеката са „живим” снимком, као и у развоју филмске индустрије. Међу расположивим програмима и пакетима који могу да их реализују, само неколико је широко прихваћено. Најпопуларнији је програм *Maya* фирме *Alias Wavefront*. Користи се у највећим студијама за визуелне ефекте, у комбинацији са Пихаровим програмом *RenderMan*. Следећи је 3Д Студио Мах фирме *Discreet*, створен као наследник програма 3Д Студио, а данас веома распрострањен у индустрији компјутерских игара и „кућној радиности”. Ту је и *Hashov Animation: Master*, оригинално прављен за *Amigu* касних осамдесетих година прошлог века, а данас је компатибилан и са *Windows* и *Mac OS*. Следећи је *SoftImage XSI* канадске фирме *Avid*.

2.1. Коришћење компјутера у анимацији

Компјутери се врло ефикасно могу искористити за анимацију. Програм Премиере садржи команду *Spot Frame* у *Capture* менију, којом можемо регистровати само један фрејм који је у формату слике, или део *AVI* или *Quick Time* секвенце. Ово важи и за програм *Flach* којим можемо направити анимације кадар-по-кадар, анимације променом покрета или променом облика и сл. Такође, можемо мењати цртеже, мењати положаје модела и онда поново регистровати промену. Фрејмови који нам не одговарају могу се избрисати. Све регистроване фрејмове можемо касније експортирати као један посебан видео снимак, или као групу слика која се може обрадити у познатом програму за обраду слика – *Photoshop*. При изради анимације врло је zgodно користити компјутере, јер се слике лако могу мењати, чувати, брисати и додавати у секвенцу. Код класичне анимације није неопходно користити камеру [4].

Неки од доступних техника у раду су:

Дигиталне фолије (лејери) - које се у програмима за обраду слика и програмима за израду анимација називају и слојеви (лејери), омогућују да се једна статична слика представи као посебни делови. Поступак израде анимација техником рада са лејерима је такав да се прво креира позадински лејер за први фрејм. Затим, на одвојеним лејерима креирају делови који ће се померати. Када се чува први фрејм, следећи се прави тако што се копира постојећа позадина и додају други лејери на којима су извршене промене неопходне за покрет тј. анимацију.

Спрајт анимација - се заснива на објектима који се померају, зову се спрајт (*sprite*) анимације. Сложен покрет може се добити додељивањем више слика једном спрајту. Ова врста анимације је погодна за симулацију ходања. Вредности које се мењају при померању објекта прорачунава компјутер. Померање и изглед анимираног објекта у овој врсти анимације може да контролише сам корисник. Такође, спрајт анимација може бити корисна и за различите типове симулација као и за саме презентације на интернету.

Анимација помоћу кључних кадрова – У класичној анимацији, кључне (*key*) кадрове цртају главни аниматори. Они обезбеђују позе и детаље на актерима. Углавном се кључни кадрови раде за карактеристичне позе, такозване екстреме – почетак или крај ходања, крајњи горњи или доњи положај код пада итд. Код компјутерске израде анимација, цртање међукадрова се назива интерполација – прорачун вредности функције која се налази између задатих тачака. Компјутерски програми су веома добри у интерполацији, омогућавају нумерички прорачун вредности. Нумерички прорачун векторских слика је доста једноставнија од прорачуна битмапираних слика. На векторске облике могу бити примењене различите трансформације које могу бити интерполарисане – ротација, скалирање, рефлексација итд. Покрет може бити састављен од оваквих трансформација које су изведене из обраде нумеричких међукадрова [5].

3. ПРОГРАМ ЗА ИЗРАДУ АНИМАЦИЈЕ – *ADOBE FLASH*

Flash доминира као алат за дизајнирање Веб презентација. На једном месту скупио је све потребне алатке:

- алатке за стварање графике, алатке за анимацијутих графика,
- алатке за стварање елемената интерфејса и интерактивности, као и
- алатке за стварање HTML-а неопходног за приказивање графике, анимација и елемената интерфејса као Веб стране у читачу.

Са сваком новом генерацијом *Flash*-а, Adobe је додавао нове функције и карактеристике. Оне су проширивале могућности програма као машине за анимацију и креатора интерактивности, у исто време задржавајући лакоћу употребе алата за цртање, као и помоћних анимација и могућности програмирања *Flash* -а, Adobe CS5 представља моћни алат за израду креативних садржаја за штампу, Веб, интерактивне апликације, видео, аудио или мобилне уређаје. У новој верзији *Flash* -а унапређене су већ постојеће могућности и додате нове које у многоме олакшавају израду мултимедијалних анимација. Оно што издваја *Flash CS5* од предходних верзија су следеће иновације [6]:

- Нови формат записа фајлова *sfl (Flash CS5 Uncompressed Document)* – омогућава рад на истом фајлу од стране више особа,
- Могућност креирања апликација за *iPhone*,
- Коришћење *online* услуга,
- Употреба *Flash Catalyst CS5* -за дизајнирање интерактивних садржаја без писања кода и *Flash Builder* -за развијање апликација за Интернет.

3.1. Израда 2D анимација у програму Adobe Flash

Једна од могућности израде анимације је у програму *Adobe Flash*. Оваква анимација снима се као *.fla* документ. Може се експортирати и у разним другим екстензијама погодним за дају употребу. За анимацију било које дужине, која притом има и звук, најбољи квалитет се постиже коришћењем видео формата. *QuickTime* је постао стандард за видео формат. Овакав видео формат може да се мења, комбинује са другим клиповима, па чак и да му се додају ефекти. Радно окружење је подешено

за креирање графичких елемената и њихову анимацију у времену. Елементи окружења су [4]:

- позорница,
- временска оса,
- кутија алата,
- библиотека симбола,
- панели.

Кроз ове елементе окружење *Adobe Flash* програма омогућава лаку и практичну обуку студената, и примену њиховог теоријског знања из области 2Д и 3Д анимације [5].

На примерима на слици 1 могу се уочити примене наведених техника и њихово обједињавање у коначну анимацију која чини пример 3Д анимација из области заштите од пожара.

Комбинацијом техника лејера, кључних кадрова у којима су убачене слике претходно обрађене у програму *Adobe PhotoShop* -у, повезивања кадрова помоћу команде *Motion tween* у *Adobe Flash* програму добија се крајњи производ.

Све су ово просте технике које су савладали студенти ВТШСС у Новом Саду који су обједињени око идеје за креирање пројеката из разних области да би кроз вид приказивања у 2Д анимацији презентовали своје искуство и обједињено знање.

Радови који су приказани у овом раду представљају резултат рада студената треће године односно шестог семестра студијског програма Мултимедија у оквиру предмета Практикум. Предмет Компјутерска анимација су студенти овог студијског програма слушали у другој години студија и као пројекат су требали да радове својих колега са студијског програма Заштита од пожара реализују кроз израду анимације из заштите од пожара.

Основна знања из заштите од пожара су стекли на предавањима која су за све студенте пре почетка шестог семестра организована из области безбедности и здравља на раду и заштите од пожара. Ова обука се реализује пре одласка студената на практичну наставу у која се реализује у сарадњи са предузећима.



Слика 1. Пример 3Д анимација из заштите од пожара

4. РЕГУЛИСАЊЕ ЗАШТИТЕ ОД ПОЖАРА КРОЗ ЗАКОНСКУ РЕГУЛАТИВУ

Заштиту од пожара у Републици Србији уређује Закон о заштити од пожара и подзаконска акта која дефинишу мере за спречавање избијања и ширења пожара, откривање и гашење пожара, спасавање живота људи и имовине угрожених пожаром, пружање помоћи у отклањању последица проузрокованих пожаром.

Према Закону о заштити од пожара, а на основу угрожености од пожара, субјекти се разврставају у три категорије угрожености од пожара и морају да израде:

- План заштите од пожара,
- Правила заштите од пожара,
- План евакуације,
- Упутство за поступање у случају пожара, и
- Програм обуке из заштите од пожара.

Мора се ангажовати Предузетник или Правно лице које поседује овлашћење МУП-а за послове заштите од пожара.

4.1. План заштите од пожара

Објекти, делатности и земљишта разврставају се у следеће категорије:

1) са високим ризиком од избијања пожара – прва категорија угрожености од пожара;

2) са повећаним ризиком од избијања пожара – друга категорија угрожености од пожара;

3) са извесним ризиком од избијања пожара – трећа категорија угрожености од пожара.

Субјекти у првој и другој категорији угрожености од пожара обавезни су да донесу План заштите од пожара који садржи нарочито:

- 1) приказ постојећег стања заштите од пожара;
- 2) процену угрожености од пожара;
- 3) организацију заштите од пожара;
- 4) предлог техничких и организационих мера за отклањање недостатака и унапређење стања заштите од пожара;
- 5) прорачун потребних финансијских средстава;
- 6) прописане прорачунске и графичке прилоге;
- 7) прорачун максималног броја људи који се могу безбедно евакуисати из објекта.

Субјекти из става 1. овог члана дужни су да поступају по прорачунима из Плана заштите од пожара.

У Плану заштите од пожара, поред података из става 1. овог члана, ближе се приказују и подаци о броју ватрогасаца, техничкој опремљености и обучености ватрогасне јединице, односно организацији превентивних мера заштите од пожара, сталног дежурства и подаци о броју стручно оспособљених лица за спровођење заштите од пожара.

План заштите од пожара (аутономне покрајине, јединица локалне самоуправе и субјеката из става 1. овог члана) мора бити усклађен са променама насталим као последица урбанистичких, техничко-технолошких и других промена од значаја за заштиту од пожара кроз измене и допуне плана заштите од пожара.

На План заштите од пожара и измене и допуне тог плана прибавља се сагласност Министарства.

4.2. План евакуације и упутства за поступање у случају пожара

Субјекти у првој, другој и трећој категорији угрожености од пожара морају имати План евакуације и упутства за поступање у случају пожара, који морају бити истакнути на видљивом месту.

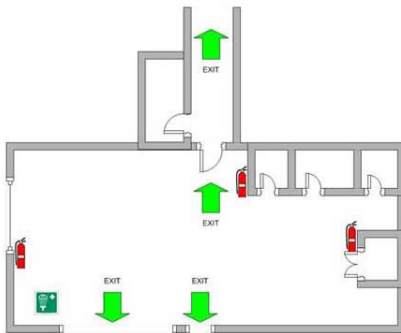
Субјекти у трећој категорији угрожености од пожара План евакуације и упутства за поступање у случају пожара доносе у складу са чланом 28. овог закона.

4.3. Правила заштите од пожара

Привредно друштво односно друго правно или физичко лице, које је власник односно корисник пословних, индустријских и објеката јавне намене и слободностојећих гаража, а који нису у обавези да имају План заштите од пожара према члану 27. овог закона, као и објеката у трећој категорији угрожености од пожара, и стамбене зграде доносе Правила заштите од пожара која обухватају:

- 1) организацију технолошких процеса на начин да ризик од избијања и ширења пожара буде отклоњен, а да у случају његовог избијања буде обезбеђена безбедна евакуација људи и имовине и спречено његово ширење;
- 2) заштиту од пожара у зависности од намене објекта са потребним бројем

- лица оспособљених за обављање послова заштите од пожара;
- 3) План евакуације и упутства за поступање у случају пожара;
 - 4) начин оспособљавања запослених за спровођење заштите од пожара;
 - 5) права, обавезе и одговорности запослених за спровођење превентивних мера заштите од пожара;
 - 6) прорачун максималног броја људи који се могу безбедно евакуисати из објекта.



Слика 2. План евакуације од пожара и знакови из области заштите од пожара

Тачке 2), 4), 5) и 6) из става 1. овог члана не односе се на обавезе стамбене зграде.

План евакуације и упутства за поступање у случају пожара из става 1. тачка 3) овог члана морају бити истакнути на видљивом месту.

Субјекти из става 1. овог члана дужни су да поступају по прорачунима из Правила заштите од пожара.

Правила заштите од пожара уређују и начин оспособљавања запослених за спровођење заштите од пожара и обавезе лица оспособљених за обављање послова заштите од пожара и других запослених.

Правила заштите од пожара у складу са Законом о заштити од пожара, а у циљу унапређења заштите од пожара унутар објекта предузећа дефинишу заштиту од пожара у зависности од намене објекта са потребним бројем лица оспособљених за обављање послова заштите од пожара.

Прописани формат за План евакуације и упутство за поступање у случају пожара је форма А3, мада је дозвољено и да план евакуације буде формата А4 и упутство за поступање у случају пожара формата А4. План евакуације се поставља на видном месту у близини излаза и на сваком спрату. У плану евакуације се уноси распоред и врста пп апарата, позиције хидраната, главни и помоћни путеви евакуације, спољни ватрогасни пут, положај разводних ормара, положај паник расвете [8].

С обзиром на упућеност запослених на коришћење компјутера приликом обављања радних задатака анимације Плана евакуације би требало поставити на портале установа и на тај начин континуирано, а опет несвесно и ненаметљиво едуковати запослене да би у ситуацијама када им то затреба били спремни да се понашају у складу са упутствима.

У даљем развоју на предмету Компјутерска анимација ВТШСС се планира имплементација неких од ових радова студената на сајт Школе како би мотивисали нове генерације да дају свој допринос у креативном раду из компјутерске анимације.

5. ЗАКЉУЧАК

Анимација представља илузију кретања створену помоћу секвенце непокретних слика које се померају. *Adobe Flash* корист стандардне технике за анимацију које стварају илузију покрета и пружају могућност синхронизације анимације са више графичких елемената, звукова и видео записа. У раду је приказана примена анимације рађене помоћу програма *Adobe Flash* и њено коришћење у приказу радова студената ВТШСС из области заштите од пожара.

Незахвално је причати о развоју било које технологије. Опште је мишљење људи из ове области да је у компјутерској анимацији (као и у било чему што је уско везано за развој компјутерске технологије) и да је на нама да га искористимо што је боље могуће.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] <http://book.tsp.edu.rs>, Рачунарска графика и мултимедија IT
- [2] Vigs Henningsen B., Faculty of Education and Social Studies: *Animation as a Learning Tool*, 2013
- [3] Василић Д., *Могућност примене фласх анимација у настави Обновљивих Извора Енергије*, дипломски рад, Технички факултет Чачак, 2012
- [4] Гемовић Б., Субић Н., Крунић Т., *Примена компјутерске анимације у циљу неопходног рада на рачунару*, INFOTEN-JAHORINA Vol. 12, March 2013.
- [5] Павловић В., Драгићевић С., Папић Ж., *Методологија примене аплета и анимација у настави техничког и информатичког образовања*, 3. Конференција „Техника и информатика у образовању”, Зборник радова, стр. 475-482, Технички факултет, Чачак, 7 - 9. мај, 2010.
- [6] Gonzalez J., *Flash professional*, Компјутер библиотека, 2007.
- [7] Гемовић Б., Субић Н., *Компјутерске анимације као алат за израду визуелног идентитета предузећа*, V International Conference Industrial Engineering and Environmental Protection 2015 (IIZS 2015), Зрењанин, 2015.
- [8] *Закон о заштити од пожара („Сл. гласник РС”, 111/2009, 20/2015)*



László KOMJÁTHY¹
Enikő KUK²

FIRE SAFETY OF HERITAGE BUILDINGS IN HUNGARY

Abstract: The task of fire prevention is to check compliance with usage rules, to inspect the possible risks of fire outbreak and spread as well as to ensure that the necessary equipment is available for fire fighting. This latter activity imposes special requirements in case of heritage buildings if their Fire Safety Plans contain the requirements. Favourable conditions have to be created for the quickest and most effective fire intervention possible. The Fire Safety Plans are to promote rapid and targeted operations, whose components include ensuring special conditions, fire extinguisher supply together with other equipment for fire fighting and technical rescue as well as preliminary planning against damages caused by smoke, heat and water. All of these require the cooperation of professionals from the fields of fire prevention and fire fighting along with other institutions involved.

Key words: fire prevention, fire fighting, saving possessions, Fire Safety Plan

ЗАШТИТА ОД ПОЖАРА ЗГРАДА ОД ИСТОРИЈСКОГ ЗНАЧАЈА У МАЂАРСКОЈ

Резиме: Задатак заштите од пожара је да се провери усклађеност са правилима коришћења, да установи могуће опасности од избијања пожара и његовог ширења, као и да обезбеди да неопходна опрема за гашење пожара буде доступна. Ова активност намеће посебне захтеве у случају објеката од историјског значаја ако то предвиђају планови њихове заштите од пожара. Морају бити створени повољни услови за најбржу и најефикаснију противпожарну интервенцију. План заштите од пожара треба да промовише брзе и циљане операције, што обухвата и посебне услове, апарате за гашење заједно са осталом опремом за гашење пожара и спашавање, као и прелиминарно планирања против штете проузроковане димом, топлотом и водом. Све ово захтева сарадњу стручњака из области заштите од пожара и гашења пожара заједно са другим институцијама које су укључене.

Кључне речи: превенција пожара, гашење пожара, чување имовине, план заштите од пожара

¹ Associate professor, PhD, Institute of Disaster Management, National University of Public Service 9-11 Hungária krt. Budapest H-1101, Hungary. Email: Komjathy.Laszlo@uni-nke.hu

² PhD student. Institute of Disaster Management, National University of Public Service 9-11 Hungária krt. Budapest H-1101, Hungary. Email: Kuk.Eniko.Eszter@uni-nke.hu

1. REGULATION

Cultural values are unique creations that cannot be replaced. Any damage to them necessitates a lengthy and costly restoration process, while their destruction causes irreparable damage. Therefore, preventing and suppressing such fires require special expertise and interventions[1]. The legislation currently in force mainly focuses on fire fighting activities. The Decree of the Minister of the Interior of Hungary[2] lays down the basic regulations of the fire fighting and technical rescue activities performed by fire brigades. However, it does not cover fire suppression in heritage buildings. As regards saving material values, life saving precedes it in every case and they are to be saved only if human lives are not at risk. In addition, a paragraph provides for Fire Safety plans for establishments carrying high-priority from the viewpoint of fire safety. They are to be prepared by the fire department in its area of responsibility[3]. Article 15 of the Regulations on Fire Fighting Tactics[4] related to the Decree of the MoI does not cover fire fighting in heritage buildings either. Article 2 of the Regulations on Technical Rescue Operations touches only lightly on this subject:

- is there any damage to the building based on the fire detection;
- reconnaissance has to address the extent of damage and the function of the building;
- saving material values is the last point to consider.

2. INTERVENTION AND RESCUE

Based on the above, it is clear that fire suppression is the primary purpose. However, in heritage buildings fire fighting operations should pay particular attention to saving objects. When starting the intervention the main factors to consider are the location of the building, its special features, the size of its interior, its fire load, the size of the fire compartments and the risk of heat and smoke spread.

Main considerations for the intervention units:

- fire water supply;
- installed fire safety equipment;
- escape routes;
- ventilation and smoke removal;
- the surroundings of the objects on fire;
- the surroundings of the building;
- available equipment and tools;
- travel time of the intervention unit.

Smoke alone is enough to cause irreparable damage to certain artworks, whereas others can withstand direct exposure to fire without being significantly damaged. Heavy heat and smoke conditions greatly affect rescue and fire fighting operations as well, since it delays fire suppression, requires more personnel and equipment and may alter tactical plans. A further point to consider is whether the valuables can be moved and transported from the scene with resources available there. Moreover, what exposure to fire, smoke or heat the given valuable can tolerate. Depending on this characteristic, the objects can fall into various categories, such as sensitive to smoke and heat, limited tolerance to fire, tolerance to smoke.

No general rule can be set up on saving objects when preplanning the intervention, but we must not ignore the size, weight, density and location of the objects in the building. It is a basic requirement that a low number of crew should be able to move the given object via the escape routes to a safe location within a short time.



Figure 1. Esztergom, Hungary. Bazilika

3. THE MAIN ASPECTS OF THE INTERVENTION

If cultural values are endangered, an increased number of crew is needed, which has to be considered when determining the level of alarm together with the different travel time of the various deployed units. The recommendations of the local specialists (curators, restorers) have to be taken into account when assessing the emergency and preplanning the response. Involving the restorers at this stage is essential because as professionals they can predict and specify the impact of fire on the given valuables, thus providing information for the planning of the possibilities and methods of the intervention.

The tactics can be specified, which has a decisive role in the allocation of the necessary resources. For the sake of effectiveness, alternative, unconventional methods of fire fighting might have to be applied. Therefore, it is advisable to create a preliminary account of all the equipment that might become necessary and the organisations that are ready to provide them in emergencies within a short time (e.g. civil protection, police, economic players, local governments, etc.).

Protection of fixed valuables: Fire suppression in the presence of cultural valuables should minimise damage to them as much as possible. Preferably, pulverized water or even impulse fire extinguishers should be used in the intervention with periodical application. To protect fixed valuables from heat, fire resistant sheets can be of service. In case of attic fires when domes or towers are on fire, drainage of water has to be ensured with the help of openings or special foils. Vaulted roofs bear the risk that water gathering at the vault poses a threat to the statics of the building and it might collapse.

Protection of portable valuables: With this type of objects, rescue seems a convenient solution. The question that arises is what should take priority: fire fighting or rescue. In the case of valuables of cultural-historical importance, fires may lead to serious financial losses. Various fire models show that fire may spread incredibly fast without any effective and quick response. As a result, rescue cannot be the first step. The priority is, thus, fire fighting or at least preventing fire spread. As soon as the necessary number of crew is available, they have to start rescuing the objects without delay. Saving objects is not an ordinary activity for fire fighters, so it requires special training. The incident commander has to specify the following tasks:

- Rescue activities in areas directly exposed to fire, smoke and water;
- Rescue activities in areas indirectly exposed to fire, smoke and water;
- Rescue activities in collection and exhibition areas;
- Evacuating and sheltering valuables.

When preparing for the intervention, the necessary forces and resources have to be reckoned (e.g. packaging materials, tents, means of transport, foils). The rescue activities always pose a certain amount of risk to the artworks and they have to be protected from the main hazards. Therefore, the ways to secure the area surrounding the artwork have to be explored. Investigations show that the valuables can be successfully protected from the impacts of fire and smoke. Exploring fire prevention possibilities and identifying related potential problems can contribute to higher effectiveness. Protection against heat radiation is also possible in certain situations, but it requires special solutions (for instance fire resistant tarps, special fire protection equipment). Protection against direct heat radiation can only be achieved with architectural solutions.

4. CONCLUSION

Because of the priceless artworks, this field poses a significant challenge for the fire fighters. Such responses call for unconventional approaches, where risks endangering cultural values have to be considered (e.g. sooting, water damage) together with the tactical solutions to avoid them. To prepare for these responses, a good cooperation with restorers, collection managers, architects and monument protection professionals is inevitable.

They have to be informed about the circumstances of fire fighting interventions and accordingly, the most reasonable decisions can be made. Various drills and exercises are good ways to test the feasibility of the plans. If possible, these drills should take place in life-like circumstances as this gives rise to solutions that could be useful in actual situations. The International Visegrad Fund could contribute to this purpose, as its aim is to facilitate transboundary connections between the Visegrad Group (V4) countries[5].



Sharing experience, best practices, the new technical and tactical solutions and innovations related to similar fires should be encouraged between our countries, whose potential platform could be international conferences.

5. REFERENCES

- [1] Act of Hungary No. XXXI of 1996 on fire protection, technical rescue and fire brigades
- [2] The Decree of the Minister of the Interior of Hungary No. 39/2011. (XI.15.) on the general rules of the fire fighting and technical rescue activities performed by fire brigades
- [3] NDGDM MoI, Internal regulation No. 42/2012
- [4] NDGDM MoI, Internal regulation No. 124/2011
- [5] Fire Ingeneering Monography. Zvolen, 2002, p25

Горан ЂОРЂЕВИЋ¹
Света ЦВЕТАНОВИЋ²
Добривоје ЈОВАНОВИЋ³

НОВИ МЕТОДОЛОШКИ ПРИСТУП ЗА ПРОЦЕНУ РИЗИКА ОД ПОЖАРА У УГОСТИТЕЉСКИМ ОБЈЕКТИМА

Резиме: Нови закон о инспекцијском надзору процену ризика ставља на прво место. Од саме процене ризика зависи начин инспекцијског надзора у надзираном субјекту. Одређивање нивоа ризика у области заштите од пожара је доста сложено јер не постоје јасни начини и методе како то класификовати и одредити стварни ниво угрожености. Само разврставање правних субјеката у категорију угрожености од пожара и контролне листе из области заштите од пожара не дају праву слику ни нивоа ризика, а ни могуће последице које пожар може да проузрокује. Нова метода процене ризика за угоститељске објекте, који спадају у групу угрожених и ризичних објеката, даје јасну слику који је ниво ризика у сваком појединачном угоститељском објекту. Сама метода базирана је на правилнику о техничким нормативима за заштиту угоститељских објеката од пожара и даје јасну слику ризика у сваком објекту на основу градијената (бодова) који дефинишу сваки утицајни елемент.

Кључне речи: ризик, процена ризика, пожар, методологија, угоститељски објекти

THE NEW METHODOLOGY FOR ASSESSMENT OF FIRE RISK AT CATERING FACILITIES

Abstract: The new Law on inspection control, as an important factor in the process of doing inspection control, puts the risk assessment at the first place. The process of inspection control at the particular facility primarily depends on the risk assessment. Determination of risk level in the field of fire protection is very complex due to the lack of precise methods for classification and evaluation of the real level of danger. Classification of legal entities in categories of fire endangerment and control lists in the field of fire protection do not give the real picture of risk level neither the possible consequences induced by the risk. The new method of risk assessment at catering facilities which are in the group of endangered and hazardous subjects gives the clear picture of the risk level at any particular catering facility. The method is based on the bylaw of technical quotas for fire protection of catering facilities and gives the clear picture of risk at the facility based on points which define all influence elements at every facility.

Key words: risk, risk assessment, methodology, catering facilities

¹ Др, МУП РС, Сектор за ванредне ситуације, одељење у Пожаревцу, goranzor@gmail.com

² Др, Факултет заштите на раду Ниш

³ Др, УР „ИНТЕП“ Пожаревац, interoffice@gmil.com

1. УВОД

Да би се постигао циљ сваке методе која служи да се утврди одређени ризик и угроженост одређеног објекта или групе објекта који имају заједничке елементе морају се они дефинисати, јер доводе до угрожености. Правилно их треба класификовати и одредити колику они имају вредност на угроженост и могућност испољавања ризика и вероватноћу настанка штетних последица.

Када се ради о угоститељским објектима ти елементи су следећи:

1. сагласности на техничку документацију у погледу мера заштите од пожара и добијене сагласности на спроведене мере заштите од пожара предвиђене техничком документацијом (технички пријем из области заштите од пожара),
2. подаци за отпорност на пожар носећих конструктивних елемената угоститељског објекта,
3. грађевинске мере за спречавање преноса пожара у угоститељском објекту,
4. евакуациони путеви у угоститељском објекту,
5. излази из угоститељског објекта,
6. приступ за ватрогасна возила и време доласка ватрогасне јединице за гашење пожара,
7. тавански простор у угоститељском објекту,
8. стање електричне инсталације у угоститељском објекту,
9. системи климатизације и вентилације у угоститељском објекту,
10. системи за узбуњивање, дојаву и гашење пожара,
11. опрема за гашење пожара,
12. заштита објеката од атмосферског пражњења,
13. организационе мере заштите,
14. додатне мере заштите у угоститељским објектима.

Елементи који се узимају као полазна основа за процену ризика у угоститељским објектима дефинисани су у Правилнику о техничким нормативима за заштиту угоститељских објеката од пожара („Сл.гласник РС” бр.61/2015).

Због ограничености обима рада, овде ће се навести само три критеријума који илуструју суштину предложене методе процене ризика.

2. ЕЛЕМЕНТИ КОЈИ ОДРЕЂУЈУ ПРОЦЕНУ РИЗИКА ОД ПОЖАРА У УГОСТИТЕЉСКИМ ОБЈЕКТИМА

2. 1. Сагласности у делу заштите од пожара за угоститељске објекте

Законом о заштити од пожара („Сл. гласник РС” број 111/09 и 20/15 члан 33 став 1 тач. 1) дефинисано за све угоститељске објекте без обзира на површину даје се сагласност на пројектно-техничку документацију у погледу мера заштите од пожара. Ово значи да је за све угоститељске објекте потребна израда техничке документације (пројекта за извођење) која се састоји од: архитектонско-грађевинског пројекта, пројекта водовода и канализације, машинског пројекта, пројекта електричних

инсталација, пројекта посебних система заштите (ако су потребни) и главног пројекта заштите од пожара. Пре изградње угоститељског објекта у пројектно-техничкој документацији потребно је предвидети све прописане и техничком праксом усвојене мере заштите од пожара и експлозија које морају бити усаглашене са законским и подзаконским нормама. Оно што је посебно важно на такву документацију потребно је добити сагласност надлежног органа за превентивну заштиту чиме се постиже да такав угоститељски објекат има све предвиђене мере заштите од пожара и експлозија. Нажалост велики број угоститељских објеката не гради се по израђеним и одобреним документацијама тако да то угрожава безбедност и овакве објекте чини опасним што нам догађаји у прошлости само потврђују.

Чланом 36, Закона о заштити од пожара, предвиђено је да пре стављања у функцију угоститељских објеката, потребно је добити сагласност на спроведене мере заштите од пожара предвиђене пројектно-техничком документацијом. То практично значи да надлежни орган изврши увид у изведено стање и упореди га са мерама у техничкој документацији, ако се оне слажу сматра се да је у објекту спроведено све што је значајно са аспекта заштите од пожара, тако да се за такав објекат може издати употребна дозвола.

У табели 1 приказано је бодовно оцењивање које се односи на сагласност на пројектно техничку документацију у погледу мера заштите од пожара.

Табела 1. Сагласност на пројектно-техничку документацију у погледу мера заштите од пожара

Мера	Број бодова
Угоститељски објекат поседује сагласност на техничку документацију у погледу мера заштите од пожара на коју је дато позитивно мишљење надлежног органа	60
Угоститељски објекат поседује сагласност на техничку документацију у погледу мера заштите од пожара на део објекта коју је дато позитивно мишљење надлежног органа (извршена доградња и реконструкција)	20
Угоститељски објекат не поседује сагласност на техничку документацију у погледу мера заштите од пожара на коју је дато позитивно мишљење надлежног органа	0

У табели 2 је дата бодовна градација на сагласност на спроведене мере заштите од пожара које су предвиђене техничком документацијом.

Табела 2. Сагласност на спроведене мере заштите од пожара предвиђене техничком документацијом у погледу мера заштите од пожара (технички пријем из области заштите од пожара)

Мера	Број бодова
Угоститељски објекат поседује сагласност на спроведене мере заштите од пожара предвиђене техничком документацијом – дато позитивно мишљење надлежног органа (технички пријем из области заштите од пожара)	60
Угоститељски објекат поседује сагласност на спроведене мере заштите од пожара предвиђене техничком документацијом да део објекта – извршена доградња и реконструкција	20
Угоститељски објекат не поседује сагласност на спроведене мере заштите од пожара предвиђене техничком документацијом	0

2.2. Грађевинске мере за спречавање преноса пожара у угоститељском објекту

Грађевинске мере које се примењују приликом пројектовања и изградње угоститељских објеката врло су важан елемент у заштити угоститељских објеката од пожара. У ком делу се налази угоститељски објекат, положај простора, подела на пожарне секторе и број људи који борави у угоститељском објекту важни су детаљи, који одређују и пожарни ризик сваког појединачног угоститељског објекта. Оцењивање бодовно узависности од наведених фактора је дато у табели 3.

Табела 3. Угоститељски објекти који се налазе у подрумским просторијама (дискотеке, ноћни клубови, ресторани и сл.) према броју присутних лица у њима

Мера	Број бодова
Угоститељски објекат у подрумским просторијама у којима се окупља до 50 лица	70
Угоститељски објекат у подрумским просторијама у којима се окупља до 100 лица	60
Угоститељски објекат у подрумским просторијама у којима се окупља до 150 лица	50
Угоститељски објекат у подрумским просторијама у којима се окупља до 200 лица	40
Угоститељски објекат у подрумским просторијама у којима се окупља до 250 лица	30
Угоститељски објекат у подрумским просторијама у којима се окупља до 300 лица	20
Угоститељски објекат у подрумским просторијама у којима се окупља преко 300 лица	0

Број лица у објекту који се налази у подрумским просторијама је веома важан, пре свега због отежане евакуације, тако да већи број присутних лица носи и далеко већи ризик. У методологији учињена је градација на основу броја присутних лица, тако да највећи број бодова и мањи ризик је у делу где је број који борави у објекту мањи (табела 4).

Табела 4. Одвојеност у противпожарне секторе угоститељског објекта у којима се организују забаве и забавни програм (дискотеке, ноћни клубови, ресторани и сл.), а где може да борави више од 150 људи

Мера	Број бодова
Угоститељски објекат у коме борави више од 150 гостију, а одвојен је у посебан противпожарни сектор	40
Угоститељски објекат у коме борави више од 150 гостију, а није одвојен у посебан противпожарни сектор	0

2.3. Опрема за гашење пожара

Опрема за гашење пожара која се састоји од апарата за почетно гашење пожара и хидрантске мреже важан је сегмент у заштити угоститељских објеката од пожара. Правилно изабран број апарата за почетно гашење пожара на основу пожарног оптерећења и површине простора, распоред хидраната спољне и унутрашње хидрантске мреже који су одобрени пројектном документацију, важан је елемент у заштити сваког угоститељског објекта. У табели 5, 6 и 7 је дата бодовна градација за опрему за гашење пожара.

Табела 5. Апарати за почетно гашење пожара

Мера	Број бодова
Број апарата за почетно гашење пожара у угоститељском објекту одговара пожарном оптерећењу и површини штићеног простора и постављени су према техничкој документацији на видљивим и доступним местима	40
Број апарата за почетно гашење пожара у угоститељском објекту не одговара пожарном оптерећењу и површини штићеног простора	10
У угоститељском објекту нема постављених апарата за почетно гашење пожара	0

Табела 6. Хидрантска мрежа за гашење пожара у угоститељским објектима

Мера	Број бодова
Угоститељски објекат површине мање од 150 m ² поседује хидрантску мрежу	60
Угоститељски објекат површине веће од 150 m ² поседује унутрашњу и спољашњу хидрантску мрежу	40
Угоститељски објекат површине веће од 150 m ² поседује само унутрашњу хидрантску мрежу	20
Угоститељски објекат површине веће од 150 m ² поседује само спољашњу хидрантску мрежу	20
Угоститељски објекат не поседује уграђену хидрантску мрежу	0

Табела 7. Одржавање и контрола апарата за почетно гашење пожара и хидрантске мреже

Мера	Број бодова
Апарати за почетно гашење пожара у угоститељском објекту одржавају се по упутству произвођача и у законском року не дужем од шест месеци	20
Апарати за почетно гашење пожара у угоститељском објекту не одржавају се по упутству произвођача и у законском року не дужем од шест месеци	0

3. ПРОЦЕНА РИЗИКА ПРЕМА ПРЕДЛОЖЕНОМ МЕТОДОЛОШКОМ ПРИСТУПУ

Методологија се базира на збиру бодова за сваки сегмент односно елемент који карактерише ризик у угоститељском објекту дефинисаних кроз четрнаест чинилаца који су дати у поглављу 1 ове методологије. Збир бодова даје конкретан ризик за угоститељски објекат.

Приликом примене методологије узимати само бодове који карактеришу угоститељски објекат и само се тај део бодује и класификује (на пример ако се не ради о угоститељском објекту који спада у категорију високих објеката не узимати бодове за такве објекте или ако не поседује систем за дојаву пожара не узима се и не бодује тај сегмент).

3.1. Класификација ризика према примењеној методологији

Ризик може бити: незнатан, низак, средњи, висок и критичан. Број бодова применом методологије даје тачну слику нивоа ризика у угоститељском објекту. Број бодова и ниво ризика:

1. Од 2090 до 1881 бода или од 90 - 100% – НЕЗНАТАН РИЗИК
2. Од 1881 до 1672 бода или 80 - 90% – НИЗАК РИЗИК
3. Од 1672 до 1418 бода или 80 -70% – СРЕДЊИ РИЗИК
4. Од 1418 до 1254 бода или 70 - 60% – ВИСОК РИЗИК
5. Од 1254 и мање бода или испод 60% – КРИТИЧАН РИЗИК

4. ЗАКЉУЧНО РАЗМАТРАЊЕ

Инспекцијски надзор базира се на процени ризика и сразмеран је процењеном ризику. Такође процена ризика се врши одговарајућим критеријумима и процењује се тежина могућих штетних последица и вероватноћа њиховог настанка.

Приликом процене ризика могу се користити разне методе за процену, контролне листе, критеријуми за разврставање правних субјеката у категорију угрожености од пожара. Постоји потреба да се за различите групе делатности и објеката ураде јединствени критеријуми процене које би садржала исте и приближне елементе који учествују у процени ризика.

Угоститељски објекти који представљају објекте у којима постоји ризик али који нису сви подједнако угрожени тако да предложеном методологијом је омогућено детаљно и правилно сагледавање ризика бодовањем свих елемената који могу да доведу до нежељених последица и којима може тачно да се одреди степен ризика. Такође овом методологијом дата је и могућност за поједине угоститељске објекте који имају одређене примењене мере заштите од пожара (уградња система за дојаву, гашење, хидранске мреже и сл.) а која није као обавеза предвиђена у Правилнику и законским решењима да је мањи степен угрожености јер се применом ових мера ризик смањује.

Као и остале методе и ова је базирана на Правилнику о техничким нормативима за угоститељске објекте и на искуствима из праксе и као таква може да се мења и допуњује и складу са потребама, али даје добру основу за детаљну и правилну процену ризика од пожара у угоститељским објектима.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Закон о заштити од пожара („Сл.гласник РС” бр.111/09 и 20/15)
- [2] Закон о инспекцијском надзору („Сл.гласник РС” бр.36/2015)
- [3] Правилник о техничким нормативима за заштоту угоститељских објеката од пожара („Сл.гласник РС” бр.61/2015)
- [4] Уредба о заједничким елементима процене ризика у инспекцијском надзору

Agoston RESTAS¹

WHAT HAPPENS AT THE FIRE SCENE? IS THERE A CLASSICAL DECISION MAKING OR TOTALY DIFFERENT PROCEDURES ARE USED?

Abstract: During fighting against forest fires the situation can change quickly, thus, managers must also be ready to change the strategy and tactics. Trainings usually focus on traditional – analytically based – decision making, which takes time. However, in many cases there is not enough time to do that. The author used different tools and methods to achieve his goals; one of them was the study of the relevant literature, the other was his own experience as a firefighting manager. Other results come from two surveys made by the author. One simple and another complex model were created by the author for firefighting managers making decisions, taking into account time pressure, the limited capability of processing information and also a mechanism complementing the recognition-primed decision.

Key words: decision making, RPD, fire managers, model for making decisions in emergencies

ШТА СЕ ДЕШАВА НА МЕСТУ ПОЖАРА? ДОНОСИМО ЛИ КЛАСИЧНЕ ОДЛУКЕ ИЛИ КОРИСТИМО САСВИМ ДРУГАЧИЈЕ МЕТОДЕ?

Резиме: Приликом гашења пожара, ситуација се веома брзо мења, зато вођа гашења мора бити спреман да промени стратегију и тактику гашења. Током обуке се фокусирамо на практичне и класичне методе и методологију које су временски доста захтевне, али у пракси нема довољно времена за доношење таквих одлука. Аутор је користио више научних радова и тако проучавао стручну литературу, користио сопствено искуство, односно резултате ранијих анкета. Аутор је поставио један једноставан и један комплексан модел ситуације у којима се налази руководилац гашења, и узео је у обзир да се одлуке доносе веома брзо због недостатка времена.

Кључне речи: доношење одлука, хитно доношење одлука, гашење пожара, вођа гашења пожара, одлуке зависне од метода детекције

¹ Associate professor, PhD, National University of Public Service, Budapest, Hungary,
Restas.Agoston@uni-nke.hu

1. INTRODUCTION

The background of recognition of a special decision-making mechanism in the focus of this paper was given that, in some cases, no sufficient time is available, necessary for classic decision-making. Therefore, strategists sought to design and plan the details of military operations in advance, just as today, however, their proper implementation, the application of different decision support instruments in live situations, designed for optimal decisions, failed many times in spite of these. Decisions made in reality are often not harmonized, could not be harmonized, considering the circumstances, with the pre-formulated strategies, mostly because there was not enough time needed to achieve them.

2. CIRCUMSTANCES OF EMERGENCY INTERVENTIONS

An important element of the activities of emergency responders is that they cannot or only to a very limited extent can modify the terms of the task, improve them as desired. Despite the differences of environment, indications of the complexity of the situation, the possibility of the radical change in the given situation, uncertainty and ambiguity of the information available can be recognized and well identified.

The peculiarities of each specialized branch can be illustrated through the examples of several authors: Klein dealt with the analysis of the decision circumstances of the military also using the examples of firefighters [1], Killion took examples from the navy [2] Bruce shows his own medical case [3], Johansen simplifies difficult circumstances [4]. Others focus on medical rescue problems in military field [5] [6] or examining fires in different dimensions to find solution from the side of fire prevention to reduce the risk of intervention [7] [8] or help making decision in special buildings [9] [10].

The extinction of fire in a smaller grass land requires the implementation of a completely different, simpler scope of tasks than to control forest fire in an extra dry weather period and high articulated area. The different scopes of tasks exist in different environments and structures, so the solution of similar basic problem also exists in other dimensions. Based on author's own experience, the more extensive case we are dealing with in time, space and from the aspect of involvement in the incident, the more the above factors cumulatively prevail, but because of the protracted implementation, it is, however, easier to solve them.

3. GENERAL MODEL OF RECOGNITION-PRIMED DECISIONS

The above proves that, in certain situations, the multi-criteria, analyzing, evaluating decision-making simply cannot be used or in a limited manner. However, it can be seen that managers, directors or commanders are many times in situations that they simply cannot elude from their decisions; they should make them in a short time. The functional background of decisions made in a short time, their mechanism different from the conventional was first studied in depth by Klein, who gave the name recognition-primed decision to this special decision procedure [1].

Supplementing the general model with the assessment of action versions, we receive the model of analysis of possibilities [2]. In this case, if the action version is not satisfactory, a new action version will be modified or assessed. If the decision-maker has a significantly longer time to assess his concepts, naturally within the framework offered by a recognition-primed decision, there is the possibility to assess on the level of critical analysis [11], or according to options characterizing analogical thinking [2].

Recognition-primed decisions do not exclude the possibility to amalgamate conventional, analyzing decision-making [2] [12]. At complex tasks, where a given situation is examined from several aspects – and choose from the options with analogical thinking – recognition-primed decision-making can be automatically applied by experienced decision-makers while solving some partial tasks to reduce the time of the decision process.

The above issues harmonize with the observation that decision-makers simplify complex problems, i.e. create partial problems, until the elements broken down become manageable and resolvable [13] [14]. By enlarging its interpretation range, of course, we can reach the point where the decision-maker may say the problem does not exist until he sees its solution [15], or the problem does not exist at all if it does not have a solution [16]. Many times we can see that forest fire managers come face to face with fire and without any time of thinking they are able to give instructions immediately. We say, routine works but it means they use schemes rather than making ad-hoc decision.

It springs forth from the above that the relative position of multi-aspect decision-making and recognition-primed decision-making is not constant. Recognition-primed decision can be the partial process and decision unit of analogical thinking. In this case, the main decision-making mechanism is analogical thinking; recognition-primed decision is the additional element.

4. DECISION-MAKING MECHANISM OF A FIREFIGHTING MANAGER

Limited time frame allows the elaboration and management of limited amount of information. We know from Miller's researches that the short-term memory of the vast majority of people can only process simultaneously 7 ± 2 units of information [17]. This information, of course, can be quite different, e.g. a characteristics of fire, the capacity of the response unit, a number, or even the absence of information searched. Our memory handles the combinations, "operations" between the information units as information units [16], from which clearly springs forth that the capacity of the short-term memory of a firefighting manager is exhausted very quickly.

Author has proven by essay analysis how complex the tasks of emergency responders are [18]; this shows that in several cases, simultaneously, there is or would be a need to process many more units of information than the capacity of our short-term memory would allow. The maintenance of our decision-making capability, i.e. our short-term memory, based on the above, clearly requires that we should omit analyzing and evaluating decision-making processes protracted and use the recognition-primed decision-making procedure, based on previous experience.

Author wishes to create a model element to demonstrate the decision-making mechanism of firefighting managers, which takes into account the limits of the simultaneous processing of information, that is, it also illustrates Miller's decision-making capacity. Since the information units may be qualitatively independent of each other, author choses the simplest graphical representation of the unit-based discrete difference to separate them from each other. A model element must be such, which can graphically demonstrate the schemes based on earlier experience, the characteristics of different fires, and the interlocking of the former as the application of the scheme, which represents the technically correct solution of the task, i.e. effective decision. The model refers, at the general model of recognition-primed decisions, mostly to Klein's work [1] [19].

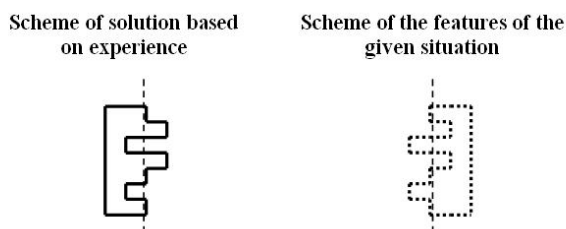


Figure 1. Graphic representation of the empiric scheme of recognition-primed decisions matching a given situation. Source: author

The schemes in figure 1 represent 7 graphical discrete values each, which are marked by positive or negative protrusions and their "center line"; these values indicate the amount of simultaneous decision-making capacity. Thus, the "negatives" of the schemes can be matched as a given situation and the solution necessary therefor. As an integration of above processes, decision mechanism functions as follows: an experienced firefighter has performed the elimination of a large number of and forest fires. Despite the fact that as far as the parameters each forest fire is different from another, some characterizing features can be well conceived (figure 2).

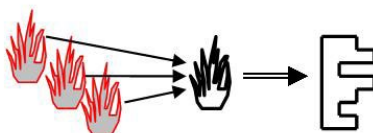


Figure 2. Evolvement of the scheme on forest fire. Source: author

The characterizing features of identical types of fires are crystallized by experience, and are fixed in our long-term memory. Similarly, to the characteristics of a forest fire, the characteristics of successful extinguishing, the facilitating decisions are also fixed (figure 3); just as the mistakes desired to be avoided and the unsuccessful procedures and failures. Experience gained through many years, based on the features of forest fires, formulate the

system of schemes, behind which we can find actions (decisions) efficiently applicable to eliminate them.

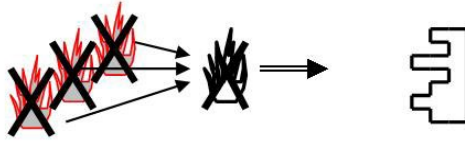


Figure 3. Evolution of the scheme on the lessons learnt from extinguishing a fire. Source: author

If another incident has almost the same circumstances as one already many times successfully eliminated by a firefighting manager previously (model of positive confirmation), he will attempt to use the same ones in the procedures. Therefore, another fire, quasi bearing the typified properties of previous similar fires, a decision-maker involuntarily immediately recalls the typified decisions in his conscience. The properties of a fire and of previous successful extinguishing operations, based on the above, are closely interlinked; they are each other's "reflections" (figure 4). Author proved with the results of association studies that the above, i.e. the characteristics of a fire and the thoughts directed towards its extinguishing, the schemes of response, in the case of firefighters, are very closely connected in a complex way [18].

When a firefighting manager identifies a fire, he imagines what would happen if he applies the usual tactics to fight it. If the scheme of solution matches, he accepts it, if not, he rejects it and thinks of the next most typical action. Thus, it is a recognition-primed, model-matching process, which can be followed by a quick and almost automatic decision. The above process is naturally not limited only to forest fire managers; it can be used more broadly to firefighting managers.

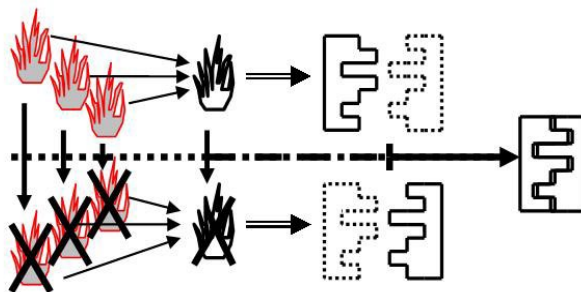
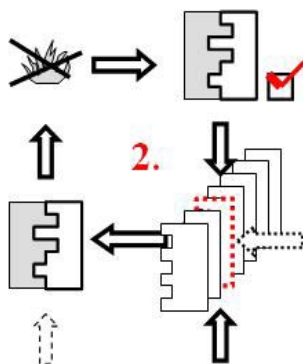


Figure 4. Aggregated scheme on fire and the evolution of the lessons learnt from extinguishing it. Source: author

The amalgamation of previous schemes into a given incident is shown in figure 5. The long-term memory of a firefighting manager, through practical experience, has the schemes of both different fires and their extinguishing characteristics. During another

alert, information available and collected on a fire automatically generates the recollection of the scheme necessary to solve it, based on which a firefighting manager defines the firefighting tactics necessary. However, the results of association studies clearly point in the direction that at a given fire (problem) managers do not focus on the fire as a problem but rather on its immediate solution [20]. From this, author makes the conclusion that a decision-maker will not follow the change of the characteristics of a fire, but the validity of solution scheme, that is, the dynamics of the implementation of the extinguishing process. This does not mean a contradiction with the previous, but rather a difference in views, the shift of emphasis of the focus of attention.

Recollection and matching of solutions (fighting tactics) according to the type of fire, and confirmation in case of successful extinction



A fire and its solution schemes exist together in the memory of firefighting managers.

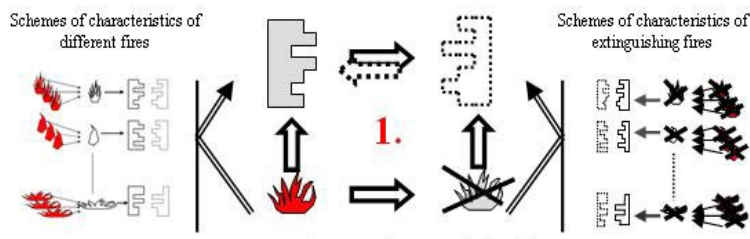


Figure 5. Decision-making mechanism of a firefighting manager. Source: author

The difference in views, that is, the shift of emphasis means that a firefighting manager does not focus on the change of characteristics of a fire, but rather on the expected evolvement and dynamics of the scheme selected, i.e. extinguishing tactics. Based on the previous, these are, of course, inseparable from each other; however, author finds the dominance of the interventions trend in the results of association studies in the case of firefighters so strong that, based on it, author judges his above conclusion to be justified.

The above do not contradict Klein's model, they rather complement it. Klein, in his model, evaluates (imagines what will happen) the results of matching schemes by the decision-maker prior to performing action version, which, based on author's own experience, is so without doubt, however the aftermath of the decision, in author's opinion, is much more significant in case of firefighting managers. Since the problem immediately and automatically generates both the direction of the solution and start of the action version, rather the process itself is important in terms of efficiency, which is caused by the decision. The schemes based on experience certainly contain the information on the dynamics of the process of fire, so if it meets the expectations, we do not have to modify the original firefighting tactics. However, if the dynamics of the process does not suit the expected, the change is inevitable in the performance of efficiency. Based on the above, the recognition-primed decision is not just an individual act before extinguishing the fire, but it is also the continuous accompaniment as needed. By doing this, author shares the view that the experienced decision-maker perceives the problem together with its solution, furthermore, author extends the continuous co-existence of the problem and of the whole process of solution of an emergency (firefighting and technical rescue).

5. CONCLUSION

In this paper author made efforts to examine and show the mechanisms promoting the more efficient decision-making of firefighting managers. Author demonstrated the linking opportunities of recognition-primed decision procedure and analogical thinking, pointing out the fact that the two do not exclude each other. If an intervention is protracted or longer time is available for the decision, many times, firefighting managers may achieve more efficient firefighting by using the latter.

If not enough time is available for analyzing and evaluating decision-making, recognition-primed procedures receive a greater role. (Critical thinking uses recognition procedures, during which the decision-making process can be accelerated or analyzed with the help of a quick test and depending on the time available. The quick test, considering the circumstances, hinders recognition-primed decision and prefers critical thinking. However, when the circumstances are inappropriate for critical analyzing thinking, the quick test allows immediate reply.

Despite the limited decision capacity, thanks to recognition-primed mechanisms, in most of the occasions, correct decision is made by firefighting managers. Time limit precludes the possibility for the firefighting manager to carry out analyses necessary for the classic model, therefore, the selection of the optimal possibility is objectively not attainable by the decision-maker. The decision-maker is not striving to achieve ideal results, as a response to the difficulties of collecting information and reducing costs in relation, but depending on the circumstances, he is satisfied with the its satisfactory solution.

ACKNOWLEDGEMENTS

Above research was supported by the project titled: “Public Service Development Establishing Good Governance, PADOP-2.1.2-CCHOP-15-2016-00001” at the National University of Public Service, Budapest, Hungary.

6. REFERENCES

- [1] Klein, G. A. (1989): Strategies of decision making , *Military Review*, No.5.
- [2] Killion,T.H. (2000) Decision Making and the Levels of War; *Military Review*, US Army Combined Arms Center, Fort Leavenworth, Kansas, US
- [3] Bruce, E. (2011) A Picture is Worth a Thousand Words – at Least; *Pentington Media Inc. USA*,
- [4] Johansen, B. (2007) Get There Early: Sensing the Future to Compete in the Present. San Francisco, CA: *Berrett-Koehler Publishers, Inc.*. pp. 51–53. ISBN 9781576754405
- [5] Korodi Gy. (2013) Health screening examinations in cardiovascularrisk estimation; *AARMS 12.:(1)* pp. 39-44. (2013) ISSN: 1588-8789.
- [6] Fejes Zs., Korodi Gy. (2014) Upper respiratory tract infections in the field; *Medical Corps International Forum 1/2014*: pp. 22-24. (2014)
- [7] Kerekes Zs. Pasztor Z. (2008) Színházi ülések, mint kárpitozott bútorok szabvány szerinti minősítése; *Magyar Textilia* 60:(2) pp. 2-6. (2015) ISSN: 1788-1722
- [8] Pasztor Z., Kerekes, Zs.: Lángmentesítő anyagok hatásai a színházi függönyök minősítésében; *Magyar Textilia* 67.:(1.) pp. 2-8. (2015) ISSN: 1788-1722
- [9] Czoboly, O., Lubloy, E., Balazs, L. Gy., Mezei, S. (2015) Valós tűzterhelés tanulságai; *Vasbetonépítés; 17.:(1)* pp. 17-23. ISSN: 1419-6441
- [10] Balazs, Gy., Lubloy, E, (2013) Fire behavior of concrete structures; In: M. di Prisco (Ed.) *Advanced in cementious materials and structure designe*. Milano, Italy, 10-11. pp. 110-116.
- [11] Cohen, S. M., Freeman, J.T., Thompson, B.B. [1996] Integrated Critical Thinking Training and Decision Support for Tactical Anti-Air Warfare; Report, Cognitive Technologies, Inc., Naval Air Warfare Center Training System Division, Contract No. N61339-96-R-0046
- [12] Radnóti, I., Faragó, K. (2005) A kockázatpercepció és kockázatvállalás vizsgálata egy fegyveres testületnél; *Magyar Pszichológiai Szemle, Akadémiai Kiadó*, Volume 60, 2005. április, ISSN 0025-0279, pp. 29-50
- [13] Simon, H. A. (1960) The new science of management decisios; *Harper & Brother*, New York
- [14] Zoltayné Paprika, Z. (2002) *Döntésemélet*; Alinea Kiadó, Budapest ISBN 9638630612
- [15] Duggan, W. (2002) Napoleon’s Glance: The Secret of Strategy (New York: Nation/Avalon, 2002), p.17.



- [16] Ribarszki, I. (1999) Döntésszichológia, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Jegyzet, Budapest
- [17] Miller, G. A. (1956) The Magic Number 7 Plus or Minus 2; Some Limits on our Capacity for Processing Information, *Psychology Review*, Vol. 63
- [18] Restas, A. (2013) Principles of Decision-Making of Firefighting Managers, Based on Essay Analysis; *11th NDM International conference on Naturalistic Decision Making*, Marseilles, France, 2013
- [19] Klein, G. A.: (1999): Sources of Power: How People Make Decisions Cambridge, MA: *MIT Press* 1999 ISBN 0262611465
- [20] Restas, A. (2014) Special Decision Making Method of Internal Security Managers at Tactical Level; *NISPAcee conference*, Budapest, Hungary



Viktória FINTA¹
Sándor RÁCZ²

FIREFIGHTER INTERVENTION IN RADIOLOGICAL EMERGENCIES

Abstract: Radiological emergencies (RE) are those emergencies which involve radioactive material that is not nuclear but emits ionizing radiation. Although such sources are usually kept and transported closed, their shielding or packing can be damaged in case of accident or fire. If the source becomes unshielded environmental exposure can increase or even radioactive contamination can occur. Depending on type and dose ionizing radiations can cause morbidity or even mortality, meanwhile they only can be detected with special instruments but not our senses. That is why first responders are the most endangered in a RE and their radiation protection is imperative. Thus, even at the initial stage of the intervention, the incident commander (IC) has to tackle with several urgent tasks and a huge responsibility. Alarm level classification and on-spot reconnaissance take on a crucial role here. The paper provides help to clarify hazards and make decisions on taking the risks.

Key words: radiological emergency, ionizing, radiation, protection, decision-making

ВАТРОГАСНА ИНТЕРВЕНЦИЈА ПРИ РАДИОЛОШКИМ ОПАСНОСТИМА

Резиме: Инцидент се сматра радиолошким догађајем када није нуклеарни догађај, али материјал емитује јонизовано зрачење. Такви извори се обично чувају и транспортују затворено, међутим несреће или пожари се ипак могу десити, приликом паковања се могу десити оштећења, при тим оштетењима паковање ће бити отвореног типа, чиме се значајно повечава изложеност животне средине или чак и могућност просипања материје. Изложеност јонизујућем зрачењу може имати штетне последице по здравље, што зависи од врсте и дозе. У екстремним случајевима може да проузокује и смрт. Људским чулима га не можемо детектовати, једино инструментима. Зато су ватрогасци који први дејствују у највећој мери изложени опасности и морају имати заштиту од радијације. Вођа ватрогасаца од самог почетка интервенције има огромну одговорност и бројне задатке. Кључну улогу има одређивање нивоа опасности и осматрање места пожара. Овај рад помаже да се разјасне ризици и лакше доносе одлуке о преузимању тих ризика.

Кључне речи: радиолошка опасност, јонизација, радијација, заштита, одлучивање

¹ PhD, Assistant Lecturer, Eötvös Lorand University, Faculty of Science, Centre of Environmental Sciences, Budapest, Hungary; E-mail: fintaviki@caesar.elte.hu

² PhD student, National University of Public Service, Doctoral School of Military Engineering, Budapest, Hungary; E-mail: Racz.Sandor@uni-nke.hu

1. INTRODUCTION

In fact, effective firefighter intervention includes parallel performance of professional actions with the point of wealth- and live-saving, extinguishing the fire and eliminating the potential danger [1]. These operations are based on well-practiced protocols which are regulated by laws and organization codes. Nevertheless, the variability of scenes and types of dangers can modify or even block these [11].

The main aim of the paper is to examine the hazards of the intervention in the presence of radioactive source [9].

Hungarian law³ make difference between the expressions ‘nuclear’ and ‘radioactive’ material hence REs can be separated from nuclear accidents. REs are those emergencies which IR presents without any nuclear materials that are able to have a self-sustaining chain reaction. Particularly such as, fire or accident related to industrial or medical radioactive sources in institution or during transportation, malicious threats/acts and emergencies related to uncontrolled (abandoned, lost, stolen or found) sources [6].

Since depending on their type and dose IRs can cause morbidity or even mortality, radiation protection of the responders is extremely important during the live- and wealth-saving. In terms of this the operations may be limited spatially, temporally, in manpower or in other way.

2. DRAFTING THE PROBLEM

REs hardly ever happen but then their consequences can be serious. This could be because of late identifying of the radiation, missing personal protective equipment or underestimation of the hazard.

We consider unshielded sources because although such isotopes are usually kept and transported closed their shielding or packing can be damaged in case of accident or fire. So they become unshielded or even can spilled and the IC must suppose the worst while he verifies the opposite.

Optimally, the IC has appropriate information to make decisions on occupational safety [10]. The examined situation is highly dangerous since there is no exact information on the hazard only its type is identified but detailed reconnaissance can be carried out just on the spot. In Hungary, the rights and liabilities of the IC are determined by law. In the case of RE, evacuation, closures, informing the population and involving the co-organizations have special importance.

In Hungary, Disaster Management has a special unit namely a Mobile Laboratory (ML) which can be alarmed for radiological, biological and chemical emergencies. It is a CBRN (Chemical, Biological, Radiological and Nuclear) unit equipped with special staff and instruments for such special emergencies [8]. In a RE they explore the radiation situation, depending on the measured data they determine the safety perimeter (100 $\mu\text{Gy/h}$) and the security perimeter (20 $\mu\text{Gy/h}$), they calculate the staying time, search the source and gather data regarding its opening or spilling [6, 8]. As it can be seen, if the ML cannot support the

³ Act CXVI of 1996 on atomic energy

IC at the initial stage of the intervention with these essential information it is really hard to make decisions for him. He must have a comprehensive view over the general firefighter routines and adopt further variables to his decision-making procedure [7] [12].

3. SCIENTIFIC BACKGROUND [5]

Most of the ionizing radiation affecting us is from natural sources (we are all radioactive) and a significant fraction of the artificial part comes from medical applications (voluntary). So radioactivity is the natural part of our normal life and most of our fears are unfounded. However it is important to point out that dose is a crucial quantity and high dose exposures can cause acute radiation syndrome (ARS) or death. To handle this issue properly it is required to gain adequate knowledge.

Absorbed dose is a physical quantity which gives the absorbed energy per mass unit; its dimension is Gray (Gy). Effective dose is the biological dose with dimension Sievert (Sv) and comes from absorbed dose considering the different sensitivity of the tissues and the different biological effectiveness of the types of radiations. In Hungary the ionizing exposure level from the natural background is 2.4 mSv per year.

In practice it has a high importance of dose rate which is the absorbed dose per time. Measuring dose rate, maximum staying time can be calculated for firefighters.

Regarding sources it is essential information that which isotope of which element is, what kind of radiation is emitted and how much is its activity⁴. The emitted radiation type can be alpha, beta, gamma or neutron radiation.

Alpha radiation consists of alpha particles which are helium nuclei. It has high penetrating power (PP) and specific ionizing power (SIP). It can be absorbed by a piece of paper or some centimetres of air. Nevertheless, its quality factor is 20, that is it is twenty times more hazardous biologically than beta or gamma radiation. Especially getting inside the human body with ingesting or inhaling, so called incorporation, must be avoided.

Beta radiation consists of electrons or positrons. It has a medium penetrating power (PP) and specific ionizing power (SIP). It can be absorbed by a piece of metal disk or about 2 metres of air.

Gamma radiation is electromagnetic radiation made by high energy photons. It is electrically neutral so it has high penetrating power (PP) and specific ionizing power (SIP). It can be absorbed by high atomic numbered elements like lead and concrete.

Neutron radiation consists of neutrons. It is electrically neutral and its special danger that it can induce nuclear reactions. It can be absorbed by light elements like water.

The most commonly used isotopes in research or industrial and medical field are the following: sodium-24 (β), cobalt-60 (γ), selenium-75 (β), iodine-131 (β), caesium-137 (γ), iridium-192 (β - γ), plutonium(beryllium)-239 (γ -n⁰), americium-241 (α - γ), americium(beryllium)-241 (γ -n⁰).

⁴ activity: radioactive decays per seconds; dimension: Becquerel, Bq.

IR can cause stochastic and deterministic health effects to the human body. Formers are long term, genetic and carcinogenic effects with increased possibility at lower dose exposures. Deterministic effects actually equal to the symptoms of acute radiation syndrome (ARS). ARS does not appear below a threshold limit and above that the severity of the symptoms is increasing with the dose. Typically below 200-500 mSv whole-body absorbed dose there are no notable symptoms, at around 1000-2000 mSv common mild symptoms occur with some latent period. Syndrome is headache, fever, nausea, vomiting, diarrhea, fatigue, weakness, leukopenia. With raising the dose latent period gets shorter, severity increases, and hemorrhage, CNS⁵ signs, epilation and infections may appear. The so called half-lethal dose (LD_{50/60}) which causes the mortality of half of the patients within 60 days is 3000 mSv and the lethal dose is about 6000 mSv. Nevertheless, both values can be doubled with medical care so there was a patient who survived 12000 mSv of exposure thanks for the medical care [2].

4. RADIATION PROTECTION OF THE FIREFIGHTERS

A fire incident does not differ significantly in that regard whether a radioactive source is present or not. At least in that sense, that it does not have any influence on the spreading and other features of the burning [13]. The only difference will appear in the methodology in order to prevent the unnecessary and extreme exposure of the responders [14]. The point is to avoid the deterministic effects [6].

In RE application of the radiation protection regulations is needed as well. These are the justification, optimization and limitation. First is the justification which means that the advantages must outweigh the disadvantages during the intervention. Disadvantages can be definitely reduced with keeping the radiation dose limits. In Hungary these are 50 mSv for general interventions and 250 mSv for live-saving, respectively. If the dose is unknown because of either no personal dosimeters or no measured data from the area then it is the task of the IC to weigh risks and benefits. It must be taken into consideration among others whether live-saving is needed, escalation of the emergency is expected or what financial loss and environmental damage can be caused with cancellation or delay of the intervention [3, 8].

For the risk assessment gathering information is fundamental so the reconnaissance should cover the followings: what kind of isotope and how much its activity, whether the package is damaged, and what is the possibility of opening or spilling. Without measured data dose-estimation can be carried out with calculation if the type, activity and location of the radionuclide⁶ are known. For instance, in the case of transportation accident, type and activity are marked on the label however it is not obvious that on a vehicle which is on fire, the label will be readable or technician and documentation for identifying the source are available [4]. In this case if the decision of the IC is that some operation is necessary despite the unidentified radiation, then principle ALARA⁷ should be kept by all means [3].

⁵ CNS: central nervous system

⁶ Radionuclide: an atom that has excess nuclear energy, making it unstable and inducing alpha, beta or gamma emission

⁷ ALARA: As Low As Reasonably Achievable, like radiation levels should be kept

This can be realized in practice in three main ways: reducing the time spent in exposure, increasing distance from the source and applying shielding if it is feasible [3]. Besides this, it is suggested to register the staying time of the responders since this can be helpful in the afterward dose-estimation if then later measured data are available.

5. AN EXAMPLE

Consider an ADR vehicle which has a ^{137}Cs closed source as shipment. A road accident happens in which also the vehicle, the driver and the package are all damaged. The vehicle is on fire, the driver is unconscious and the radioactive material may be released. A bystander calls 112 but there is no information on any labels about dangerous goods. So first responders only have information on fire of a vehicle and a trapped, injured person but nothing about the hazardous conditions. In this case it is the preparedness, awareness and precision (or maybe the experience) of the IC that will determine the reconnaissance as it should include the presence of any danger labels on the vehicle.

Next question what is the procedure if IC has information on the presence of radioactive material and live-saving is necessary but there is definitely no measured data about radiation levels. According to an internal regulator they must keep 300 metres of distance from the suspected source in this case but it obviously would make the reconnaissance and the intervention impossible [6].

In the example a Yellow-III shipment is damaged. Inside the package which is a cube with 1 metre edges there is a ^{137}Cs isotope with 175.4 GBq activity in a cube with edges of 10 cm, with a 4 cm thick lead-shielding around inside and polystyrene foam filling outside. Outside of the shielding activity is only 2.63 GBq. Hence the dose rate is 1038 $\mu\text{Gy/h}$ on the surface (519 $\mu\text{Gy/h}$ at vertex), 100 $\mu\text{Gy/h}$ at 1 metre from the surface, so $\text{TI}^8=10$, and 20 $\mu\text{Gy/h}$ at 2.8 m from the surface. Therefore if the source remains closed the dose rate at 1 m from the package is 100 $\mu\text{Gy/h}$ and interveners have about 500 hours to work without exceeding the 50 mSv dose. If it is necessary to get closer they still have at least 48 hours to perform the tasks of invention. In contrast, if the shielding is damaged and the source is opened now the dose rate at 1 m from the source is 14 mGy/h which allows only 3.5 hours for invention. And if the source must be neared within 10 cm for some reason, that means a level of 1.4 Gy/h and only 2 minutes for saving. Certainly, as in the case of live-saving the maximum dose is five times higher (250 mSv) according to the guidelines, the staying times above are five times bigger as well.

Meanwhile, if the possibility of spilling of radioactive material or contamination of responders emerges it can be very dangerous because of the drastic decreasing of the distance between the radioactive material and the body. Depending on the ratio of the spilled material the effective dose can be lethal during even a very short period. E.g. if 10 percent of the material has spread uniformly then calculating with 1 cm distance because of the protective clothing, the firefighter is exposed to the effective dose 7 Sv in half an hour.

⁸ TI: Transport Index, given for transporting of dangerous goods, defined as the maximum radiation level in mSv/h at 1 m from the surface of the package, multiplied by 100



It can be seen that the radiological exploration and the instrumental measurement of the scene have crucial role in planning and realizing the intervention. Without these it is contraindicated to start even live-saving.

6. OTHER ISSUES OF THE INTERVENTION

As it can be established, based on the above mentioned, intervention in presence of a radioactive source even raises occupational-ethical and moral questions. According to Hungarian laws, interveners can work in a RE only voluntarily and only if their dose is registered [3]. Meanwhile members of the professional disaster control service must serve the safety of the wealth and life of the civil population even taking risks on their own life and physical safety [1]. Nevertheless, it is worth to highlight the expression ‘taking risks’.

It must be seen clearly that in some cases entering a spot of RE cannot be considered as simply risk-taking. For example, to enter a gas tank in a house that is on fire can be called risk-taking since depending on the conditions and the intervention if a fireman is quick, smart and lucky enough he may get safely away without exploding. In contrast, in a RE when a source unshielded and spilled, exposure levels can be so high that leads to serious ARS so it is not risk-taking rather a potential suicide.

Moreover, in Hungary personal dosimeters are not involved in personal protective equipment which makes the determination of the exposure more difficult.

7. CONCLUSION

Working out of the problem sketched above is impossible here because of the large number of variables but with giving some part-answers and guidelines interventions can be safer. Knowing the complex danger, working out potential procedures and education of the interveners can be achieved with a complex and detailed methodological guidance which must be implanted to education at the Disaster Management.

Another good question is the cooperation with co-organizations since REs cannot be solved without this. Nevertheless, firefighters are still the very first responders so they must be prepared for reconnaissance and quick-reaction. IC should not be passive even until ML arrives, especially when life-saving is needed, but intervention may be more than risk-taking in the absence of personal dosimeters.

The main consequence is that it is well-founded to supply the staff with personal dosimeters even though REs rarely happen. Moreover, the exact classification of the incident is crucial which helps to alarm the appropriate power at the initial stage of the intervention.

ACKNOWLEDGEMENTS

Above research was supported by the project titled: “Public Service Development Establishing Good Governance, PADOP-2.1.2-CCHOP-15-2016-00001” at the National University of Public Service, Budapest, Hungary.

8. REFERENCES

- [1] Act XXXI of 1996 on the protection against fire, technical rescue and the Fire Department.
- [2] Bushberg J. T. 2013. *Radiation Exposure and Contamination*. Kenilworth: Merck Manuals.
- [3] Government Decree 487/2015 (XII.30.) on the protection against ionizing radiation and the corresponding licensing, reporting (notification) and inspection system.
- [4] Kátai-Urbán L. 2015. *Veszélyes üzemekkel kapcsolatos iparbiztonsági jog-, intézmény és eszközrendszer fejlesztése Magyarországon* (Development of Legal, Institution and Implementation System Related to the Dangerous Establishments in Hungary), Budapest: National University of Public Service.
- [5] Köteles Gy. (ed.) 2002. *Sugáregészségtan*. Budapest: Medicina.
- [6] Manual for First Responders to a Radiological Emergency 2006. Vienna: IAEA.
- [7] Ministry of Interior Decree 39/2011. (XI. 15.) on the general rules of firefighting and technical rescue activities of fire brigades.
- [8] Order of the Director General of NDGDM 2016. MoI No. 6/2016 on issuing the Fire Fighting Tactical Rules.
- [9] Pántya P. 2014. A tűzoltói beavatkozás veszélyes üzem? (Firefighter intervention – dangerous operation?) *Bolyai Szemle* 23:(3) pp. 36-42
- [10] Restás Á. 2014. Decision making method in emergency; *Pro Publico Bono*: 2014:(3) pp. 126-136. (2014) ISSN 2063-9058
- [11] Restás Á. – Bleszity J. 2013. Cost Effective Solution of Aerial Means for Supporting Large Scale Firefighter's Incidents. In: Ladislava Simáka, Fanfarova Vrábl'ová Mózser (szerk.) *Advances in Fire & Safety Engineering*. pp. 113-118.
- [12] Restás Á. 2014. Special Decision Making Method of Internal Security Managers at Tactical Level. In. NISPAcee, Government vs. Governance in Central and Eastern Europe: From Pre-Weberianism to Neo-Weberianism? *22nd NISPAcee Annual Conference*. Budapest, Hungary
- [13] Restás Á. 2014. *Égés- és oltáselmélet* (Theory of Combustion and Fire Fighting). Budapest: National University of Public Service. pp. 67 – 71; pp. 76 – 79. ISBN 978-615-5305-82-5
- [14] Restás Á. 2015. *Alkalmazott tűzoltás* (Applied Fire Fighting). Budapest: National University of Public Service. ISBN 978-615-5527-23-4



Laszlo BODNAR¹

THE EFFICIENCY OF THE AERIAL FIREFIGHTING IN HUNGARY, USING THE OUTSIDE TANK TECHNOLOGY

Abstract: Day by day catastrophes gain bigger emphasis in our lives. The climate change affects not only Hungary and Europe, but every single country on the Earth. By this we can expect the constant raise of the average temperature, which greatly increases the risk of forest fires. Our modern life needs modern methods in the firefighting, as well. The article shows the efficiency of the aerial firefighting in Hungary, using helicopters with outside tank technology, (like Bambi Bucket and Smokey). The author tries to make economic analysis, to show the differences between the conventional firefighting, and the aerial firefighting, thereby to show the efficiency of the aerial firefighting.

Key words: Bambi Bucket, Smokey, conventional firefighting, aerial firefighting, efficiency, economic analysis

ЕФИКАСНОСТ ГАШЕЊА ПОЖАРА ИЗ ВАЗДУХА ПОМОЋУ СПОЉАШЊЕГ РЕЗЕРВОАРА У МАЂАРСКОЈ

Резиме: Природне катастрофе играју све већу улогу у нашем животу. Климатске промене утичу не само на Мађарску и Европу, већ на све земље света. Примећује се раст просека температуре, што битно доприноси порасту броја шумских пожара. Стога модеран свет захтева модерне мере заштите од пожара. У раду је представљено гашење пожара из ваздуха помоћу хеликоптера у Мађарској уз употребу спољашњег резервоара (по принципу технологија Бамби Буцкет и Смокеу). Аутори се баве економском анализом да би се видела разлика између конвенционалног гашења и ваздушног, и показала ефикасност овог другог.

Кључне речи: конвенционално гашење пожара, гашење пожара хеликоптером, ефикасност, економска анализа

¹ PhD student, Doctoral School of Military Engineering, National University of Public Service, Budapest, Hungary, bodnarlaci5@gmail.com

1. INTRODUCTION

The article „The efficiency of the aerial firefighting in Hungary, using the outside tank technology” insured by the Act on catastrophes CXXVIII. Of 2011. About the disaster management and about the related laws amendment [1] and the act on fire protection XXXI. of 1996. About the defending against fires, about the technical rescue and about the fire service [2]. It was very important to know about the relevant special Hungarian and foreign literature, in connection with the aerial firefighting. The article became a big significance the personal consultation with firemen at the investigation. During the research I studied different sites and plans. These researches pointed to the tactic of the firefighting, and their difficulties. We increasingly meet with several fires in this millennium. These fires damage all over the world, and cause big costs and danger to the human life. Through these fires the media often shows helicopters and aeroplanes making firefighting from the air [3]. The tactic of the modern firefighting requires the use of the aerial firefighting, which it is very efficient. In the world of the technic we have tools, and vehicles, which are suitable for the aerial firefighting. One of the most common types of the aerial firefighting is the outside tank technology in Hungary.

2. TYPES OF THE OUTSIDE TANKS

Before the First World War people tried to do firefighting from the air, but these ideas were pretty primitive. These were machines with single engine, and the firemen spilled the water from a bin. The idea was good, but was not efficient. The authorities in California saw imagination in it, so they began to think in big steps. Before the Second World War they built a double-decker aeroplane. They fixed tanks to it. They dumped the water from these tanks after the take-off [3]. After many attempts and experiences got the outside tank technology much better. Today we can find different bins and buckets that are fabricated specially to the aim of the aerial firefighting. These bins and buckets proved very effective.

According to a German literature there are 4 types of hanged burdens [4].

Table 1. Types of the hanged burdens

Load type 1	"Short line" (length of the device < 20 m)
Load type 2	"Long line" (length of the device > 20 m)
Load type 3	"Logging" (Transport of unsorted and disordered logs)
Load type 4	The burden is required to be kept in a certain position by the helicopter

2.1. Bambi Bucket models

Using the aerial firefighting the firemen used Bambi Bucket most commonly as a hanged burden. [5] These Buckets are fabricated in different sizes from the 270 litres to more than 9000 litres. These Buckets are not only in different sizes, they are made in different types as well. Maybe the most commonly types are the Bambi Bucket Modell 1012, the Bambi Bucket 2000 and the Bambi bucket Modell 1518 [6].

Bambi Bucket 1012			Bambi Bucket 2000		
Capacity	460 l		Capacity	1960 l	
Weight	30 kg		Weight	82 kg	

Bambi Bucket 1518		
Capacity	680 l	
Weight	40 kg	

Figure 1. Bambi Bucket family. Source: author's private archive

The essence of the Bambi Bucket is, that the firemen fix a tank with rope to the bottom of the helicopter. The load of the helicopter is as follows. The helicopter makes the bailing above the water, after that it arrives to the burning zone and dumps the water through an opening of the Bambi Bucket. The advantage of the Bambi Bucket is that the helicopter does not need any necessary changes, to use the vehicle for firefighting aims. We just need to connect the burden to the helicopter and the helicopter is ready to the firefighting. So the helicopters, which are fabricated for another aims, can be suitable for firefighting as well. There are two different methods to fill the tanks. In one case the helicopter can be filled from a tank with a pump at a temporary nearby airport. In another case the helicopter can be filled from a nearby lake. In Hungary helicopters types Mi-2 and Mi- 8 are using for firefighting aims. These helicopters need minimum 1,5 metres deep water to fill up. To the Bambi Bucket bin we can use the Sackfoam family. It can be controlled from the board, and it can to inject foam compound (0,5-1%) to the bin. In favour of the efficiency we can order FireSock mixed bag, which helps to the solution to mix more efficiency with the air. These equipment are helping in the foaming, and exerting the more efficient extinguishing effect [7].

We can use this method at any forest fires, but we have to refer to difficulties as well.

Because of the hanged burden it is difficult to maneuver the helicopter. Furthermore it is hard to collect enough water to fill the tanks, and the depth of the water is very important as well. In Hungary there are many water sources (ponds, aquifers), because of the pool type of the country, but in several countries it is a big problem (for example Spain and the South Slavic region).

2.2. Smokey models

Out of the Bambi Bucket there are other tanks using as a hanged burden. One types of these tanks are the Smokey models, which proved very effective as well. At the first sight we can see, that the capacity and the weight of the Smokey is bigger, than the Bambi Bucket. In Hungary the Bambi Bucket is in priority, but in some countries (for example Germany) Smokey is often used for aerial firefighting [6].

Smokey III		Smokey I	
The biggest diameter	approx. 124 cm	The biggest diameter	approx. 225 cm
Total height	approx. 137 cm	Total height	approx. 197 cm
Weight	1020 kg	Weight	5540 kg
Capacity	860 liter	Capacity	5000 liter



Figure 2. Smokey family. Source: author's private archive

2.3. The use of the outside tank technology in Hungary

Hungary is not a highly endangered country from the forest fires, but we can find examples for it in the past. In this case the firemen had to use the aerial firefighting to fight against the fire. One of the widespread forest fires in Hungary happened at the National Park of the Hortobágy in 2002. Two helicopter types Mi-2 and Mi-8 arrived from the army to the fire. These helicopters used Bambi Bucket as a hanged burden and made the firefighting a help with water curtain. The powers used the aerial firefighting and the conventional firefighting as well. There were 13 fire engines and 4 water delivers at the territory. An earlier false alarm level classification made the intervention difficult, because there were not enough fire forces at the territory. The fire extinguishing were realized with "C" and "D" beams, and with the water curtain. At the beginning the intensity of the intervention were not efficient, because of the widespread fire and the wind. The other problem was the lack of the fire forces. These difficulties lead to the aerial firefighting, which proved to be very effective.

These facilities made the efficiency:

- the near distance between the fire and the water source,
- the experiments of the pilots, and they pliancy to the area,
- the direct news connection.

The aerial firefighting was very efficient. It made the tactic of the firefighting easier in the future (Kunfehértó 2007) [8].

3. THE EFFICIENCY DEPENDING OF THE SUPPLIES

One of the major problems of the forest fires is the extinguishing agent service, because of the lack of the hydrants. In this case, it becomes necessary to use the natural water sources. The water transport realized with the help of the water carrier vehicles, but it is because of the dirt roads very time-consuming. Using the aerial firefighting, we can save plenty time, even if their costs are more expensive. This proves the third figure about the fire in Kunfehértó. On the figure the black triangle pointed the place of the fire, the black circle is the water source, and the grey lines are the dirt roads between the two places, where the land vehicle goes. The shortest distance between two points gives the length of the connecting points of the section¹ [9]. Because the helicopter can fly on a bee-line, therefore it can use the shortest way between the two places, as against the fire engine, which goes on the road and reach the mark with many diversions.

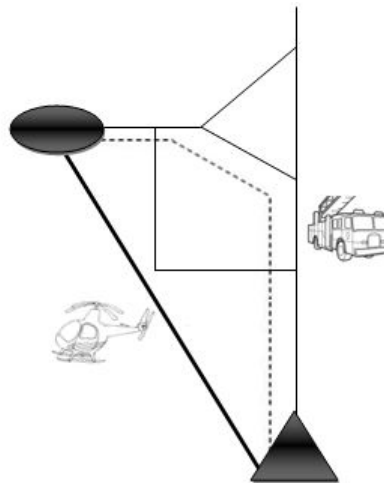


Figure 3. Graphical analysis of ground water and air transport. The shortest way bee-line (black line): 3 km. The shortest way on dirt road (broken line): 6 km. Source: author

On the figure we can see the grey line, which shows the dirt roads. The fat, black colour is the bee line way of the helicopter. It is clearly that the bee-line way is much shorter, than the road. The distance is on the road 6 kms, and on bee-line only 3 kms. The assumed speed of the vehicle is on the dirt way 20 kms/hour, which is on a 6 km long way 18 mins to reach the water source. As far as it comes back, the time jumps to 36 mins. In contrast to the helicopter arrives to the water source in 2 mins 10 sec, which is after a quick bailing, 5 mins to reach the point of the departure. It is much more effective! The numbers prove that it is much more effective to use the aerial firefighting, than using the conventional firefighting in case of the water transport [10].

¹ <http://www.altsuli.hu/matf/ponthtav.html>

4. THE ECONOMIC ANALYSIS OF THE AERIAL FIREFIGHTING

At a firefighting we have to make a difference between the costs of the conventional firefighting, and the aerial firefighting. I made the analysis due to the fire at the National Park of the Hortobágy in 2002.

4.1. Fuel costs of the conventional firefighting

13 fire engines and 4 water carriers worked at the fire. The consumption for 1 fire engine is about 20 litres/100 kms. The distance between the hydrants and the fire was 10 kms. One water carrier turned 20 times in one day, so it made 400 kms. (20 x 10 km back and forth = 400 kms), we calculate with 4 carriers 1600 kms (4 x 400 kms = 1600 kms). Because of the standing engine (passive engine work) consumption the number have to be round up to 1700. After the calculations, we get, that the fire engines consumed 340 liter gasoil. It is with the price of the gas oil in 2002 (gas oil in 2002: 193 Ft/litre²) 65.620 HUF (215 Euro) [11].

4.2. Cost of the aerial firefighting

The average consumption of the Helicopter Mi-8 is about 900 litres/hour, and the price of the kerosene was about 300 Ft/litre in 2002. The helicopter took off 75 times. It can turn round in 10 minutes. [12] After the calculation we get the operating time about 12, 5 hours for one helicopter. It is for two Mi-8, 25 hours. So the consumption is 22.500 (25 x 900) litres kerosene, which is calculating with the kerosene price from 2002 (300 Ft) is a cost from (22.500 x 300) 6.750.000 HUF. (22.130 Euro)

4.3. Cost of the burned forest areas

The extension of the burned areas was 4.700 ha (not forest). If we multiply it with 100.000 Ft (The price of 1 ha land in 2002 was about 100.000 Ft) we get a price from 474.500.000 HUF. (4.755 x 100.000 = 475.500.000) (1.559.016 Euro)

4.4. The total costs

After summing the cost of these items, we get the following values:

- Fuel costs: 65.620 HUF,
- Cost of the aerial firefighting: 6.750.000 HUF,
- Worth of the burned forest areas: kb. 475.500.000 HUF,
- Total: 482.315.620 HUF (more than 1.500.000 Euro).

Based on the costs above, the cost of the fire in at the Hortobágy National Park was more than 1.500.000 Euro. The largest damage is the burned areas, after that comes the costs of the aerial firefighting. The burned areas would have been more, without using the aerial firefighting. The firemen could save big areas from the fire, using the aerial firefighting, more than their costs. All in all we can say, that the aerial firefighting is more expensive, than the conventional firefighting, but counting with the saved forest areas, it is stated, that according to the economical view, the aerial firefighting is more efficient. Maybe the cost of the firefighting will be more expensive, but the burned forest areas have to be much lower. So we can save money [10].

² <http://www.origo.hu/gazdasag/hirek/20020128ujra.html> Download: 2014.03.18.

At the forest fires it is necessary to prevail the primary criterion of efficiency The point of that is, that manpower, the tools, and the fighting costs must be less than the saved values in the economy. All in all we can say, the leader of a forest fire, have to make serious decisions, but they have only a little time to make them [13]. Otherwise, is the firefighting in economic sense is in the red.

5. CONCLUSION

The article „The efficiency of the aerial firefighting in Hungary, using the outside tank technology” presented the efficiency of the aerial firefighting. Nowadays the firefighting can be efficient, only choosing the best tactic of the firefighting, and to minimize all of the the economic costs. The article tries to show the difficulties of the firefighting, the importance of the decisions and the best fire tactic. Using the aerial firefighting can be a very good solution at the widespread forest fires, because in this case we can save much money, according to the economical view. All in all we can say, the leader of a forest fire, have to make serious decisions, but they have only a little time to make them. According to the economical background, the fire prevention is the most efficient, but it is hard achievable at a widespread forest fire. But using new technologies can be a good solution for the detection of the fires.

ACKNOWLEDGEMENTS

Above research was supported by the project titled: “Public Service Development Establishing Good Governance, PADOP-2.1.2-CCHOP-15-2016-00001” at the National University of Public Service, Budapest, Hungary.

6. REFERENCES

- [1] The Hungarian Act on catastrophes 2011. CXXVIII.
- [2] The Hungarian Act on the fire protection 1996. XXXI.
- [3] sg.hu – Informatics and Science <https://sg.hu/cikkek/39094/tuzoltas-a-levegobol>
- [4] Bayerische Staatsregierung – Richtlinie für die Zusammenarbeit von Feuerwehr und Luftfahrzeugbetreibern in Bayern. Stand: 27.August 2013
- [5] Kós Gy. – Komjáthy L.: Erdőtűzek helikopteres oltása. Repüléstudományi közlemények 24. (2) (2012.) http://epa.oszk.hu/02600/02694/00059/pdf/EPA02694_rtk_2012_2_0471-0482.pdf
- [6] Staatliche Feuerweherschule Würzburg – Lehrunterlage für den Flughelfer-Lehrgang
- [7] Restás Á.: Az erdőtűzek légi felderítésének és oltásának kutatás-fejlesztése. PhD thesis, Zrínyi Miklós National Defence University, Budapest, 2008.
- [8] Bodnár L.: Logistic problems of fighting forest fires based on real examples. Bólyai Szemle 2015/4.sz 86.o – 99.o http://uni-nke.hu/uploads/media_items/bolyai-szemle-2015-04.original.pdf
- [9] <http://www.altsuli.hu/matf/ponthtav.html>
- [10] Restás Á.: Az erdőtűzoltás hatékonyságának közgazdasági megközelítése. Védelem, 18/5, 2011, pp. 47–50 ISSN 1218-2958
- [11] Újra 200 forint fölött a benzin ára. Origo On-line, www.origo.hu/gazdasag/hirek/20020128ujra.html (Downloaded: 2014. 03. 18.)



[12] Komjáthy L. – Kozák A. – Restás Á: Developing a Technology for Making Aerial Firefighting more Effective in Hungary. XII Міжнародної Науково-Практичної Конференції: Стратегія Політики Безпеки У ХХІ Столітті. Lvov, Ukraina, 2013. 10. 23–25. University of Lviv, pp. 27–31.

[13] Restás Á.: A tűzoltásvezetők döntéseinek modellezése és működése a gyakorlatban. Védelem Katasztrófavédelmi Szemle, 20/4, 2013, pp. 9–12. <http://www.vedelem.hu/letoltes/ujsg/v201304.pdf> (Downloaded: 2016. 03. 12) ISSN 1218-2958

Зоран БАРБИЋ¹

ПРОБЛЕМАТИКА ИНТЕРВЕНЦИЈА ПРИ ГАШЕЊУ ПОЖАРА У МАРИНАМА

Резиме: Побољшање мјера заштите од пожара у marinaма представља приоритет, јер развојем наутичког туризма овај сегмент заштите од пожара на мору добија већи значај. Марине због своје намјене имају посебне опасности од пожара и неопходно је предузимање одговарајућих мјера заштите. У раду је приказана проблематика која је везана за сигурносно кориштење marina. Дати су као примјери реакције на пожар догађаји у marinaи Порто Монтенегро. Ови догађаји као и слични, доприносе да се препозна проблематика везана за интервенције у случају пожара и да се да допринос повећању безбједносних мјера и одговарајућег реаговања у случају акцидента.

Кључне ријечи: превентива у marinaма, пожар, гашење, пловило

FIREFIGHTING INTERVENTION PROBLEMS IN MARINAS

Abstract: The improvement of fire protection measures in marinas is a priority, because owing to the development of nautical tourism this segment of fire protection at sea gains more significance. Due to their purpose marinas have special risks of fire and it is necessary to take adequate measures of protection. The paper describes the problems dealing with the safe use of marinas. Events in the marina of Porto Montenegro are given as an example of a reaction to fire. These events and the like, contribute to identifying issues related to interventions in case of fire, and contribute to increasing security measures and appropriate response in the event of an accident.

Key words: prevention in marinas, fire, firefighting, vessel

¹ Спц.инг.зоп Зоран Барбић, командир Службе заштите и спашавања Општина Тиват,
zoran.barbic.zb@gmail.com

1. УВОД

Пловила су данас постала модерна средства за путовања људи и превоз робе. Што се тиче јахти и мега јахти данас се произвођачи утркују у ентеријеру, облику и брзини. То изискује посебне мјере заштите од пожара обзиром да се већина пловила прави од горивог материјала чији производи сагоревања су опасни и штетни по здравље људи и околину. Повећавањем и осавремењивањем пловила расте и потреба за све већим бројем marina и развој наутичког туризма као основа и нови вид туристичке понуде на подручју Црне Горе.

Лука наутичког туризма (марина) је специјализована лука намјењена за прихват, чување и зимовање пловних објеката који служе за рекреацију, спорт и разоноду. Услуге се свode на танковање горива и воде, напајање струјом и комуникације. Специфичне услуге су везане за marine као лучка капетанија, царина, имиграциона служба, обалска стража, полиција и остали неопходни сервиси.

2. МАРИНЕ

Марине су изграђени дјелови копна уз море које служе за боравак бродова, јахти, пловила и снабђевене су неопходном опремом, горивом и разном робом. Такође marine се данас праве као модерни туристички центри са свим видовима понуде тако да је наутички туризам нови вид туристичке понуде.

Марине се класификују по броју и величине пловила која ту бораве. Често marine имају мјеста за зимовник и ремонт пловила. Претежно свака marina има и сопствене пумпе за танкирање горива што изискује прављење и постављање већих резервоара за гориво. Јахте и мега јахте користе следеће врсте горива:

- безоловни моторни бензин БМБ 98,
- дизел гориво ниско сумпорни дизел.

У принципу јахте до 12 метара користе БМБ гориво. Танковање горива врши се на погодном и безбједном мјесту а резервоари горива и мјеста за претакалишта су на одређеној удаљености. Цјевоводи се израђују и укопавају према стандардима и Закону о заштити и спасавању [1].

Цјевоводи се претежно израђују од дуплозидних цијеви HDPE (тврди полиестер) са контролом проциривања, чиме се спречава загађење мора. Код бензинских аутомата је посебан цјевовод за поврат пара из аутомата. Систем цјевовода се поставља у инсталацијске канале у заштитном слоју пјеска и покрива бетонским плочама. Све инсталације, резервоари и аутомати за точење горива су уземљени у заштити Ex d IIA T3. Резервари за гориво су укупани, хоризонтално цилиндрични са дуплим плаштом у бетонском базену. Постројење је усклађено према „Правилник о изградњи постројења за запаљиве течности и о усклађивању и претакању запаљивих течности“ [2].

Марине су конципиране као грађевински објекти са јаком бетонском конструкцијом да би пружили безбједан и сигуран вез за пловила. Са аспекта заштите и спасавања marine се третирају као ниско издвојени објекти па самим тим потребна опрема за гашење пожара је хидрантска мрежа са хидрантским наставцима на међусобном

растојању од 80 метара и са по једним апаратом С-9 на тим позицијама.

Пловила која бораве у marinaма су изграђена од лако горивих материјала и пожарни ризик на таквим објектима је велики, пожарно оптерећење је високо и износи преко 2 GJm⁻².

Она која су израђена од пластичних маса приликом сагоревања и разградње производе веома отровне продукте сагоревања. Такође сва пловила садрже горива и постоји опасност од разливања или избијања пожара, те су у marinaма налазе оперативни радници – докери, који су обучени за рад у ванредним ситуацијама.

3. КАРАКТЕРИСТИКЕ ПЛОВИЛА (БРОДОВА)

Брод је сложени инжењерски објекат и у принципу се састоји од бродског трупа и дјелова награђених на њему. Тијело брода подјелено је на изоловане водонепропусне одсеке који обезбјеђују непотопљивост брода и представљају пожарне препреке. Све просторије на броду дијеле се на:

- службене просторије,
- простор за живот и рад посаде,
- специјалне просторије зависно од врсте брода.

Преграде на пловилу се раде од конструкционих елемената (челик или лаке легуре) са панелима од танких листова алуминијума, дрвета или пластике. Испуне се раде од стакленог влакна, пластичне плоче, пјено пластике. Како су материјали од пластике запаљиви, могу допринети изазивању и развоју пожара. Ходници на бродовима су претежно узани, без довољне спољашње свјетлости, што би представљало велики проблем при евакуацији, интервенцији навалне ватрогасне групе и али би били добри путеви за ширење продуката сагоревања у случају пожара. Сви савремени бродови су конципирани са доста пожарних сектора са основним задатком:

- спречавање могућности избијања пожара,
- ограничено ширење пожара на броду,
- заштита путева евакуације за људе.

Бродови нове генерације садрже:

- јављаче пожара,
- аутоматски и полуаутоматске уређаје за гашење пожара.

Систем заштите од пожара се своди:

1. Први и основни услов за сваку добру интервенцију је обучена и утренирана посада која мора прва започети гашење пожара и евакуацију.
2. Опрема за гашење пожара на броду су:
 - ручна и преносна опрема,
 - стабилни уређаји за гашење,
 - јављачи пожара.
3. Средства за гашење пожара на броду су:
 - вода,
 - пјена,
 - угљен-диоксид,
 - инертни гасови.

4. ПОЖАРИ НА БРОДУ

На броду се пожари веома брзо развијају из почетне фазе у развијени пожар пошто је присутна велика количина гориве материје. Пожар у кабини се развије после 3 до 4 минута када су у питању дрвене облоге, а од 5 до 7 минута код тешко запаљиве пластике. Између кабина и преграда на броду постоји ваздушни слој који омогућава брзо преношење и ширење пожара. Ширење пожара је око $1,5 \text{ m min}^{-1}$ а температура која се развија је од 700 до 900°C. Пожари који избију у друштвеним просторијама, шире се на сусједне просторије и мјеста за управљање, што доводи до уништења средства за управљање бродом. Најопаснији су пожари на путничким бродовима гдје је број путника до неколико хиљада. У таквим бродовима највећа опасност настаје при евакуацији људи.

Према статистичким подацима најчешћи пожари на бродовима су у машинском одјељењу. Пожар у машинском простору је веома сложен јер се брзо шири кроз канале за вентилацију и кроз канале за одвод сагорелих гасова. Ови пожари се веома брзо шире и температура је знатно већа. На бродовима нове генерације, машински простор је покривен стационарним системом за гашење пожара и то претежно са CO_2 . Активирање система је ручно.

На слици 1 је дат приказ пожара на једном пловном објекту – глисеру.



Слика 1. Пожар на глисеру близу Порто Монтеграда

5. РАЗЛИВЕНИ НАФТНИ ДЕРИВАТИ

У већини случајева разливена нафта је пратећа појава код пожара на броду. Нафтни деривати који горе на површини мора морају се гасити пјеном и водом, а гасе се уз помоћ лучких реморкера са употребом компактног млаза. Гашење се своди на добијању незапаљиве водено-нафтне емулзије која садржи више од 8% воде, а ако је горива површина већа онда се млазом воде врши расјечање гореће површине на мања жаришта како би се лакше гасили.

6. СИГУРНОСТ ЉУДИ НА МОРУ

Сигурност људи на мору је приоритет свих међународних поморских организација, сви национални прописи се морају усклађивати са међународном поморском конвенцијом за морске бродове:

IMO – међународна поморска организација која се бави проблематиком за поморство и обједињавањем поморских прописа уз помоћ издавања конвенција.

SOLAS – је међународна конвенција о заштити људи на мору.

MARPOL – заштита животне средине.

STCW – конвенција која се бави обуком помораца и стражом на броду.

Све се своди на сигурну пловидбу и сигурност човјека на мору.

7. МАРИНЕ У ОПШТИНИ ТИВАТ

Тиват све више постаје наутичка дестинација. У том смјеру се и развија туристичка понуда града који у свом залеђу посједује све потребне атрибуте који га чине препознатљивим на мапи „топ“ наутичких дестинација. Ово је произвело потребу за брзим развојем привезивалишта и мула за пристајање и боравак пловила. Поред географских, метео услова, близине аеродрома, Тиват је постао центар и овог вида туризма. Данас је подручје Општине Тиват велико градилиште марина. У изградњи је више марина и то:

- Порто Монтенегро
- Марина „Солила“
- Марина „Зградић“
- Луштица Беј (Lustica Bay)
- Марина „Селаново“

Од њих је свакако највећа и најважнија Порто Монтенегро (слика 2) која ће у коначној цифри имати 850 везова за глисере, јахте и мега јахте. Марина „Зградић“ је марина са свим садржајима за ремонт и одржавање пловила, са капацитетом око 150 пловила. Луштица Беј (Lustica Bay) је марина која се налази на отвореном мору и примаће око 140 пловила претежно мањих габарита. То је марина која је грађевински много захтјевна јер је смјештена на отвореном мору а израђен је вјештачки лукобран на веома неприступачном копненом дијелу а у чијем залеђу се ради туристички комплекс. Остале двије марине су мањег капацитета и садржаја. Такође марина Порто Монтенегро и Луштица Беј су опремљене резерварима за снабдјевање бродова горивом. Поред ових марина израђени су пратећи садржаји од хотела, ресторана, угоститељских објеката, шопова, гаража и др. Сви ови садржаји су промјенили ток развоја града а у планерима система заштите и спасавања нову организацију и тактику наступа као и набавку неопходне опреме за такве садржаје и могуће акциденте.



Слика 2. Дио везова у Порто Монтенегру

8. УОЧЕНИ И ПРЕПОЗНАТИ ПРОБЛЕМИ У ЗАШТИТИ ОД ПОЖАРА

Нагли развој изградње marina се највише одразио на проблеме заштите од пожара, самим тим, јер се marina, као грађевински објекат у Закону о заштити и спасавању, третира на неадекватан начин. Предвиђена потребна средства за заштиту од пожара нису довољна ни адекватна. Такође свака marina има и одређени број сидришта за пловила тако да се јавља још један велики проблем. Недовољан број хидрантских наставака, те апарата за почетно гашење, неопремање хидрантских ормара са адекватном опремом, представља додатни проблем локалној служби заштите и спасавања. Процедуре које су биле у примјени за marine, а везане су за гашење пловила и наступ ватрогасне јединице, тек у моменту када посада не успије угасити пожар је била неприхватљива. Обавезе докера су биле нејасне, непотпуне и недефинисане, као завршни епилог је и загађење мора које такође није било до краја дефинисано. По планским документима, marina Порто Монтенегро мора имати и своју предузету јединицу, а marina Луштца Беј се ослања на интервенцију Добровољног Ватрогасног Друштва „Кртоли“ са очекиваним временима интервенција која нису реална. Marina „Зградаћ“, која у свом саставу има пратеће садржаје за ремонт пловила, је у потпуности не покривена мјерама заштите од пожара. Све ове marine су у претходној години имале низ пожара који су захваљујући брзој интервенцији Службе заштите и спасавања Општине Тиват угашене. Ово је постигнуто захваљујући Служби заштите и спасавања Општине Тиват, која је препознала велики проблем у зони своје одговорности и унапред урадила планове за ту врсту акцидената. У љетњем периоду, на подручју Општине Тиват, има око 1000 пловила, а цијело подручје Боке Которске не посједује ни један ватрогасни брод за гашење пожара на мору.

9. ПРЕДЛОГ ПОБОЉШАЊА МЈЕРА ЗАШТИТЕ ОД ПОЖАРА У МАРИНАМА НА ОПШТИНИ ТИВАТ

Служба заштите и спашавања је предузела низ активности на решавању уочених проблема код надлежних органа. Иста је преузела иницијативу за промјену законске регулативе која се односи на заштиту од пожара у маринама.

Предлог мјера:

- Процедура
 - Прва и основна мјера је поштовање законских норми а у вези ЗИС (заштите и спашавања) пловила која су на везу у маринама и на сидриштима.
 - Обавезе посаде и заповједника пловила у заштити од пожара.
 - Недозволити активност посаде у вези са запаљивим материјалима и употребом отвореног пламена, варења, резања и осталих радњи на пловилу без консултација и писменог одобрења надлежних у марины.
 - Најважнија процедура је у вези наступа ватрогасне јединице на пловило које је угрожено пожаром и дефинисање уговора са Марином да интервенција може одмах почети не чекајући исход гашења од стране посаде брода.
 - Обавезе радника у марины – докера у случају пожара:
 1. Помјерање свих пловила од пловила које гори.
 2. Омогућити приступ ватрогасних возила до угроженог пловила.
 3. Поставити заштитну брану око угроженог пловила.
 4. Вршити расхлађивање угроженог брода са копна, употребом хидраната.
 - Обавезе службе обезбјеђења:
 1. Помагање ватрогасној јединици у евакуацији људи са угроженог пловила.
 2. Обезбјеђење улаза у комплекс и интерних саобраћајница за приступ ватрогасних возила.
 3. Обезбјеђивање лица мјеста и недозвољавати приступ незапосленим лицима.
- Опрема
 - Хидрантске ормаре допунити са мобилном опремом за производњу пјене и то: међумјешач, млазница за пјену и 50 литара концентрата пјене.
 - Повећати број апарата за гашење тип С-9 на сваких 20 метара у оперативном дијелу марины.
 - Поставити апарате CO₂ 5kg на мјестима РО електричне струје.
 - Означити и обилежити евакуационе путеве.
 - Набавка ватрогасног брода.
- Формирање ватрогасне јединице за Порто Монтенегро.
 - Формирање ватрогасне јединице у Порто Монтенегро је урађено на другим основама. На име, Порто Монтенегро и Општина Тиват су склопили уговор да Служба заштите и спашавања Тиват врши заштиту од пожара у комплексу Порто Монтенегро са једним навалним возилом и два ватрогасца 24 часа дневно. Ватрогасно навално возило је са свим потребним карактеристикама за овај комплекс. Такође, у било којем акциденту Служба заштите и спашавања ће адекватно интервенисати као и у другим маринама.

- Служба заштите и спасавања је донела своје планове за дјеловање у marinaма на свом подручју. Израдила детаљни план дјеловања као и очекивана времена пристизања а све у циљу што брже и ефикасније интервенције.

10. ИНТЕРВЕНЦИЈЕ У МАРИНАМА ТОКОМ 2016.

У 2016. години у марици Порто Монтенегро било је три пожара, од тога два на пловилима а један на инсталацијама за претакање горива.

На претакалишту горива у Порто Монтенегру, 27.07.2016. дошло је до експлозије бензинских пара. Пожар и експлозија су настали у шахти за прихват горива. Услед високе температуре и дотока свјежег ваздуха, приликом подизања поклопца, дошло је до експлозије бензинских пара. Количина горива и пара је била мала тако да се пожар није проширио на оближњу цистјерну са горивом. Пожар је веома брзо угашен са ручним апаратима за гашење С-9.

Дана 12.08.2016. дошло је до пожара на пловилу ознака DL0713Z. Пожар се десио на мору, када се пловило дужине 12 метара запалило у војњи. Посада брода је искочила у море, а пвило се под јаким вјетром неконтролисано приближавало марици Порто Монтенегро. Присебношћу радника марице и веома брзој реакцији Службе заштите и спасавања Тиват, брод је привучен на безбједно мјесто и ту је локализован пожар.

На мега јахти „Катара“ 06.09.2016. дошло је до пожара. Пожар се десио на разводном ормару са акумулаторским батеријама у енергетској соби. Веома брзом и ефикасном интервенцијом ватрогасаца и посаде брода, пожар је угашен после 15 минута. Радило се о веома луксузној и скупоцјеној мега јахти. Средства која су коришћена у гашењу су апарати CO₂. На лицу мјеста су били четири ватрогасна возила са 12 припадника Службе заштите и спасавања Општине Тиват.

Све ове интервенције су оцјењене одличном оцјеном и испоштоване су све процедуре у оваквим ванредним догађајима.

11. ЗАКЉУЧАК

Промјена законске регулативе, у пројектној документацији заштите од пожара приликом изградње marina, много би допринела повећању безбедности уз примену превентивних мјера заштите од пожара и у многоме би се смањило ризик од избијања пожара. Свакако нагли развој наугичког туризма прати и осавремењивање Службе заштите и спасавања а у коначном то је усавршавање тактике гашења пловила на мору и на сидришту – везу.

12. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Закон о заштити и спасавању, „Сл. Лист ЦГ“ број 13/07, 05/08 и 32/11
- [2] Правилник о изградњи постројења за запаљиве течности и о ускладиштењу и претакању запаљивих течности, Службени лист СФРЈ, број 20/71 и 23/17

Бојан МИЛОВАНОВИЋ¹
Новак ОТАШЕВИЋ²
Драган САВИЋ³

ТЕШКИ УСЛОВИ ЕКСПЛОАТАЦИЈЕ ВАТРОГАСНИХ ВОЗИЛА У РУДАРСКОМ БАСЕНУ КОЛУБАРА

Резиме: Ватрогасна возила имају за циљ да у случају пожара на неким од производних капацитета, објеката у Рударском басену Колубара, интервенишу у што краћем временском периоду. До места пожара често се пролази путевима који нису регуларни. Ова нерегуларност је изражена у Организационој целини „Површински копови Барошевац“ и то у погонима који се баве директно ископом угља. Нерегуларности које се најчешће појављују су: непрописно урађени успони са знатно већим уздужним нагибима и серпентинама, путеви са једном коловозном траком без мимоилазница, ризични пролази испод трачних транспортера, неодводњени путеви, неодговарајућа врста и квалитет подлоге пута техничким карактеристикама возила као и разне друге препреке (канални, цеви, високонапонски каблови итд.). Све горе наведене нерегуларности у значајној мери отежавају пролаз оваквим путевима и значајно смањују експлоатациони век возила.

Кључне речи: ватрогасна возила, нерегуларни приступни путеви, мањи експлоатациони век

SEVERE CONDITIONS OF FIRE TRUCKS EXPLOITATION IN KOLUBARA MINING BASIN

Abstract: Fire trucks are designed to, in case of fire on some of the production capacities, within Kolubara Mining Basin facilities, intervene as soon as possible. Irregular roads often lead to the fire place. This irregularity is reflected in the Organizational unit “Open pit mines Baroševac” in its, in plants that are directly connected to the coal excavation. Irregularities that most frequently appear are: improperly made inclines with a much greater longitudinal slopes and serpentines, roads with one line without intersection, risk passages under the conveyors, not drained roads, type and quality of the road does not comply with the technical characteristics of the vehicle, as well as other various obstacles (channels, pipes, high-voltage cables, etc.). All the above mentioned irregularities significantly complicate the access of these roads and significantly reduce the exploitation period of the vehicles.

Key words: fire trucks, irregular access roads, shorter exploitation period of vehicles

¹ Дипл. инж., Главни инжењер ЗОП, ЈП ЕПС, ОГРНАК РБ Колубара Лазаревац,
bojan.milovanovic@rbkolubara.rs

² Инж., Руководилац одељења ЗОП, ЈП ЕПС, ОГРНАК РБ Колубара Лазаревац,
novak.otasevic@rbkolubara.rs

³ Инж., Руководилац Службе ЗОП, ЈП ЕПС, ОГРНАК РБ Колубара Лазаревац,
dragan.savic@rbkolubara.rs

1. УВОД

У оквиру ЈП ЕПС, Огранка РБ Колубара, функционише Служба заштите од пожара која има свој превентивни и свој репресивни део. Репресивни део тј. интервенције гашења пожара обавља Професионална ватрогасна јединица (ПВЈ) Колубара са својим основним средствима, а то су специјална ватрогасна возила. Ова возила обављају и неке друге послове који су специфични за Организациону целину „Површински копови Барошевац“ као део Огранка РБ Колубара. Сваки одлазак на интервенцију или неки други посао у површински коп представља задатак који максимално оптерећује ватрогасно возило. Ова оптерећеност је услед пуне цистерне водом и екстратом пене. Додатно оптерећење представља још и нерегуларност самог приступног пута до објеката. Пошто се ови објекти налазе у површинском копу није могуће увек обезбедити и припремити пут за пролаз како ватрогасних тако и других возила. Пролаз оваквим путевима додатно оптерећује возила, а самим тим и појаву кварова. Ватрогасна возила са оваквим условима експлоатације морају имати добро одржавање како би увек била у функционалном и исправном стању.

2. ОПШТИ ПОДАЦИ

У овом делу рада дати су основни подаци о Организационој целини „Површински копови Барошевац“, како би се боље разумео обим послова и специфичности. Основни подаци за специјална ватрогасна возила дата су табеларно, а делом су описани и специфични послови које ватрогасна возила обављају у овој Организационој целини.

2.1. Организациона целина „Површински копови Барошевац“

Како би се боље и свеобухватније сагледао обим и специфичност послова које, поред основних, могу имати ватрогасна возила, дати су неки од основних података за ову Организациону целину, а то су:

- површина која је тренутно захваћена рударским радовима је $P=80 \text{ km}^2$,
- површина шума $P=780 \text{ h}$,
- дужина транспортних трака $l=70 \text{ km}$,
- тренутно ради 57 рударских справа (тежине од 500 до 2800 t),
- дневна производња угља до 90000 t.

Треба напоменути још и да је укупна површина која захвата Огранак РБ Колубара $P=600 \text{ km}^2$ што уз део података који је горе дат представља сваки респект. Из свега горе наведеног може се закључити да се већина послова обавља у тешким технолошким, техничким и организационим условима што важи и за возила која су предмет овог рада.

2.2. Ватрогасна возила

Професионална ватрогасна јединица Колубара има укупно 20 специјалних ватрогасних возила која су распоређена у три мање јединице и то:

- ПВЈ „Прерада“ 4 возила,
- ПВЈ „Рудовци“ 9 возила и
- ПВЈ „Тамнава“ 7 возила.

ПВЈ „Рудовци“ и ПВЈ „Тамнава“ обављају репресивне послове који су везани директно за површинске копове па је у тим јединицама и највеће број од 16 ватрогасних возила. У табели 1 приказана су возила са основним карактеристикама:

Табела 1. Ватрогасна возила индустријске јединице “Тамнава” и “Рудовци”

Р. б	Врста возила	Тип	Средство за гашење	Год.	Место
1	комбиновано	ФАП 20/26	5000 л воде,	1992	Тамнава
2	комбиновано	ТАТРА	7000 л воде,	1999	Тамнава
3	комбиновано	ТАТРА	7000 л воде,	1997	Тамнава
4	навално	Мерцедес	4000 л воде, 400 л екстрата	2011	Тамнава
5	комбиновано	КАМАЗ	7000 л воде, 1000 л екстрат	2004	Тамнава
6	комбиновано	КАМАЗ	7000л воде /700л екстрат	2015	Тамнава
7	техничко	КАМАЗ	7000л воде /700л екстрат	2015	Тамнава
8	комбиновано	КАМАЗ	7000 л воде, 1000 л екстрат, 1000 кг праха	2004	Рудовци
9	комбиновано	КАМАЗ	7000л воде /700л екстрат	2015	Рудовци
10	аутоцистерна	КАМАЗ	8000 л воде	2004	Рудовци
11	комбиновано	Мерцедес	4000 л воде, 400 л екстрата	2011	Рудовци
12	комбиновано	КАМАЗ	7000 л воде, 1000 л екстрат	2004	Рудовци
13	комбиновано	КАМАЗ	8000 л воде	2013	Рудовци
14	комбиновано	КАМАЗ	7000 л воде, 1000 л екстрат	2004	Рудовци
15	Возило за шумске пожаре	МАН	3000л воде /300л екстрат	2016	Рудовци
16	комбиновано	КАМАЗ	7000 л воде, 1000 л екстрат	2004	Рудовци

2.3. Остали послови у Организационој целини „Површински копови Барошевац“

Поред основног посла, тј. интервенције на гашењу пожара на неком од објеката у овој Организационој целини, специјална ватрогасна возила обављају и неке друге послове који су специфични за површинске копове. Ови послови углавном су везани за помоћ при технолошким и другим операцијама приликом експлоатације угља и откривке. Због неекономичности и немогућности да се обезбеде нека друга или слична возила, за овакве послове користи се ватрогасна возила. Треба напоменути да дежурства код радова заваривања не улази у горе поменуте послове а ти специфични послови су :

- достава техничке воде по објектима,
- поливање траса за лакше савладавање кривина за велике рударске машине,
- праће рударских машина, објеката, путева и платоа,
- пробијање загушених пресипних места и бункера,
- достава воде за наливање центрифугалних пумпи за њихово покретање,
- разна друга достава воде, праћење транспорта, дежурства.

Сви горе наведени послови додатно отежавају експлоатацију ватрогасних возила а самим тим и смањују њихов радни век.

3. ПРОБЛЕМИ ТОКОМ ЕКСПЛОАТАЦИОНОГ ВЕКА ВАТРОГАСНИХ ВОЗИЛА

Проблеми који су стално присутни, а који значајно утичу на експлоатациони век возила су приступни путеви и одржавање возила. Обавеза извршавања послова и пролаз по нерегуларним путевима повећава могућност непланираних отказа склопова тј. кварова.

3.1. Путеви на површинским коповима

На површинским коповима постоје стални и привремени путеви. Стални путеви имају добру проходност али без обзира на такве карактеристике у зимским условима могу стварати проблеме приликом проласка. Привремени путеви су путеви који увек могу отежати пролаз (Слика 1).



Слика 1. Неодводњен пут

Без обзира на стално ангажовање механизације (булдозера) на овим путевима се појављују нерегуларности који отежавају, а често и онемогућавају пролаз (Слика 2). Један од честих случајева када се возило због нерегуларног пута заглављује и не стиже до објекта на површинском копу, а самим тим и не извршава постављени задатак.

Нерегуларности са којима се ватрогасна возила најчешће сусрећу су следећа:

- неодводњени путеви (Слика 1),
- неодговарајућа врста и квалитет подлоге пута техничким карактеристикама возила,
 - ризични пролази испод трачних транспортера,
 - путеви са једном коловозном траком без мимоилазница,
 - непрописно урађени успони са знатно већим уздужним нагибом и серпентинама.



Слика 2. Заглављено ватрогасно возило

Поред ових наведених нерегуларности путеви могу имати и друге препреке које могу ометати нормалан пролаз ватрогасним возилима (канални, мостови и друге тешко уочљиве препреке). Услед једне такве препреке ватрогасно возило је било онемогућено да стигне до свог одредишта (Слика 3). Том приликом возило је претрпело и знатна оштећења.



Слика 3. Преврнуто ватрогасно возило

Све горе наведене нерегуларности додатно се усложњавају у зимским условима када се јавља нешто већи број кварова посебно на старијим возилима. Зимски услови и нерегуларности на путевима директно могу изазвати следеће кварове:

- откази сетова квачила (посебно фрикциони диск „ламела“),
- директни кварови на моторима,

- кочиони системи,
- ваздушне инсталације,
- пнеуматици,
- оштећења на подвозу, конструкцији и др.

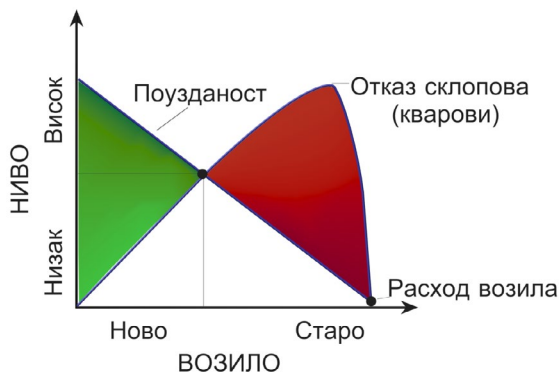
Ови кварови су израженији код старијих возила која су по правилу ангажованија у односу а нова ватрогасна возила.

3.2. Одржавање

Да би се ватрогасна возила одржала у пуној погонској спремности и била увек спремна да одговоре и изађу на интервинције и остале послове, одржавање мора бити на највишем нивоу. Одржавање ватрогасних возила може бити редовно и ванредно. Ванредно је услед неког квара или отказа на виталним склоповима возила, а редовно одржавање се спроводи кроз месечне, шестомесечни и годишње сервисе, по техничким препорукама произвођача. Међутим, услед недостатка одговарајућих делова сервисне активности нису увек редовне и квалитетне. Због разнородности и више типова возила (како је и приказано у табели 1) није увек могуће обезбедити оригинални део што додатно оптерећују и проблеми у Јавним набавкама истих. Дуже чекање на оригиналне резервне делове и инпровизације које су честе у решавању насталих кварова на возилима директно утичу на животни век возила и њихову поузданост.

3.3. Анализа експлоатационог века ватрогасних возила

У доле датом дијаграму 1, приказан је однос поузданости и отказа склопова тј. кварова. У експлоатационом веку возила свакако је најпоузданији период који је у дијаграму захваћен зеленом површином када је возило ново, а ниво отказа тј. кварова низак. Пошто су у овом раду наведени неки од тешких услова током експлоатације ватрогасног возила, која раде на површинским коповима, може се рећи да ће површина која је захваћена црвеном бојом увек бити већа за ватрогасна возила која су предмет овог рада у односу на нека друга возила. Услови експлоатације директно утичу на однос зелене и црвене површине, а самим тим и на то да ли ћемо за неко возило рећи да ли је ново или старо.



Дијаграм 1. Експлоатациони век возила (однос поузданости и отказ склопова (кварови))



4. ЗАКЉУЧАК

Тешке услове експлоатације ватрогасних возила могуће је поправити бољим организовањем послова, запослених и бољим искоришћењем механизације на површинским коповима. У таквим ситуацијама кварови ће се смањити, док ће одржавање такође уз боље организовање, додатно продужити експлоатациони век возила. Међутим, заменом старих возила новим, створила би се потпуна поузданост ватрогасних возила која би могла лакше превазићи тешке услове експлоатације.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Правилник о техничким захтевима за површинску експлоатацију лежишта минералних сировина („Сл.гласник РС“, бр.96/2010)
- [2] ЈП ЕПС, Огранка РБ Колубара, [http://www.rbkolubara .rs](http://www.rbkolubara.rs)
- [3] Вукић Б., Изазови у професионализацији компаније, БИЗИТ 2014

Анђелко ЈАНКОВИЋ¹
Драган САВИЋ²

ВАТРОГАСНЕ ВЕЖБЕ У КОМПЛЕКСУ ПОСТРОЈЕЊА ЗА ПРИПРЕМУ РОВНОГ УГЉА ДРОБИЛАНА, РБ КОЛУБАРА, ЈП ЕПС

Резиме: Постројење за припрему угља Тамнава у Рударском басену Колубара представља нераскидив ланац у отпреми угља за Термоелектрану „Никола Тесла“ Обреновац. Континуитет у отпреми угља у директној је вези са стабилношћу електроенергетског система Републике Србије, што обавезује све чиниоце да до дужег непланираног прекида у отпреми угља не дође. У овом раду је описана једна од ватрогасних вежби где се директно потврђује неопходност, континуитет и стварна потреба за организовањем и извођењем истих од стране Службе за заштиту од пожара као једног од чинилаца у обезбеђивању континуитета у отпреми угља. Неопходност извођења вежби настала је као последица великог пожара у комплексу постројења у објекту „кула w1“ док је континуитет извођења потврдио стварну потребу.

Кључне речи: постројење за припрему угља, ватрогасне вежбе, неопходност, континуитет

FIRE-FIGHTING DRILLS IN PLANT FACILITIES FOR ROUGH COAL PREPARATION, CRUSHING PLANT, RB KOLUBARA, EPS

Abstract: Coal preparation plant Tamnava in Kolubara Mining basin represents an unbreakable chain in shipping coal to the “Nikola Tesla” thermal power plant in Obrenovac. Continuity in coal shipping is directly related to the stability of the power system of the Republic of Serbia which, obliges all stakeholders to prevent any long unplanned interruptions of coal shipping. This paper describes one of the fire-fighting drills, which directly confirms the necessity, continuity, and a real need for the organization and execution hereof by the Department for fire protection as one of the factors in ensuring continuity in coal shipping. The necessity of performing the drills arose as a result of the great fire in the plant facility in the “tower w 1”, while the continuity of execution confirmed the actual necessity.

Key words: coal preparation plant, fire-fighting drills, necessity, continuity

¹ Мр, Руководилац Сектора за БЗР и ЗОП, ЈП ЕПС, ОГРНАК РБ Колубара Лазаревац, andjelko.jankovic@rbkolubara.rs

² Инж, Руководилац Службе ЗОП, ЈП ЕПС, ОГРНАК РБ Колубара Лазаревац, dragan.savic@rbkolubara.rs

1. УВОД

У новијој историји прераде равног угља у Огранку РБ Колубара бележи се неколико великих пожара. Велики пожар догодио се у Организационој целини „Прерада“ Вреоци у мају 2009. године када је пожар причинио огромну материјалну штету. Други пожар по величини био је у Постројењу за прераду равног угља Дробилана који је настао на косом мосту у мају 1999 године приликом ког је уништена читава дужина транспортног моста од 300 метара.

После пожара који се догодио 12.10.2012. године у објекту „кула w1“ од много питања која су се наметнула, једно од њих је било и које су то (поред редовних превентивних мера) додатне мере и активности које треба предузети да се пожар са оваквом материјалном штетом никада не понови (процењена штета је око 10 милиона динара). Служба заштите од пожара у Огранку РБ Колубара доноси додатне мере и активности:

- увођење редовног сменског превентивног обиласка свих објеката у комплексу од стране дежурног ватрогасца.
- обавеза извођења ватрогасних вежби у комплексу и то најмање једна вежба током месеца.

2. ОПШТИ ПОДАЦИ

2.1. Постројење за припрему угља

Ровни угаљ добијен експлоатацијом на тамнавским површинским коповима допрема се системом транспортних трака (капацитета $Q = 5000 \text{ t/h}$) до комплекса објеката Постројења за припрему угља. Комплекс има 20 објеката од којих је 9 објеката разврстано у прву категорију угрожености од пожара. Ових 9 објеката је директно везано за технолошке операције припреме угља као што су: пријем у бункере ($Q = 300 \text{ t}$), расподела, одвајање метала, претовар, дробљење и утовар. У прву категорију угрожености од пожара разврстана је и депонија угља чији је капацитет $Q = 200000 \text{ t}$. Реалне опасности од пожара и експлозије могу се очекивати због карактеристика угља који може бити у експлозивним границама али и склон самоупали (депонија). Као узрок пожара може бити и отказ лежаја на ролнама транспортних трака, квар на електро инсталацијама, непријављени и необезбеђени радови завривање и резања као и непажња тј. немар запослених.

2.2. Професионална ватрогасна јединица Колубара

У Огранку РБ Колубара у оквиру Службе заштите од пожара у свом репресивном делу постоји Професионална ватрогасна јединица Колубара која има овакав статус на основу члана 59. Закона о заштити од пожара („Сл.гласник РС, бр.111/2009 и 20/2015) са својим правима и обавезама у правном лицу које је разврстано у прву категорију угрожености од пожара (Решење бр.217.10-54/14 од 28.12.2015.).

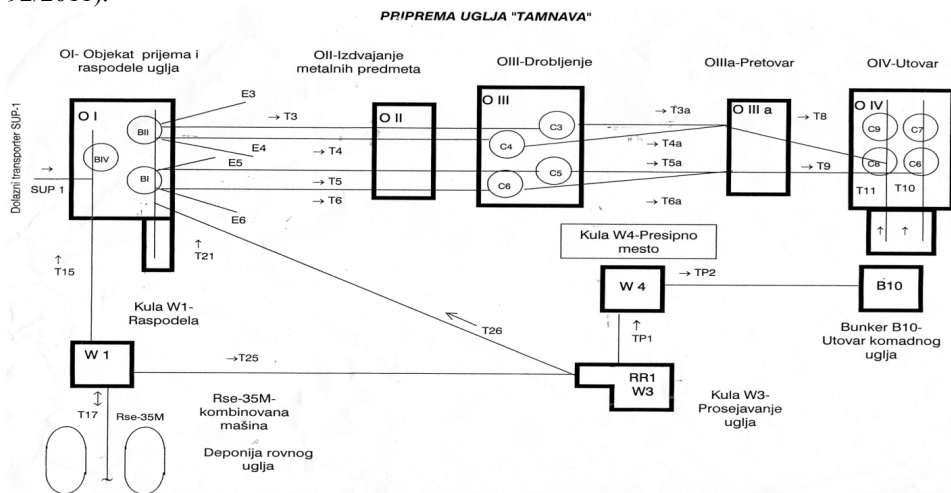
Ова јединица састављена је од три мање које су снаге ватрогасног вода, и то:

- Професионална ватрогасна јединица „Прерада“;
- Професионална ватрогасна јединица „Рудовци“, и
- Професионална ватрогасна јединица „Тамнава“.

На нивоу Организационе целине „Површински копови Барошевац“ и то за део тамнавских копова а самим тим и за Постројење за припрему угља, за област заштите од пожара тј. за репресивни део задужена је Професионална ватрогасна јединица „Тамнава“. Ова јединица организовна је у четворбригадном режиму рада. По систематизацији има 62 запослена и то:

- руководилац, 1 извршилац,
- командир, 1 извршилац,
- вођа смене, 5 извршилаца,
- ватрогасац-возач, 25 извршилаца,
- ватрогасац-оперативац, 19 извршилаца,
- ватрогасац-превентивац, 6 извршилаца,
- диспечер, 5 извршилаца.

У сваком тренутку ватрогасна јединица има 4 ватрогасца - возача и исто толико ватрогасца - оперативаца који су спремни за интервенцију. Техничка опремљеност како остале две тако и ове ватрогасне јединице је према Правилнику о организовању заштите од пожара према категорији угрожености од пожара („Сл.гласник РС“ бр. 92/2011).



Слика 1. Технологија припреме угља „Тамнава“

3. ВАТРОГАСНА ВЕЖБА

Како је наведено у уводу, ватрогасне вежбе су настале као додатна мера после великог пожара. Да би се вежба извела потребно је прво урадити и припремити Елаборат за извођење ватрогасне вежбе. Елаборат има за циљ да припреми и предвиди све елементе који се могу догодити и настати током саме вежбе. Оне се увек по правилу изводе на неком делу Постројења за припрему угља где се може претпоставити да може доћи до пожара, а та места су:

- дуж транспортера (због отказа лежаја на ротирајућим елементима),
- пресипна места (са повишеном концентрацијом угљене прашине),

- трафо постројења,
- главни разводни ормари,
- подрумски простори,
- депонија угља,
- високи објекти.

По завршеној вежби ради се Анализа вежбе као завршни документ у коме се даје ток, приказ и успешност вежбе где се указује на уочене недостатке и предлажу мере. Доле дат пример је ватрогасна вежба – *Јануар 2016.*

3.1. Елаборат о извођењу ватрогасне вежбе у Постројењу за припрему угља Професионалне ватрогасне јединице „Тамнава“ – Јануар 2016

Показна ватрогасна вежба извршиће се сопственим снагама Ватрогасне јединице Тамнава у реалној ситуацији једне смене:

- Ватрогасне јединице Тамнава Муња 85 и
- запослених у Постројењу за припрему угља

ЗАДАТАК ВЕЖБЕ:

- Гашење пожара у Постројењу за припрему угља
- Гашење симулираног пожара, Објекат 1
- Датум извођења вежбе: __.01.2016. године
- Почетак извођења вежбе: _____
- Место симулације пожара: _____

ФАЗА РАЗВОЈА ПОЖАРНИХ АКТИВНОСТИ

- Уочавање пожара
- Јављање диспечеру и узбуњивање Ватрогасне јединице (одређивање снага за излазак на интервенцију)
- Ангажовање запослених, употреба ватрогасних апарата и хидрантске мреже,
- Пријем позива евидентирање времена поласка ватрогасних возила са посадама на интервенцију (диспечер у центру везе).
- Евидентирање времена доласка возила и посада на место интервенције.
- Извиђање пожара од стране вође смене:
 - шта гори: гума, маст, електро проводници, пластика, прашина итд.
 - како гори: брзо
 - угроженост људства: има
 - ширење пожара: могућност врло брзог ширења
- Посебне опасности:
 - угрожен објекат
 - отровни гасови
 - велика концентрација дима
- Процена ситуације
- Концепција гашења и одлука за рад
- Подела задатака

После уочавања пожара запослени јавља диспечеру и чека потврду о искључењу напона (уобичајени поступак), затим почиње гашење пожара ватрогасним апаратима и употреба хидрантске мреже. Диспечер обавештава ВЈ Тамнава и остале запослене.

По пријему дојаве пожара Ватрогасна јединица излази на пожар са расположивим снагама у датом тренутку. Вођа смене (руководилац гашења пожара) врши извиђање, одређује сектор гашења, приступа организовању и упућивању ватрогасаца са потребном опремом на место пожара.

- Евидентирање времена почетка интервенције,
- Евидентирање времена локализације и ликвидације пожара,
- Евидентирање времена повратка посада и возила у базу,
- Намирасредставазагашење-вода (хидрант Ватрогасне јединице „Тамнава” хидрант Постројења за припему угља)

МЕРЕ БЕЗБЕДНОСТИ ПРИЛИКОМ ИЗВОЂЕЊА ВЕЖБЕ:

- Заштитна опрема учесника (заједничка и лична)
- Искључење електричног напона (сува вежба)
- Возило хитне помоћи

ЦИЉ ВЕЖБЕ:

- Провера спремности ватрогасне јединице
- Провера ударне снаге једне смене у реалном времену
- Провера ангажовања диспечера и запослених у Постројењу за припрему угља у случају опасности од пожара, обучености – оспособљености
- Провера обучености – оспособљености радника Постројења за припрему угља за коришћење средстава заштите од пожара (ватрогасних апарата и хидрантске мреже)
- Провера исправности постављених средстава заштите од пожара (хидрантске мреже и ватрогасних апарата)
- Извођење, процена ситуације и тактички захват

- Врста и утрошак средстава на гашењу пожара и
- Евидентирање временског развоја и гашење пожара.

3.2. Анализа ватрогасне вежбе *Јануар 2016* у Постројењу за припрему угља **Професионалне ватрогасне јединице „Тамнава“**

- Вежбу извела: Ватрогасна јединица Тамнава „А“ смена,
- Место симулације пожара: Постројење за припрему угља, Објекат 1,
- Датум извођења вежбе: 22.01.2016. године.

У склопу редовне обуке Ватрогасне јединице и запослених у Постројењу за припрему угља Погона ТИП, а по програму стручне обуке радника, изведена је „сува“ ватрогасна вежба на Објекату 1, Постројења за припрему угља, Погона ТИП, дана 22.01.2016. године, вежбу је извела прва „А“ смена Ватрогасне јединице Тамнава.

Вежба је урађена уз предходно припремљен Елаборат и договор са Руководиоцем Службе заштите од пожара Организационе целине „Површински копови Барошевац“ и Управником Постројење за припрему угља. Вежби је присуствовао референт заштите од пожара.

ЦИЉ ВЕЖБЕ:

- Провера спремности Ватрогасне јединице,
- Провера ударне снаге једне смене у реалном времену,
- Провера ангажовања диспечера и запослених у Постројењу за припрему угља у случају пожарне опасности, обучености - оспособљености,
- Провера обучености и оспособљености запослених у Постројењу за припрему угља, за коришћење расположивих средстава заштите од пожара (ватрогасни апарати, хидрантска мрежа и приручна средства),
- Провера исправности постављених средстава заштите од пожара (ватрогасних апарата и приручних средстава),
- Евидентирање временског развоја и гашење пожара,
- Извођење, процена ситуације, тактички захват и утрошак средстава од стране руководиоца гашења пожара,
- Врста и утрошак средстава на гашењу пожара,
- Функционисање УКТ везе на пожару,
- Учешће запослених у Постројењу за припрему угља (које је у сталној опасности и ризику од избијања пожара), у гашењу, пре и након доласка Ватрогасне јединице на место догађаја, при реализацији гашења.

УЧЕСНИЦИ ВЕЖБЕ:

- Референт заштите од пожара,
- Ватрогасно командно возило УАЗ 07 са Вођом смене и ватрогасац-возач, комбиновано возило Унимог 8 са посадом, возило Камаз 10 са посадом и возило Камаз 11 са посадом,
- Дежурни у центру везе Ватрогасног дома Тамнава.

ОПИС ВЕЖБЕ:

Планирано је извођење вежбе у Објекту 1, десни погон СУП-а. Најаву пожара извршио је Референт заштите од пожара у диспечерски центар. Пре доласка ВЈ запослени радник на СУП-у активира ватрогасни апарат типа S/9 и врши гашење пожара. Пристижу остали запослени и врше припрему гашења пожара са хидрантске мреже.

Ватрогасној јединици пожар најављен у 0724 од стране диспечера. На терен су кренули у 0725 са командним возилом УАЗ 07 и комбинованим ватрогасним возилом Унимог 8, Камаз 11 и у 0727 са комбинованим возилом Камаз 10. Доласком на лице места са командним возилом УАЗ 07 у 0727, Вођа смене издаје потребне наредбе о постављању потисног вода учесницима у гашењу пожара, који су такође пристигли у 0727. По постављању потисног вода почиње се са локализацијом пожара у 0730 (вода на млазници). Комуникација диспечер ватрогасна јединица Тамнава

функционисала је добро. Зaposлени у погону су поступили добро (активирање ватрогасног апарата и употреба хидрантске мреже). Током интервенције се није јавила потреба за употребом изолационог апарата, али је исти био присутан код ватрогасаца.

Табела 1. Хронологија догађаја

Догађај	Време почетка обавештавања	Командно возило: УАЗ 07	Комбиновано возило: Унимог 8	Комбиновано возило: Камаз 10	Комбиновано возило: Камаз 11
Пријем дојаве пожара у центар везе Тамнава	07 ²⁴				
Узбуњивање јединице	07 ²⁴	07 ²⁴	07 ²⁴	07 ²⁴	07 ²⁴
Полазак возила		07 ²⁵	07 ²⁵	07 ²⁵	07 ²⁵
Долазак возила на место пожара		07 ²⁷	07 ²⁷	07 ²⁷	07 ²⁷
Почетак постављање опреме,			07 ²⁷		
Почетак гашења, вода на млазници,			07 ³⁰		
Време од пријаве пожара до почетка гашења			6 минута		

Вежба је завршена у 07⁴⁰.
Возила се вратила у базу у 07⁵⁰.

АНАЛИЗА ВЕЖБЕ:

Време доласка возила, брзина интервенције
Командно возило УАЗ 07, Возило Унимог 8, Камаз 10 и Камаз 11

- време доласка 2 минута,
- са светлосном и звучном сигнализацијом.

ОЦЕНА УСПЕШНОСТИ:

- Објекат се налази релативно близу и долазно време добро, као и постављање потисног вода.
- Ангажовање и процена постављања возила и опреме била добра.
- УКТ веза функционисала, а комуникација недовољна због малог броја ручних станица (потребно је да сви учесници током интервенције имају УКТ везу).
- Телефонска веза, ватрогасни дом – диспечерски центар је функционисала.

ЗАКЉУЧАК:

- Надзорно техничко особље, као и запослени из Постројења за припрему угља, ставили су се на располагање лицу које је руководило акцијом гашења пожара где су исти употребили ватрогасни апарат и развукли потисна црева са хидрантске мреже која се налази у објекту и испоштовали су Поступак у случају пожар, као лица која, када се затекну на месту пожара морају извршавати наређења руководиоца акције гашења пожара.
- Ватрогасни апарат правилно је активиран од стране запосленог из објекта као и употреба хидрантске мреже.
- У Ватрогасној јединици део запослених радника био је ангажован по распореду на друге текуће послове а део присутан у ватрогасном дому, а било је и оправданих изостанака (боловање, годишњи одмори)
- У току вежбе није искључиван напон јер је била „сува“ ватрогасна вежба.

ПРЕДЛОГ:

- Оспособити (модернизовати) телефонску везу у Ватрогасном дому.
- Набавити нова (побољшати стара) техничка средства и опрему.
- Повећати број обучених извршилаца (ангажовање ватрогасца–превентивца у свакој смени од стране погона).
- Уградити стабилну суву хидрантску мрежу у Објекат 1.
- Вежбе вршити у другој и трећој смени због подизања будности и опрезности код запослених.

4. ЗАКЉУЧАК

Континуирано извођење ватрогасних вежби у потпуности је показало своју оправданост. Припадници ватрогасне јединице имали су сваког месеца нову ситуацију симулираног пожара што им је пружало додатну обуку и сналажење у ситуацијама стварног пожара. Са друге стране запослени у самом Постројењу обучавани су за нове догађаје које ће они сами решавати тј. гасити пожар у почетној фази. Повећана будност, добра обученост и увежбаност како запослених у Постројењу тако и припадника ПВЈ „Тамнава” гарант су да до великог пожара никада не дође. Пошто у протекле четири године није настао пожар са великом материјалном штетом, извођење ватрогасних вежби потврдило је неопходност, стварну потребу и потпуну оправданост.

5. ЛИТЕРАТУРА

[1] План заштите од пожара за Погон „Тамнава – Источно поље“ (свеска 1, Решење број 217-462/13-1 од 07.02.2014.)

[2] Елаборат о извођењу ватрогасне вежбе, Служба ЗОП, Огранак РБ Колубара

[3] Извештај и анализа ватрогасне вежбе, Служба ЗОП, Огранак РБ Колубара

Љубо ПЕЈАНОВИЋ¹
Александар БОШКОВИЋ²

ТАКТИКА ГАШЕЊА ПОЖАРА У НЕПРИСТУПАЧНИМ ПРОСТОРИМА ИЗ ВАЗДУХОПЛОВА

Резиме: Циљ овог рада је да укаже на потребу и образложи погодности и предности коришћења свих противпожарних типова ваздухоплова у превенцији и гашењу пожара у неприступачним и отвореним просторима, као што су шуме, житна и травната поља и објекти. Овим радом желимо нагласити значај обнављања противпожарне авијације која је била понос бивше Југославије и која је без разлога приземљења, као и потребу њеног осавремењавања и поновног коришћења за наведене намене. У ту сврху, све озбиљне државе које чувају своје друштвене вредности развијају овај вид сузбијања пожара и спречавања катастрофа, какве су сада у Канади и какве су биле у шумама јужне и источне Србије. Дакле, друштво Републике Србије, нити раније нити у новије време, није посвећивало пажњу развоју инфраструктуре и путних прилаза у непроходним подручјима и приступа запаљеним просторима у шумама и тиме је онемогућило сузбијање пожара и пожарних опасности на неприступачним теренима. Стога је наше виђење и предлог решења наведеног проблема у веома значајном и корисном развоју техничке опремљености за сузбијање пожара путем ваздухоплова, тј. пожарне ескадриле.

Кључне речи: тактика, гашење, пожар, ваздухоплов, превенција, неприступачност

AIRCRAFT FIRE FIGHTING TACTICS IN INACCESSIBLE AREAS

Abstract: The aim of this paper is to highlight the need and explain the benefits and advantages of using all types of aircraft fire prevention and fire fighting in inaccessible and open spaces, such as forests, grain and grassy fields and objects. With this work we want to emphasize the importance of renewing the fire aviation, which was the pride of the former Yugoslavia and which was abandoned for no reason and need for its modernization and re-use for those purposes. For this purpose, all serious countries that preserve their social values to develop this type of fire fighting and disaster prevention, as it is now in Canada and what was in the forests of southern and eastern Serbia. The Republic of Serbia, neither before nor in modern times, has paid attention to the development of infrastructure and access roads in inaccessible areas and access to the burning areas in forests and thus made impossible the suppression of fire and fire hazards in such terrains. Therefore, it is our vision and proposals for a solution of this problem in a very substantial and beneficial development of technical equipment for fire suppression by the aircraft.

Key words: tactics, fire fighting, aircraft, fire prevention, inaccessibility

¹ Проф.др, Факултет за правне и пословне студије, Нови Сад, pejanovicljubo@gmail.com

² Доц.др, Факултет за правне и пословне студије, Нови Сад, aboskovic@fpps.edu.rs

1. УВОД

Да би смо успешно, ефикасно и брзо сузбијали пожаре на неприступачним теренима, условно је и неопходно заузети озбиљнији приступ државе према овом проблему. Учесће државе би се односило на формирање ескадриле за гашење пожара, набавку одговарајућих летилица и укључење постојећих у јединствени систем заштите и спасавања од настанка пожара.

Нужно је доношење посебне стратегије за ове намене и регулисање ове делатности стратешким документима према савременим условима, потребама и могућностима. Уколико друштво не промени своје ставове према овим проблемима биће принуђено да тражи помоћ од других држава као што је био случај са проблемом у Обреновцу 2014. године.

Потребно је организовање самосталне институције у виду дирекције или агенције којом би се системски решили стални проблеми овог друштва, које јесте и све више ће бити угрожено од ове природне и вештачке појаве.

2. ПОЈМОВНО ОДРЕЂЕЊЕ И ДЕФИНИСАЊЕ ТАКТИКЕ ГАШЕЊА ПОЖАРА

Пре него што приступимо разматрању појма и проблема тактике гашења пожара путем ваздухоплова на неприступачним теренима, неопходно је поћи од појма превенције или превентиве од избијања пожара. Превенција као општи појам подразумева предузимања правовремених мера заштите и благовремено предузимање мера у спречавању настанка пожара. Реч превенција има основно значење предупређење, односно спречавање (латински превентио – претицање, спречавање). Са једне стране, „Превенција (латински превентио-претицање, спречавање), предупређење, спречавање. Облик друштвене реакције, планска и кординирана активност друштвених субјеката и државних органа на предупређењу поремећаја понашања и преласка лакших престапа у теже облике прекршајних и кривичних деликата...” [1]. На други начин, „Превентива је предходна заштита активност у циљу предупоређења и/или стварања услова за бољу одбрану од нежељеног догађаја који је вероватан” [2]. Дакле, *превенција* у нашем постављеном проблему подразумева: *благовремено предузимање адекватних мера заштите у спречавању настанка пожара у неприступачним просторима, користећи најповољнију технику и средства за гашење пожара из ваздушног простора са ваздухопловима.*

Да бисмо могли приступити превентивним активностима, неизбежно је и неопходно прибећи тактици деловања у отклањању проблема. „Тактика (од грч. таксис – поредак) начин тада, метод поступања, принцип остваривања неке замисли.” [2] У другом значењу тактичке радње подразумевају: „При гашењу пожара ватрогасне јединице примењују следеће тактичке поступке (захвате): унутрашњи напад, спољашњи напад, комбиновани напад.” [3] Дакле, *тактика* у гашењу или сузбијању пожара у смислу постављеног проблема у овом раду подразумева, *примену савремених метода деловања и напада на материју која гори са авионима или*

хеликоптерима и потребним средствима, са циљем локализације насталог пожара, у неприступачним теренима или пољанама. С тим у вези, неопходно је указати на проблем пожара и његово дефинисање. „Пожаром се назива неконтролисано горење материје пламеном или жаром (ван ложишта) којим се угрожавају људски животи и материјалне вредности”[3].

Према томе, *пожар је неконтролисана, запаљена и горива материја у неприступачном простору (шума, дрво, лишће, трава и сл.), а која се ефикасно сузбија са савременим летилицама и средствима за гашење пожара*. Сходно наведеном, настанак пожара са неопходним природним ресурсима у шумама, на житиштима и ливадама, често неприступачним просторима формира се спајањем горуће материје, кисеоника и отвореног пламена или топлоте, чиме се формира пожарни троугао.

3. ПРИМЕНА САВРЕМЕНЕ ТЕХНИКЕ И СРЕДСТАВА ЗА СУЗБИЈАЊЕ ПОЖАРА У НЕПРИСТУПАЧНИМ ТЕРЕНИМА

Да би смо приступили разматрању проблема сузбијања пожара путем авиона и хеликоптера, неопходно је напоменути и објаснити на којим локалитетима је неопходно коришћење наведених средстава и опреме. Авиони и хеликоптери могу се користити и користе се, у најчешћим случајевима, на неприступачним теренима, као што су планине, брда и други неравни терени са шумама и травама, у којима не постоје прилазни путеви за коришћење земљаних техничких средстава. „С тим у вези, наводимо да је бивша Југославија располагала са ескадрилом за гашење пожара коју су сачињавали флоту привредне авијације ЈАТ-а и то су: Канадери (4 ком, продати су Грчкој и још су у употреби), Дромадери М-18, Шриман, ПТ-17, ПТ-75, Груман АГ ЦАТ-27 Антонов АН-2”[4]. Наведена флота је коришћена за гашење пожара у шумама на простору Југославије и често у Грчкој. Међутим, Република Србија као самостална држава, није користила ову флоту која је као таква нестала и из Београда пребачена је у Вршац и делимично се користи за третирање комараца и других инсеката на житарицама. Дакле, „авиони канадери јесу специјални авиони за гашење пожара и имају резервоаре у трупу од 3.000-5.000 литара. Хеликоптери се употребљавају за гашење пожара, али знатно мање него авиони.[5]. Дакле, заштита и спасавање имовине у шумама је често ризична мера, пошто се у сваком пожару у шумама може наћи нека неексплодирана направа услед чега долази до експлозија. „Заштита и спасавање од пожара и експлозија је мера, радња и активност којом се врши спасавање људи и материјалних вредности од избијања пожара, настанак пожара, могућност настанка експлозија, на другу безбедну зону или простор” [6].

4. ТАКТИКА ГАШЕЊА ШУМСКИХ ПОЖАРА

Пре свега, неопходно је напоменути да је тактика гашења шумских пожара и пожара на неприступачним теренима стратешки и одлучујући фактор у сузбијању великих и катастрофалних пожара, нарочито на теренима какве су шуме. Примена стратегије и тактике у локализацији пожара, пожарних експлозија и других експлозија је одлучујући фактор у свакој акцији, било да се делује са земље или из ваздушног

простора. Нарочито је значајно тактичко поступање у гашењу пожара из хеликоптера или авиона када су природне непогоде честа препрека у оваквим акцијама. Међутим стратегијом и тактиком, као и вештином морају се укључити и применити сви заштитни и одбрамбени механизми у оквиру постојећих противпожарних система, међу којима су најодлучујући у овим условима противпожарни системи у облику противпожарне авијације. Да бисмо у Републици Србији могли рачунати на ефикасну заштиту шума и других вредности на неприступачним теренима, друштво Републике Србије, мора озбиљно приступити осмишљавању, усавршавању и занављању противпожарне ескадрила, бар о оном обиму са којим је располагала Југославија са привредном авијацијом. Затим је неопходна изградња инфраструктуре. „Те у том смислу, елементи критичности и рањивости садржаја инфраструктуре указују нам примери Обреновца који је одбрањен захваљујући помоћи неких суседних држава и међународне заједнице и суседа и добровољног одзива и приступа великог броја грађана Србије који су се прикључили малобројним специјализованим тимовима и јединицама“ [7]. Организовањем, развојем и укључивањем у систем заштите од пожара ваздухопловне ескадриле са осталим системима заштите и спасавања са земље, које су повезане и комплетиране са оба простора, земље и ваздуха, ствара се систем који обећава и обезбеђује квалитет у заштити имовине. Да бисмо могли имати квалитетан систем за заштиту и спасавање од пожара, неопходно је организовање самосталне, јединствене и ефикасне институције у облику дирекције, која би имала самосталност, а тиме и одговорност за обезбеђење друштвених вредности на целом простору Републике Србије. Ако анализирамо постојеће стање заштите и спасавања у организацији Сектора за ванредне ситуације, запажамо неорганизованост и неефикасност у оквиру Министарства унутрашњих послова у чијем се садржају ова делатност сматра другоразредном, а то је чини и неорганизовано, нарочито што у систем није укључена противпожарна авијација. Да бисмо могли рачунати на ефикасност, квалитет и остварење резултата у сузбијању пожара, ова делатност се мора реорганизовати, опремити и прилагодити новонасталим и потенцијалним новим претњама, како би се остварио квалитет у заштити имовине од пожара, као и спасавању угрожених од пожара. У вези тога, наше истраживање, искуство и сазнање нас је усмерило на размишљање и на давање сугестије којом би се унапредила делатност заштите од пожара. Стога, неопходно је приступити квалитетнијој организације ове делатности стварањем и организовањем новог и савременог система за заштиту, спасавање и управљање заштитом друштвених вредности у следећем:

- укључењем постојећег сектора за заштиту и спасавање у јединствени систем,
- формирањем и укључењем у систем, противпожарне ескадриле за заштиту од пожара,
- формирањем нове и савремене службе и њеним укључењем у систем за спасавање угрожених људи и имовине,
- укључењем аероклубова у овај систем са ваздухопловима, како би се вршила превентивна мера осматрања и откривања пожара у зачетку
- укључењем свих летишта привредне авијације и клубова за прихват авиона ове врсте,

- изградњом и уређењем природних резервоара за воду као што су језера, реке, баре и сл. за пуњење противпожарних летилица.

Дакле, ако би друштво Републике Србије изнашло могућност за организацију оваквог система заштите и спасавања, имали би сигурност у заштити људи и спасавању, имовине и других вредности, што до сада није било организовано у овом смислу.

5. САДЕЈСТВО ЕСКАДРИЛЕ СА ЈЕДИНИЦАМА НА ЗЕМЉИ У ГАШЕЊУ ПОЖАРА

Стратегија и тактика тимова за сузбијање пожара из ваздуха и са земље једна је од ефикасних активности коју карактерише, како скраћена временска акција, тако и ефикасност зауставља пожара, а тиме и његова локализација. Тактика и садејство у сузбијању пожара истовремено из ваздуха и са земље, једна је од најефикаснијих и најквалитетнијих акција у спречавању и заустављању пожара. Овакве акције су неопходне и неизбежне нарочито у случајевима сузбијања пожара у шумама где су неприступачни приступи са земље, и у којима ефикасно користе авиони и хеликоптери, док се за остале делове са приступачним прилазима користе јединице на земљи, односно сектор за ванредне ситуације, добровољна ватрогасна друштва и професионалне ватрогасне службе.

Да би се ефикасно изводиле активности ове врсте, за такво реаговање неопходно је јединствено, организовано, обучено и опремљено особље за управљање и руковођење целивитим системом у акцији. Да се прибегло оваквим активностима у случају горења шума у јужној и источној Србији пре неколико година, не би нам изгореле шуме на овом простору. Највећи пропуст у организацији је био то што у тим случајевима није позвана тадашња ескадрила привредне авијације ЈАТ-а, а она је исте године била укључена у сузбијању пожара у Грчкој. Учешће ове ескадриле запажено је због своје ефикасности и стручности, услед чега су изузетно похваљени пилоти ове ескадриле за велики допринос од стране грчких власти. Када је било постављено питање зашто нису укључени ваздухоплови у сузбијању пожара у источној Србији, уследили су одговори тима за заштиту и спасавање да нису знали за ову авијацију, што је чудно и трагично за ову делатност.

Дакле, евентуалним укључењем аеро-клубова и њихових летилица за осматрање и јављање, дао би се велики допринос у благовременом откривању и локализацији пожара. Ова врста праћења, осматрања и откривања почетних пожара, преставља би стратешки и тактички успех у локализацији пожара у зачетку. Тиме би се обезбедио квалитет, квантитет и ефикасност организованог система заштите и спасавања у настанку сваког облика елементарне непогоде, где се може укључивати овај систем. Путем наведеног облика организовања система заштите и спасавања у настанку пожара, па и других елементарних непогода, могле би се ефикасно спровести акције на „запаљеним комерцијалним авионима на аеродрому, на ваздухоплову ван аеродрома, на ваздухоплову у неприступачним теренима, води и другом простору” [4].

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Бошковић, Мило (2015): *Криминолошки лексикон*, Нови Сад: Матица српска
- [2] Клеут, Никола (1997): *Противпожарна превентива*, Београд: Завод за уџбенике и наставна средства
- [3] Млађан, Драган (1997): *Тактика гашења пожара*, Београд: Завод за уџбенике и наставна средства
- [4] Пејановић, Љубо (1997): *Авиони у гашењу пожара*, Београд: ЈАТ
- [5] Раденковић, Божин (1996): *Ватрогасне справе и опрема*, Београд: Завод за уџбенике и наставна средства
- [6] Пејановић, Љубо, Ђурковић, Раде (2010): *Заштита и спасавање у ванредним ситуацијама*, Нови Сад: Факултет за правне и пословне студије
- [7] Пејановић, Љубо, Ракић, Миле, Комарчевић, Миодраг (2015): *Зборник, Катастрофе и критична инфраструктура у Обреновцу-Република Србија*, Загреб: Велеучилиште, Велика Горица

Дарко ЈОЦИЋ¹

РУКОВОЂЕЊЕ ИНТЕРВЕНЦИЈОМ ПРИЛИКОМ ПОЖАРА У ЗАТВОРЕНОМ ПРОСТОРУ

Резиме: Иако је познато да је свака интервенција јединствена и непоновљива, она ипак садржи одређене заједничке елементе. Наиме, два пожара истог типа имају више заједничких, него специфичних елемената.

Овај рад представља кратак преглед радњи које је потребно да обави руководилац акције спашавања и гашења приликом интервенције у случају пожара у затвореном простору, како би интервенција све време била максимално могуће под контролом.

Главна идеја методологије изнете у овом раду је стандардизовање руковођења у интервенцији, помажући при том руководиоцу интервенције да се фокусира на важне информације, уместо на споредне и омогућавајући му да доноси квалитетне одлуке.

Кључне речи: пожар, интервенција, руковођење, информација, план, деловање, тактика

MANAGEMENT IN THE ENCLOSED SPACES FIRE INTERVENTION

Abstract: Whilst each fire intervention is considered to be unique, with its distinct features, in reality, most of them display many common elements.

This paper presents a brief overview of the actions which heads of rescue and fire-fighting need to perform in the events of fires in enclosed spaces in order to maintain the maximum control over and during the whole interventions.

The main idea of the methodology presented in this paper is to standardize the management of fire interventions, allowing those in charge of rescue and fire-fighting to focus on specific, unique elements of the interventions and consequently make the most appropriate decisions.

Key words: fire, intervention, management, information, plans, operations, tactics

¹ Мастер инж., Ватрогасна бригада Нови Сад, Јована Суботића 11, darko.jocic.ns@gmail.com

1. УВОД

Пожари су неминовност и без обзира на развијеност и организованост друштвене заједнице у борби против ове пошасте, пожари ће увек бити присутни у већој или мањој мери, правећи при том штету како појединцима, тако и друштву у целини.

Наравно, приоритет у заштити од пожара треба да буду превентивне мере и поступци, који ће допринети да до пожара уопште не дође, односно да максимално смањи могућност његове појаве.

Међутим, пожар ће се, без обзира на квалитет превентивне заштите, пре или касније појавити.

Последња карика у борби против пожара, али свакако не и последња по важности је ватрогасна делатност, која се састоји од активности које се одвијају након што се пожар већ догодио, употребом специјализованих служби, како би се потенцијална штета минимизовала.

Број ватрогасаца, њихова обученост, квалитет ватрогасне опреме, брзина изласка, време стицања до места пожара, избор тактике, време настанка пожара и још много фактора утиче на то у ком ће се тренутку ширење пожара зауставити.

Овај рад представља кратак преглед радњи које је потребно да обави руководилац акције спасавања и гашења приликом интервенције у случају пожара у затвореном простору, како би интервенција све време била максимално могуће под контролом.

2. РЕАКТИВНО И ПРОАКТИВНО РУКОВОЂЕЊЕ

Разликујемо два приступа у руковођењу интервенцијом. То су реактивни и проактивни приступ.

У реактивном приступу, интервенцијом руководи сам пожар, а ватрогасна екипа само реагује на тренутну ситуацију. Овакав приступ је могуће одржавати све док се пожар потпуно не угаси.

Опасности оваковог приступа су значајне.

Наиме, ако руководилац благовремено не препозна постојеће и потенцијалне проблеме, идентификује кључне факторе, и не донесе одлуку о одговарајућој тактици, могућност озбиљних последица се драматично повећава.

Управо због тога, проактивни приступ руковођењу је опција којој треба тежити.

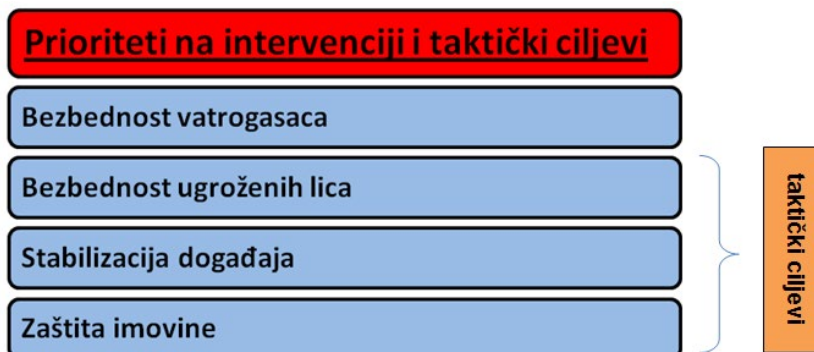
У проактивном приступу интервенцијом руководи- руководилац.

Овакав приступ подразумева да руководилац преузме команду, идентификује проблеме, успостави приоритете, процени снаге и обезбеди сигурност ватрогасцима који учествују у интервенцији.

3. ПРИОРИТЕТИ НА ИНТЕРВЕНЦИЈИ

Неизмерно је важно да у сваком тренутку приликом интервенције, руководилац буде свестан редоследа приоритета. Непоштовање овог редоследа може довести до несагледивих последица. Приоритети на интервенцији, према њиховом редоследу по важности су следећи:

- безбедност ватрогасаца,
- безбедност угрожених лица,
- стабилизација догађаја, и
- заштита имовине.



Слика 1. Приоритети на интервенцији и тактички циљеви

4. РЕДОСЛЕД РАДЊИ ТОКОМ РУКОВОЂЕЊА

Током интервенције потребно је држати тактичке циљеве на уму, пратити логички процес стварања одлуке и успоставити и одржавати проактивни приступ руковођења.

Редослед радњи током руковођења интервенцијом се састоји из три фазе, која се најчешће циклично понављају:

- Прикупљање информација – идентификација проблема
- Планирање – креирање акционог плана и плана управљања ризиком
- Деловање

Процес формирања одлуке под стресом треба да постане ствар добре праксе, а усавршавање овог процеса је могуће постићи једино кроз перманентни тренинг.

Битан фактор за именовање руководиоца поред његове стручности и формалног образовања, свакако мора да буде и његово искуство, као и учешће на интервенцијама у улози непосредног извршиоца.

5. ПРИКУЉАЊЕ ИНФОРМАЦИЈА

Како би идентификовали проблем, потребно је сакупити, селектовати и анализирати информације.

Постоје четири фазе у прикупљању информација, потребних за доношења акционог плана и одлука током интервенције:

- Информације пре интервенције
- Иницијалне информације
- Информације по доласку на место интервенције
- Информације у току интервенције

5.1. Информације пре интервенције

То су информације које руководилац мора да има пре настанка било каквог догађаја, које су познате на основу искуства и садрже информације које су важне за област коју ватрогасна јединица покрива, као и потпуно знање о ресурсима којима располаже ватрогасна јединица.

Оне су изузетно важне како за идентификацију проблема, тако и за одређивање тактике.

Информације пре акцидента обезбеђују основу за проактивни приступ, и то су:

- конструкција објеката,
- потенцијално опасни објекти,
- корисници објеката,
- снабдевање водом,
- познавање града, и
- ресурси јединице.

5.2. Иницијалне информације

Ове информације руководиоца скупља на путу ка месту догађаја и у овој фази је веома важна и улога оператера у Командно оперативном центру.

Ова фаза почиње са информацијама које добија оператер и траје до доласка на место догађаја. Током ове фазе, руководиоца треба да креира прелиминарни план и добије основну идеју о могућем тактичком наступу на интервенцији.

5.3. Информације по доласку на место интервенције – извиђање

По доласку на место интервенције потребно је за веома кратко време донети одлуку о командном моду, тактичким циљевима, као и донети план управљања ризиком. Како би ова одлука била што ефикаснија потребно је да најкасније у других 60 секунди након доласка, ватрогасци добију јасне инструкције и крену у извршавање задатака.

Прикупљање информација непосредно по доласку на место догађаја се назива извиђање.

5.4. Информације у току интервенције

По доласку на место интервенције потребно је за веома кратко време донети одлуку о командном моду, тактичким циљевима, као и донети план управљања ризиком. Како би ова одлука била што ефикаснија потребно је да најкасније у других 60 секунди након доласка, ватрогасци добију јасне инструкције и крену у извршавање задатака.

Прикупљање информација непосредно по доласку на место догађаја се назива извиђање

Информације у току интервенције је потребно стално прикупљати, обрађивати и упоређивати са тренутном акцијом екипе.

Ситуација приликом интервенције се стално мења. Руководилац мора током интервенције да стално прикупља информације и да их користи како би интервенција била максимално ефикасна, а штета минимална.

Метод за прикупљање информација по доласку и током интервенције је константно посматрање пет кључних фактора, који представљају листу основних ставки које руководиоца акције мора да разматра када врши периодичну процену ситуације, и то су:

1. Карактеристике објекта
2. Карактеристике пожара
3. Угрожени животи
4. Снаге и средства
5. Ефекти тренутне акције

6. ПЛАНИРАЊЕ – ПЛАН УПРАВЉАЊА РИЗИКОМ И АКЦИОНИ ПЛАН

6.1. План управљања ризиком

План управљања ризиком подразумева константно праћење ситуације уз континуирано поређење односа ризика и потенцијалне добити. Овакав план у случају акције гашења је динамичан и склон променама у односу на ситуацију. Како би ризик било могуће мерити, степен ризика на интервенцији је подељен у три категорије, и то: велики ризик, мали ризик и незнатни ризик.

Велики ризик је ситуација у којој је опасност по живот извесна и где је могуће, да и без обзира на заштитну опрему и процедуре које користи, ватрогасац може доћи у животну опасну ситуацију.

Мали ризик је по правилу ситуација која није животну опасна, али постоји вероватноћа настанка повреда ватрогасаца.

Незнатни ризик искључује било какву видљиву опасност по живот и физички интегритет ватрогасаца.

Ватрогасци ће прузети велики ризик, ако постоји могућност да се спасу људски животи. Другим речима, велики ризик се преузима ради спашавања живота које је могуће спасити.

Ватрогасци ће преузети мали ризик, када је могуће спасити имовину.

Ватрогасци неће преузети никакав ризик ако не постоји добит.

6.2. Акциони план интервенције

Након свих постојећих и прикупљених информација руководиоца доноси одлуку, односно креира акциони план дејства ватрогасне екипе. Акциони план мора да садржи следеће елементе:

- Командни мод
- Тактичке циљеве
- Стратегију
- Тактичке задатке

6.2.1. Командни мод

Потребно је да руководиоца објави екипи изабрани командни мод, и на тај начин ће свима у тиму бити позната његова локација, а самим тим ће бити обезбеђени квалитетнији услови добре комуникације.

Командни мод може бити стационарни и мобилни.

6.2.2. Тактички циљеви

Тактички циљеви су идентични приоритетима на интервенцији, осим безбедности ватрогасаца, која спада у приоритете, али не и у тактичке циљеве, јер представља заједнички именоватељ и безбедносну основу сваке интервенције:

- Безбедност угрожених лица
- Стабилизација акцидента
- Заштита имовине

6.2.3. Стратегија

Стратегију делимо на:

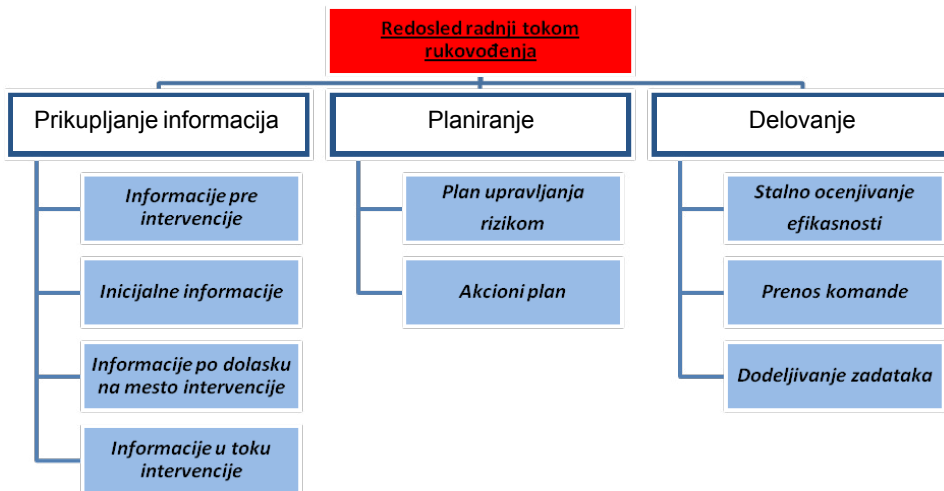
- Напад и
- Одбрану

Напад се спроводи када услови пожара дозвољавају брзо и активно деловање ватрогасаца у опасној зони.

Када су услови на пожару такви да превазилазе могућности ватрогасне екипе на месту догађаја, руководиоца мора да нареди стратегију одбране која се изводи изван опасне зоне.

6.2.4. Тактички задаци

Тактички задаци представљају конкретне задатке (постављање вентилатора, мердевина, пруге, разваљивање врата и др.) које обављају ватрогасци са сврхом спровођења одабране стратегије ка остварењу специфичних тактичких циљева.



Слика 2. Редослед радњи током руковођења

7. ДЕЛОВАЊЕ – ПРОЦЕС УПРАВЉАЊА

Обавезе руководиоца након прикупљања информација и креирања акционог плана је додељивање задатака екипи. Додељивање задатака се обавља након извиђања или непосредно по доласку ако се одабере јуришни командни мод.

На слици 2. је шематски приказан комплетан редослед радњи током руковођења.

8. ЗАКЉУЧАК

Иако је познато да је свака интервенција јединствена и непоновљива, ипак садржи одређене заједничке елементе који су обрађени у овом раду.

Методологија заснована на тим елементима омогућује руководиоцу да систематично управља интервенцијом и да све време трајања интервенције држи ситуацију под контролом. Она представља алат за побољшање квалитета руковођења, смањења негативних последица и повећање безбедности на интервенцији.

Главна идеја овакве методологије је стандардизовање руковођења на интервенцији помажући при том руководиоцу интервенције да се фокусира на важне информације, уместо на споредне, омогућавајући му при том да доноси квалитетне одлуке

Главна идеја овакве методологије је стандардизовање руковођења на интервенцији помажући при том руководиоцу интервенције да се фокусира на важне информације, уместо на споредне, омогућавајући му при том да доноси квалитетне одлуке

Овакав начин руковођења ни у ком случају не би требало да ограничава слободу одлучивања руководиоцу, него напротив, требало би да му да већу флексибилност, јер све значајне фазе одлучивања, које у сваком случају треба да прође, има на једном месту.

Примењивање овакве методологије није могуће без константне вежбе.

Такође, ова методологија кроз њену примену треба да расте и усавшава се, у складу са примедбама и сугестијама руководиоца који је примењују.

9. ЛИТЕРАТУРА

- [1] City of Henderson Fire Department, The book of tactics & strategies, Sunpro Fire RMS, USA 2013.
- [2] Grimwood P., Desmet K., Firefighting, Crisis & Emergency Management Centre, UK 2003.
- [3] Grimwood P., Model SOP Standard Operating Procedure, Crisis & Emergency Management Centre, UK 2009.
- [4] Grimwood P., EuroFirefighter, Jeremy Mills Publishing Limited, UK 2008.
- [5] Norman J., Fire Officer's handbook of tactics, 4th Edition, Penn Well Corporation, USA 2012.
- [6] Scandella F., Firefighters: feeling the heat, European Trade Union Institute, Brussels, 2012.
- [7] TSO, Fire Service Manual, Volume 2, Fire Service Operations, Incident Command, 3rd Edition, Published by TSO, London 2008.



Eckhard GRÜNHEID¹

SECURING OF EVIDENCE IN THE FIRE INVESTIGATION

Abstract: A comprehensive securing of evidence during the "first attack" is an essential condition to make sure that for the further fire investigations these basic traces are protected and are documented. Overlooked traces are lost irreparably. The analysis and valuation of traces of the fire course with a fire investigation is dynamic and, hence, must be carried out during the investigations at the fire place over and over again and be adjusted to new realisations, until the investigation is concluded to the cause of the fire. To value the traces of a fire or the fire course is an important component therefore of the fire investigation.

Key words: evidence, fire investigation

ОБЕЗБЕЂИВАЊЕ ДОКАЗА ТОКОМ ИСТРАГЕ ПОЖАРА

Резиме: Свеобухватно обезбеђење доказа током „првог напада“ је битан услов да се осигурате да су за даљу истрагу пожара ови основни трагови заштићени и документовани. Трагови које сте превидели су неповратно изгубљени. Анализа и вредновање трагова узрока пожара у истрази су динамични, тако да морају бити спроведени током истраге на месту пожара и више пута, у складу са новим сазнањима, све док се истрагом не утврди узрок пожара. Процена трагова пожара или трасе пожара је стога важна компонента истраге пожара.

Кључне речи: докази, истрага пожара

¹ Dr. Dipl.-Ing. Eckhard Grünheid, BTU Cottbus, Gruenheid.Arch@t-online.de

1. INTRODUCTION

The securing of evidence is a forensic activity. The Forensic belongs to the criminal sciences and deals with the investigation of circumstances.

The criminology teaches us as criminal relevant circumstances with scientific means are investigated conclusive. Hence, from the forensic perspective she has the job to make available a very wide method spectrum for inquiry duties.

The circumstances investigation can be divided roughly into the collection, check and assessment of facts. Into language of the criminalist it concerns the areas of Securing of evidence, trace investigation and trace evaluation.

In the criminal law the circumstances investigation is pursued extensively by the police which presents her results of the public prosecutor's office for the decision on the end of the inquiries.

In the private area the results are required by assurances, production companies and private people for the protection of her claims.

The talk should give a short demolition about current methods of the trace search, the securing of evidence and trace evaluation in the cause of the fire inquiry and produce a relation for the scientific evaluation of possible fire place tracks.

2. SECURING OF EVIDENCE

2.1. Fire place work

The investigation of the circumstances begins with the search for tracks. A thorough fire place work is the base for successful inquiries.

2.1.1. The fire place concept

In the criminology the fire place concept encloses all places at which tracks of a fire are supposed. Also in the surroundings of the real fire place expressive tracks can originate.

2.1.2. The fire place protection

At the fire place proof losses threaten by action partner, witness, onlookers and by the active danger defense of the fire brigade and the rescue services. To receive consistently tracks, the fire place is to be blocked off. Even an enough barred fire place is not sure before interferences. To proof losses it comes because the danger defense priority has before the criminal proceedings.

2.1.3. Organization of the fire place work

If the investigator is called to a fire place, the suspicion of a criminal offence often already exists. The level of expectations caused thereby decisively influences the fire place work. The trace search is much more intensive with a supposed arson offence than with a burglary. So importantly the suspicion creation is for the admission of the fire place work, so largely is also the danger that the inquiries are steered in a wrong direction. Since the suspicion determines after which at the fire place is searched. Hence, by the investigator is to be required that he acts objectively and commits himself not rash.

2.1.4. The fire place findings report

After the roadblock of the fire place the investigator gets first an overview and he takes to heart the old principle: “Kopf-Auge-Kamera-Hand” Nothing touch and change nothing, as long as do not measure everything, is photographed and is protected as a track. The biggest source of error is the investigator at the fire place; he can overlook tracks or change by inattentiveness.

2.1.5. The trace concept

The concept “Track” comes from the Jägersprache. The impressions in the snow show that the game was present and where it has gone. There are generalised tracks sensually discernible changes of the surroundings which enable to found conclusions upon a former event and his originator. The criminalist can look only for tracks if he knows from which sensory data he can reconstruct the circumstances. Hence, trace search is, primarily, a work of thought.

Every fire place work is tied together with a certain evaluation expectation, she should deliver clues for time, place, motives and procedure of a process.

2.1.6. Division of the tracks

The possibilities for the systematisation of tracks are almost boundless. One can divide them, e.g., after her size, after the trace bearer, her site of the discovery or her meaning for the fire clarification. Every division is virtually the purpose which it serves. As a rule a track fulfils several categories.

With a division after the trace bearers one can make a distinction between the tracks from the human body and the tracks of the inanimate world. Not the track, but only the trace bearer can be guaranteed.

2.1.7. Securing of evidence and securing of evidence report

The investigator writes own report. In it is held on in detail which tracks where and with which methods were protected. In the securing of evidence report every track is unambiguously marked and asserviert.

The securing of evidence occurs through describing, taking photos, outlining and preserving. First overview admissions are produced by the fire place. The predestined markings give an optical impression of the distribution of the single tracks. Special measurement systems allow an exact statement of the cubic measures or the trace distribution and a three-dimensional representation of the rooms including a virtual “walk”.

In addition to the photos a fire place sketch is made. Only so a total view can be won over the fire place.

After the photo works and the trace measurement the preservation of the single tracks occurs. The technologies to the preservation are as varied as the tracks themselves. When

general basic rule is valid that every track is to be protected separately to avoid every trace transference. So the investigator did not have to do himself identifications to carry out. If e.g., “suspicious” tools are held in an impression track to check whether it concerns the action tools, then the danger always insists that the impression track changes by the passport attempt and thereby loses her original proof value.

Because different investigation methods can exclude themselves mutually (e.g., if the trace material by the investigation is destroyed), an order must be fixed. The competition between the methods is to be dissolved in such a way that the information content of the single track is exhausted very optimally.

3. TRACE INVESTIGATION

3.1. Trace investigation and material proof

The personnel proof is complemented with the scientific investigation of the trace material. Nowadays the material proof encloses more than only the area of the scientific criminology.

3.1.1. The meaning of the material proof

An expert can help in the identification of people and things, with the clarification of fire circumstances and in the statement of proof facts (e.g., of the credibility of a statement).

In the criminology the trace investigation is calculated to the material proofs. Against it the criminal trial apprenticeship orders only documents and inspection objects under this concept, while it counts investigator / Competent to the „personal proof means”. The criminology emphasises the objectivity, while the adjective law stresses the mistake possibilities of the consultant which are to be considered with the proof acknowledgment.

3.1.2. The subject areas with the inquiry

Experts are taken up for three duties: For the communication of the empirical statements which have validity, for the fact inquiry and for the technical assessment of facts regardless of a certain case.

With the communication of empirical statements the expert takes no stand on the specific features of the specifically to be decided case.

The expert pursues fact inquiry if he examines a track with scientific methods. This can refer to the quality and quantity of the material or to the identity with comparative tests. Besides, the expert uses empirical statements which he applies to the isolated case. Consequently the establishing facts are made available to the expert for the certificate in the form of the fire place Which are called in such manner to won facts findings facts.

3.1.3. The division of the involved subsidiary sciences

For the trace investigation biologists, chemists and physicists are used. This enumeration can be extended arbitrarily. The number of the sciences which is considered for the trace evaluation is boundless. One should make a distinction between regularly and the now and then appearing consultants. Moreover, there are sciences which were developed especially

for the criminology (Daktyloskopie), and those which are used as for the rest successfully (e.g., DNA analysis, Gaschromatographie among other things).

3.1.4. The investigation order

In the investigation application are formulated in the competent questions which should be answered with the guaranteed material. A short material report is to be recommended, so that the consultant can appreciate his results fallbezogen. The fire place description, kind and difficulties of the securing of evidence belong to it. With the court exhibits is to be paid attention to the fact that a complete allocation is possible to the fire place.

3.1.5. Method freedom and experiment

Which investigation methods the expert applies, remains to him leave. Often one comes with different methods of the same results, so that the consultant meets a choice according to his possibilities. The border lies with the reliability and the legality of the investigation methods. Otherwise method freedom exists in the criminology.

The expert can also rest on an investigation method which tests up to now only a little or is an object of a scientific opinion quarrel. The need of a comprehensive clarification can make it even the duty to apply a not yet in general approved method. The consideration for and against the applied method to speaking points of view occurs in the proof acknowledgment.

Under circumstances the expert must only get the necessary scientific knowledge. Primarily, this will happen by the study of the appropriate technical literature. The expert can also consult with other experts. He can do experiments to win even empirical statements or to check general empirical statements for her correctness.

With an experiment the experiment set-up is so chosen that all conditions on the expiry are controllable. The empirical statements arise by the fact that one changes single conditions and registers her effects on the whole result. On the other hand the situation at the fire place is used with a reconstruction for the production by empirical statements. In a demonstration academically secured empirical statements are clearly shown with modern media. The computer simulation has against it the purpose to close action and time gaps (e.g., with fire events) with complicated events. Finally, the computer animation serves to explain a supposed action by a virtual representation.

3.2 Traces of a fire

3.2.1. The fire place is a special scene

To the inquiry of the cause of the fire experts are often already consulted during the fire place work. Trace search and trace evaluation are often very complicated in these cases.

Fire places are laborious scenes. It is not everybody's thing to dig for hours in the fire rubble without knowing whether generally a criminal offence is given. The causes of the fire are very varied and, hence, the clarification are difficult.

Fire places are defeated by dynamic changes. By the progressive fire the situation of minute by minute changes. The investigator must reconstruct to the effects of the fire

brigade on the fire place, so that he does not come to wrong ends. A broken window pane must point not to burglar, but the soldiers can have got by force the way to the place of action.

First the head of operations of the fire brigade is questioned. Is to be clarified as the situation was with application beginning: In were which position windows and doors and which changes were caused by the soldiers?

At which places did it already burn and how has the fire extended? Has it burnt within the fire place in an area especially long because there only completely at last was extinguished? - The same questions are to be also put to the fire discoverers, because they have observed the fire at an even former time.

3.2.2. The effects from heat and explosion

To be able to pursue a systematic search for the cause of the fire, one must know the varied possibilities of the fire origin. At the fire place not only the fire works. The heat can shine so strongly that walls tear and melt objects. By the fire parts of the building can free themselves and cause changes by mechanical power. By the application of fire accelerators it can come to explosive processes and the blast also causes tracks.

3.2.3. The natural and biological-chemical causes of the fire

The bolt of lightning is the most frequent natural cause of the fire. The sunlight fact a fire if the rays are concentrated by a lens on a point (e.g., by an empty bottle). Storms can snap stream masts and cause thereby fires. Rodents can eat away power supply lines and cause thereby short circuits.

Some natural colours combine under normal conditions with Crossly material, besides, release warmth and reach higher temperatures. If it comes, besides, to a warm traffic jam, a spontaneous combustion can originate as a result of this chemical process.

The most frequent biological cause of the fire was earlier the hay spontaneous combustion. By microbes it comes to the growth processes with which under circumstances temperatures of 250 degrees originate. Reached then oxygen in the glow, open fire breaks out. Such a course depends on the degree of humidity, kind of the drying and camp density.

3.2.4. The electric causes of the fire

By the defective electric installations it can come to leakage which are strengthened by humid surroundings; moreover, the electric opposition can rise and originate from warm development a fire. Short circuits are ordinarily prevented by Overcurrent protection. In practice the question positions itself over and over again whether the short circuit has led to the fire (primary short circuit sucked) or whether it was only a result of an already existing fire. Mistake stream counters reduce only the likelyhood of a technically conditioned fire.

In blocked electric motors originate winding fires. Also a short circuit in the winding can lead to a fire. By a defective thermostat it comes to the strain of a fridge. Insufficient care (fat depositions in a range hood) also leads to a strain. Similar effects originate if by electric devices the airing slits are blocked. With the turning on and switch offed of electric arrangements there originate switch sparks and demolition sparks. Such sparks can light

aerial gas mixtures. If a gas line is at the fire place, their density is to be checked. If a Solder joint is porous, must be cleared whether the undensity has originated from the fire from the outside. With gaseous materials the ignition ability is given only within the certain mixing proportions with oxygen which are called lower and upper explosion border.

3.2.5. Other technical causes

In an accident in the traffic running out petrol can catch fire. Vehicle fires from technical cause are rare. One finds possible ignition springs in the engine space, in the electrical system and the exhaust gas system. With escape vehicles testify the fire of the trace destruction serves.

Often the necessary distances are not kept with hearths to the ignitable materials, or it comes to tears in chimneys; building sinkings can be the cause for it. Oil stoves get by technical defects in fire, e.g. if fuel oil runs out from the defective oil management.

3.2.6. Inquiry of the fire outbreak place

If is certain where the fire has begun, then conclusions on the cause of the fire infuse themselves from there. As a rule it is the place where it has burnt mostly and longest. In the meantime, to the examination of his acceptances the investigator can fall back on computer programs for the simulation of fire courses.

First the factors influencing the fire course are determined. The wind direction matters just as the burning properties of the stored materials (the so-called. Fire load). There come the airing relations and the robustness of the walls / covers.

After outbreak of the fire the people present in the object influence the fire course. If a window is opened during the fire (to the escape), then it comes to a chimney effect, i.e. the fire moves in the direction of the oxygen spring.

If it has burnt in several rooms, is to be cleared with the help of the fire infringement tracks where the fire has broken out. One finds such tracks in connecting doors between the doubtful rooms. When fist formula is valid: The tracks of the fire in the door frame rise from the fire outbreak space in the direction of the next space (sloping course) and the destruction degree is bigger on the outbreak side. On the other door side one recognises on the basis of trails of smoke that the flue gas have penetrated in the upper area the door fold.

Glaze tracks in objects admit conclusions on the situation of the heat spring and with it on the fire outbreak place. The side turned the warm spring melts and goes out of shape, while the remaining parts remain unloaded. The heat spring can also prevent that there soot retreats.

More evidence of the fire outbreak site result in the distribution of soot particles and plaster flaking. After the origin of the fire the oxygen decreases in closed rooms. Hence, the areas lightened in the fire center on walls and covers mark the places where at first the biggest heat ruled. Afterwards by the fall in temperature it comes to the soot in the remaining areas. Where it has burnt especially intensely, chip off wall and covers plaster. In the fire center itself one often finds a fire funnel with the deepest traces of a fire.

3.2.7. Trace assessment in the inquiry of the cause of the fire

In the area of the fire outbreak place is to be done research after the cause of the fire. A deliberate arson is to be supposed if a fire accelerator is provable. Is also suspicious if several fire outbreak places exist which are not connected by traces of a fire with each other. This assumes that a fire infringement is excluded by heat radiation. Also processes like fire estimate and roll-over and flue gas explosion during a fire with oxygen starvation and sudden oxygen supply (e.g., are to be considered by opening doors) originates. Delusively also work burning components which fall down and simulate at the impact place the second fire outbreak place.

If the cause of the fire cannot be determined directly, the investigator must go forward after the removal procedure. Every cause of the fire conceivable in the concrete case is checked with the help of witnesses. In this manner the not appropriate causes are excluded. In the ideal case only a possibility is left. The advantage of the elimination procedure lies in the fact that the negative proof is sometimes to be led lighter than the positive proof of a certain cause of the fire.

3.2.8. Application of fire accelerators

As fire accelerators slightly ignitable liquids are used. The culprit will begin in the rear rooms and pull the track up to the place where he can fast leave the fire place after the ignition. If the liquid fire accelerator on the floor is buried, the aerial gas mixture about the base burns first. To an burn-up of the ground material it comes only in the edges, so that the outlines stand out. From several small fire surfaces in the direction of pour becomes recognizable.

As a fire accelerator petrol is suited especially well because it is to be roused very easily. An ignitable aerial gas mixture originates from the quick vaporisation. Often it comes to explosive. If the windowpanes have flown outward, this speaks for the application of fire accelerators. With slow burning down the windowpane is pulled inwards in the aerial vacuum.

Other fire accelerators (e.g., fuel oil) are not so easy to be aroused. The material must be heated up first. In addition is suited, e.g., a material cloth which is wrapped around a piece of wood. While the fuse burns, the liquid fire accelerator gets hot and then takes over the fire.

One finds tracks for an arson not only at the fire place, but also with the culprit. By the application of fire accelerators it comes over and over again to combustion of the skin, but also the hair and beard hair and the eyebrows are endangered. In the clothes visible singing and glaze tracks can exist with the bare eye not. Moreover, clothing and shoes are to be examined after glass splinters.

The fire rubble tests are examined in the lab for fire accelerator. The type proof (petrol or diesel) succeeds almost always; up to now against it the differentiation of the single trademarks has not succeeded. The tracks are to be protected as quickly as possible because the materials evaporate. Moreover, blind tastings from an unsuspecting area are to be pulled to document the general load. In workshops is always to be calculated on a natural occurrence of such means (e.g., the cleaning agents which are slightly ignitable).

By the fire-fighting water it can have come to relocations. With the combustion of plastics the substances which also seem in fire accelerators (products of pyrolysis) can originate.

3.2.9. Tool tracks with the foreign causing

The possibility of a burglary with the following arson from vandalism or for the trace removal is to be considered regularly. However, irritation about lacking prey retires if the culprit has brought a jerry can with to the fire place. Even if tool tracks at the fire place are, they can come from former time.

At the fire place is to be cleared whether the doors were closed by discovery of the fire and which people had access to the object. Castle manipulations can be proved by criminal-technical investigations.

Burglary tools are introduced by the culprit in the joint between door and frame or between window and window frame. The necessary strength is generated by “levers” to the beat of the mechanical protection facilities. At the contact places between tools and unsound object it comes to unintentional lever tracks. The higher the measure in power by the use of the tools, becomes the more clearly the impression.

Used tools leave on the surface of the trace bearer microscopic fine, mostly in parallel running grooves whose course, depth and distances can be a reflexion of the track-causing tools. The edge surfaces press themselves often with big power against the material, so that impression in the trace bearer originate which give explanation about the tool type, now and then also individual signs reveal.

3.2.10. Careless fire causing

If the cause of the fire is certain, must be cleared in the second step which person is responsible in which magnitude for it. In the check of the carelessness the norms about the fire prevention are to be considered with buildings and the security rules of other authorities.

They return the state of the technology and form a graduation for flawless technical behaviour. To the classical carelessness actions count the application of fireworks and the disposal of cigarette springs in a rubbish bin, so that it comes to a smouldering fire by a restaurant as well as the inattentiveness with the smoking in the bed.

3.2.11. Clarification of rational own arsons

As with the offences of violence the motives of the arsonist are very different. A special category is the own arson. Besides, in the foreground stands the insurance fraud („warm renovation“). In the circle of acquaintances the policy holder sometimes holds so-called inflammatory speeches („would be good if the booth burns itself down, finally,“). Even if nobody was incited specifically, this one certain action readiness books.

The contract of insurance is to be analysed intensely. Was he concluded in a contemporary way or the insured sum was raised? Were there previous damages and how was the destiny of former contracts of insurance?

By the damage penetration policy holders provide often incorrect information. Hence, the damage list is to be checked carefully. It can be that documents were used already

once by the winding up of an insured event. Objects are often “bought” by false contracts overpriced. Such manipulations and inconsistencies are an additional clue for an own arson.

Protective precautions for personal things (e.g., if are suspicious of the beloved domestic animal in security was brought). The deliberate arsonist who plans his action of long hand will be always anxious to procure a very good alibi. Hence, the time of the Inbrandsetzung is very exactly to be determined. Besides, the application is to be included by fire delay mechanisms.

Beyond the financial motives there is a row of the arsons which are connected with other offences. Arson often occurs to the cover of former crimes: The palette reaches from murder to rape. Arsons can occur with the aim of a protection money extortion or the drift of economic competition. After the arrest of the culprit it can come to the discharge fires which lay friends for him.

3.2.12. Clarification of irrational arsons

The arsons which are committed from irrational motives are to be cleared up especially difficultly. Youngsters kindle from curiosity and adventurousness, from vandalism or on account of psychic problems

4. CONCLUSION

A comprehensive securing of evidence during the „first attack,, is an essential condition to make sure that for the other fire inquiries in particular these tracks than bases are protected and are documented. On this occasion, overlooked tracks are lost irreparably. The analysis and assessment of tracks of the fire course with a fire inquiry is dynamic and, hence, must be carried out during the inquiries at the fire place over and over again and be adapted to new knowledge, until the inquiries are concluded to the cause of the fire. To value the tracks of a fire or the fire course is a component important therefore of all fire inquiries.

5. REFERENCE

- [1] <http://www.grünheid.de>

Весна ПЕТРОВИЋ¹
Саша СКОКО²
Војкан ЗОРИЋ³
Срђан РАКИЋ⁴

ФОРЕНЗИЧКА АНАЛИЗА ПОЖАРА ИЗАЗВАНИХ ЕЛЕКТРИЧНИМ ИНСТАЛАЦИЈАМА

Резиме: Пожари изазвани кратким спојевима на дотрајалим и неисправним електричним инсталацијама често су узрочници пожара на објектима и моторним возилима. При оваквим акцидентима најзначајје је утврдити да ли је кратак спој узроковао пожар – примарни кратак спој, или се јавио као последица пожара – секундарни кратак спој. Прави одговор о узроку пожара се утврђује форензичким поступком: анализом трагова на месту догађаја, одабиром узорака и касније лабораторијским анализама. Једна од примењиваних лабораторијских анализа за пожаре изазване електричним инсталацијама је рендгено структурна анализа. Примена ове методе је базирана на поређењу интензитета пикова бабра (Cu) и бакар(II)-оксида (Cu₂O) на дифрактограму прикупљених узорака. У овом раду су приказани резултати рендгено структурне анализе узорака код којих је у различитим лабораторијским условима узрокован кратак спој.

Кључне речи: примарни и секундарни кратак спој, рендгенска анализа, форензички поступак

FORENSIC ANALYSIS OF FIRE CAUSED BY ELECTRICAL INSTALLATIONS

Abstract: Fires caused by short circuits in the dilapidated and faulty electrical installations often cause fires to buildings and motor vehicles. In such accidents the most significant is to determine whether a short circuit caused the fire – the primary short circuit or it occurred as a result of fire – a secondary short circuit. The real answer about the cause of fire is determined through the forensic procedure: analysis of traces at the scene, selection of samples and subsequent laboratory analysis. One of the applied laboratory analyses for fires caused by electrical installations is the radiography structural analysis. The application of this method is based on a comparison of the peaks intensity of copper (Cu) and copper oxide (Cu₂O) in the diffraction pattern of the collected samples. This paper presents the results of the radiography structural analysis of samples in which a short circuit was caused under different laboratory conditions.

Key words: primary and secondary short circuits, X-ray analysis, forensic procedure

¹ Проф. др, Висока техничка школа струковних студија у Новом Саду, Школска 1, e-mail: petrovic.v@vtsns.edu.rs

² Магистар, Висока техничка школа струковних студија у Новом Саду, Школска 1, e-mail: sasaskoko78@gmail.com

³ Др, ПМФ Нови Сад, Трг Доситеја Обрадовића 3 Нови Сад, e-mail: vzoric@df.uns.ac.rs

⁴ Др, ПМФ Нови Сад, Трг Доситеја Обрадовића 3 Нови Сад, e-mail: srdjan.rakic@df.uns.ac.rs

1. УВОД

Утврђено је да је електрична струја један од најчешћих узрока пожара који настају као последица квара на електричним инсталацијама (углавном нисконапонским) или услед неправилног и бахатог руковања електричним уређајима и машинама. Како би се у том случају недвосмислено утврдио узрок пожара неопходно је да лице које врши увиђај буде одличан познавалац „Правила техничке експлоатације и мера безбедности приликом коришћења електричних уређаја“ и „Прописа о извођењу електричних инсталација“ [1, 2].

Током испитивања електричних инсталација након пожара потребно је извршити следеће:

- утврдити радње или пропусте који су довели до кварова на електричним инсталацијама,
- класификовати кварове према функционалној природи уређаја, или неког његовог дела, на коме се квар догодио, и
- проучити физичку основу настанка пожара узрокованих кваровима на електричним инсталацијама,

при чему треба нагласити да они представљају једни нераздвојиву целину и паралелно се спроводе при утврђивању узрока пожара.

Главни узроци који при настанку квара на електричним инсталацијама могу довести до паљења изолације електричне изолације и запаљивих материјала у близини електричних инсталација су [1, 3, 4]:

- кратак спој (редни и паралелни),
- велико омско загревање електричних проводника, намотаја и др. уређаја без електричног лука и
- спољашње загревање.

Важно је напоменути да неки пожари настају комбинацијом два и више наведена узрока тако да се они никада не смеју сматрати међусобно искључујућим. Ово ће се у наставку приказати кроз пример кратког споја као последице великог омског загревања проводника.

Кратки спој је појава спајања тачака у електричним мрежама преко малог отпора. Кратки спој има два облика:

1. директан кратак спој, код којег је остварен добар контакт метала са металом преко пуног попречног пресека – тзв. метални кратак спој, и
2. варничење, код којег не постоји почетни контакт метала са металом, већ струја тече кроз електрични лук – тзв. кратак спој преко електричног лука.

Код директног кратког споја, загревање није локализовано на месту квара, већ је распоређено дуж целог електричног кола. Аутоматски прекидачи (осигурач) обично успешно прекидају напајање струјног кола пре него што се било шта упали услед повећања температуре. Зато је веома тешко директним кратким спојем изазвати пожар у добро пројектованим, изведеним и одржаваним електричним инсталацијама.

Међутим, кратак спој преко електричног лука је најчешће резултат тренутног контакта два огољена проводника. При њиховом додиру тренутно се успоставља велика струја која изазива топљење материјала и јонизовање гасова у области око оствареног контакта. Успостављени проводни мост се ипак прекида распршивањем ужарених капљица метала (варница). Експерименти су показали да кратак спој преко електричног лука може лако бити узрок пожара уколико капи ужареног метала дођу у додир са запаљивим материјалима, као што су нпр. папир или платно [3].

Оштећење изолације такође може да буде узрок настанка кратког споја преко електричног лука.

Главни узрок кратких спојева је оштећена изолација проводника која може настати услед:

- механичког оштећења,
- старења материјала,
- систематског преоптерећења проводника, и
- деловања влаге и других агресивних средстава [1].

Струјно преоптерећење проводника и осталих компоненти електричних инсталација најчешћи је узрок пожара у нашој земљи и најчешће се јавља услед прикључења потрошача на инсталације које нису предвиђене за њих. Наиме, загревање електричних проводника услед протицања струје кроз њих не сме да пређе 25 °C због чега проводници морају имати одређене попречне пресеке, Табела 1.

Табела 1. Попречни пресеци бакарних проводника и дозвољене јачине струје кроз њих

S (mm ²)	1	1,5	2,5	4	6	10	16	25
I (A)	12	16	21	27	35	48	85	88

Експериментима је показано да се струјним преоптерећењем компоненте електричних инсталација могу загрејати до високих температура, али да би при томе дошло и до настанка почетног пожара, јачина струје која протиче кроз њих мора да буде чак 3–7 пута већа од номиналне [3]. Пошто је већина струјних кола на ниском напону заштићена аутоматским прекидачима или осигурачима номиналне струје од 10 до 20А, чија је улога да искључе напајање уколико се струјно преоптерећење догоди. Међутим, проблем настаје ако је електрична компонента некавалитетно израђена и не може да поднесе декларисану номиналну струју. Пракса у нашој земљи је показала да се на тржишту могу наћи некавалитетне електричне компоненте, нпр. продужни каблови.

Кратак спој је најчешћи узрок пожара код електричних инсталација, али овде посебно треба нагласити да се лабораторијском провером мора потврдити да ли је у питању примарни кратак спој који је узрок пожара или секундарни кратак спој који настаје у електричним инсталацијама као последица пожара.

2. ФОРЕНЗИЧКИ ПОСТУПАК УТВРЂИВАЊА УЗРОКА ПОЖАРА

Доласком на место пожара прво се визуелним посматрањем лоцира могуће место настанка пожара – центар пожара. Овај посао раде лица која су прошла посебну обуку из области утврђивања узрока пожара. Након лоцирања могућег места настанка следи поступак утврђивање узрока – начина настанка пожара. Овај део представља најзначајни део а садржи препознавање и објашњавање начина на који је дошло до стварања и довођења топлоте до гориве материје, да би започео процес неконтролисаног сагоревања.

Криминалистичка подела према начину изазивања [5] пожаре дели на: пожаре изазване природним узроком, пожаре изазване дечијом игром, пожаре изазване нехатом-непажњом, намерно изазване пожаре (паљевине). У пракси наравно постоје и пожари код којих не може да се докаже узрок (услед уништења материјалних

трагова). Закључак о месту настанка пожара, начину његовог настанка и начину ширења пожара мора бити базиран на научној и логичкој методологији. Особа која истражује начин настанка пожара у ствари констатује дејство топлоте на различите врсте материјала које су се налазиле на месту пожара. При томе посматра [5] трагове у околини места пожара (околни простор), трагове на опожареном објекту, трагове у центру пожара и трагове на осумњиченој особи (ако постоји у тренутку прегледа лица места). Трагови у околини места пожара подразумевају проналажење евентуалних трагова пнеуматика или стопала који се након узимања отисака лабораторијски обрађују. Трагови на објектима могу бити спољашњи и унутрашњи и њиховом анализом (на основу трагова дима, оштећења прозора и врата са спољашње стране, оштећења димњака, оштећења олука, оштећења фасаде итд, како би се према интензитету оштећења на два иста трага утврдило где је пожар дуже трајао) се ближе одређује место настанка пожара. Уласком у објект лоцира се зона горења, зона дејства топлоте и зона задимљења. Трагови пожара, без обзира о којој зони се ради уочавају се на деловима објекта, инвентару и инсталацијама. Они својим интензитетом указују на смер ширења пожара, а самим тим и на место избијања пожара. Зависно од величине и степена оштећења објекта рад на утврђивању узрока пожара може да потраје и више дана. Овде је од посебног значаја познавање понашања материјала при излагању температури. Тако нпр. боја челичне површине због промене боје оксида указује на степен загрејаности [5]:

- бледожута до 220 °С,
- златно жута до 245 °С,
- љубичаста до 265 °С,
- тамнопурпурна до 280 °С,
- светлоплава до 300 °С
- плава до 320 °С и
- црна до 420 °С,

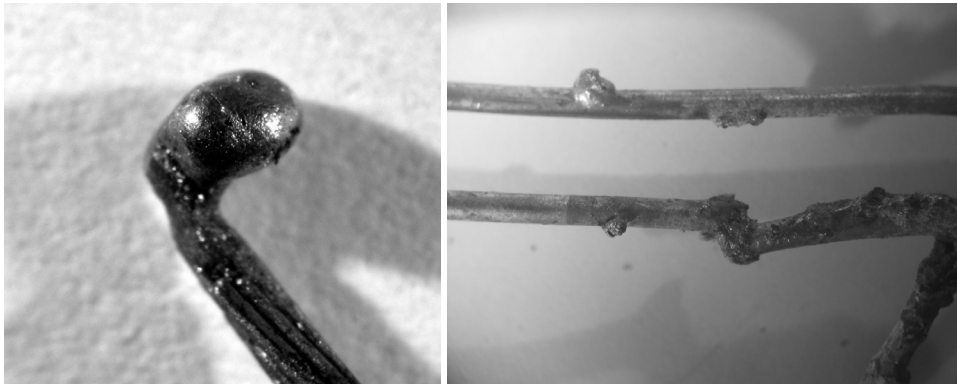
али и на смер ширења пожара.



Слика 1. Детаљ металне конструкције прозора након пожара

Исто тако, уколико су врата и прозори потпуно изгорели, или су очувани само у деловима, треба покушати реконструисати њихов положај током пожара. На слици 1 је приказан један од прозора на објекту на коме је очувана метална конструкција прозора, док на прозору поред ни тај део није сачуван. Овакав случај доводи до закључка да је тај прозор током пожара био отворен, а то касније може да указује на намерно изазван пожар у коме је евакуација подметача пожара извршена кроз овај прозор.

Утврђивање узрока пожара изазваног неисправним електричним инсталацијама такође је базирано на научној и логичкој методологији. Код ових трагова посебно је важно утврдити да ли је кратак спој на инсталацијама примарни или секундарни кратак спој. Уколико се посумња на примарни кратак спој, врши се пробно механичко испитивање проводника савијањем. Ако је проводник крт и пуца при савијању [5] тада је сумња у примарни кратак спој основана и врше се даље лабораторијске анализе. Лабораторијске анализе обухватају више метода: рендгено структурна анализа, анализа електронским микроскопом, металографске методе и др. Док, уколико је кратак спој секундарни онда такав проводник садржи веома мало бакар(II)-оксида па проводник не пуца ни после 10-20 савијања при углу од 90° [5]. Осим тога присуство оштећења дуж проводника на више места такође потврђује секундарни кратак спој. На слици 2 су приказани примери вероватног примарног кратког споја, слика 2.а и сигурно секундарног кратког споја 2.б.



а)

б)

Слика 2. Кратки спојеви проводника:
а) примарни кратки спој и б) секундарни кратки спој

3. РЕНДГЕНО СТРУКТУРНА АНАЛИЗА КРАТКИХ СПОЈЕВА БАКАРНИХ ПРОВОДНИКА

Једна од метода којом се утврђује узрок пожара изазван кратким спојевима у проводнику је рендгено структурна анализа. Ова метода је једна од метода која се током експертизе пожара користи у Руској федерацији а примењује се на жице и каблове (без металних плетеница) чија је минимална дужина узорка на месту кратког споја већа од 35 mm [6].

Метода је базирана на следећем концепту: уколико је кратки спој примарни он се дешава у атмосфери богатој кисеоником и тада се у области затопљења претежно јавља бакар(II)-оксид. Припрема узорака, након одабира на месту пожара, врши се кроз добро испирање етил алкохолом и брсање газом како би се уклонио онај бакар(II)-оксид који је растворљив у алкохолу. На тај начин се елиминишу рефлексije бакар(II)-оксида а са равни 002 и 200 које би прекриле линије са равни 111. Потом се врши раздвајање узорака. Куглица затопљења се одваја и на њој се по потреби врше металографска испитивања. Први узорак (узорак 1) на проводнику се узима одмах иза затопљене куглице (5 mm дужине) док се други узима (узорак 2) на растојању 30-35 mm од затопљене куглице. Као резултат рендгенске анализе методом Дебај-Шерера добијају се пикови на рендгенограму који одговарају међураванским растојањима Cu (за раван (111)) и Cu_2O (за раван (111)). Њима на рендгенограму одговарају углови $2\theta=35,70^\circ$ и $2\theta=44,30^\circ$. На основу односа интензитета ових пикова ($I-Cu_2O/I-Cu$) се потом утврђује да ли је кратки спој примарни или секундарни. Наиме, уколико је овај однос у узорку 1 у поређењу са узорком 2 већи два и више пута верује се да је у питању примарни кратки спој. Али уколико је овај однос у узорку 1 два или више пута мањи него у узорку 2 закључује се да је у питању секундарни кратки спој. Уколико се међутим јави мања разлика интензитета потребно је наставити испитивање металографским методама.

4. ПОСТАВКА ЕКСПЕРИМЕНТА

У овом раду ће се посматрати само редни електрични лук који се јавља у једном проводнику, а последица је преоптерећења проводника. Експериментална поставка се састојала у следећем: једножилни бакарни проводник пречника 1,038 (5) mm причвршћен је између металних електрода које су постављене на изолационо постоље. Електроде се напајају са испитног трансформатора снаге 1000 VA а преко двоструког секундара 2x3,5 V, 100 A, слика 3. Примар испитног трансформатора напаја се са једнофазног регулационог аутотрансформатора којим се може подешавати вредност струје кроз проводник (кратког споја). Струја која је пропуштана кроз проводник мерена је струјним клештима. Мерењем је вршено пропуштањем неколико вредности јачине струје (свака је неколико пута премашивала номиналну вредност) и при томе је мерено време за које долази до кратког споја. Утврђено је да приликом протицања струје од 80 A долази до кратког споја након нешто више од минут. Одабрана је управо ова вредност јер је по процени време довољно дугачко да се посматра процес и довољно кратко да се експеримент понови више пута.

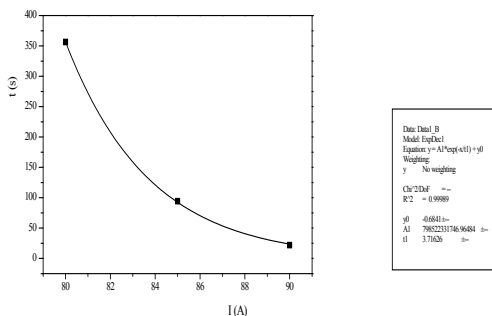


Слика 3. Експериментална поставка

Када је утврђена потребна јачина струје и време након ког долази до кратког споја, прешло се на изазивање кратког споја под различитим условима. У првом случају кратак спој је изазван у ваздуху што би одговарало настанку примарног кратког споја. Други случај је био кратак спој у атмосфери дима и продуката сагоревања, што је требало да симулира секундарни кратак спој. Потом је извршена рендгено структурна анализа проводника према методологији МЧС Русије (Министарство за ванредне ситуације Руске Федерације).

5. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Приликом пропуштања струја различитог интензитета кроз проводник утврђена је временска зависност прекида проводника у режиму кратког споја. Овде је важно нагласити да су све вредности јачине струје вишеструко премашивале номиналну вредност. Испитивање је обухватило струје од 80 А, 85 А и 90 А, а зависност времена настанка прекида проводника у режиму кратког споја у функцији јачине струје је приказана на слици 4.



Слика 4. Зависност времена кратког споја од јачине струје

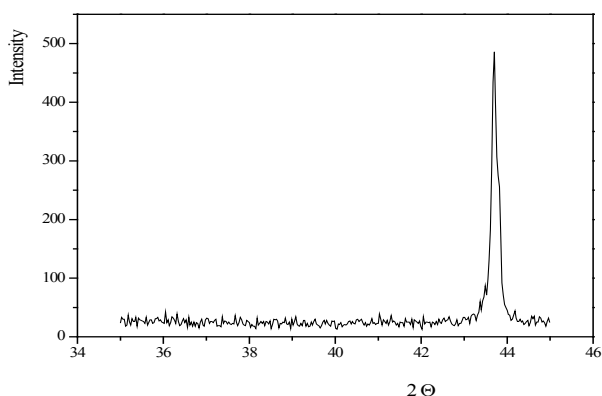
Добијени резултат је у сагласности са теоријским резултатима [1] и обухвата само крајњи део експоненцијалне зависности.

Након рендгено структурне анализе узорака резултати нису били тако једнозначни као што то предвиђа методологија МЧС [6].

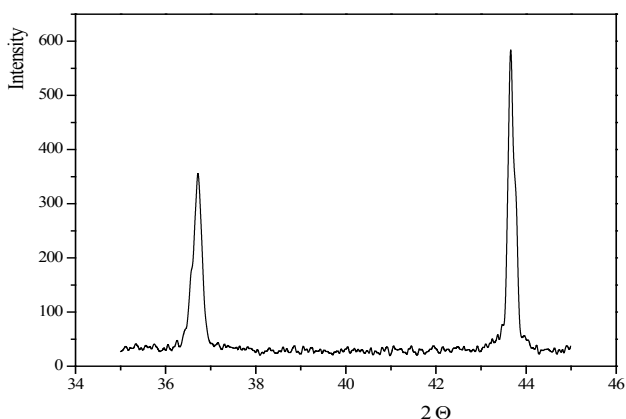
Ренгенограми узорака бакарних проводника који су били у кратком споју, добијени рендгено структурном анализом, приказани су на сликама 5 и 6. Слика 5 представља рендгенограм узорка проводника код којег је изазван кратак спој у ваздуху и он представља примарни кратак спој. Код овог узорка је регистрован само пик који одговара бакуру (Cu), док се јавља потпуно одсуство пика бакар(II)-оксида а (Cu₂O). Овде је веома значајно нагласити да је под наведеним условима дошло до кратког споја након 1 min и 24 s. У реалним условима пре постизања овако велике вредности струје проводник би био изложен дуго времена струји знатно мањег интензитета која би међутим, загревала проводник и услед тога омогућавала процес прекристализације.

На слици 5 представљен је рендгенограм проводника код којег је изазван кратак спој у атмосфери ватре и дима. И ако је и у овом случају кратак спој изазван при истој вредности јачине струје (I=80 А), ипак је било потребно да протекне 6 min да

би дошло до кратког споја. Као што се са слике може видети регистрована су два пика на $2\theta=36,72^\circ$ и $2\theta=43,70^\circ$. Анализом је утврђено да су то пикови бабра и бакар – оксида. Одступање од вредности угла који су за бакар и за бакар(II)-оксид дати у методологији МЧС могла би да буде последица друге методе рендгенске анализе. У овом случају је регистровано да је интензитет пика бабра већи од интензитета бакар(II)-оксида ($I\text{-Cu} > I\text{-Cu}_2\text{O}$). Како су познати услови под којима је дошло до кратког споја, овакав резултат би могао да буде последица атмосфере дима у којој није било довољно кисеоника за формирање веће количине Cu_2O па преовладава Cu .



Слика 5. Дифрактограм код примарног кратког споја



Слика 6. Дифрактограм код секундарног кратког споја

Добијени резултат указује да је потребно спровести обимнија истраживања како би се извршиле евентуалне корекције у експерименту или током рендгенске анализе узорака. Даља фаза испитивања у овој области треба да обухвати металуршка испитивања и детаљнију разраду експерименталне поставке и анализе.

6. ЗАКЉУЧАК

Приликом утврђивања узрока пожара изазваних електричним инсталацијама осим рада на терену неопходна су лабораторијска истраживања узорака прикупљених на терену. Овде је важно напоменути да неки пожари настају комбинацијом два и више наведена узрока тако да се они никада не смеју сматрати међусобно искључујућим.

Анализа узорака једножилног бакарног проводника код којих је изазиван кратак спој при различитим условима требала је да укаже да ли је кратак спој примарни или секундарни. Резултати рендгено структурне анализе, међутим нису били једнозначни и не може се само на основу дифрактограма поуздано рећи да ли је кратак спој примарни или секундарни, тако да је неопходно спровести и металографска испитивања узорака. Овакав став се примењује и у важећој пракси, јер за тврђу да је неки кратак спој примарни – узрочник пожара, потребна је потврда бар две лабораторијске анализе.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Алексић Ж., Костић Р., (1983): Пожари и експлозије – узроци, спречавање и одговорности, Београд, Савремена администрација
- [2] Hadžiefendić N., ELEKTRIČNE INSTALACIJE – ČEST UZROK POŽARA, http://zastitaodpozara.etf.bg.ac.rs/fwdadrewwwzazakoneipravilnike/nedzadov_rad.pdf, 22.08.2016.
- [3] Babrauskas V., “How Do Electrical Wiring Faults Lead to Structure Ignitions?” pp. 39-51 in Proc. Fire and Materials 2001 Conf., Interscience Communications Ltd., London, 2001
- [4] Gillman T. H., Le May I., “Mechanical and Electrical Failures Leading to Major Fires”, Engineering Failure Analysis, Vol. 14, pp. 995-1018, 2007
- [5] Бусарчевић М., Радмилац Д, и др. (Београд, 2001): Основи криминалистичких вештачења, Министарство унутрашњих послова Републике Србије
- [6] Артамонов В. С., и др., (2007): Расследование пожаров, Санкт-Петербург МЧС России Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы

Стеван ЈОВИЧИЋ¹
Зоран ИЛИЋ²
Љубиша ТОМИЋ³

МОГУЋНОСТ ЗАМЕНЕ ХАЛОНА У СИСТЕМИМА ЗА ЗАШТИТУ ОД ПОЖАРА И ЕКСПЛОЗИЈЕ У ВОЈНИМ МОТОТЕХНИЧКИМ СРЕДСТВИМА

Резиме: 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 у друштву. Као једна од државних институција која има своја обавезе у погледу заштите од пожара у правној регулативи помиње се и Војска Србије. Халон као средство за гашење пожара је у употреби у већини армија света и представља део стандардних заштитних система за гашење пожара. У већем броју армија у свету покренут је програм замене халона алтернативним материјама које су ефикасне и токсиколошки прихватљиве за посаде борбених возила. Сличне кораке направила је и Војска Србије, али је услед недостатка средстава тај програм у застоју.

Кључне речи: заштита, пожар, експлозија, озон, систем, замена

THE POSSIBILITY OF REPLACING HALON IN MILITARY FIRE PROTECTION SYSTEMS

Abstract: The overall objective of the Strategy of fire protection for the period 2012-2017 is to improve fire protection by taking preventive actions and the implementation of security measures in all subjects of society. One of the government institutions that has its obligations in terms of fire protection is the Serbian Army. Halon as a fire extinguishing agent is used in most armies as part of standard safety equipment in fire extinguishing systems. In a number of armies in the world a program is launched to replace halon with alternative substances that are efficient and toxicologically acceptable for the crew. A similar action was made by the Serbian Army, but due to a lack of funds the program is stalled.

Key words: protection, fire, explosion, ozone, system, replacement

¹ Др, Технички опитни центар-Београд, Војводе Степе 445, e-mail:stevanjovicic@gmail.com

² Др, Технички опитни центар-Београд Војводе Степе 445, e-mail:zoranilic_65@yahoo.com

³ Др, Војнотехнички институт-Београд, Ратка Ресановића 1, e-mail:ljubisa.tomic@gmail.com

1. ЗАКОНСКА РЕГУЛАТИВА

1.1. Закони и међународни уговори

Најновији и тренутно важећи Закон о заштити од пожара уређује систем заштите од пожара, права и обавезе државних органа, органа аутономних покрајина и органа локалне самоуправе, привредних друштава, других правних и физичких лица, организација ватрогасаца, као и 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. Намера законодавца је била да се уреди организација и оспособљеност ватрогасно-спасилачких јединица, створи основ за ефикаснију примену техничких прописа, појача одговорност субјеката заштите од пожара и уредити друга питања.

Општи циљ усвојене 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. Као једна од државних институција која има своја обавезе у погледу заштите од пожара у правној регулативи помиње се и Војска Србије.

1.2. Војни прописи

У дефинисању тежишних задатака приликом обављања своје уставом и законима дефинисане функције, у сваком Плану и програму којима се дефинишу одређене активности у Војсци Србије, важан и неаобилазан део чини и заштита животне средине.

1.3. Међународни уговори

Када је 1985. године постало јасно да се озонски омотач стањује изнад полова, а да је главни кривац за загађење последица рада индустријских капацитета које је створио човек, да даље уништавање озонског омотача води нестанку великог броја врста биљног и животињског света на планети, међу којима је и људска врста, огласило се звоно за узбуну.

Непосредно затим потписана је Бечка конвенција о заштити озонског омотача која је имала за циљ „заштиту здравља човека и животне околине од штетних ефеката који су последица промене озонског омотача“. Главни предмет заштите је озонски омотач који је према одредбама Конвенције дефинисан као „омотач озона у атмосфери изнад планетарног граничног слоја“.

Државе потписнице Бечке конвенције су обавезне у складу са својим могућностима, сарађују тако што ће вршити мониторинг, истраживати и размењивати информације у циљу бољег разумевања последица које људске активности имају на озонски омотач.

Други важан документ чијом се применом штити озонски омотач потписан је 1987. године. То је Монреалски протокол о супстанцама које оштећују озонски

омотач. Првобитно је потписало 46 земаља а данас више од 150 (међу којима је и Србија). Он идентификује главне супстанце које га оштећују али и усваја ограничења у вези нивоа њихове производње и потрошње у будућности. Основни документ садржи и анекс А у којем су наведене две групе супстанци које оштећују озонски омотач: група I– хлорофлуороугљеници (CFC-11, CFC-12, CFC-113, CFC-114, CFC-115) и група II – халони (halon-1211, halon-1301, halon-2402) [2].

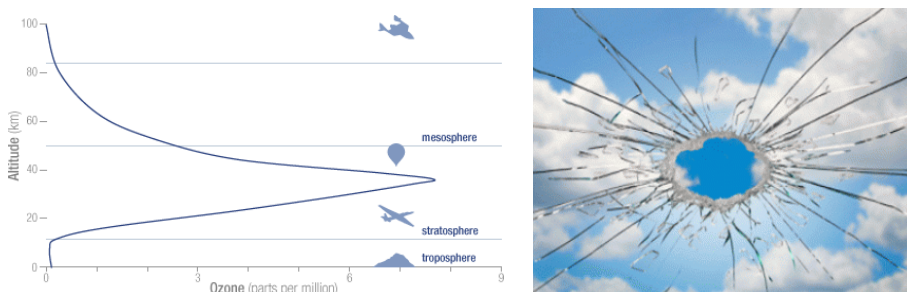
1.4. Домаћи прописи

У јулу 2004. године одобрен је Национални план заштите озонског омотача, којим је забрањена производња, увоз и употреба супстанци штетних за озонски омотач. Иако је примена Националног програма за заштиту озонског омотача кренула доста касно у односу на неке друге земље, у Србији је из употребе избачено 650 тона супстанци које оштећују озонски омотач. Дан 16. септембар проглашен је међународним даном заштите озонског омотача, а обележава се од 1994. године. Овај датум је изабран јер је баш на тај дан 1987. године потписан Монреалски споразум.

2. ОЗОНСКИ СЛОЈ

Најважнији елемент овог изузетно осетљивог и танког слоја је наравно озон, према коме је и добио име. Озон је гас бледоплаве боје, троатомни облик кисеоника (O_3), чији молекул уместо уобичајена два, има три атома овог хемијског елемента. Настаје у горњим слојевима атмосфере под дејством ултраљубичастог зрачења које емитује Сунце у оквиру свог целокупног спектра зрачења.

Сунчево зрачење разбија „нормалне” (двоатомске) молекуле кисеоника, који том приликом отпуштају слободне атоме, од којих се неки везују са другим молекулама кисеоника који нису разложени, стварајући молекуле озона. На овај начин се ствара око 90% озона у атмосфери. То се дешава на висини између 15 km - 55 km изнад површине Земље у слоју атмосфере који се назива стратосфера.



Слика 1. Расподела озона у атмосфери земље

Слој озона у доњем слоју овог дела атмосфере, назива се озонски омотач. Највећа густина му је како је речено на висинама од 20 km до 35 km, слика 1 . Врло је танак

а дебљина му варира изнад различитих делова Земље у зависности од годишњег доба. Од милион молекула ваздуха, само мање од 10 су молекули озона, што јасно показује колико је његова количина у атмосфери скромна. Ипак, овај осетљиви слој апсорбује између 93 % и 99 % Сунчевог зрачења високих фреквенција које је штетно за живи свет на Земљи.

3. МАТЕРИЈЕ ОПАСНЕ ПО ОЗОНСКИ СЛОЈ

Нека од средстава која служе за заштиту од пожара и експлозија са једне стране изазивају са друге стране оштећење озонског омотача (самом примењеном технологијом производње). Озонске рупе узрокују супстанце које оштећују озон (а које су производ људских активности) назване заједничким именом ODS (ozone depleting substances). У њих спадају фреони (збрино име за више врста гасова који у различитим облицима садрже хлор, флуор и угљеник – скраћенице за најважније типове фреона су CFC и HCFC), халони (најчешће се користе у апаратима за гашење пожара), метил-бромид (користи се у пољопривреди као пестицид) и различите врсте других растварача.

4. СРЕДСТАВА ЗА ГАШЕЊЕ ПОЖАРА У ВОЈНОЈ ПРИМЕНИ

Као што је познато Монреалским протоколом, као материје које негативно утичу на стање озонског омотача су прозвани халони, групе II, који се углавном користе као радни медијум за заштиту од пожара и експлозија у војним моторним возилима, бродовима, ваздухопловним средствима. Халони су у употреби у већини армија света и представљају радни агенс у делу стандардне заштитне противпожарне опреме, уређаја и система за гашење пожара.

4.1. Страна искуства

Војска САД је као највећи корисник халона 1301 веома интензивно кренула у његову замену алтернативним материјама које су токсиколошки прихватљиве за посаде мототехничких средстава односно противексплозивну и противпожарну заштиту посада авиона, тенкова, бродова али и утврђених тачака. До данас је успешно извршена замена боца са 1,25 kg халона 1301 са 1,15 kg CO₂ у већини неборбених возила.

Ради се о десетинама хиљада возила, што треба истаћи ради бољег схватања обима пројекта. Међутим, боце са халоном 1301 су остале присутне на тешким оклопним возилима какви су рецимо главни борбени тенкови типа M1-Абрамс или Леопард 2 и то из разлога токсиколошке заштите посаде, као и веома добрих и тешко оставривих својстава која ова средства имају у својој првенственој намени. Као резултат испитивања, закључено је да ће се средства за гашење на бази соде бикарбоне користити код возила на којима је примењен систем за аутоматску заштиту посаде, због њихових супериорних перформанси у односу на друге агенсе за гашење.

Joш увек су у току истраживања у овој области чији је циљ да се обезбеди унификација средстава за гашење ради лакше и једноставније логистичке подршке. Средство ФМ-200 је примењено на борбеним возилима пешадије, код којих је такође примењен систем за аутоматску заштиту возила и посаде од експлозије и пожара, пре свега из разлога једноставности неопходне модификације система за распршивање. Поменуто средство се показало као идеално и за друга возила због својих радних карактеристика у заштити и моторског простора али и простора у коме је смештена посада.

Предметни системи су у основи веома слични и системима који се употребљавају широм света, а имају порекло из бившег Совјетског савеза. Халон 1301 је био и на истоку прво средство избора за задатке гашења пожара и заштиту од експлозија изазваних дејствима кумулативне бојеве муниције. Запремина возила у којима се налази посада у току извођења задатака износи од 7 m³ до 19 m³ а боце са халоном 1301 садрже 3 kg до 10 kg, средства за гашење.

4.2. Војска Србије и домаћи развојни пројекти

У Војсци Србије, која је у области оклопне технике, углавном наслоњена на руску војну технологију, присутно је око 1000 борбених возила различитих типова у којима је планирана инсталација или унапређење система за заштиту од пожара и експлозије горива. У добром делу овог броја возила се нека врста система за заштиту од експлозије и пожара већ налази, и то по изворној конструкционој документацији док је код других у плану неки вид модернизације модернизације.

Средство-агенс за гашење у поменутиим системима се појављује халон 1301. Са посебним задовољством треба истаћи да су и у Војсци Србије вршена испитивања у вези могућности замене халона, другим алтернативним средством за гашење, какво је рецимо еколошко средство НАФ. Нажалост, поменути програм развоја је рађен још давне 2003. године и од тог времена, услед рестриктивног финансирања Војске Србије, није се кренуло даље од прототипа, мада је амбициозно замишљено опремање целокупног састава ОМЈ ВС овим савременим и превасходно по посаде веома корисним средством.

Систем за заштиту од експлозије горива своју функцију извршава у следећим фазама:

- Откривање појаве кумулативног млаза запаљивог пројектила или почетка експлозије горива,
- аутоматско или ручно-електрично активирање боца са противпожарним средством у сигнализацију о активирању боца,
- аутоматско неутралисање почетка експлозије горива и ручно гашење обичних пожара, и
- сигнализацију неисправности електричних веза са детектором кумулативног млаза и боцама.

Процедура унапређења техничких карактеристика у области НВО која се спроводи у ВС је преузета из бивше ЈНА. Претходно се од стране корисника-

тактичког носиоца, речено војном терминологијом, постављају тактичко технички захтеви које би системи за заштиту од пожара и експлозије требали да испуне. Ови захтеви се постављају у циљу да нијхово испуњење обезбеди посади борбених возила, бродова, авиона и хеликоптера, преживљавање након експлозије и појаве пожара изазваног поготком кумулативног пројектила, односно да се посада аутоматским активирањем система за заштиту доведе у позицију да безбедно напусти мототехничко средство. Секундарни циљ је да посада, након што је средство у коме се налази погођено кумулативним пројектилом, ако је могуће извуче средство или чак настави извршење задатка.

У табели 1 су приказани параметри и захтеви које систем за заштиту пожара треба да обезбеди, односно критеријум преживљавања. Наведени критеријуми преживљавања су формирано од стране истраживачког центра у САД. Веома слични тактичко технички захтеви су постављени и систему који је развио ВТИ-Београд.

Табела 1. Параметри и захтеви система за заштиту од пожара

Параметар	Захтеви
Гашење пожара	Гашење пламена без његове накнадне појаве
Опекотине коже	Мање од II степена (1315 °C у трајању од 10 s)
Надпритисак	Мањи од 0,8 bar
Концентрација средства за гашење	Не сме прећи минимални дозвољени ниво
Киселински гасови	Мање од 1000 ppm, максимална концентрација
Ниво кисеоника (процент)	На мање од 16 %

Комисија која је добила задатак у оквиру војске САД је поделила програм испитивања у три фазе. Прва фаза је била да се распише конкурс и пронађу нова решења у погледу агенса за гашење која би заменила постојећа, а која су на бази халона.

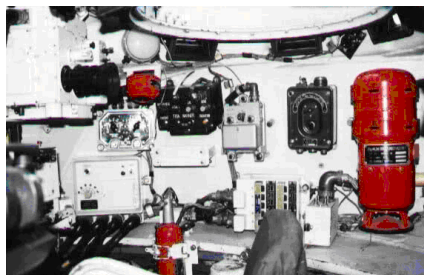
Друга фаза је била да се на основу приспелих предлога произвођача и института изаберу она решења која доносе обећавајући резултат. У оквиру ове фазе извршила би се лабораторијска испитивања у Војном центру за испитивања у Абердину, држава Мериленд. На основу постигнутих резултата, датих оцена и мишљења, затим би се у трећој фази испитивали прототипови два најуспешнија система за гашење пожара из друге фазе и то у реалним условима на борбеним возилима. Након тога би се изашло са предлогом Плана и програма замене халона у војсци САД са другим средствима за гашење [1].

Приликом спровођења експлоатационих испитивања у САД закључено је да два средства за гашење показују најбоље резултате: HFC-227 са додатком 5% соде бикарбоне 50/50 мешавина воде и соли калијум ацетата ради снижавања тачке смрзавања воде на -15°C и да се побољшају карактеристике гашења.

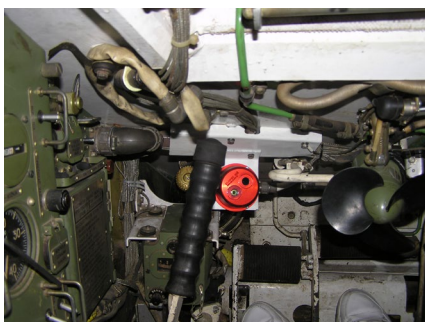
Из разлога смањене испарљивости ових агенаса за гашење у поређењу са халоном 1301 потребно је ипак осавременили систем за распршивање агенса за гашење у примени на појединим борбеним возилима. Ово укључује интеграцију система и унос неких измена и модификација на постојећим системима, што свакако

треба узети у обзир приликом коначног избора алтернативног агенса који ће заменити халон 1301. Не треба по сваку цену тежити униформности у избору средства за гашење јер су резултати показали да уштеде које се постижу и нису тако велике с обзиром на резултат ефикасности појединих агенаса као што је већ доказано у САД приликом избора агенса за гашење моторског простора.

За разлику у односу на испитивање спроведено у САД, у Војсци Србије је ВТИ из Београда добио развојни задатак да пронађе одговор на исто питање. У хроничном недостатку средстава ВТИ није могао да развија потпуно своје средство, па су стручњаци из ВТИ одабрали еколошко средство које се може пронаћи на тржишту као готов производ. У питању је било еколошко средство из породице НАФ које по својим карактеристикама задовољава постављене захтеве у погледу намене и здравствене исправности, у смислу да је нешкодљиво по посаду и система на возилу [3].



Слика 2. Унутрашњост борбеног возила пешадије типа „Stryker”- САД и главног борбеног тенка „Al Khalid”- Пакистан, компоненте противпожарног система су обојене у црвену боју



Слика 3. Унутрашњост основног тенка М-84А, компоненте противпожарног система обојене у црвену боју

Прототип система који је развио ВТИ-Београд, стар је већ приближно 10 година и намењен је за функцију у првенствено борбеним условима за неутралисање експлозивног пожара у управно-борбеном одељењу тенка М-84, али и неборбеним условима када служи као уређај за гашење обичног пожара. Систем у основној

варијанти се састоји од 4 оптичка детектора кумулативног млаза (ДКМ), управљачке јединице, 4 боце и електроинсталације. Даљим развојем и интеграцијом са постојећим системом на возилима, добијен је универзални уређај који штити и простор за смештај посаде као и моторско простор. Унапређени систем има исто што и основни систем уз додатак 14 термодавача и 3 још три боце са средством за гашење. Што је најважније све компоненте система су домаће производње и плод су домаћег развоја, слика 3 и слика 4.



Слика 4. Компоненте система за заштиту борбених возила од експлозије горива и пожара, ВТИ- Београд и „Kidde-Deugra”

5. ЗАКЉУЧАК

Функционалне карактеристике алтернативних средстава за гашење које одговарају карактеристикама Халона 1301 могу бити постигнуте и употребом других материја за гашење уз употребу исте технологије распршивања, што значи да нису потребна додатна улагања у системе за распршивање након појаве пожара или експлозивног пожара. Критеријум за преживљавање посаде је остварен употребом и других средстава за гашење у концентрацијама које су доста испод прихватљивог нивоа изложености које би поледицу имало угрожавање посаде. Хибридни гас генератори нуде већу ефикасност у гашењу уз утрошак смањене количине средства за гашење, захваљујући пре свега брзом пражњењу боца.

Систем западноевропског произвођача се већ дуги низ година уграђује на велики број возила америчке и западноевропске производње. Треба истаћи да не постоји значајан број произвођача опреме наведених карактеристика и утолико је тешко објаснити што поменути систем домаће производње, са агенсом за гашење који замењује халон, већ успешно испитан, као пројекат мирује, а чак нема ни на новонајављеном возилу „Лазар” иако је претња од дејства лаких ракетних противоклопних средстава на ову врсту возила највећа.

Из наведеног искуства, препоручљиво је да се пре избора замене за халон 1301 испита ефикасност сваког од понуђених решења с обзиром да се у овом случају говори о заштити живота посаде што свакако нема цену. Наравно, замена халона алтернативним агенсом је и обавеза државе, у цивилном сектору, док је то у случају војне примене још недефинисано важећом законском регулативом.

У сваком случају замена халона у системима за гашење пожара је корак у позитивном смеру и сваки допринос очувању животне средине је испуњење нашег дуга према будућим генерацијама као што је и дужност да им пренесемо у наслеђе опрему војске и полиције која ће их штитити на задовољавајући начин у евентуалним условима примене. Са економске стране гледишта, штета ја имати у рукама прототип система за гашење пожара који је на нивоу светских решења, а не користити га.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Mike Clauson, Steve McCormick: *Army Ground Vehicle Crew Compartment Halon Replacement Program*, Halon options Tehnical Working Conference 2000. www.nist.gov/el/fire_research/upload/R0002178.pdf
- [2] Мирослава Митић: *Озонски омотач, последња линија одбране*, <http://danube-cooperation.com/danubius/2014/05/25/ozonski-omotac-poslednja-linija-odbrane/>
- [3] Камелија Петровић, Братислав Милошевић, Душица Самарцић: *Testing of corrosion and chemical compatibility of fire extinguishing agent NAF SIII with materials of structural elements of fire extinguishing systems*, www.vti.mod.gov.rs/oteh12/elementi/rad/6-31.htm

Zoran NESHKOSKI¹

ANALYSIS OF EXPLOSION AND FIRE WITH VICTIMS IN FACTORY FOR PRODUCTION PYROTECHNIC DEVICES-SKOPJE 2014

Abstract: In the afternoon of July 24, 2014, near Skopje there was an explosion at the factory for the production of pyrotechnic devices. When the strong explosion happened there were four workers on duty. Due to high temperature three people were seriously injured, and the fourth was slightly injured. The seriously injured people with third-degree burns died in hospital. The explosion caused, and from the pressure and temperature there was a partial damage to the building. The intervention was conducted by the fire brigade of Skopje, with three vehicles and eight firefighters. The fire ground was a small factory that produces pyrotechnic devices and flares anti-hail rockets. As a processing products there are explosive materials and other flammable and hazardous substances. The competent inspection authorities determined that the responsible person in the factory did not provide security measures for protection at work, fire protection and the necessary training.

Key words: explosions, pyrotechnics, protection

АНАЛИЗА ЕКСПЛОЗИЈЕ И ПОЖАР СА ЖРТВАМА У ФАБРИЦИ ЗА ПРОИЗВОДЊУ ПИРТЕХНИЧКИХ СРЕДСТВА-СКОПЈЕ 2014

Резиме: У поподневним сатима 24 јула 2014. у близини Скопља дошло је до експлозије у фабрици за производњу пиротехничких средства. У тренутку експлозије на раду су била четворица радника. Од јаке експлозије и температуре озбиљно је повређено троје људи и четврти лакше повређен. Тешко повређени су имали опекотине трећег степена и умрли су у болници. Експлозија је изазвала пожар, а од притиска и температуре дошло је до делимичног оштећења објекта. Интервенисала је ватрогасна бригада Скопља са три возила и осам ватрогасаца.

У питању је мала фабрика која производи пиротехничка средства и противградне ракете. Као сировина се користе експлозивне и друге лако запаљиве и опасне материје. Надлежни инспекцијски органи утврдили су да одговорно лице у фабрици није обезбедило сигурносне мере за заштита на раду, заштиту од пожара и потребну обуку.

Кључне речи: експлозија, пиротехника, заштита

¹ M.Sc., MOI of RM, Dimče Mirčev bb, 1000 Skopje, e-mail: zoran_neskoski@moi.gov.mk

1. INTRODUCTION

With Pyrotechnic materials we can freely say that they are hazardous materials which should always be treated with great attention during the work, needs experience and specific training of the workers. Because the dangerous nature of these materials during production, storage, transport, marketing and use, we need to be sure to undertake all protective measures for people, facilities and environment. And despite the use of all legal security measures sometimes accident occur as a result of various disasters errors in the assessment of the risks which generated an explosion, fire, damage to buildings, vehicles, various injuries and loss of human lives. Cause of these accidents can be of different nature, such as: the human factor, open flame, non-compliance with the rules of technical practice during production, storage, transport and use, other contingencies and other things.

Pyrotechnics (lat. Pyrotechnic, greec. πῦρ, fire + τεχνικός, skills) is the creation and use of special effects and products resulting from exothermic reactions between the ingredients of the pyrotechnic mixture. Such a mixture includes combustible share (magnesium, aluminium, zirconium and other metals in powder, metal hydrides, hydrocarbons, carbohydrates, etc.). Oxidizers (nitrates, chlorates, per chlorates, oxides, peroxides, chromates, etc.), Binder components (Word natural and synthetic resins, dextrans) even additives and preservatives, which combustion give special effects [5].

For each manufacturing process pyrotechnic material owner must have all of the operating license from the competent authority of state. This means that the object, environment equipment and tools, personal working in such processes should meet all legal measures for safety at work [7], Protection from fire and explosion etc. In the analysis of this event in a factory near Skopje, where the accident occurred, the investigation confirmed that the facility has the necessary legal authorization. But all regulations with safety precautions and fire preventing for the manufacture of pyrotechnic material and qualified human factor-the investigation has confirmed that there have been failures.

2. REGULATORY CORRELATED WITH THE RISK OF EXPLOSION AND FIRE

After the independence of the Republic of Macedonia are taken all the regulations of the former state (Yugoslavia) including regulations related to explosive materials. To this day, there is a need to adapt regulation parallel to the new conditions of work and new technical materials and instruments of labour.

The “Law for the Protection of explosive substances” (Official Gazette of RM “No. 4/1978), which was revised and annexed repeatedly and in 1988, 1990, 1993, 2007, 2008 and 2012 [4], but nothing has been changed to work with explosive assets. This clearly tells us that something needs to amend and adapt European regulations parallel to all these unfortunate events.

With the law “Law on Safety and Health at Work” (Official Gazette of RM “no.53/2013) [5] can also be said that the facility which is the subject of this letter, where the explosion occurred and the fire happened, from the official state inspection reports for the safety-stated that they had not met the necessary legal requirements. Not done assessments precaution in the technological process, not performed risk assessments for the working area.

And the question arises whether the conditions are met, and on the use and protective gear, protected flooring (antistatic), non-sparking tools and others. The company has provided the required legal documentation as is authorized by the Ministry of Internal Affairs back in 2009, the Ministry of Health (the importance 2014-2019) A certificate of quality ISO 9001/2008 (the importance 2014-2017) (note that documents were issued several months before a major accident in the factory).

3. FACTORY CONCERNING THE GENERATION OF PYROTECHNIC DEVICES

In a village near Skopje, Sopište at street “24” bb, is located pyrotechnic materials production company “Icemak” DOO-Skoplje. That firm was founded in 2005 and developed after several years of operation, had the first production of weather rockets (for defence of weather modification and storm clouds), and in 2009 began production of marked and branded products for the army and police. The company is guided by several lead chemists and experts in this field.

The facility of the company is built and lays over an area of 5000 m², and has administrative buildings and production facilities. One part is equipped for production of irritating products and equipment (tear gas, OC, CN) and ammunition. Currently there are about 25 products that are researched and developed in their own companies and accepted and approved for use by domestic and foreign factors (eg from Peace Corp UN United Nations). Next figure shows the complex objects of the company which is the subject of this text [12].



Figure 1. Factory ICEMAK-Skopje

4. SAFETY MEASURES

The security requirement of this type of technological process regulates legal provisions in the country. Import, manufacture, storage, transport, marketing requires certain security measures. Suppose that all electrical installations and lighting must be

at least “S” or Ex u-assured performances to be compatible to function in such explosive environment. It will depend on the risk assessment and implementation of standards of strong explosive technological processes. Also very important is the way of heating the working area. It is recommended the heating to be with hot water, steam or hot air that is put in the atmosphere. Outer surface temperature of the heater must not exceed the ignition temperature of materials used in the process of self-shots, and the same and hot air.

Forbidden to keep flammable liquids, gases, oxidation materials or other flammable materials, and the strictest introduction of open flames and other objects that could cause a fire or explosion.

Storage space for storing explosive materials as well as space for temporary housing, loading and unloading of explosive materials must meet those standards and all regulations prescribed by the Rules on the storage of explosive materials [4]. In addition to the warning signs and boards, depending on fire danger type, should have the choice An appropriate protection and fire-fighting appliances.

5. ANALYSIS OF EXPLOSION AND FIRE IN THE PYROTECHNIC DEVICES PRODUCTION FACILITY

The building where the explosion occurred and the fire, is called the “lower hall 3”. This is a small work space for the preparation and production of pyrotechnic material (shown in figure No. 2).



Figure 2. Facility for production pyrotechnical materials

Property-3 is divided into six working continent where are executed various technological processes of working processes. Each hall has its doors to the exit from the labor area. Explosion the fire originated from the third (3) work space as shown on Figure No.3.

The room-3 (Figure No. 3), where the explosion occurred were four workers (3 men age: 61,41,27 and women age-51). From major injuries and burns later died in hospital two men (61 and 27 of age) and the 51 year old woman [8].

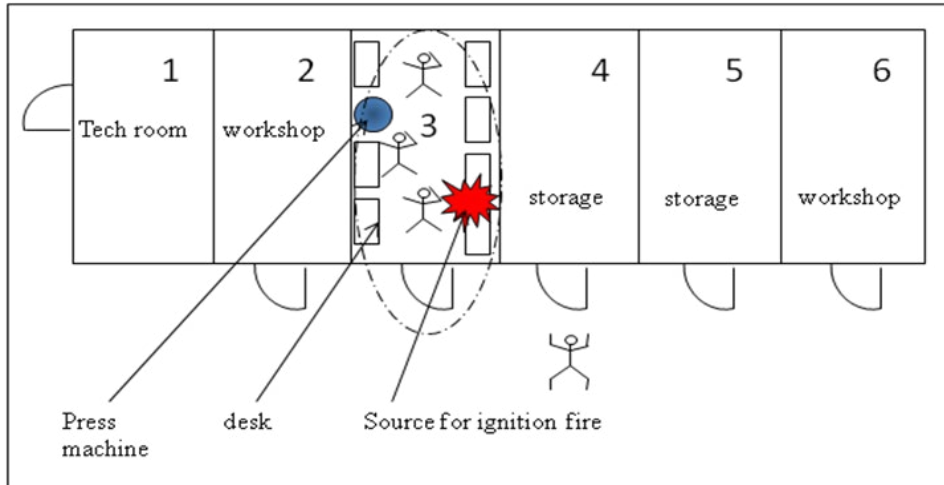


Figure 3. Explosion and fire in the working area -3

Workspace in addition to workbenches and production materials was equipped with a pneumatic press (the machine). It was the preparation and pressing textile patches. First each draft should be coated with acetone and gunpowder (smokeless) and then pressed in a special cylindrical packaging to the assigned diameter and go to a machine-the press where you get one final and pressed product. In one moment was suddenly created spark and fire appeared for a few seconds, and the resulting explosion. These are stories of surviving workers who worked in the room. Lucky, he was close to the exit of the room at the moment he saw sparks and flames in a single step was able to run outside. The room contained the raw materials for daily use and over about twenty finished cylindrical packaging pyrotechnic products. It is considered that the reason for the explosion is human factor. From photo documentation of the crime scene investigation crime police see an open mobile phone, cigarette lighter (which is not allowed to use such technological processes). This all happened at the end of the day around 16:30h. During the operation, the room door was open because of the heat and strong evaporation of chemicals (natural ventilation).

Acetone used in the work process has DGE 4.2% and 8% of the FMU [1]. Explosive that was used for the coating has just that effect to use the throttle and make it bigger. This kind of explosives (gunpowder) was explosive materials in which the basic form of CBRN decomposition is burning flames. Speed of combustion is relatively small (a few millimeters to a few dozen centimeters per second) and controlled, but still enough to exploit the kinetic energy of the gas products formed in the combustion process aiming launching projects in the pipe on weapons missiles, pyrotechnics Gun powder today the most used we can divide them into two groups:

- a homogeneous propellants or propellants colloidal type;
- composite propellants or propellants - mechanical mixtures.

Ventilation and ventilation system it was only natural draft and aerating. Windows were closed. Flammable acetone vapors were present, the powder dust and finished pyrotechnic products. From high flame temperature and speed of combustion intermediates, pressure explosion and detonation damage to workspace and severe consequences to workers.

6. FIRE INTERVENTION

On July 24, 2014 at 16:35 pm received info for the fire and explosion at the factory for the production of pyrotechnic materials. It was reported that there are injured persons. Fire unit is situated about 12 km from the city events [1]. On-site were sent three fire engines and eight firemen. Needed time to come, it was about 10 minutes due to traffic of shortcuts and more difficult access area. When firefighters arrived on the scene in front of the object were two workers with severe injuries and burns that have been transferred to the city hospital ambulance and the other two with some minor injuries were transferred with the private car. The fire was extinguished with the first use of fire extinguishers powder on the side of the other officials present there, and then was used jet water. Damage of the property is minimal, but a great human loss. On the map, figure No.4 shown the burned house and road of coming to the fire intervention.

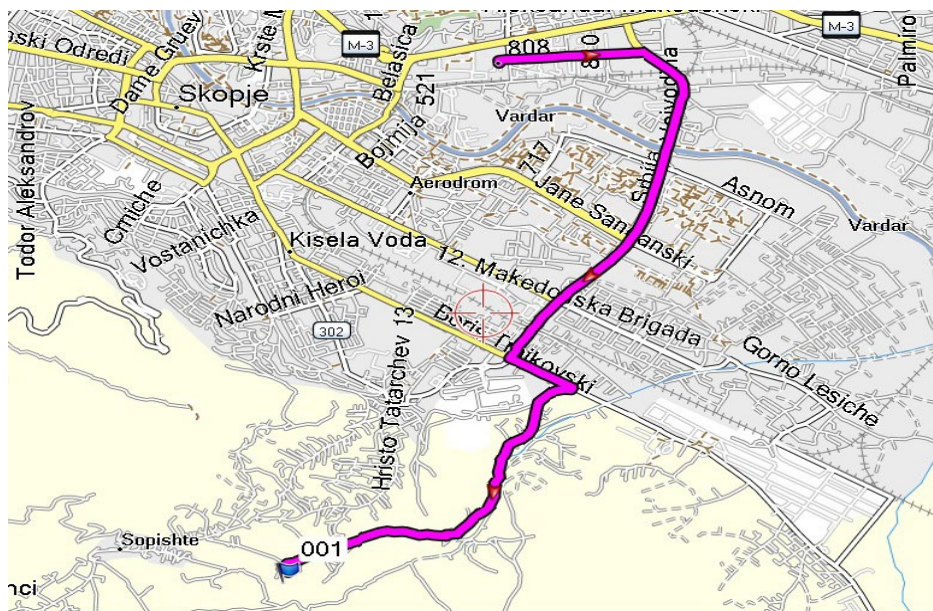


Figure 4. Fire brigade access route to the factory

7. CONCLUSION

Dangerous technological processes which produce pyrotechnic articles require the application of regulations and standards that eliminates all the factors that can lead to the formation of a fire or explosion. National inspection authorities should make more inspections and control of all dangerous technological processes through the application of labor legislation and the implementation of preventive and technical measures safety & security from fire and explosion, risk assessment for the working place, meet the necessary qualifications and conduct the necessary training to workers with hazardous materials. Official information [8, 9, 10, 11] of relevant inspections as well this accident showed lot of shortcomings noted in the technological process of work and implementation of the required level of fire protection and explosion. Three people were killed, led to criminal court proceedings against the owner of the company, and the company has extended the work.

8. REFERENCES

- [1] Neshkoski Z.: Fire protection in urban areas, Fire Union of Macedonia, Skopje, 2012;
- [2] IX-Professional Assembly, Proceedings, Croatian Fire Community, PGZ, Rijeka, Opatija, 2013;
- [3] XII-Professional Assembly, Proceedings, Croatian Fire Community, PGZ, Rijeka, Opatija, 2016;
- [4] The “Law for the Protection of explosive substances” (Official Gazette of RM “No. 4/1978), which was revised and supplemented repeatedly and in 1988, 1990, 1993, 2007, 2008 and 2012;
- [5] Law on Safety and Health at Work (“Off. Gazette of RM” no. 53/2013);
Đ. Pavelić, Hazardous substances, Mi Star Zagreb 2000;
- [6] Her Majesty the Queen in Right of Canada, Display Fireworks Manual, Second Edition, 2010;
- [7]
- [8] <https://www.youtube.com/watch?v=7CdOVUwDHHI> (July 2016);;
- [9] <https://www.youtube.com/watch?v=6w8gKJu9fqI> (July 2016);
- [10] <https://www.youtube.com/watch?v=gq6A1zZS92I> (July 2016);
- [11] <https://www.youtube.com/watch?v=PnOsgt-uIrs> (July 2016);
- [12] <https://www.icemak.com> (July 2016);
<https://www.googlemaps> (July 2016).

Marko VUČETIĆ¹
Željko ŠPANJOL²
Nera BAKŠIĆ³
Mensur FERHATOVIĆ⁴

KLIMATSKI (I VEGETACIJSKI) POKAZATELJI POTENCIJALNE OPASNOSTI OD POŽARA OTVORENOG PROSTORA U REPUBLICI HRVATSKOJ

Sažetak: Trend povećanja opožarene površine, broja požara, njihovog intenziteta i žestine, u području Mediterana, posljedica je povećanja temperaturnih ekstrema i povećanja učestalosti toplinskih valova s maksimalnom dnevnom temperaturom zraka iznad 30 °C. Brojni klimatski scenariji za područje Europe predviđaju intenzivnije, češće i dugotrajnije valove vrućine u drugoj polovici 21. stoljeća pa će glavni izazov održivog gospodarenja šumama na području Mediterana biti borba sa šumskim požarima. U radu je prikazana prostorna razdioba područja ugroženih toplinskim stresom na području Hrvatske koja izdvaja jadransko područje kao najugroženije s obzirom na klimatske promjene. U vrijeme sušnih i vrućih razdoblja područje ugroženosti od požara širi se od jadranske obale prema unutrašnjosti. Analizom klimatskih pokazatelja ukazuje se na činjenicu da u budućnosti možemo očekivati sve veću opasnost od požara otvorenog prostora u Hrvatskoj po prostornoj i sezonskoj ugrozi.

Ključne riječi: klimatske promjene, srednja mjesečna žestina, srednja sezonska žestina, toplinski stres, suša

CLIMATE (AND VEGETATION) INDICATORS OF POTENTIAL OPEN SPACE FIRE RISK IN THE REPUBLIC OF CROATIA

Abstract: The trend of increasing fire-affected areas, number of fires, their intensity and severity, in the Mediterranean region, is the result of increased temperature extremes and increased frequency of heat waves with maximum daily air temperature above 30 °C. A number of climate scenarios for Europe predict more intense, more frequent and longer-lasting heat waves in the second half of the 21st century and the main challenge of sustainable forest management in the Mediterranean region will certainly be a fight with forest fires. This paper presents the spatial distribution of areas affected by thermal stress in Croatia, where the Adriatic area stands out as the most vulnerable with respect to the climate change. During dry and hot periods, the area of fire risk is spreading from the Adriatic coast towards interior. The analysis of climate indicators points to the fact that in the future we can expect an increased open space fire risk in Croatia, in terms of spatial and seasonal endanger.

Key words: climate change, mean monthly severity rating, mean seasonal severity rating, thermal stress, drought

¹ Dipl.ing., Državni hidrometeorološki zavod, Grič 3, Zagreb, mvucetic@cirus.dhz.hr

² Prof.dr.sc., Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska 25, spanjol@sumfak.hr

³ Dipl.ing.šum., Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska 25, nmarkovic@sumfak.hr

⁴ Mr.sc., Udruga profesionalnih vatrogasaca Hrvatske, Ksaverska 107, Zagreb, fermen1963@gmail.com

1. UVOD

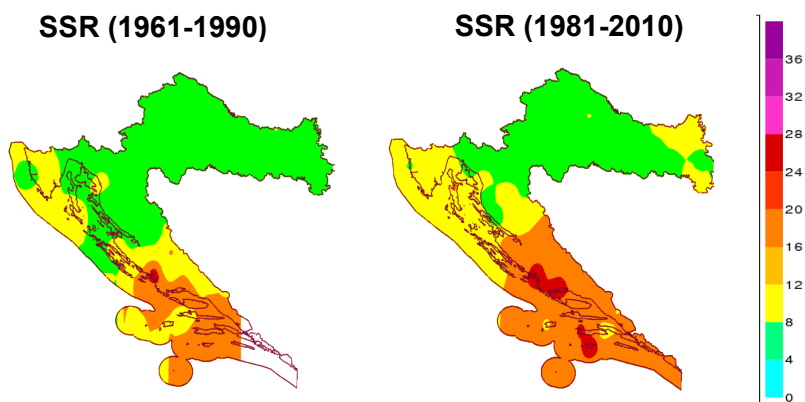
Pojava i širenje požara otvorenog prostora ovisi o brojnim čimbenicima, od kojih su neki prirodni, a drugi su vezani uz ljudske aktivnosti. Prirodni čimbenici koji utječu na požare otvorenog prostora mogu biti vegetacijski, geološki, geomorfološki, pedološki itd. No, sve značajniji utjecaj na nastanak i širenje požara otvorenog prostora imaju klimatske prilike. Taj je utjecaj posebno naglašen u posljednjih nekoliko desetljeća u kojima je prisutan generalni trend povećanja opožarene površine, učestalosti požara, njihovog intenziteta i žestine. Na području Mediterana se u posljednja tri desetljeća, uslijed aktualnih klimatskih promjena, opožarena površina značajno povećala (www.fao.org). Prema izvješću Europske komisije (2015), preko 50 000 šumskih požara godišnje na području Mediterana uništi više od 500 000 ha površine, što je dvostruko više nego sedamdesetih godina prošlog stoljeća. Najveći izazov održivog gospodarenja šumama na području Mediterana jest borba protiv šumskih požara, koji predstavljaju sveprisutnu i rastuću prijetnju.

2. POKAZATELJI OPASNOSTI OD POŽARA

Svako mjesto ima svoj požarni režim koji je definiran učestalošću požara i prosječnom godišnjom izgorenom površinom, ali može se opisati i pomoću izvedenih veličina koje su rezultat međudjelovanja vlažnosti/suhoće prirodnog gorivog materijala i vremenskih prilika određenog kraja. Neke od takvih veličina su i dnevna (DSR-Daily Severity Rating), mjesečna (MSR- Monthly Severity Rating) ili sezonska (SSR- Seasonal Severity Rating) ocjena žestine. Pod sezonskom ocjenom žestine smatra se procjena potencijalne ugroženosti od šumskih požara za vrijeme požarne sezone s obzirom na vremenske i klimatske uvjete. Za ocjenu srednjih vrijednosti mjesečne i sezonske ocjene žestine primjenjuje se kanadska metoda za procjenu opasnosti od požara (*Canadian Forest Fire Weather Index System* (CFFWIS)), poznatija kao FWI (*Fire Weather Index*), a koja se već 30 godina operativno primjenjuje u Državnom hidrometeorološkom zavodu. Ocjena žestine u sebi sadrži meteorološke uvjete i stanje vlažnosti mrtvog šumskog gorivog materijala. Stoga MSR i SSR služe za klimatsko-požarni prikaz prosječnog stanja na nekom području po mjesecima u toplom dijelu godine (svibanj–listopad) i za požarnu sezonu od lipnja do rujna. Općenito se smatra da je potencijalna opasnost od požara raslinja vrlo velika ako je $SSR > 7$.

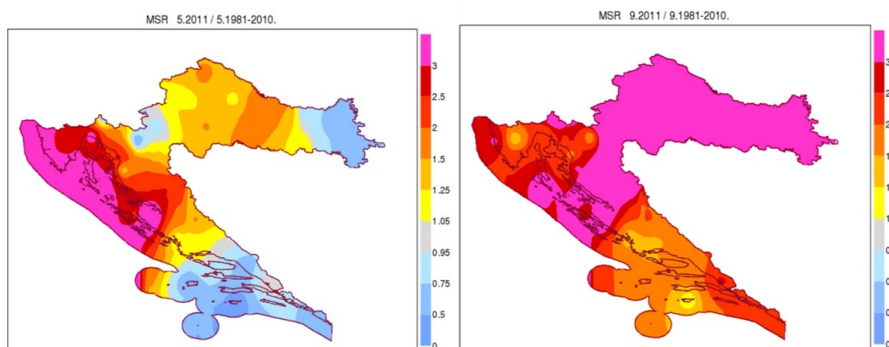
U požarnoj je sezoni, prema razdoblju 1981–2010, najugroženije područje u Hrvatskoj, s obzirom na požare raslinja, dalmatinska obala s otocima i dalmatinsko zaleđe (Barešić, 2011). Glavni razlozi su dugotrajna sušna razdoblja s visokom temperaturom zraka. Tu potencijalnu opasnost od šumskih požara svakako povećava i ljudski čimbenik zbog povećanog broja turista u ljetnim mjesecima. Srednje vrijednosti SSR na tom području su uglavnom u rasponu od 8 do 12 s izuzetkom okolice Splita, otoka Lastova i zapadnog dijela otoka Korčule gdje dosežu vrijednosti SSR gotovo 16. Cijeli sjeverni Jadran, ali i dio gorske Hrvatske (Lika) imaju umjerene do velike vrijednosti SSR (4–8), a na dijelu Cresa i u području oko Pule javlja se čak i vrlo visoka opasnost od požara (8–12). Posebno su vidljive promjene koje su se zbile u istočnom dijelu kontinentalne Hrvatske. Nekada ne toliko ugroženo područje Baranje i okolice Županje, s obzirom na požare na otvorenom, sada pokazuje povećane vrijednosti SSR od 4 do 8.

Prostorna analiza srednjih sezonskih žestina (SSR) posljednja tri desetljeća je pokazala širenje područja s velikom potencijalnom opasnošću od požara raslinja od dalmatinskih otoka i obale prema zaleđu u odnosu na standardno klimatsko razdoblje 1961–1990. Međutim, područje od umjerene do velike opasnosti proširilo se na sjeverni Jadran, kao i na istočnu Slavoniju. Svakako da je još uvijek najugroženije područje srednji Jadran s obzirom na pojavu požara raslinja u ljetnim mjesecima kada vladaju duga sušna razdoblja s visokom temperaturom zraka. Iz svega je vidljivo da se područja s povećanom potencijalnom opasnošću od požara raslinja nezaustavljivo šire. Osim prostorne promjene očekuje se i vremenska promjena u produljenju požarne sezone od svibnja do listopada, zbog klimatskih promjena. Ovi rezultati se uklapaju u širu sliku širenja područja velike ugroženosti od požara raslinja na Sredozemlju i istočnoj Europi u ljetnim mjesecima.



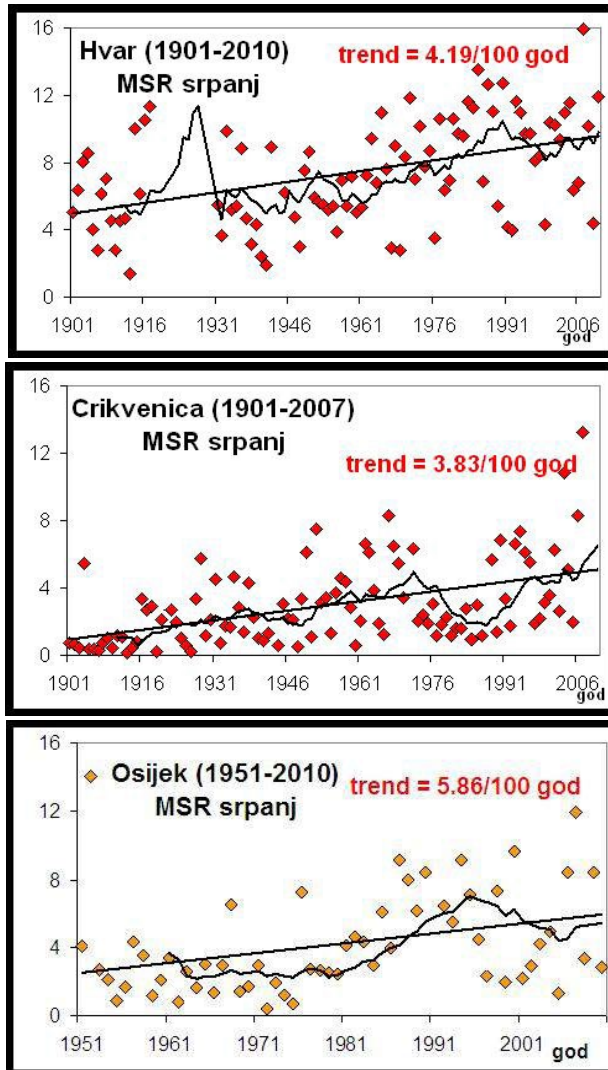
Slika 1. Srednja sezonska žestina (SSR) na području Hrvatske u razdobljima 1961–1990. (lijevo, bijelo područje – ne raspolaže se meteorološkim podacima u digitalnom obliku u tom razdoblju i 1981–2010. (desno) (Barešić, 2011).

Analiza ocjene mjesečne žestine (MSR) na primjeru za 2011. godinu pokazuje opći trend produljenja sezone opasnosti od požara raslinja i to raniji početak (svibanj) te kasniji završetak (rujan) sezone (slika 2). Također, uočljivo je znatno povećanje vrijednosti MSR za cijelo područje Hrvatske u rujnu 2011.



Slika 2. Srednja mjesečna žestina (MSR) na području Hrvatske za 5. i 9. mjesec 2011. prikazana kao razlika od srednje mjesečne žestine (MSR) u razdobljima 1961–1990.

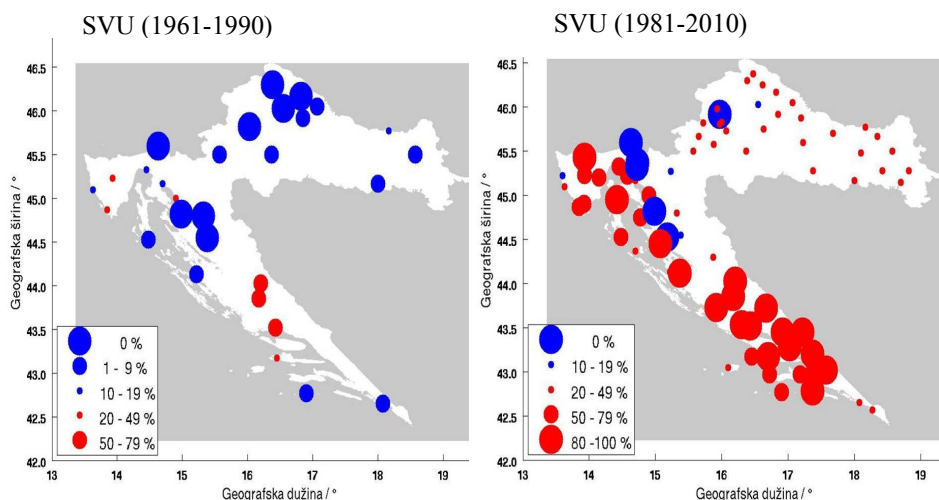
Prema proračunu linearnog trenda MSR za srpanj (slika 3) vidljivo je njegovo povećanje za sve tri prikazane meteorološke postaje koje imaju duge nizove meteoroloških motrenja. Prema analizama linearnih trendova vrijednosti za sve tri postaje za srpanj su statistički signifikantne.



Slika 3. Linearni trend srednje mjesečne žestine (MSR) za srpanj za meteorološke postaje Hvar, Crikvenica i Osijek.

Toplinski stres je također pokazatelj povoljnih vremenskih uvjeta za nastanak i širenje požara raslinja. Ekstremno visoke temperature, osobito ako su dugotrajne, pokazatelj su vremenskog stanja koje pospješuje isušivanje mrtvog gorivog materijala na tlu, ali i

vegetacije općenito, te se na taj način povećava potencijalna opasnost od požara raslinja u toplom dijelu godine. Vrući dani su definirani kao dani s maksimalnom dnevnom temperaturom zraka od 30 °C i više. Razdoblje od deset uzastopnih vrućih dana, kojim je definiran toplinski stres, neizravno uključuje i kriterij suše. Dakle, u takvom definiranju povoljnih vremenskih uvjeta za nastanak i širenje požara raslinja ukazuje se na vrućine (vruća razdoblja) koje djeluju u sprezi sa sušnim razdobljima. Prema raznim klimatskim scenarijima očekuju se intenzivniji, češći i dugotrajniji valovi vrućine u Europi u drugoj polovici 21. stoljeća. Prostorna razdioba ugroženih područja od toplinskog stresa na području Hrvatske potvrđuje da je jadransko područje najugroženije s obzirom na klimatske promjene kod nas, a u Europi Sredozemlje (Feist, 2011). Ono se, u posljednja tri desetljeća, širi od jadranske obale prema unutrašnjosti Hrvatske, odnosno od juga prema sjeveru i od istoka prema zapadu. Pokazuje se i znatno povećani broj vrućih dana te broj razdoblja s više od deset uzastopnih vrućih dana posljednjih 30 godina u odnosu na standardno klimatsko razdoblje 1961-1990.



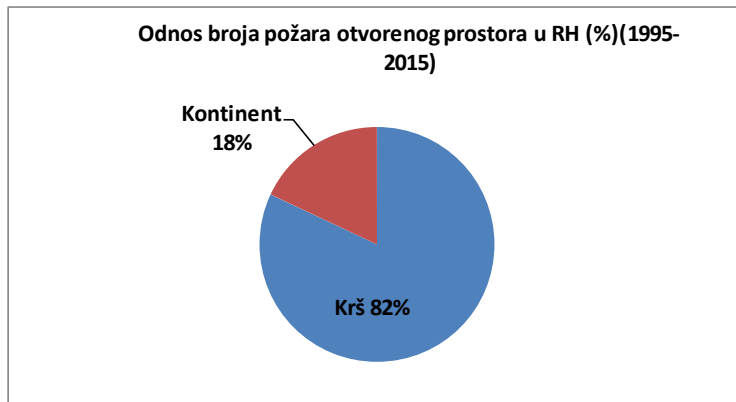
Slika 4. Sezonska vjerojatnost ugroženosti (SVU) od 10 i više uzastopnih dana s maksimalnom dnevnom temperaturom zraka $\geq 30^{\circ}\text{C}$ za odabrane meteorološke postaje u razdobljima 1961-1990. i 1981-2010.

Može se zaključiti da će se promjene koje se događaju posljednjih nekoliko desetljeća na području Hrvatske nastaviti događati i u budućnosti, što znači daljnje povećanje temperaturnih ekstrema te povećanje učestalosti toplinskih valova s maksimalnom dnevnom temperaturom zraka većom od 30 °C.

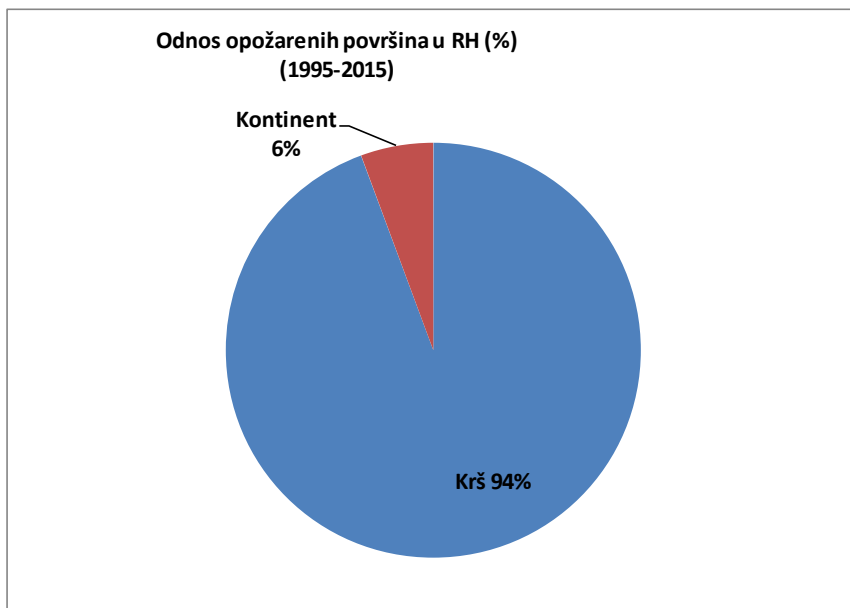
3. ŠUMSKI POŽARI U REPUBLICI HRVATSKOJ (1995-2015)

U razdoblju od 1995. do 2015. godine u Republici Hrvatskoj bilo je sveukupno 5555 požara šumskog i ostalog zemljišta, a ukupno je opožareno 268 419,19 ha. U navedenom dvadesetjednogodišnjem razdoblju, godišnji prosjek iznosi 265 požara s prosječno godišnje

opožarenom površinom od 12 781,87 ha. Odnos broja požara i opožarenih površina za područje krša i za područje kontinenta u razdoblju 1995-2015. godine prikazan je na slikama 5. i 6.

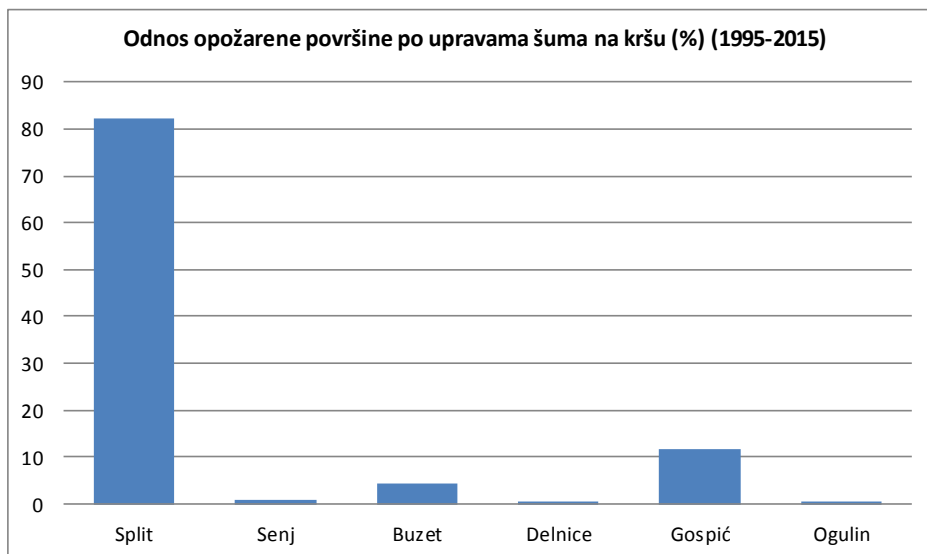


Slika 5. Odnos broja požara otvorenog prostora u Republici Hrvatskoj (%) (1995-2015)



Slika 6. Odnos opožarenih površina u Republici Hrvatskoj (%) (1995-2015)

Područje krša značajno je ugroženije požarima otvorenog prostora, i po broju i po opožarenoj površini. Od uprava šuma na krškom području ističe se Uprava šuma podružnica Split, koja u ukupno opožarenoj površini na kršu sudjeluje sa 82% (slika 7). Slijede Uprava šuma podružnica Gospić te Uprava šuma podružnica Buzet.



Slika 7. Odnos opožarene površine po upravama šuma na kršu (%) (1995-2015)

Uzrok nastanka velikog dijela (60-70%) požara ostaje nepoznat. Od poznatih uzroka, samo je 10% nastalo prirodno (udarom groma), a 90% je posljedica slučajnog ili namjernog djelovanja čovjeka (nepažnja, paljenje poljoprivrednog otpada, namjerno paljenje, promet, električni vodovi, mine i ostalo). Promatramo li sezonsku dinamiku požara, imamo dva kritična razdoblja. Prvo kritično razdoblje javlja se u kasnu zimu i rano proljeće (II, III, IV mjesec) i vezano je uz poljodjelske radove, a udio broja požara tog razdoblja iznosi više od 30% od ukupnog godišnjeg broja požara. Iako su požari u tom razdoblju česti, nisu velikih ili katastrofalnih razmjera. Drugo kritično razdoblje je u ljetnim mjesecima (VII, VIII, IX mjesec), kada nastane oko 50% godišnjeg broja požara. Prosječna izgorena površina po jednom požaru je najrelevantniji podatak kada opisujemo požare jer daje sliku cjelokupnog vatrogasnog ustroja: brzinu opažanja, dojave, intervencije, tehničku pripremljenost, kvalitetu infrastrukture i dr. Kod uređenog sustava ta površina ne bi trebala biti veća od 10 ha. U Republici Hrvatskoj prosječna izgorena površina po jednom požaru iznosi 48,32 ha. Ta vrijednost za krško područje iznosi čak 55,7 ha, a za kontinentalno područje 14,72 ha.

Tablica 1. Procjena šteta na drvnoj masi i općekorisnim funkcijama šuma (2008.-2014.)

	KRŠKO PODRUČJE (kn)	KONTINENTALNO PODRUČJE (kn)	UKUPNO (kn)
	2008.-2014.	2008.-2014.	2008.-2014.
Oštećena drvena masa-visina štete	386.319.745,00	61.689.973,00	448.009.718,00
Štete na općekorisnim funkcijama	1.135.588.054,00	37.848.865,00	1.173.436.919,00
UKUPNO	1.521.907.799,00	99.538.838,00	1.621.446.637,00

Ukupna procjenjena šteta nastala u razdoblju 2008-2014. godine veća je od 1,6 milijardi kuna, od čega je gotovo 94% nastalo na krškom području (Tablica 1). Preko 72% tog iznosa odnosi se na štete nastale na općekorisnim funkcijama šuma.

4. RASPRAVA I ZAKLJUČAK

Požar raslinja se ispravno svrstava u skupinu elementarnih nepogoda. No, nastanak požara raslinja izravno je vezan uz drugu elementarnu nepogodu, a to je suša. Suša je u Hrvatskoj najčešća elementarna nepogoda koja uzrokuje najveće gospodarske štete (38 % od ukupnih šteta), dok su požari zastupljeni sa 7 % od ukupnih šteta (DHMZ). Iz analiziranih klimatskih podataka vezanih za sušna i vruća razdoblja možemo zaključiti da je i dalje najugroženije stenomediteransko vegetacijsko područje šuma alepskog bora (*Pinus halepensis* Mill.). Međutim, sve je više ugroženo područje eumediteranskih i hemimediteranskih vazdazelenih šuma hrasta crnike (*Quercus ilex* L.), mediteranske šume crnog bora (*Pinus nigra* J.F.Arnold) te kulture ostalih borova. Ugroženost submediteranskih i epimediteranskih termofilnih listopadnih šuma hrasta medunca (*Quercus pubescens* Willd.) s bjelograbićem (*Carpinus orientalis* Mill.) ili crnim grabom (*Ostrya carpinifolia* Scop.) također je veća. Učestalija sušna i vruća razdoblja dovela su do sve većeg broja požara u istočnoj (panonskoj) Hrvatskoj, u ritskim šumama vrba (*Salix* sp.) te nizinskim šumama hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.). Posebnu opasnost predstavljaju požari u mladim sastojinama u fazi obnove šuma u stadiju ponika i pomladka. Područje ugroženosti od požara za vrijeme sušnih i vrućih razdoblja, sve više obuhvaća brdska i planinska područja što u posljednje vrijeme potvrđuju sve češći i veći požari u šumama jele (*Abies alba* Mill.), smreke (*Picea abies* (L.) H.Karst.) i bukve (*Fagus sylvatica* L.). Iznesena analiza klimatskih pokazatelja ukazuje da možemo očekivati sve veću opasnost od požara otvorenog prostora u Republici Hrvatskoj po prostornoj i sezonskoj ugrozi.

Područje Mediterana je, osim zbog klimatskih prilika, dodatno ugroženo zbog socio-ekonomskih promjena nastalih tijekom proteklih desetljeća. Naime, industrijski razvoj je doveo do depopulacije ruralnih područja, koja je za posljedicu imala napuštanje zemljišta i tradicionalnog načina života pa se prirodna vegetacija na tim područjima uspješno obnovila, ali je istovremeno došlo do akumulacije velike količine goriva. Predviđeno daljnje povećanje temperaturnih ekstrema te povećanje učestalosti toplinskih valova s maksimalnom dnevnom temperaturom zraka većom od 30 °C, uz velike količine akumuliranog goriva koje je u takvim uvjetima izrazito suho, predstavlja izrazito veliku potencijalnu opasnost od nastanka i širenja požara otvorenog prostora.

U cilju sprječavanja nastanka te smanjivanja šteta nastalih požarima otvorenog prostora, smjernice za iduće razdoblje trebaju:

- Podizati razinu svijesti stanovništva i turista o problematici požara otvorenog prostora. Ovo je jako važna preventivna mjera, uzimajući u obzir već spomenuti podatak da je 90 % požara posljedica čovjekovih aktivnosti.
- Podizati razinu svijesti svih interesnih skupina o važnosti sprječavanja požara otvorenog prostora, o potrebi poboljšanja prevencije i gašenja požara te važnosti sanacije požarišta.
- Obučavati interesne skupine na svim razinama o integriranom upravljanju šumskim

požarima te o tehnikama prevencije i kontroliranja požara putem edukacijsko-promidžbenih programa. Sukladno interesima struke poboljšati organizacijski sustav koji uključuje sve sudionike: Državna uprava za zaštitu i spašavanje, Hrvatska vatrogasna zajednica (javne i dobrovoljne vatrogasne postrojbe), Ministarstvo unutarnjih poslova, Lokalna uprava i samouprava, Javna poduzeća (šume, vodoprivreda, infrastruktura, promet i dr.), Državni hidrometeorološki zavod, Ministarstvo poljoprivrede (poljoprivredna savjetodavna služba), Hrvatsko agrometeorološko društvo, Ministarstvo obrane.

- Usklađivati pojedine sektorske zakone i propise (šumarstvo, zaštita prirode, zaštita okoliša, vatrogastvo, turizam, lokalna uprava i samouprava i dr.) i pripremati zakonodavne prijedloge o integriranom upravljanju šumskim požarima.
- Razvijati informacijski sustav o šumskim požarima (dio okolišnog informacijskog sustava) koji će obuhvaćati podatke o požarima (regionalno, upravama šuma, tipu vegetacije i sl.), elemente nadzora, predviđanja, upozorenja, praćenja kretanja većih požara. Navedeni sustav mora sadržavati mjere planiranja, donošenja odluka i strateških planova intervencija.
- Izraditi vlastiti model klasifikacije vegetacije u odnosu na gorivost (Fuel Models).
- Istraživati i razvijati metode obnove i sanacije izgorjenih površina.
- Istraživati i razvijati modele pojave i širenja šumskih požara.

5. LITERATURA

- [1] Barešić, D. (2011): Utjecaj klimatskih promjena na opasnost od požara raslinja u Hrvatskoj. Geofizički odsjek PMF, Sveučilište u Zagrebu.
- [2] European Commission, 2015. Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa 2014. EUR 27400 EN– Joint Research Centre – Institute for Environment and Sustainability, Publications Office of the European Union, Luxembourg, pp. 107. doi: 10.2788/224527.
- [3] Feist, O. (2011): Analiza toplinskog stresa za potrebe poljodjelstva u Hrvatskoj u prošlim, sadašnjim i budućim klimatskim uvjetima. Geofizički odsjek PMF, Sveučilište u Zagrebu.
- [4] Godišnja izvješća o šumskim požarima, Hrvatske šume d.o.o.
- [5] Meteorološki podaci – Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb.
- [6] www.fao.org



Roman ROSAVEC¹
Željko ŠPANJOL²
Mensur FERHATOVIĆ³
Edvina ČEHAJIĆ⁴

ZAPALJIVOST NEKIH MEDITERANSKIH VRSTA KOD ŠUMSKIH POŽARA KAO ČIMBENIK PROTUPOŽARNE PREVENTIVE I VATROGASNE OPERATIVE

Sažetak: Područja u kojima nastaje najveći broj požara pokazuju značajnu varijabilnost i razlike u temperaturi zraka, zračnoj vlazi i količini oborina. Navedeni čimbenici imaju velik utjecaj na odgodu zapaljivosti, trajanje gorenja i sadržaj vlage mediteranskih vrsta drveća i grmlja. Sadržaj vlage živog goriva pokazao se kao presudni faktor u odgodi zapaljivosti i trajanju gorenja. Istraživanja su obavljena na lokalitetima: otok Rab i Makarska, na deset glavnih drvenastih vrsta eumediteranskog područja RH. Rezultatima je utvrđena srednja vrijednost sadržaja vlage svih testiranih vrsta na oba lokaliteta. Postoje razlike u odgodi zapaljivosti između testiranih vrsta po lokacijama, kao i testiranih vrsta na lokaciji. Trajanje gorenja također se razlikuje s obzirom na vrstu i lokaciju. Veću pažnju potrebno je posvetiti znanstvenoistraživačkom radu u problematici šumskih požara. Bitna je i implementacija dobivenih rezultata u korištene sustave procjene ugroženosti, kao i pokretanje nekih novih tehnologija. Dobiveni rezultati osiguravaju mogućnost izrade karte zapaljivosti vegetacije, tablica tipova vegetacije s obzirom na zapaljivost i gorivost, te modela širenja požara.

Ključne riječi: zapaljivost mediteranskih vrsta, šumski požari, vatrogasci

FLAMMABILITY OF SOME MEDITERRANEAN TYPES IN FOREST FIRES AS A FACTOR OF FIRE PREVENTION AND FIRE OPERATIVE

Abstract: Areas in which we have the biggest number of wildfires show significant variability and differences in air temperature, air humidity and rainfall. These factors have a major impact on the postponement of flammability, burning time and moisture content of Mediterranean species of trees and shrubs. The moisture content of the live fuels proved to be a decisive factor in the postponement of the flammability and burning time. The research was done at the sites: Rab and Makarska, on the ten main tree species of the eumediterranean areas of Croatia. The results have determined the average value of the moisture content of all species tested at both sites. There are differences in flammability delay between species tested at Rab and Makarska, as well as the species tested at the same site. Burning time also varies according to the type and location. More attention should be given to scientific research into the issue of forest fires. It is essential to implement our results in using systems in risk assessment, as well as develop some new technologies. The results provide possibility to map flammability of vegetation, make tables types of vegetation due to the flammability and combustibility and fire spreading models.

Key words: flammability of Mediterranean species, wildfires, firefighters

¹ Dr.sc., Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska 25, rrosavec@sumfak.hr

² Prof.dr.sc. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska 25, spanjol@sumfak.hr

³ Mr.sc., Javna vatrogasna postrojba Grada Rijeke, Krešimirova 38, Rijeka, fermen1963@gmail.com

⁴ Bacc.ing.sec., F.M.KONZALTING d.o.o. Turkovo 14/2, Rijeka, edvina.cehajic@gmail.com

1. UVOD

Posljednjih godina mediteranska regija je često zahvaćena požarima. Sve veći broj požara svakako degradira mediteranski ekosistem i narušava njegovu stabilnost što dovodi do smanjenja bioraznolikosti i povećanja opustošenih prostora. Kada se govori o čimbenicima nastanka i širenja šumskih požara, vegetacijske karakteristike, odnosno gorivi materijal i klimatski čimbenici (poprečne atmosferske prilike) najodlučniji su i najznačajniji faktori prirodnog nastanka i širenja šumskih požara. Potom su tu geološka građa, reljef i pedološke karakteristike. Vegetacijski elementi baziraju se na pokrovnosti vegetacijom, tipu, sadržaju vlage i dostupnosti gorivog materijala (Pyne i dr., 1996; Pellizzaro i dr., 2007). Poznavanje obilježja šumskih goriva jedan je od najvažnijih faktora. U prvom redu, najznačajnija obilježja su zapaljivost i, kako ističe Dimitrakopoulos (2001), klasifikacija s obzirom na zapaljivost, zatim gorivost te sadržaj vlage goriva. Stoga, bolje razumijevanje klimatskim uvjeta i vegetacijskih karakteristika u pogledu zapaljivosti i sadržaja vlage goriva te njihovog međusobnog odnosa može doprinijeti poboljšanju spoznaja o protupožarnoj problematici i identificirati kritične periode visokog rizika od šumskih požara.

2. MATERIJAL I METODE

Testiranje odgode zapaljivosti i trajanja gorenja te utvrđivanje sadržaja vlage živog goriva obavljeno je u razdoblju od lipnja 2007. godine do lipnja 2009. godine na Rabu i u Makarskoj. Kod testiranja odgode zapaljivosti i trajanja gorenja živog goriva te utvrđivanja sadržaja vlage živog goriva, kao i kod testiranja dnevnih promjena sadržaja vlage mrtvog goriva, u obzir su uzete mediteranske vrste drveća i grmlja koje se smatraju reprezentativnima za dobivanje potpune slike šumske vegetacije toplijeg mediteranskog dijela Hrvatske (eumediterana). Zato su testirane: hrast crnika (*Quercus ilex* L.), lemprika (*Viburnum tinus* L.), obična planika (*Arbutus unedo* L.), obična mirta (*Myrtus communis* L.), tršlja (*Pistacia lentiscus* L.), širokolisna zelenika (*Phillyrea latifolia* L.), šmrika (*Juniperus oxycedrus* L.), veliki vrijes (*Erica arborea* L.), primorski bor (*Pinus pinaster* Aiton) i alepski bor (*Pinus halepensis* Mill.).



Slika 1. Uzorci spremni za testiranje

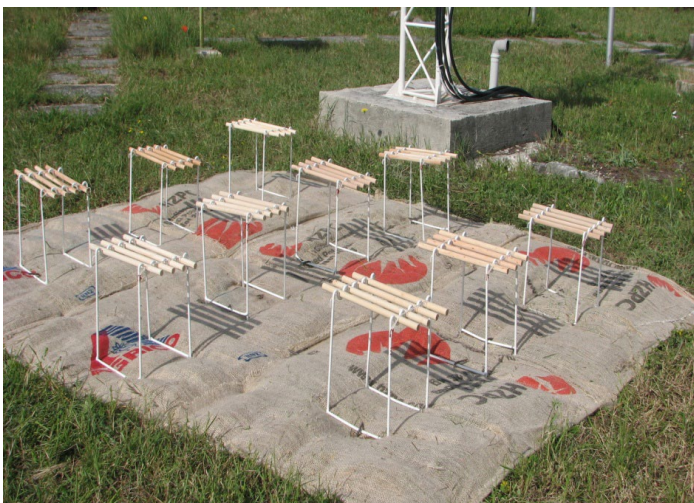
Testiranje se obavljalo u dvije serije, od kojih je svaka imala po 25 uzoraka. Metodologijom je za mjerenje odgode zapaljivosti i trajanja gorenja propisano korištenje epiradiateura (laboratorijsko električno grijalo), tip 534 Rc2, proizvođača Quartz Saint-Gobain, snage 500 W.



Slika 2. Testiranje

Sadržaj vlage testiranih uzoraka, odnosno sadržaj vlage živog goriva dobiven je pomoću standardizirane jednadžbe za utvrđivanje sadržaja vlage (postotno od suhe težine) metodom sušenja u sušioniku.

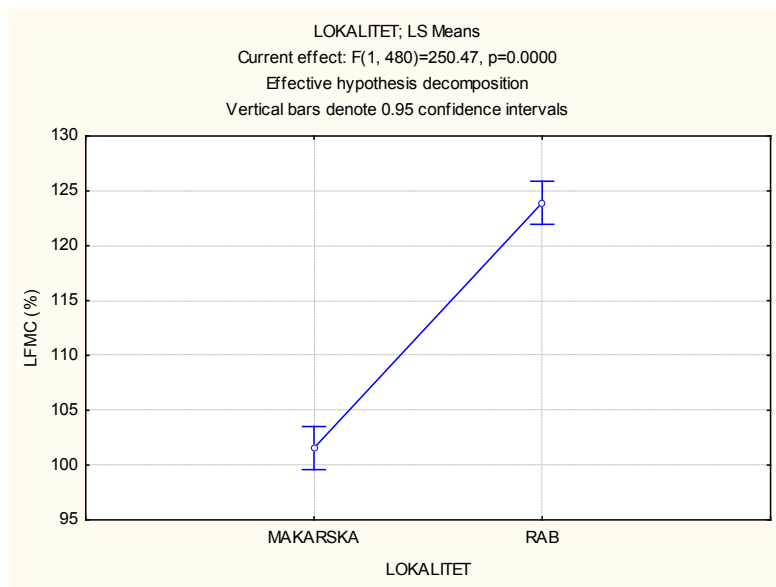
U svrhu utvrđivanja dnevnih promjena sadržaja vlage mrtvog goriva, na previđenim lokacijama sakupljen je pokusni materijal koji je odnesen na sušenje u sušaru kako bi se mogao obraditi i kako bi se mogli izraditi etalonski (pokusni) štapići (slika 3).



Slika 3. Etalonski štapići

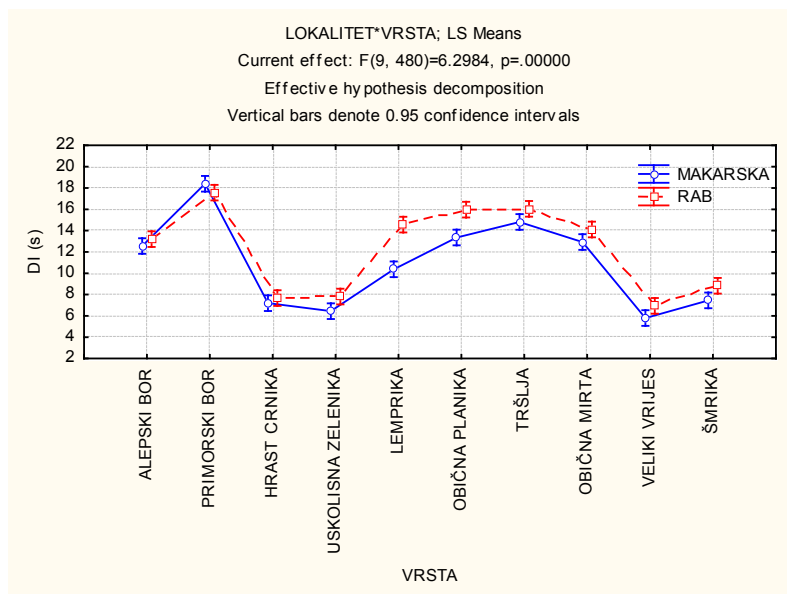
Sve statističke analize i grafički prikazi napravljeni su koristeći statističke pakete SAS i STATISTISA 7.

3. REZULTATI



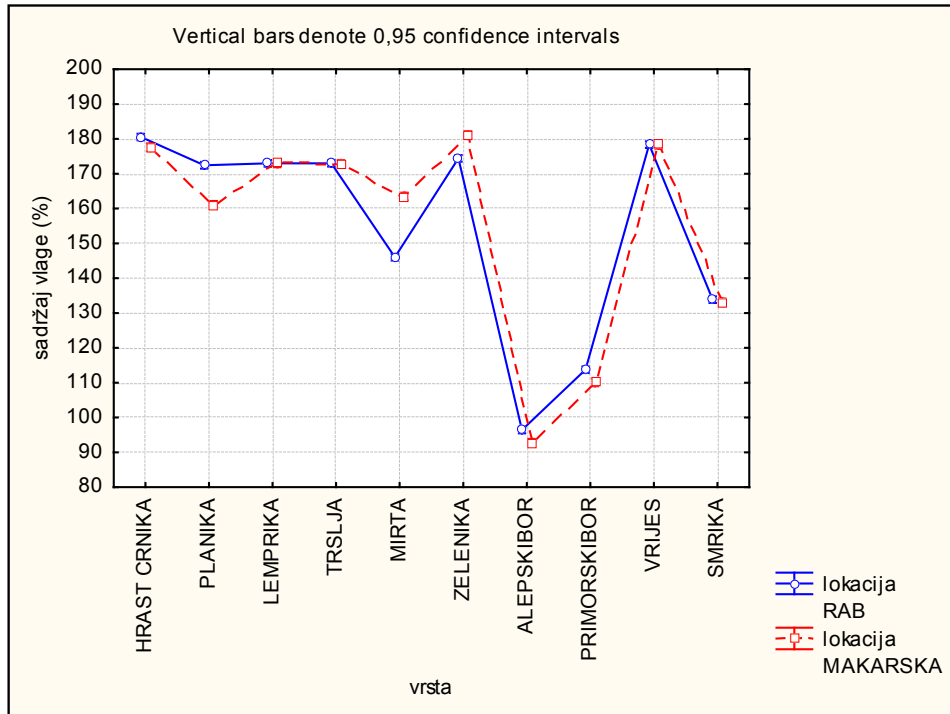
Slika 4. Srednja vrijednost sadržaja vlage svih testiranih vrsta na oba lokaliteta

Sadržaj vlage živog goriva (LFMC) u Makarskoj iznosi ispod 105 % i manji je u odnosu na sadržaj vlage živog goriva (LFMC) na Rabu koji iznosi preko 120 %.



Slika 5. Odgoda zapaljivosti između testiranih vrsta po lokacijama

Sve vrste u Makarskoj imaju kraću odgodu zapaljivosti u odnosu na odgodu zapaljivosti na Rabu. Izuzetak je jedino primorski bor (*Pinus pinaster* Aiton.) čija je odgoda zapaljivosti kraća na Rabu (slika 5).



Slika 6. Sadržaj vlage mrtvog goriva

Sadržaj vlage mrtvog goriva u pravilu je neznatno manji u Makarskoj nego na Rabu. Veću varijabilnost pokazuju samo obična planika (*Arbutus unedo* L.) i obična mirta (*Myrtus communis* L.). Na Rabu na sadržaj vlage mrtvog goriva podjednako značajno utječu srednja dnevna zračna vlaga, srednja dnevna temperatura zraka i dnevna količina oborina, za razliku od Makarske gdje utjecaj srednje dnevne zračne vlage nije toliko izražen kao utjecaj srednje dnevne temperature zraka i dnevne količine oborina.

4. ZAKLJUČNA RASPRAVA

Odgoda zapaljivosti, trajanje gorenja, sadržaj vlage živog goriva, sadržaj vlage mrtvog goriva su složeni fenomeni koji se međusobno razlikuju kod pojedine vrste drveća. Oni se u mjesnim životnim uvjetima ne mogu adekvatno procijeniti i utvrditi zbog direktnog utjecaja okolišnih čimbenika. Laboratorijsko testiranje pruža mogućnost razvijanja različitih modela pomoću kojih bi se mogla procijeniti odgoda zapaljivosti i trajanje gorenja, budući se laboratorijski testovi provode uz poznati sadržaj vlage testiranog uzorka. Kako navode Renkin i Despan (1992), Viegas i dr. (1992) te Albini (1993), rezultati takvih

istraživanja odražavaju realnu odgodu zapaljivosti u prirodi, jer su vrijednosti sadržaja vlage testiranih uzorka unutar raspona koji se može utvrditi u okviru prirodnih okolnosti.

U posljednje vrijeme ponašanje i opasnost od požara, rizik od zapaljenja i daljnjeg širenja, ranjivost i posljedice koje šumski požari mogu prouzročiti nastoje se procijeniti pomoću različitih matematički modela, sustava i simulatora. Praksa je da se pojedine vrlo značajne varijable za šumske požare, kao što su npr. sadržaj vlage potencijalnog goriva, zatim njegova zapaljivosti ili gorivost nastoje dobiti primjenom raznih modela, iako je poznato da ti modeli ne mogu utvrditi prave vrijednosti potrebnih varijabli za razliku od stvarnih, empirijskih istraživanja.

Veću pažnju potrebno je posvetiti znanstvenoistraživačkom radu u problematici šumskih požara, gdje treba istaknuti izbor vrsta kod saniranja opožarenih površina. Bitna je i implementacija dobivenih rezultata u korištene sustave procjene ugroženosti, kao i pokretanje nekih novih tehnologija. Dobiveni rezultati osiguravaju mogućnost izrade karte zapaljivosti vegetacije, tablica tipova vegetacije s obzirom na zapaljivost i gorivost, te modela širenja požara. Time bi se znatno pridonijelo očuvanju biološke i krajobrazne raznolikosti uz načelo održivog razvoja prirodnih ekosustava. Također, ovakvo istraživanje olakšava izračun potrebnog broja vatrogasnih postrojbi, prostorno pozicioniranje vatrogasnih postrojbi, kao i strukturu opreme i vatrogasne tehnike kojom vatrogasne postrojbe moraju raspolagati.

5. LITERATURA

- [1] Albini, F. A., 1993: A model for fire spread in wildland fuels by radiation. *Combust. Sci. Technol.* 42, pp. 229-258
- [2] Dimitrakopoulos, A. P., K. K. Papaioannou, 2001: Flammability Assessment of Mediterranean Forest Fuels. *Fire Technol.* 37, pp. 143-152
- [3] Pyne, S. J., P. L. Andrews, R. D. Laven, 1996: *Introduction to Wildland Fire* 2nd edition, John Wiley and Sons, Inc, NY, p. 769
- [4] Pellizzaro, G., P. Duce, A. Ventura, P. Zara, 2007: Seasonal variations of live moisture content nad ignitability in shrubs of the Mediterranean Basin. *Int. J. Wild. Fire* 16, pp. 633-641
- [5] Renkin, R. A., Despain D. G., 1992: Fuel Moisture, Forest Type and Lightning-Caused Fires in Yellowstone National Park. *Can. J. for. Res.* 16: pp. 721-726
- [6] Rosavec, R., 2010: Odnos čimbenika klime i zapaljivosti nekih mediteranskih vrsta kod šumskih požara. Disertacija. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb
- [7] Viegas, D. X., M. T. Viegas, A. D. Ferreira, 1992: Moisture content of fine forest fuels and fire occurrence in Central Portugal. *Int. J. Wild. Fire* 2, pp. 69-86



Milivoj LIČINA¹
Dario BOGNOLO²
Demir FERHATOVIĆ³

PROTUPOŽARNA ZAŠTITA OTOKA RABA S NAGLASKOM NA POŽARE OTVORENOG PROSTORA

Rezime: Otok Rab pripada kvarnerskoj skupini otoka i nalazi se na samoj granici sjevernog i srednjeg Jadrana. Na otoku su ustrojene dvije jedinice lokalne uprave i samouprave i to Grad Rab i Općina Lopar. Pored otoka Raba unutar akvatorija se nalazi još 11 otočića koja pripadaju Općini Lopar i Gradu Rabu. Administrativno središte je u Rijeci, udaljeno od otoka preko 100 kilometara. Stoga, u slučaju požara većih razmjera ne može se računati na brzu pomoć izvana. Stoga se morala uvesti posebna organizacija vatrozaštite koja se dijeli na preventivu i operativu. S rezultatima takve organizacije možemo biti zadovoljni.

Ključne riječi: požar, vatrozaštita, preventiva, operativa

FIRE PROTECTION ON THE ISLAND OF RAB WITH EMPHASIS ON WILDFIRES

Abstract: The island of Rab belongs to the Kvarner group of islands and is located on the border of the northern and central Adriatic. Also there are established two units of local government and they are the town of Rab and Lopar District. Next to the island of Rab there is archipelago of 11 islands that belong to the municipality of Lopar and the town of Rab. The administrative center is in Rijeka, more than 100 kilometers away from the island. Therefore, in the event of a larger scale fire, they cannot count on quick help from the outside. Hence, a specific fire protection organization, which consists of prevention and operations, has been introduced. The results of such an organization are satisfying.

Key words: fire, fire protection, preventive, operative

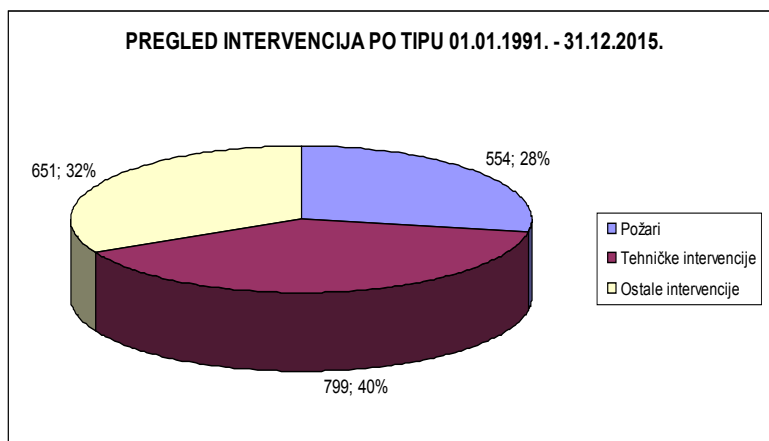
¹ Mag.ing.mecc., DVD Rab, Palit 49, Rab, milivoj.licina@gmail.com

² Mag.ing.mecc., Veleučilište u Rijeci, Vukovarska 58, Rijeka, dbognolo@veleri.hr

³ Student, DVD Sušak, Radnička 31, Rijeka, ferhatovic53@gmail.com

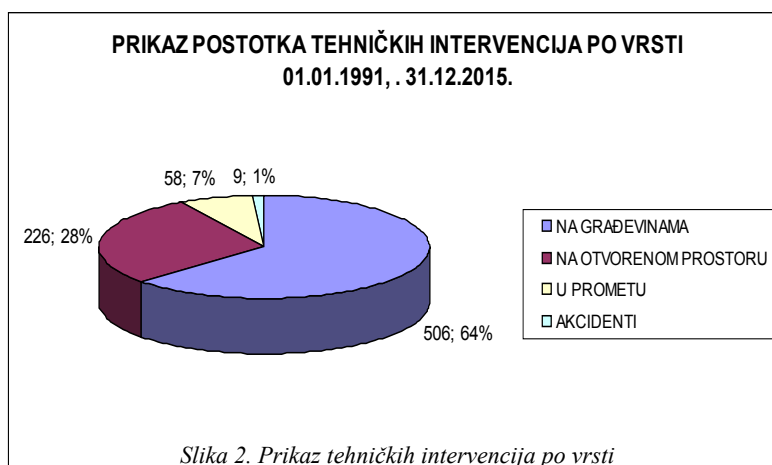
1. UVOD

Vatrogastvo na otoku Rabu ima relativno kratku tradiciju, vatrogasna četa sa 34 njena pripadnika formirana je 24. kolovoza 1946. Formiranju je prethodila odluka s osnivačke skupštine DVD-a Rab održane 23. ožujka 1946. U to vrijeme 50-tih, 60-tih i 70-tih godina, formirana postrojba se većinom bavila požarima na objektima. Danas pak najveća je opasnost od šumskih požara. Potvrđuje to i statistika koju je autor izradio uzimajući u obzir vatrogasne intervencije DVD-a Rab od 1991. zaključno sa 2015. Statistikom su obrađeni dostupni izvještaji sa intervencija, uz posebnu napomenu kako su se u periodu od 1991. do 1999. godina vodile evidencije samo požarnih intervencija. Unatoč tome, prema grafikonu na slici 1, tehničke intervencije dominiraju.



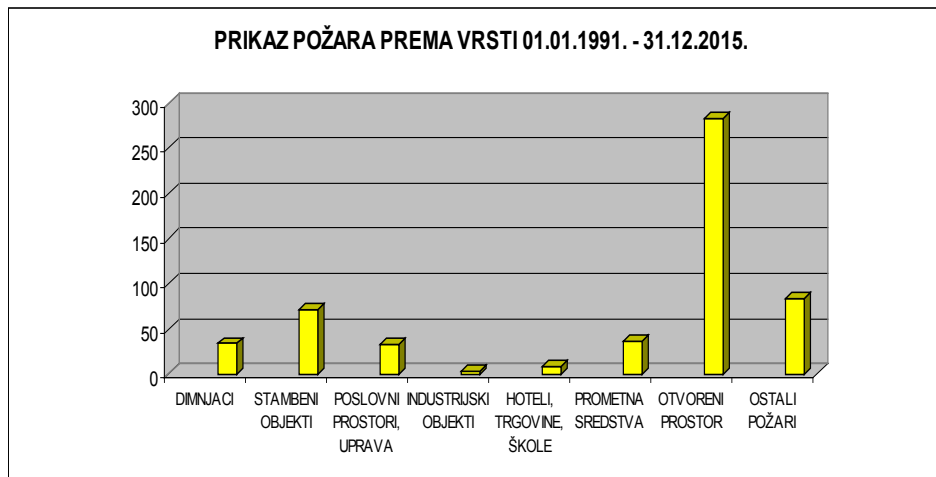
Slika 1. Prikaz intervencija po tipu

Tehničke intervencije dijele se dalje u podskupine intervencija na građevinama, na otvorenom prostoru, u prometu te accidente kako je to prikazano na slici 2.



Slika 2. Prikaz tehničkih intervencija po vrsti

Ipak, zbog svoje geostrateške pozicije, otok Rab najviše ugrožavaju požari, a posebice požari otvorenog prostora što je vidljivo u grafičkom prikazu na slici 3.



Slika 3. Prikaz nastalih požara po vrsti

Iz tog razloga posebna se pažnja posvećuje požarima otvorenog prostora kao najvećoj ugrozi otoku iz više aspekata, od kojih su neki bili spomenuti u uvodu ovog rada. Stoga se morao razviti učinkoviti način prevencije šumskih požara i povećanja borbene gotovosti vatrogasnih postrojbi. Sukladno tome, zaštita od požara otoka Raba ima dva ključna segmenta, preventivu i operativu.

2. PREVENTIVA

Preventivu, poglavito u ljetnim mjesecima provode vatrogasne postrojbe DVD-a Rab i DVD-a Lopar, Šumarija Rab, zaposlenici nastavno – pokusnog šumarskog objekta (NPŠO) Šumarskog fakulteta Zagreb "Sv. Mara", ophodnje policijske postaje Rab, Grad Rab i Općina Lopar, komunalna društva, lokalni mediji te svi građani otoka Raba kao najznačajniji subjekt. Preventivne mjere su usmjerene na sprječavanje nastanka požara, ako nastane tada njegovu ranu detekciju i brzu dojavu. Vatrogasne postrojbe organiziraju edukacije pučanstva iz protupožarne zaštite te kroz svoju redovnu djelatnost ukazuju na nedostatke protupožarne zaštite otoka, izvršavaju obilaske terena, vrše spaljivanje poljoprivrednog otpada u proljetnim mjesecima na poziv vlasnika poljoprivrednog zemljišta, utvrđuju organizacijske mjere zaštite od požara, sudjeluju u davanju mišljenja o prohodnosti pristupnih cesta, vrše promidžbene aktivnosti i sl. Organizirane su stalne ophodnje s kopnene i morske strane koje imaju vezu sa vatrogasnim operativnim centrom u DVD-u Rab. Šumarija Rabi i djelatnici NPŠO Sv. Mara vrše obilaske terena s kopnene strane vlastitim vozilima. U obilasku terena sudjeluju i ophodnje policijske postaje Rab.

Problem djelovanja vatrogasnih postrojbi uz obalni rub i unutar akvatorija otoka je riješen 2005. godine kada je Grad Rab, u suradnji sa DVD-om Rab i komunalnim društvom „Vrelo”, nabavio višenamjensko specijalno plovilo „EKO Rab” (slika 4). Kako je bilo neisplativo nabaviti brodicu za vršenje samo vatrogasne djelatnosti odlučeno je kako će se nabaviti višenamjensko plovilo koje će u „slobodno vrijeme” vršiti čišćenje

plaža, paralelno i osmatranje, a u slučaju nastanka požara uključiti će se u gašenje istog. Opremljena je monitorom protoka 2500 l/min spojenog preko stabilne spojnice što omogućava uklanjanje monitora i razvlačenje cijevne pruge te navalnim vitlom duljine 80 metara. Za gašenje se koristi more. Brodica može prići na plićinu od 20 centimetara što joj omogućavaju propulzori, a pokreću je dva motora snage 500 KS. Za potrebe brodice nabavljena je i usisna crpka tipa „Honda” izrađena od polikarbonata kako bi se mogla koristiti u tehničkim intervencijama ispumpavanja brodice i sl. Na brodu je smješteno i pjenilo za gašenje drugih plovila.

I DVD Lopar je doskočio problematici djelovanja na moru nabavkom vatrogasnog plovila. Radi se o gumenjaku opremljenom vatrogasnom crpkom i monitorom, također sa mogućnosti razvlačenja cijevne pruge. Time se je zaokružio sustav preventivne zaštite na moru.



Slika 4. Plovila za gašenje požara

Unutar VOC-a DVD-a Rab instaliran je protupožarni videonadzor kojim je pokriveno oko 80 % teritorija i akvatorija otoka Raba, a važno je istaknuti kako je njime pokriven zapadni kompleks otoka Raba na čijem se dijelu nalazi šuma Dundovo kao najznačajniji dio prirodnog bogatstva otoka Raba. Pored toga već nekoliko desetljeća u sklopu DVD-a Rab djeluje servis vatrogasnih aparata kao važan čimbenik u protupožarnoj preventivi.

3. OPERATIVA

Operativne vatrogasne snage otoka su isključivo dobrovoljne. Ukupno je na otoku raspoređeno 103 operativna vatrogasaca u dva dobrovoljna vatrogasna društva Rab i Lopar i to 37 u DVD-u Lopar i 66 u DVD-u Rab. Svakog tjedna kroz zimski period vrši se permanentno osposobljavanje i školovanje vatrogasnih kadrova. Cilj svega je da se operativci upoznaju sa mikropodručjima, objektima i sl., da se detektiraju nedostaci i isti pokušaju otkloniti. Neke bitne informacije koje se pri tome prikupljaju su ispravnost hidrantske mreže, prohodnost pristupnih prometnica za vatrogasna vozila DVD-a i sl. Sve prikupljene informacije se dalje razrađuju kroz sjednice zapovjedništva postrojbi. U DVD-u Rab zaposleno je troje djelatnika, od kojih su dvojica na radnim mjestima servisiranja vatrogasnih aparata i održavanju vatrogasnih vozila, dok je treća djelatnica zaposlena u računovodstvu. DVD Rab i DVD Lopar udruženi su u Područnu vatrogasnu zajednicu otoka Raba. U ljetnoj požarnoj sezoni organizacija rada postrojbi je drukčija. Unutar DVD-a Rab organizirana su 24-satna dežurstva u VOC-u Rab. Svakog dana kada je za Rab proglašena vrlo velika opasnost od požara organizira se dežurstvo vatrogasne grupe prema prethodno definiranom rasporedu (vozač, vođa navalne grupe – zapovjednik i član navalne grupe). Ako zapovjednik dežurne grupe ocijeni kako samostalno ne može ugasiti navedeni požar ovlašten je od dežurnoga u VOC-u Rab zatražiti mobilizaciju cijele vatrogasne postrojbe putem uređaja za uzbunjivanje. Također, ista grupa u ostatak dana i u dane kada nije proglašena klasa opasnosti „vrlo velika” ima tzv. pasivno dežurstvo, tj. pripravnost i po primljenom pozivu odaziva se na sitne intervencije, koje ne zahtijevaju angažman većeg broja članova operativne postrojbe i tehnike, u vrlo kratkom vremenu. U ovisnosti o vrsti događaja, kao što je na primjer požar šume, nerijetko se odmah uzbunjuje cijela postrojba u trenucima upućivanja dežurne vatrogasne grupe na mjesto događaja. Važno je napomenuti kako se dežurstva provode po unaprijed zadanom rasporedu, a dežurne vatrogasne grupe ga obavljaju bez naknade. U zimskim pak mjesecima dežurna grupa je u pripravnosti po tjedan dana, a pozivi prema DVD-u Rab, izvan redovnog radnog vremena, preusmjeravaju se na dežurnog zapovjednika koji u slučaju potrebe svoju grupu podiže sustavom za pozivanje na mobitel – Vatrotel. Kako je svima poznato, unutar ljetnih mjeseci zabrana je loženja vatre na otvorenom prostoru. Sukladno tome, vatrogasci reaguju na svaku pojavu dima pa se iz tog razloga u VOC prijavljuju i pripremanje roštilja u objektima smještenim na područjima unutar šume ili uz šumu.

Zanimljiva je jedna intervencija iz rada dežurnih odjeljenja koja se dogodila 14. srpnja 2012. Naime, dežurni u VOC-u Rab uočio je videonadzorom na obližnjem parkiralištu pojavu dima iz vozila i odmah uputio dežurno odjeljenje na intervenciju. Radilo se o požaru zadnjeg sjedišta vozila, a vlasnica se ugodno iznenadila vidjevši dolazak vatrogasaca i prije njenog poziva. Požar je bio ugašen u kratkom roku, a vlasnica je mogla nastaviti putovanje sa svojim vozilom.



Slika 5. Fotografije opožarenog sjedišta

Samo na ovom događaju isplatila su se novčana sredstva uložena u videonadzor, pošto je materijalna šteta prouzročena požarom mogla biti višestruko viša.

U slučaju da se na otoku stvore ekstremni uvjeti, kada se predviđa povećan broj intervencija, pored po rasporedu raspoređene dežurne grupe, mobilizira se još jedna dodatno. Tako da se u tim danima u vatrogasnom domu nalaze i dva izlaza, nekada i tri. Takvi ekstremni uvjeti su npr. posolica koja uzrokuje požare drvenih elektrošandova na više lokacija po otoku (ponekada znamo unutar jednog dana intervenirati na desetak takvih požara). Posolica se, kako je ranije objašnjeno, događa pri jakim udarima bure koja tada cijeli otok „pospe” morskou soli. Nakon prestanka bure, a poglavito za vremena povećane vlažnosti zraka ili temperature dolazi do otapanja soli sa izolatora i uzrokovanja nastanka požara. Valja napomenuti kako vatrogasci u suradnji sa HEP-om već desetljećima, nakon prestanka bure organiziraju ispiranje elektro-vodova i kako bi takvih požara bilo i više da nije toga.

4. ORGANIZACIJA GAŠENJA POŽARA VEĆIH RAZMJERA

Prethodno opisano potvrdilo se i prilikom najvećeg šumskog požara koji je nastao 2012. Naime 23. srpnja 2012. pod naletima orkanskih udara bure došlo je do požara na području Supetarske Drage. Iako je opožarena površina za mnoge beznačajna, za nas, ona je najveća od 1983. Dojavu o požaru VOC Rab zaprimio je u 00:28, a dojava je glasila kako gori šuma te da se radi o većem požaru (slika 6).



Slika 6. Noćni požar u Supetarskoj Dragi snimljen prije dolaska vatrogasaca

Po dojavi, mobilizirana je i upućena na požarište kompletne postrojba. Već se iz daljine vidjelo kako će događaj biti zahtjevniji, pa se odlučilo na podizanje i DVD-a Lopar i voda Šumarije Rab. Požar se kretao uzbrdo, zahvatio je veću površinu i kretao se prema drugoj strani otoka – naselju Kampor. Uz rubove šume nalazi se mnogo obiteljskih kuća, a šuma je pretežno stabla crnike i uljke. Kako su vozila pristizala, raspoređivala su se u obruč oko samog požara. Na čelu nailazećeg požara nalazi se samo jedna šumska prometnica na koju pozicionirao dio tehnike i gasitelja sa zadaćom presijecanja požarne linije i sprječavanja širenja požara na područje Kampor. U početku se nije moglo sa sigurnošću tvrditi da će se širenje požara prema Kamporu moći zaustaviti stoga se o istome, nešto iza 1 sat izvijestio ŽVOC Rijeka od kojega se zatražilo slanje dodatnih snaga kako se u slučaju nemogućnosti presijecanja vatrene linije ne bi gubilo na tempu. Tražene snage su krenule unatoč činjenici da tog trena niti jedan trajekt nije mogao isploviti prema kopnu. Na kraju požar su ugasile rapske snage, a županijske su vraćene.

Radi bolje koordinacije, izvršena je podjela rada u tri sektora. Prvi sektor obuhvaćao je desni bok požarišta, drugi lijevi, a treći čelo požara. Na terenu je ukupno bilo raspoređeno 12 vatrogasnih vozila i 83 vatrogasca. Neki od gasitelja pristizali su osobnim vozilima.



Slika 7. Prikaz makrolokacije nastanka požara u Supetarskoj Dragi

Kako je odmah bilo vidljivo kako će raspoloživa tehnika biti nedostatna, zatražio se angažman komunalnih društava i privatnih autoprijevoznika. Na teren je izašla i Gradonačelnica Grada Raba koja je koordinirala rad vatrogasaca i ostalih gradskih subjekata. Tako je u kratkom vremenu na požarište pristiglo nekoliko cisterni, komunalnog društva Vrelo s kojima je koordinirala Gradonačelnica te privatnici koje je kontaktirao VOC Rab. Građani, kojih se je mnoštvo skupilo raspoređeni su na pomoćne poslove. Kako smo na raspolaganju imali više ljudi nego naprtnjača, VOC Rab je kontaktirao razne firme na otoku za koje se pouzdano zna kako imaju naprtnjače i iste su u kratkom vremenu dopremljene na požarište. Požar je lokaliziran oko 3 sata, a potpuno gašenje je nastavljeno narednih 30 sati.

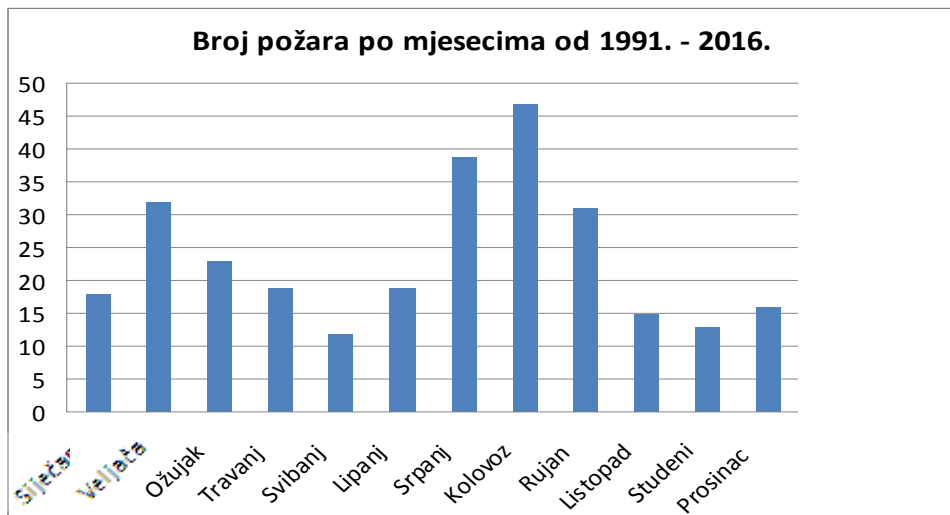


Slika 8. Fotografija dijela opožarene površine

Iz ovog požara je vidljiva važnost napornog rada vatrogasaca u podizanju vatrozaštite. Svaka informacija o bilo čemu važnome za ovakav događaj poput rasporedene opreme za gašenje unutar firmi, autocisternama na otoku i sl. koje se godinama prikupljaju pokazale su se izuzetno značajne. Također, i sam angažman građana, koji su se ponudili da sudjeluju na pomoćnim poslovima, te koordinacija i uvježbanost postrojbi za ovakve događaje, je ključ uspjeha, a sve potvrđuje organizaciju zaštite od požara svih subjekata na svim razinama.

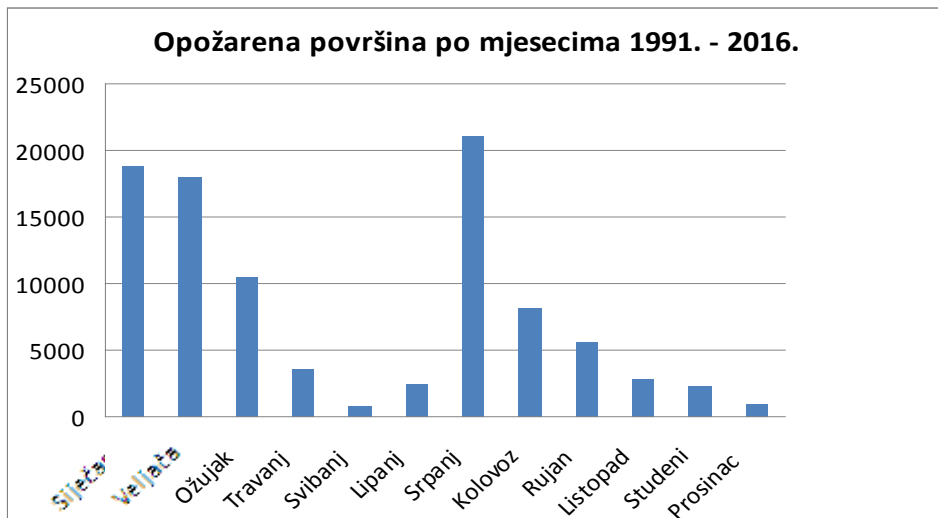
5. ANALIZA POŽARA OTVORENOG PROSTORA NA PODRUČJU ODGOVORNOSTI DVD-A RAB

Prethodnu tvrdnju potvrđuje i analiza provedena na šumskih požarima koja je gasila ova postrojba. Naime, statistika pokazuje kako najveći broj požara nastaje u ljetnim mjesecima te u rano proljeće što je vidljivo na grafikonu na slici 9. Uzrok tome su suše i veliki broj ljudi u ljetnim mjesecima te radovi u poljima u rano proljeće.



Slika 9. Prikaz broja požara u periodu od 1991. do 2015. po mjesecima

Zanimljivo je pak, da je u kolovozu opožarena površina relativno mala u ovisnosti o broju požara (slika 10).



Slika 10. Prikaz opožarene površine u periodu od 1991. do 2015. po mjesecima

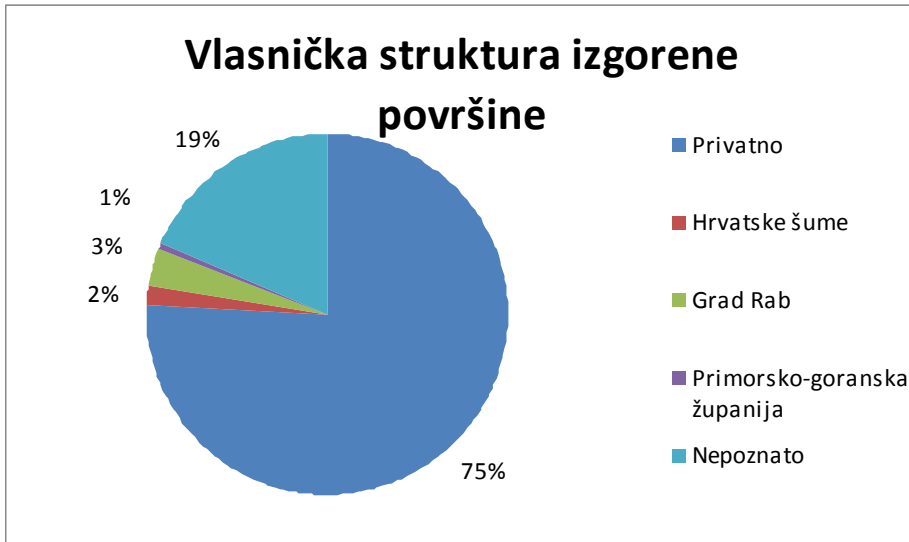
Potrebno je posebno napomenuti kako je u izračun ukalkulirana i najveća opožarena površina u tih 25 godina i to ona na prethodno opisanom požaru u srpnju 2012. u Supetarskoj Dragi u iznosu od 1,4 ha.

Postrojba DVD-a Rab intervenirala je na ukupno 284 požara otvorenog prostora pri čemu je ukupna opožarena površina u tih 284 požara i 25 godina iznosila 95736 m². Opožarena površina prema agrokulturi prikazana je na slici 11.



Slika 11. Prikaz opožarene površine u periodu od 1991. do 2015. po agrokulturi

Također na slici 12 prikazan je udio opožarene površine prema vlasničkoj strukturi.



Slika 12. Prikaz opožarene površine u periodu od 1991. do 2015. po vlasničkoj strukturi

Iz prethodnog se vidi kako su preventivne mjere utjecale na izvrsne rezultate u odnosu na broj požara, agrokulturu i opožarenu površinu. Podjednako tako vidljivo je kako se malo kontroliraju privatni zemljoposjednici kod kojih je najveća opožarena površina.

Rješavanje ove problematike nemoguće je bez dobre volje Grada Raba. Polja su zapuštena i neodržavana što utječe na brzo širenje požara. Grad bi provođenjem odluka iz domene komunalnih propisa mogao utjecati na održavanje zapuštenih poljoprivrednih površina, a time bi i broj požara bio značajno manji. Iako vatrogasci imaju preventivnu mjeru osiguranja prilikom spaljivanja određenih parcela u dogovoru sa vlasnicima, neodgovornost određenih pojedinaca značajno utječe na opožarene površine. Daljnji radom na razvoju sustava videonadzora također će smanjiti opožarenu površinu.

6. ZAKLJUČAK

I nadalje će se povećavati razina vatrozaštite otoka Raba. Predviđeno je ukopavanje elektro-energetskih vodova koji su nadzemni, proširenje i sanacija postojeće protupožarne infrastrukture i izgradnja nove. Ponovnim ustrojavanjem civilne zaštite pokušati će se vratiti vod ljudi osposobljenih i opremljenih za gašenje šuma gdje će opet važnu ulogu odigrati vatrogasne postrojbe. Prijašnjih godina, pored civilne zaštite, takve vodove su imali svi važniji gospodarski subjekti na otoku i potrebno ih je ponovno ustrojiti i utvrditi najadekvatniji način uzbunjivanja.

7. LITERATURA

- [1] Izvješća sa intervencija DVD-a Rab
- [2] Operativni plan intervencija DVD-a Rab
- [3] Milivoj Ličina: Organizacija zaštite od požara na otoku Rabu; stručni rad, 2013.

Agoston RESTAS¹

HOW DRONES CAN SUPPORT FIRE SERVICES. PREVENTION, INTERVENTION AND POST FIRE MONITORING

Abstract: This paper describes many initiatives and shows also practical examples which have happened using drones to support fire managers in different ways. Today more and more experts say drones can give real alternatives for aerial reconnaissance even if this application is far from manager's mentality yet. Author used thematic division of drone applications; it is based on two key elements, one of them is the time flow of fighting forest fires, the other is its tactical requirements. Research used mainly author's own experiences in this field, accompanied by function analysis, practical experiments, economic analysis and also expert estimation. Logically, drones can be used before fire for hot spot detection, before starting the intervention for fire reconnaissance, during the intervention for intervention monitoring and after suppression for post fire monitoring.

Key words: drone, tactical analysis, firefighting, fire detection, fire monitoring

КАКО ДРОНОВИ МОГУ КОРИСТИТИ ВАТРОГАСЦИМА. ПРЕВЕНТИВА, ИНТЕРВЕНЦИЈА, МОНИТОРИНГ НАКОН ПОЖАРА

Резиме: Аутор приказује безброј иницијатива односно могућности коришћења дрона у гашењу пожара. Стручњаци из ових области се слажу у томе да је веома широка примена дрона у гашењу пожара, али менталитет ватрогасаца засад ту чињеницу не прихвата. Аутор приказује тематску поделу могућности употребе дрона у гашењу пожара, коју намећу са једне стране временско-динамичке а са друге стране тактичке потребе. Коришћена су сопствена искуства аутора и ватрогасаца, економске као и логичке анализе. Дрони се могу користити у превентиви, раном откривању пожара, у прегледу терена пре гашења, опсервацији интервенције као и приликом отклањања последица.

Кључне речи: дрон, тактичка анализа, гашење пожара, откривање пожара, праћење пожара

¹ Associate professor, PhD, National University of Public Service, Budapest, Hungary,
Restas.Agoston@uni-nke.hu

1. INTRODUCTION

The operation of manned aircraft at forest fires is usually expensive, therefore in many cases managers miss the aerial activity even for reconnaissance or supporting decision making, even if that would be required for the effective intervention. Today's experiences say drones or with other words Unmanned Aerial Systems (UAS) can give real alternatives of manned aircraft's operation not just for aerial reconnaissance but even other activities. This paper describes many initiatives and shows also practical examples which have happened using drone to support fire managers in different ways.

Drone activities regarding forest fire is not new. We can reel off activities using drone to fight against forest fire in the United States [1], in Croatia [2], in Spain [3, 4]. In Hungary the Szendro Fire Department carried out many activities helping fire management using drone [5].

This paper gives an approach for thematic division of using drone at forest fires; it is based on the tactical differences. Logically drone can be used before fire for hot spot detection, during the intervention helping fire management and after suppression for post fire monitoring. The method of prescribed fire can be also in the focus of drone use as a special application for fire prevention [6].

The paper uses the chronological flow of fighting forest fire for thematic divisions, although the last part of this paper, the drone generated prescribed fire can be disputed; it could have been also the first part. As a latest development of this application author found it as the latest place for the best.

2. PREVENTION AND EARLY WARNING

Aerial patrol as an early warning method with manned aircraft is a commonly used procedure for preventing huge fires with detecting hot spot. Many countries such as Australia, Canada, France, Russia, Spain, and United States regularly use this procedure while others such as Germany and Poland used to apply it but today not.

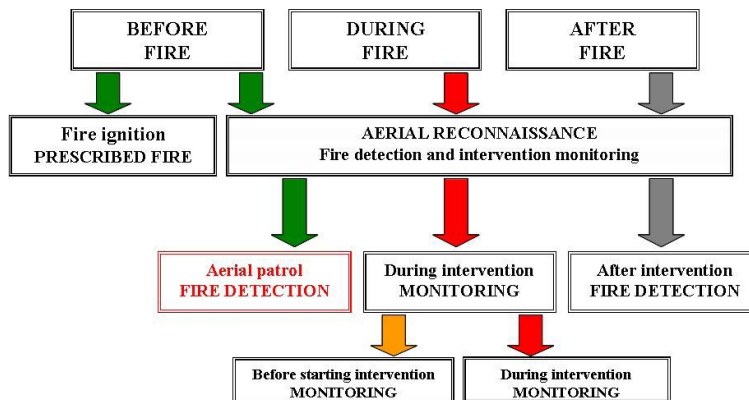


Figure 1. Aerial patrol for hot spot detection in the structure of thematic division of drone use. Source: author

Detecting hot spots by aeriels earlier than reporting it by civilians obviously helps fire managers limit the damages fires cause. Unfortunately, the main reason why this method is not always used is the huge costs of aeriels. If the procedure made by drone is cheaper than the traditional one (manned aircraft), it means that the option of drone use is the better solution. Naturally this case assumes the similar professional efficiency of different methods.

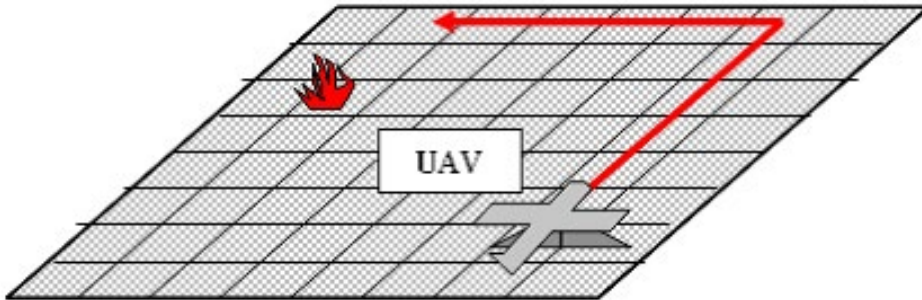


Figure 2. Planning drone mission for hot spot detection. Source: author

During this task drone makes a patrol following the pre-programmed flight path and based on the real time video supply the staff in the control station can detect and check any hot spots. In case of real danger staff reports it to the fire service.

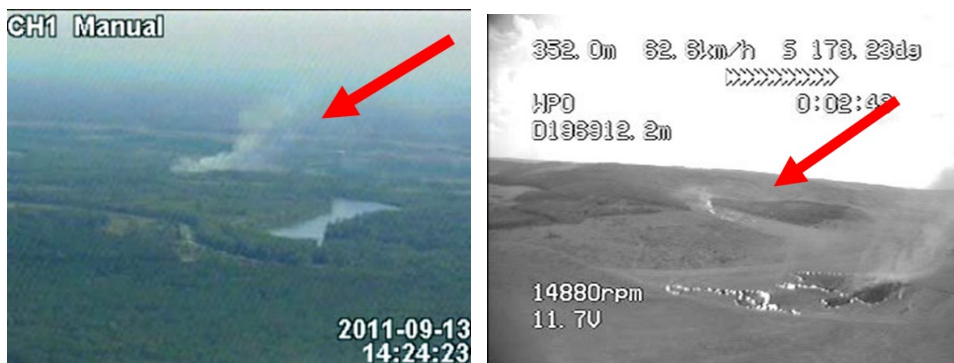


Figure 3. Drone based hot spot detections: in Croatia (2011) and the first one in Hungary (2004)
Source: 6DOF (Croatia) and author

No doubt, aerial patrol by drone can detect hot spots very quickly and it is able to give the first fire report to fire brigades. It can reduce the time of first attack but study says that based on economic calculations, this application can be effective just under special conditions such as at extremely high Fire Weather Index and at geographically high articulated area. Detailed criteria must be developed in the future for optimizing the effectiveness of drone applications.

For effective hot spot detection different type of drone can be used. Depending on the area staff responsible for both strategic and operational drone can be effective tool for the early hot spot detection. In the United States the high altitude long endurance (HALE) Ikhana was used for both early detection and intervention monitoring. In Croatia and Hungary tactical drone were also used for hot spot detection.

3. RECONNAISSANCE BEFORE STARTING INTERVENTION

When starting intervention the main problem is the lack of objective information regarding the affected area, fire intensity, etc. [7]. Operational used drone could help in this case; below just a few minutes it can be ready for launch and 2-3 minutes later it transmits the real time pictures about the fire and their circumstances.



Figure 4. Launch of fix wing drone (Fenix) for fire reconnaissance before starting intervention. Rotary wings drone (Bee) hovering at forest fire. Source: 6DOF (Croatia) and R-Fire Ltd. (Hungary)



Figure 5. Differences between fire fronts can be seen face to face or from the air after arriving. Source: 6DOF (Croatia) and R-Fire (Hungary)

In case of aerial reconnaissance the quick access to the information is much more important than the quality (e.g. resolution of the video, photos) of that. Therefore the simple but *immediately ready for start* drone is required for this type of task. Capability of this type of drone is limited. Fire manager needs objective information about the fire characteristic, fire intensity, speed of spreading fire, smoke emission, wind direction, etc. but very quickly. For this task a hand launch, by electric engine powered drone is considered the best solution.

The simple criterion for economic effectiveness is that all costs of drone use must remain below the value of the forest saved by this process.

4. AERIAL RECONNAISSANCE DURING INTERVENTION

During intervention, where aerial reconnaissance is required but manned aircraft is above price, drone could give also a cost effective solution. If the commander of fire-fighting operations is at the scene, he is too close to the fire to be able to manage it along with its environment. Quite literally, he cannot see the forest for the trees! As the extinction of forest fires is a protracted process in time, and since during that time the fire will continue to spread, the ability to manage a fire together with its environment is an indispensable precondition for the efficient extinguishing of a fire.

During intervention the drone use can be very effective because obtaining an overview of several hundred or even thousand hectares of forest allows intervention measures to be co-ordinated. Without air reconnaissance, co-ordination of measures can only be based on the information circulating between the commanders of individual units at various locations. But the assessment of the scope of their individual situations by commanders located at various sites may be completely subjective and not made in relation to the other sites. Air reconnaissance helps to eliminate subjectivity in such judgements and to rank the individual sites in relation to the others.

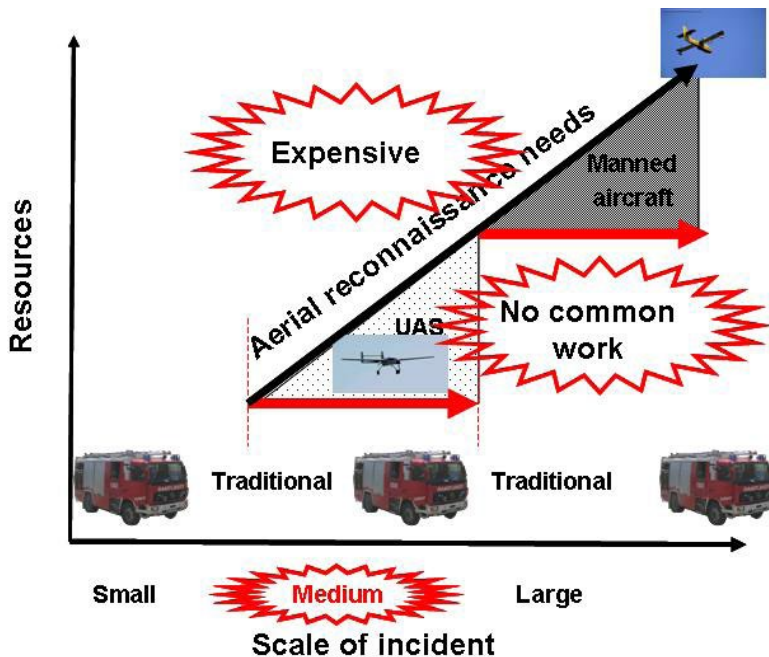


Figure 6. Efficiency of drone application depends on fire size. Source: author

At huge fires using manned aircraft for bombing water or just to support the reconnaissance with information is a normal procedure. On the other hand, small fires don't require aerial support; these are managed by traditional equipment.

Between these extremes, logically, there is a sector, where fire size is larger than management could suppress successfully just with traditional equipment, but not large enough to ask manned aircraft for help. In this case the manned aircraft is economically, obviously, not effective, but a solution such as drone, which is cheaper than the use of manned aircraft – can already be.

If the drone based aerial reconnaissance satisfies the minimum criteria of the professional requirements of the effective reconnaissance, it means that this solution can be even economically effective.

We can demonstrate the effectiveness of drone based aerial reconnaissance also by the *damage – time function*. This kind of applications is not just reducing the damages caused by the fire but even reducing the time of the intervention. Shorter intervention is reducing also the risk posed to citizens caused by the lack of fire fighters who are ready for alarm in case of accident, house fire, etc. Unfortunately this kind of risk is usually assessed much lower than the reality requires.

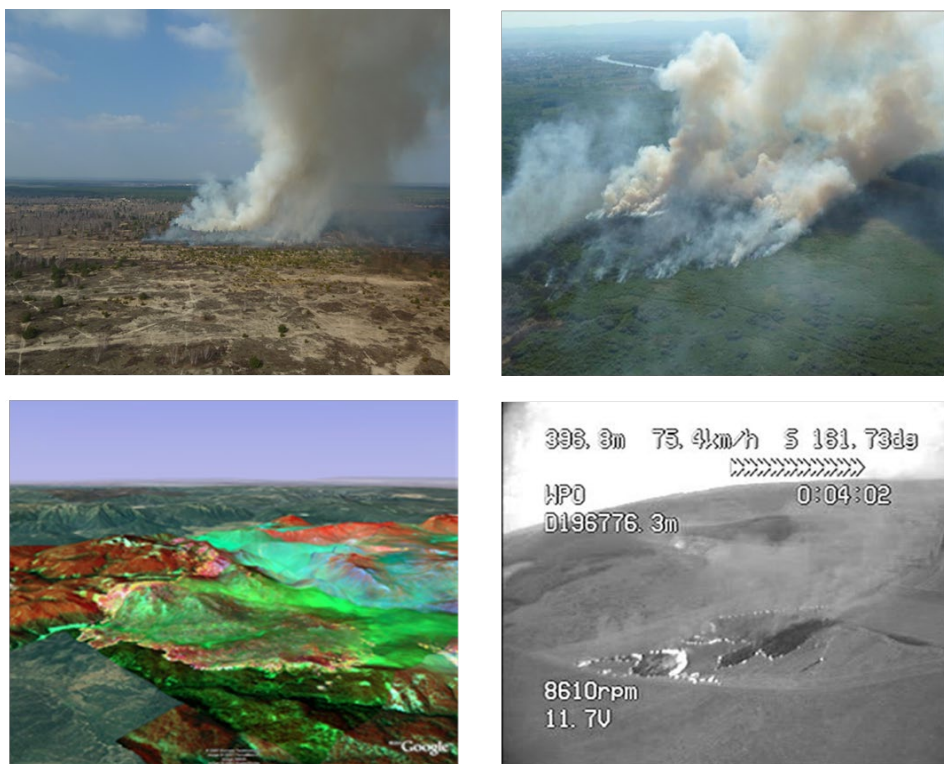


Figure 7. Intervention supported by drone: forest fires in coloured (Bee, Germany, 2010, and Phoenix, Croatia, 2011), artificial coloured (Ikhana, US, 2007) and black and white photos (Hungary, 2004)

5. POST-FIRE MONITORING

After suppressions, many times, area surveillance is required to prevent starting fire again by remained cinder. Drone equipped with IR camera can detect the critical points easily and with a small team can manage hot spots while let fire fighters leave the area.

Burnt area monitoring besides the tactically advantages gives also other options. Since many cases drone use is optimal when it is in the hand of fire service, the post fire monitoring is ideal for training recruit. After the intervention, there is no stress regarding success, no pressure from media or residents. But post fire monitoring is a real task while its environment means a reality. It means hot spots, remained cinder what also requires responsible management.

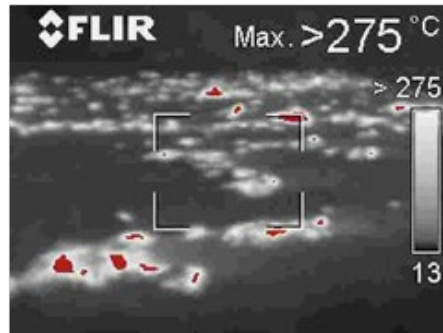


Figure 8. Thermo cam is installed on drone board and able to detect the remained cinder.

Source: author

Planning the post-fire monitoring drone must fly around the extinguished fire front instead of monitoring the whole area (hot spot detection). For this task a simple but with IR equipped drone is required.

6. CONCLUSION

Based on the above examples drone can be a very effective tool in the hand of fire managers. After launch the drone can supply real time data continuously, therefore within in the first few minutes it can provide effective support for the decisions of the commander. One such element of decision support is that even before the drone returns, it will be possible to establish the extent of the burning area and to request the assistance of further units. This will save a significant amount of time.

Another example of decision support: if commanders are able to manage the entire area in a complex way, it may be the case that protecting the area where the fire is currently most intense is the most important task. It is possible that our forces need to be concentrated in a location other than that furnished by the initial assessment.

While firefighting is in progress, the fire continues to spread in the areas where no countermeasures are taken, and indeed it may meet natural obstacles or barriers. A river,

a wider road or glade may stop the fire as a natural barrier, so beginning fire-fighting measures at a distance of 100 or 200 metres from such a natural barrier can only be considered efficient if we have plenty of resources.

On the other hand, it is also possible that in a direction which currently has low parameters for spread and is thus assessed as lower priority, there lies a much more valuable area, such as a highly protected plant community, a habitat of protected animals, or perhaps an area of vegetation with higher parameters for spread.

The above examples show that the most efficient intervention is not necessarily the same as intervention at the point where the fire is the most intense. In order to make the best decision, the area of the fire must be managed in a complex manner, together with its environment.

The tactical drone, which has proven effective, can be made available to even the smallest fire brigades. Traditional reconnaissance no longer provides information of a quality and quantity sufficient for today's applications. Increasing the efficiency of reconnaissance will result in increasingly efficient interventional measures. This will increase the area of forests saved while reducing the areas destroyed.

The workload of fire-fighters may be reduced; in many instances there may be no need to mount a response at all. The elimination of unnecessary responses will reduce the level of risk to citizens, resulting in a higher level of fire safety.

ACKNOWLEDGEMENTS

Above research was supported by the project titled: "Public Service Development Establishing Good Governance, PADOP-2.1.2-CCHOP-15-2016-00001" at the National University of Public Service, Budapest, Hungary.

7. REFERENCES

- [1] Ambrosia, V. and Hinkley, E.: UAS Applications: Science, Applied Science, and Civil Applications "UAS For Earth Remote Sensing Workshop" *International Symposium on Remote Sensing of Environment (ISRSE)*, Stresa, Italy, 3 May 2009
- [2] Hucaljuk M. 2004. "Remote Sensing of Wild Fires by an Ultra-light Unmanned Aerial Vehicle", *24th EARSeL Symposium New Strategies for European Remote Sensing*, Dubrovnik, Croatia, 25-27 May 2004
- [3] Ollero A., Hommel G., Gancet J., Gutierrez L.G., Viegas X.D., Forssén P.E., González M.A.: "COMETS: A multiple heterogeneous UAV system". *IEEE International Workshop on Safety, Security and Rescue Robotics SSRR 2004*, Bonn, Germany, May 24-26, 2004.
- [4] Pastor, E. (et al.): Project SKY-EYE, Applying UAVs to Forest Fire Fighter, Support and Monitoring; Department of Computer Architecture; Technical University of Catalonia, Spain, 2008



- [5] Restas, A.: Robot Reconnaissance Aircraft. *UAVnet 9th Meeting*, Amsterdam, Netherlands, 2004
- [6] Restas, A.: UAV Applications From Aerial Patrol to Prescribed Fires; *Wildfire2011 The 5th International Wildland Fire Conference*, Sun City, South Africa, 9-13 May 2011
- [7] Bleszity J. and Zelenak, M.: A tuzoltas taktikaja (Tactics of firefighting) Ed.: BM Konyvkiado, Budapest, 1989

Бранко БАБИЋ¹

ПРИМЕНА БЕСПИЛОТНИХ ВАЗДУХОПЛОВА У ЦИВИЛНОЈ ЗАШТИТИ

Резиме: Беспилотни ваздухоплови су нова технологија која се вртоглаво развија и проналази своју примену у привреди и ванпривредним делатностима, за контролу граница и у друге сврхе. Прикупљање података са овим ваздухопловима има велики значај пре, у току и након ванредних ситуација које могу бити изазване природним деловањем или људском непажњом, нехатом или намером. Развојем беспилотних ваздухоплова и ширењем њихове употребе јављају се проблеми због којих је било неопходно установити законске оквире. Од 1. јануара 2016. године на снагу је ступио Правилник о беспилотним ваздухопловима (“Сл. гласник РС”, бр. 108/2015 - даље: Правилник), којим се прописују услови за безбедно коришћење беспилотних ваздухоплова, њихово разврставање, евидентирање, одржавање, као и услови које морају да испуне лица која користе беспилотне ваздухоплове. Рад обрађује законску регулативу за примену ваздухоплова у циљу едукације свих субјекта одбране, могућност употребе ваздухоплова у цивилној заштити и неке примере употребе.

Кључне речи: ваздухоплови, ванредне ситуације, цивилна заштита

THE USE OF UNMANNED AERIAL VEHICLES IN CIVIL PROTECTION

Abstract: Unmanned aerial vehicles, also known as drones and UAVs, present a new technology that is being developed quickly and it finds its use in the economy and non-economical services, for controlling borders and in other situations. Gathering data using these vehicles is essential before, during and after emergency situations that can be caused by natural causes or by human error, negligence or on purpose. The development of unmanned aerial vehicles and their wider usage cause new problems that required appropriate legal framework. On January 1st 2016, a new set of regulations regarding unmanned aerial vehicles was introduced (“Službeni glasnik RS”, no. 108/2016 – hereinafter: Regulations), setting conditions for a safe use of unmanned aerial vehicles, their classification, registration, maintenance, as well as the conditions for those who use unmanned aerial vehicles. This paper investigates the legislative regulations for the use of aerial vehicles in educating all subjects of defense, the possibilities of using these aerial vehicles in civil protection and several examples of their use.

Key words: unmanned aerial vehicles, emergency situations, civil protection

¹ Проф. др, Висока техничка школа струковних студија у Новом Саду,
e-mail:babic@vtsns.edu.rs

1. УВОД

„Беспилотни ваздухоплов је ваздухоплов чији је лет контролисан од стране рачунара који се налази у ваздухоплову или чијим летом се даљински управља од стране оператера на земљи, док је систем беспилотног ваздухоплова скуп елемената који омогућавају лет беспилотног ваздухоплова, који чине беспилотни ваздухоплов, компоненте неопходне за управљање или програмирање лета и компоненте неопходне за контролисање лета беспилотног ваздухоплова”[2].

Дронови (као беспилотни ваздухоплови) су мали беспилотни ваздухоплови, углавном не тежи од десет килограма, којима се управља даљинском командом са раздаљине до неколико стотина метара. Њима се може управљати и преко телефона, не могу да лете високо ни далеко, али могу да обављају бројне послове и тако помоћи човеку и систему одбране. Дронови су најпре били продужена рука војске која их је користила у осматрачке сврхе. Почиње примена и у науци где су се користили у експерименталне и истраживачке сврхе јер са камерама осматрају терен, или преко инсталираних сензора сакупљају узорке са вулкана или из контаминираних или поплавлених области. Раширену примену донела им је једноставна конструкција која дозвољава распон величина од поменутих носача терета до минијатурних варијанти. Данас их користи полиција да надгледа јавне скупове и концерте, а исто раде и телевизијске екипе како би добиле „птичју перспективу“. Дронови се могу користити и у здравствене сврхе, опет захваљујући чињеници да могу да се пробију до места на које људска нога не може да крочи – приликом спасавања људи након елементарних непогода јер им се помоћу дрона могу доставити медицинска средства, вода и храна. О употреби дрона размишљају и највеће ИТ компаније. Амазон намерава да их користи за испоруку пошиљки на кућну адресу, док Facebook планира да их лансира у небо и појача сигнал интернета у руралним срединама. Први пут се више писало о беспилотним ваздухопловима када је „дрон” улетео на стадион ФК Партизана и прекинуо фудбалску утакмицу између Србије и Албаније 14. октобра 2014. године.

2. ПРАВИЛНИК О БЕСПИЛОТНИМ ВАЗДУХОПЛОВИМА

Правилник се не примењује на беспилотне ваздухоплове чија је оперативна маса мања од 0,5 кг, ако њихова максимална брзина не прелази 20 м/с и који достижу максимални долет до 15 м и максималну висину до 10 м.

Одредбе овог Правилника се не примењују на беспилотне ваздухоплове који се пројектују, производе и користе за оперативне потребе органа надлежних за послове одбране, унутрашњих послова и царине, као ни на летење беспилотних ваздухоплова у затвореном простору.

Сваки дрон, који лети брже од 20 м/с и више до 10 метара мора бити уписан у Евиденцију ваздухоплова коју води Директорат цивилног ваздухопловства Републике Србије и обележава га евиденционом ознаком. Уз захтев се подноси и упутство произвођача о коришћењу и одржавању дрона.

Сви дрони или беспилотни ваздухоплови сврстани су у четири категорије и морају да се региструју уколико су тежи од пола килограма.

Беспилотни ваздухоплов (дрон) може да лети само дању, при чему све време мора да буде у видном пољу лица које њиме управља. Максимална дозвољена висина лета беспилотног ваздухоплова је 100 м изнад тла, а максимална дозвољена хоризонтална удаљеност беспилотног ваздухоплова од лица које њиме управља је 500 м.

Није дозвољено управљати беспилотним ваздухопловом са или из објекта у покрету, нити управљати са више беспилотних ваздухоплова истовремено.

Коришћење беспилотног ваздухоплова није дозвољено на хоризонталној удаљености мањој од 500 м од значајних инфраструктурних и других објеката (електране, електрична високонапонска постројења, државне установе, војни објекти, постројења за пречишћавање воде, аутопутеви, казнено-поправне установе и сл.), осим ако постоји одобрење власника или корисника објекта.

Коришћење беспилотног ваздухоплова чија је оперативна маса већа од 150 кг, као и беспилотног ваздухоплова чији је лет у потпуности контролисан од стране рачунара који се налази у ваздухоплову, није дозвољено.

Забрањено је и превозење људи, животиња и опасног терета, али и избацивање течности и предмета из беспилотног ваздухоплова, као и ношење спољног терета који није елемент структуре и опреме тог беспилотног ваздухоплова без претходног одобрења Директората.

Лице које управља беспилотним ваздухопловом дужно је да обезбеди да његов лет не угрожава живот, здравље и имовину људи и да не омета јавни ред и мир, при чему удаљеност беспилотног ваздухоплова од људи не сме бити мања од 30 м. Такође, Правилник прописује да лице које управља беспилотним ваздухопловом не сме бити под утицајем алкохола или психоактивних супстанци нити у таквом психофизичком стању које га онемогућава да безбедно управља беспилотним ваздухопловом.

Лице које управља беспилотним ваздухопловом који се користи у непривредне сврхе може да буде само пунолетно лице. Изузетно то може да буде и малолетно лице ако се приликом управљања беспилотним ваздухопловом налази под непосредним надзором пунолетног лица.

Лице које управља беспилотним ваздухопловом који се користи у привредне сврхе, као и лице које управља беспилотним ваздухопловом тежим од једног килограма може да буде само пунолетно лице које је здравствено способно и које је положило проверу знања из предмета ваздухопловни прописи.

Тест се полаже најкасније два месеца након што лице поднесе захтев Директорату, који на својој интернет страници објављује листу питања од којих се може састојати тест за проверу знања. Кандидат је положио проверу знања ако тачно одговори на најмање 75% питања. Ако кандидат не положи проверу знања, он може поднети захтев за поновну проверу знања у року који не може бити краћи од 30 дана.

Приликом управљања беспилотним ваздухопловом лице које управља тим ваздухопловом мора при себи да има упутство произвођача за коришћење беспилотног ваздухоплова, оригинал или оверену копију одобрења Директората, потврду о положеној провери знања.

3. МОГУЋНОСТ УПОТРЕБЕ БЕСПИЛОТНИХ ВАЗДУХОПЛОВА У ЦИВИЛНОЈ ЗАШТИТИ

Беспилотни ваздухоплови су технологија будућности који ће се користити у разне сврхе. Једна од могућих примена је и у цивилној заштити, која обухвата мере, задатке и активности (превентивне, планске, организацијске, оперативне, контролне и финансијске) којима се уређују права, дужности и обавезе субјеката, учесника, функционисање свих делова система цивилне заштите и начин повезивања институционалних и функционалних ресурса учесника који се међусобно допуњују у јединствену целину ради заштите и спасавања грађана, материјалних и културних добара и животне средине од последица природних и техничко-технолошких

несрећа и катастрофа и отклањање последица тероризма и ратних разарања.

Систем цивилне заштите обухвата велики број људи из разних институција и установа. О њима се и не прича док не дође до саме катастрофе, али систем цивилне заштите може допринети својим превентивним деловањем. У последњим деценијама XX века и почетком XXI века често смо били на мети разних катастрофа које су проузроковале велик број жртава и велика материјална разарања уз врло високе штете. Најсвежији пример за то је земљотрес у августу месецу 2016. године у Италији где је погинуло око 300 људи, велики број несталих и велика материјална штета. Држава мора да обезбеди својим грађанима, према Уставу и општој декларацији о правима човека, право на живот, слободу и личну безбедност. Одређеним мерама заштите и спасавања могу се уклонити или у одређеној мери спречити лоши учинци катастрофе. Због тога се у цивилну заштиту морају уводити и нове технологије (између осталих и примена беспилотних ваздухоплова) како би у већој мери могла остварити зацртане циљеве.

Цивилна заштита има велику улогу у катастрофама као што су поплаве, шумски пожари, олује, земљотреси, нуклеарне несреће, вулканске ерупције и слично. Требало би истражити на који начин беспилотни ваздухоплови могу деловати квалитетније од обичних ваздухоплова (којих и немамо у довољном броју), односно које су њихове предности с обзиром на остале технологије.

Поплаву узрокују реке, потоци, бујични водотоци, ледене баријере. Услед појаве обилних киша и/или топљења снега када водотоци не могу више примати пристиглу воду, долази до плавлеења - изливања реке из корита. Вештачке поплава могу настати због отказа система за акумулацију воде, отказивања система за одбрану од поплава или неадекватних техничких решења на одводњавању или због људске грешке или намере - нехата. Поплаве су природни феномен који није могуће спречити, па је због тога Европски парламент и веће издало Директиву о поплавама 2007/60/ЕГ која је ступила на снагу у децембру 2007. године. Намена те Директиве је да се успостави национални и међународни оквир за процену и управљање ризицима од поплаве да би се смањиле негативне последице поплава на људско здравље, привреду, животну средину и културна добра. Један од циљева те Директиве је израда карти опасности на којима би требала бити приказана подручја с потенцијално значајним ризиком. Беспилотни ваздухоплови могу бити применљиви при изради оваквих карата јер у кратком времену могу дати не само тродимензионални изглед већ и дигитални фото и 3Д модел. 3Д модели касније могу послужити и за санацију уколико дође до катастрофалних последица на културним добрима државе.

Осим при изради карте опасности, беспилотни ваздухоплови могу имати врло важну улогу и током самог трајања опасности. Током почетне фазе поплава беспилотни ваздухоплови помажу стручњацима у разумевању нивоа ризика и при евакуацији људи на основу исправно утврђених и реалних опасности. Спасилачке екипе које су активне током целог трајања катастрофе константно излажу своје животе опасности те је оправдана употребе беспилотних ваздухоплова у ту сврху.

Нуклеарне несреће нису чест случај, али њихове поседице могу бити катастрофалне и протезати се годинама након самог догађаја. Губитак људских живота је узрокован не само тренутком катастрофе већ и животним условима које нуклеарна несрећа оставља за собом – загађење земље, воде и ваздуха. Због тога је најважнија правовремена евакуација становништва. Спасилачке екипе које учествују у евакуацији морају имати адекватну заштиту због великог загађења. Свакако би било сигурније не приступати загађеним подручјима и излагати се опасности све док беспилотни ваздухоплови не изврше снимање терена.

Вулканске ерупције имају локални учинак. Осим губитка живота и евакуације угроженог становништва проблем представља и загађење пепелом након ерупције. Ерупција вулкана Еујафјаллајокулл на Исланду у 2010. години изазвала је, заједно с проблемима цивилном становништву који живи у близини вулкана, такође велике проблеме у ваздухопловству проузрокујући велике губитке у пословању.

Једна од најбитнијих активности током рада спасилачких екипа је одржавање комуникације између свих учесника несреће. Због тога је потребна покривености током целе мисије одржавајући активну линију комуникације међу корисницима. Комуникација често може бити прекинута због последица катастрофе и немогуће је обновити комуникацијске канале при таквим условима и у кратком времену. Због тога се треба приступити другим алтернативним методама у којима ова технологија може помоћи.

Спречавање катастрофе је један од основних задатака цивилне заштите. Већина природних катастрофа се не може избећи као што су земљотреси, поплаве, вулканске ерупције. Чак је и предвиђање таквих катастрофа готово немогуће. И поред тога, неке катастрофе се могу пратити пре него што се догоде што може пружити могућност спречавања или барем смањења људских жртава.

Пружити помоћ након катастрофе такође представља огроман проблем цивилне заштите. Укључује рад разних екипа којима мора бити осигурано брзо ширење информација, комуникација, повезаност и координација у раду. Оно што отежава рад спасилачких екипа су свакако лоши временски услови који се задржавају и након саме катастрофе. Један од битних чинилаца исправног деловања је имати увид у тренутну ситуацију односно ажурирање карти погођених зона. Због потешкоћа и лоших временских услова беспилотни ваздухоплови имају велику предност при скупљању података и визуализацију за разлику од традиционалних технологија.

4. ПРИМЕНА БЕСПИЛОТНИХ ВАЗДУХОПЛОВА – ПРИМЕРИ

У Србији, по подацима Националног кластера беспилотних летелица постоји око 3.000 беспилотних летелица чија појединачна цена се креће од стотинак па до више хиљада евра. Уз безбедносне послове контроле територија, беспилотне летелице се у свету употребљавају и приликом гашења пожара јер захваљујући камерама којима су опремљене информације добијене снимањем из ваздуха брзо стижу до надлежних на земљи. Ове беспилотне летелице служе и за разоноду и за озбиљне привредне и безбедносне примене. Разноврсност примене дрона је данас ограничена само маштом професионалних ваздухопловних инжењера и хобиста. Користе се у филмској и ТВ индустрији, надзиру тешко приступачне територије и остају у ваздуху много дуже него што би то биле у стању летелице са људском посадом, док технологија њихове израде никада није била доступнија, приступачнија и распрострањенија.

Процењује се да је 2015. била у знаку дрона. Поред тога што могу да се користе за снимање и шпијунирање на местима где је забрањено, дронави без проблема са собом могу да понесу бомбу, отров или нешто треће што може угрозити безбедност људи.

Један инцидент са беспилотном летелицом догодио се и у нашој земљи. На фудбалској утакмици Србија – Албанија, дрон је улетео на терен носећи заставу Велике Албаније. На сву срећу, ова летелица у себи није носила бомбу или неко друго наоружање, али је без обзира на то избио велики међународни скандал.



Слика 1. Фото: Тањуг/Министарство финансија – Управа Царина

Примери употребе дрона:

- снимак потопљеног Париза из ваздуха показује обим катастрофе (слика 2),
- дрон забележио крволочан снимак: 70 огромних тиграстих ајкула раскомадало грбавог кита 22. мај 2016. (слика 3)



Слика 2. Извор:
Printskrin: liveleak.com, jun 2016.



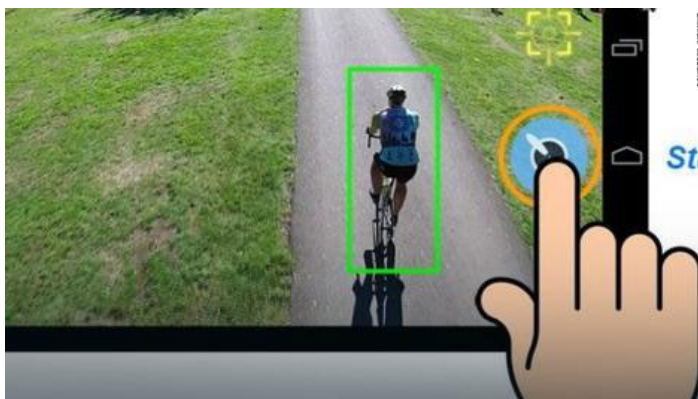
Слика 3. Printskrin:
Facebook/Eco Abrolhos

- из Финске стиже дрон са моторном тестером, са којом је могуће даљински управљати и потпуно је функционална – скида леденице, сече дрво итд.
- „Дихадисти дроновима желе да запрашују европске градове радиоактивним материјалом” – припадници Исламске државе планирају да користе дроне како би негде у Европи бацили застрашујућу „прљаву бомбу”. Светске вође забринуте су да би цихадисти могли да купе лако доступне беспилотне летелице како би их искористили за запрашивање радиоактивним материјалом европских градова, чиме би побили на хиљаде људи.
- беспилотном летелицом против варања на пријемном испиту – најновије кинеско оружје против варања на пријемном испиту на универзитетима је беспилотна летелица са шест пропелера која је скенирала да ли има неубичајених сигнала послатих ка уређајима који су студенти кришом унели на тестирање (слика 4).



Слика 4. Кинески дрон

- „дрон за прогањање” – Шангајска компанија „ЕрМајнд” (AirMind) је покренула акцију прикупљања средстава за свој пројекат назван „Мајнд4”. Реч је о дрону, или још прецизније квадрокоптеру који би летео без употребе даљинског управљача, већ би пратио корисника са којим би био повезан преко мобилног телефона. У медијима је овај дрон већ проглашен „дроном за прогањање” због своје могућности да снима и прати одређену особу или било коју другу мету (слике 5 и 6).



Слика 5. Праћење мете дроном

- „беспилотна летелица над нуклеарном централом у Белгији” - нуклеарна централа Дел, на северу земље. Догађај с беспилотном летелицом о којој белгијске власти нису дале никакве детаље, подсећа на серију сличних дешавања када су дрoнови примећени изнад неких француских нуклеарних централа. Тај случај је остао неразјашњен. Нуклеарни рекатор Дел 4, један од седам у Белгији, пуштен је у рад после четири месеца застоја због квара насталог после саботаже.

- „у нападу беспилотном летелицом погинуло пет особа у Пакистану” - јануара 2015., Северни Вазиристан, у региону према граници са Авганистаном у нападу америчке беспилотне летелице.

- „катаклизма из дрона” – Помоћу квадрокоптера DJI Phantom 2, фотоапарата „канон 7D” и камере GoPro3+, редитељ Дени Кук snимио је напуштени град Припјат, неколико километара од некадашње нуклеарне електране у Чернобиљу (слике 6 и 7, Украјина).

- Синдикат српске полиције огласио се саопштењем у којем се наводи да инцидент који се догодио на високоризичној фудбалској утакмици Србија - Албанија није само политичка провокација и непријатан експес већ и тежак безбедносни пропуст оних служби који се баве обавештајним и контраобавештајним радом. „Срамотно је и незамисливо да безбедносне и обавештајне службе државе Србије нису имале никаву информацију о планираним активностима, припреми и употреби беспилотне летелице која је изазвала експес носећи заставу Велике Албаније”, саопштио је синдикат (слика 8).



Слике 6 и 7. Чернобиљ



Слика 8. Дрон на стадиону ФК Партизан

- праћење радова у грађевинарству, панорамско снимање (Сомбор, обнова Кармелићанске цркве и рушење објеката „Бане Секулић” у Сомбору - слика 9 - 11)



Слике 9-11. Сомбор

5. ЗАКЉУЧАК

Употреба дрoнова постала је могућа, стварна и потребна у свим сферама друштвене делатности. Као превентива, дрон би могао да заузме своје место и у систему заштите и спасавања Р.Србије, као је то посебно наглашено и у тачки 2. члана 3. Закона о ванредним ситуацијама – „заштита, као скуп превентивних мера усмерених на јачање отпорности заједнице, отклањање могућих узрока угрожавања, смањење утицаја елементарних непогода, спречавање других несрећа и у случају да до њих дође, умањење њихових последица” и тачки 6. члана 3. Закона о ванредним ситуацијама – „организовање, опремање и оспособљавање снага заштите и спасавања”. Посебно место у том систему би требали да имају аеро и једриличарски клубови који се баве беспилотним ваздухопловима и врше едукацију омладине. Основни фактор употребе беспилотних ваздухоплова у систему заштите и спасавања је свакако новац којег нема у довољним количинама. На субјектима одбране остаје одговорност за предузимање превентивних мера и увођење нових технологија и у област цивилне заштите како би се степен безбедности становништва и њихових материјалних добара повећао.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Закон о ванредним ситуацијама, “Сл.гласник Р.Србије”, број 111/09, 92/11 и 93/12
- [2] Правилник о беспилотним ваздухопловима, “Сл.гласник Р.Србије”, број 108/2015
- [3] Finn, R. L., Wright, D., Friedewald, M. (2013): Seven types of privacy, European Data Protection: Coming of Age, Springer Science+Business Media Dordrecht
- [4] <http://www.srbijadanas.com/clanak/hocete-da-vozite-dron-u-2016-godini-evo-sta-sve-morate-da-znate-01-01-2016>
- [5] <http://www.vesti-online.com/Vesti/Hronika/586029>Nama-dronom-doneo-zastavu-Velike-Albanije-sebi-robiju>
- [6] <http://www.vesti-online.com/Vesti/Svet/575152/Rusija-pravi-dronove-kamikaze>

László KOMJÁTHY¹

ПОМОЋ ОД АПЛИКАЦИЈЕ НА БАЗИ АНДРОИДА КОД НЕСРЕЋА У ТРАНСПОРТУ ОПАСНИХ МАТЕРИЈА

Апстракт: Возила са опасним материјама су присутна у нашем свакодневном животу, јер транспорт друмским саобраћајем у Европи је постао најчешћи вид превоза због економичности али и других разлога. Свакодневно се могу видети камиони цистерне или камиони са наранџастом таблицом са ознаком АДР. Међутим, већина становништва не зна на шта та табла упозорава. Наша претходна истраживања показала су да код саобраћајних несрећа, грађани први пружају помоћ, јер су укључени у друмски саобраћај, па су на месту несреће пре ватрогасаца и интервенишу без икакве заштитне опреме и посебних вештина. Ово истраживање је наставак технолошког развоја софтвера за мобилне уређаје УН-БРОЈ Јава који је представљен 2009 године. Софтвер помаже становништву, професионалним ватрогасцима и руководиоцима катастрофа у интервенцијама које укључују и опасне материје, како би се спречиле даљње несреће.

Кључне речи: помоћ у одлучивању, руковођење у катастрофама, УН-БРОЈ, АДР, мобил, андроид

ASSISTANCE OF ANDROID-BASED APPLICATION IN TRANSPORT DISASTERS INCLUDING HAZARDOUS MATERIALS

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 fire fighters 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.

Key words: decision support, disaster management, UN-NUMBER, ADR, mobil, android

¹ Associate professor, Institute of Disaster Management, National University of Public Service, Budapest Hungary. E-mail: komjathy.laszlo@uni-nke.hu

нашим проценама ширење оваквог Андроид телефона је све веће – само у Мађарској се број удвостручио јер је инсталирање софтвера лакше него пре, а због превода на стране језике програм могу користити хиљаде корисника. Програм је најпре направљен због ватрогасаца, професионалаца који руководе у катастрофама, и за полицију, али због једноставности коришћења лак је и за цивилно становништво, и њима може бити од користи. Возачи и запослени у транспорту робе такође су рекли да је овај програм веома користан, а својим сугестијама и критикама помагали су у развоју апликације.

4. ОБЛАСТ АПЛИКАЦИЈЕ

Област деловања ове софтверске апликације није ограничена, јер за њену функцију није потребан онлајн линк. База података је увек на уређају, тако да то безбедно функционише и када смо у затвореном простору, у тунелу, у подруму или на таквом месту где немамо добре услове за мобилни телефон и за EDR радио-комуникацију, а када услови нису обезбеђени не можемо добити информацију. Ватрогасци се стално сусрећу са опасностима гашење пожара у затвореном простору. У таквим ситуацијама су за интервенцију суштински важне брзе одлуке [5]. Током практичних вежби се редовно суочавају (слика 2) са необичним условима, као што је „илегално складиште” са опасним материјама, разним врстама отпада. У препознавању материје помаже им на паковању назначен УН-БРОЈ, који је и у стварном животу назначен. Ове вежбе су важне и за менаџерски кадар због механизма одлучивања [6] који уз помоћ програма могу проверити активност како своју, тако и својих радника. На тим вежбама могу развити личну компетенцију, која је неопходна због сталног развоја и која убрзава механизам доношења одлуке.

Део опасног отпада кад се меша са ваздухом може да да експлозивну концентрацију, и на таквој локацији не могу се безбедно користити ни мобилни телефони, ни ИТ алати. Међутим, имамо и такве алате које можемо користити у оваквим околностима. Они су развијани баш за коришћење поред опасних материја и за екстремне услове.

5. АКТУЕЛНОСТ ПРОБЛЕМА

Транспорт опасне робе је сам по себи опасан процес. Опасност зависи од начина превоза материје и од својстава транспортоване робе. Треба имати на уму да ти транспорти могу бити и илегални, има случајева таквих несрећа где су материје необележене, а неочекиване случајеве може произвести и правилно означен и документован транспорт. Зна се да је превоз најопаснија ствар, где се деси највише несрећа и смртних случајева, при чему је највише проблема у друмском превозу. Код таквих несрећа руководиоца гашења пожара је једина особа одговорна за задатке које треба реализовати и спровести у циљу смањења штете. Ко управља развојем ситуације мора брзо препознати појединачне контексте изван општег знања, који у основи одређују ризичне ситуације. Код таквих ситуација мора обрадити пажњу на све, да би донео добре одлуке. „Ситуација” у овом смислу резимира све факторе током интервенције које су важни за елиминацију опасности. Опасне материје могу

изазвати различите проблеме на месту акције. Главне опасности – за које треба да тачно знамо материје – имамо из доступне литературе (нпр. VAX Опасни материјали Приручник за брзе информације, Водич-Хазард приправност) и првенствено добијамо слику на основу обавештења (налепнице, знаци, кодови, симболи) [8]. Наш развијени софтвер у томе даје помоћ, убрзава обраду доступних података, тако да пружа подршку у раду особама које доносе одлуке.

6. ЗАКЉУЧАК

Горе поменути програм није једина адаптација претходног програма на бази Андроида, него је побољшан, бржи и са базом која садржи већу меморију, и може се користити скоро на свим Смартфон уређајима на бази Андроида и на таблетима. Иако Embarcadero Delphi XE5 развојно окружење омогућава „multilanguage” опцију, наиме развој вишејезичних апликација, да би се могао користити лакше и да имамо мању апликацију, неке језике можемо инсталирати и одвојено. Тако је направљена верзија 5.0. На ову верзију можемо инсталирати и мађарски и словачки језик.

7. ЛИТЕРАТУРА

[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/i-jim/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] 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] Heizler György t. ezds.: *Bevetés-taktikai alapelvek veszélyes anyagoknál Védelem OnLine* 2010 <http://vedelem.hu/letoltes/tanulmany/tan338.pdf>

Александар ЛАЗАРЕВИЋ¹

КОМАНДНО-СИМУЛАЦИОНЕ ВЕЖБЕ, ОБУКА ШТАБОВА ЗА ВАНРЕДНЕ СИТУАЦИЈЕ НА СВИМ НИВОИМА

Резиме: Појаве које изазивају ванредне ситуације су постале учесталије, разноврсније и без обзира да ли су настале деловањем природе или човека, сваког дана проузрокују све веће последице по људе, материјална добра и животну средину. У нашем окружењу све чешће имамо појаве екстремних временских прилика, које проузрокују настанак великих шумских пожара, поплава великих река и бујица, одрона, клизишта, олујних ветрова, снежних наноса и друго. У Србији се у оквиру обуке штабова за ванредне ситуације организују командно-симулационе вежбе на локалном, окружном, националном и регионалном нивоу. Овакав вид увежбавања штабова за ванредне ситуације кроз симулације реалних сценарија могућих катастрофа, показао је добре резултате у подизању капацитета свих чланова штаба, а посебно руководећег кадра.

Кључне речи: штаб за ванредне ситуације, координација и руковођење, управљање информацијама

COMMAND SIMULATION EXERCISES, MANAGEMENT TEAM TRAINING FOR EMERGENCY SITUATIONS

Abstract: Emergency situations have become more frequent, and more varied all over the world and in our region as well, and whether they are caused by natural forces or man, every day they produce great consequences on people, property and the environment. In our surroundings, the extreme weather conditions which cause large forest fires, flooding of major rivers and torrents, rockslides, landslides, storm winds, snowdrifts etc., are more frequent. In this paper are presented experiences related to the preparation, realization and analysis of commanding simulated exercises, which are organized in Serbia at local, county, national and regional level. This way of training management team for emergency situations through simulations of realistic scenarios of possible disasters, has shown good results in increasing the capacity of all members of the emergency management team, especially the leading management personnel.

Key words: management team for emergency situations, coordination and management, information management

¹ Дипл. инг., Министарство унутрашњих послова Републике Србије, е-mail:
aleksandar.lazarevic@mup.gov.rs

1. УВОД

Ванредна ситуација у Републици Србији је стање када су ризици, претње или последице катастрофа, ванредних догађаја и других опасности по становништво, животну средину и материјална добра таквог обима и интензитета да њихов настанак или последице није могуће спречити или отклонити редовним деловањем надлежних органа и служби, због чега је за њихово ублажавање и отклањање неопходно употребити посебне мере, снаге и средства уз појачан режим рада. У нашем окружењу све чешће имамо појаве екстремних временских прилика, које проузрокују настанак великих шумских пожара, поплава великих река и бујица, одрона, клизишта, олујних ветрова, снежних наноса и друго. Елементарне непогоде и друге несреће, не угрожавају само живот и имовину појединца, већ утичу на целокупан друштвено-економски развој и могу пореметити еколошку равнотежу читавих региона. Излазећи у сусрет решавању питања ванредних ситуација и захтевима Европских интеграција, наш регион је данас у процесу усаглашавања свеукупног законског и институционалног оквира са бројним међународним захтевима и стандардима. Спремност локалних самоуправа да благовремено и на одговарајући начин управљају ванредним ситуацијама је од кључног значаја, јер је ову област потребно сагледати као део свеукупног, одрживог развоја заједнице.

2. ШТАБОВИ ЗА ВАНРЕДНЕ СИТУАЦИЈЕ

У случају појаве ванреднодогађаја основно је правремено реаговање, од чије ефикасности зависе и последице. За припрему, координацију и руковођење заштитом и спасавањем у ванредним ситуацијама, као оперативно-стручна тела образују се штабови за ванредне ситуације. Они су по Закону о ванредним ситуацијама формиран на општинском, градском, окружном, покрајинском и републичком нивоу. Штаб за ванредне ситуације чине командант, начелник и чланови штаба, а у градском и општинском штабу и заменик команданта штаба. Команданти штабова на локалном нивоу су председници општина, односно градоначелници. Штабови за ванредне ситуације се формирају од стручних кадрова представника органа управе, посебних организација, научних и других установа, привредних друштава и других правних лица, чије су надлежности и послови у вези са заштитом и спасавањем. Функционисање штабова је условљено нивоом обучености штабова за ванредне ситуације. Јачање капацитета знања и вештина чланова штабова за ванредне ситуације је од изузетног значаја за планирање и реаговање у ванредним ситуацијама. Управо због тога, неопходно је вршити обуку, као и стално увежбавање штабова за ванредне ситуације на свим нивоима, као носиоца управљања у ванредним ситуацијама, а у циљу подизања капацитета за ефикасан одговор на елементарне непогоде и друге катастрофе.

3. КОМАНДНО-СИМУЛАЦИОНЕ ВЕЖБЕ

За остваривање ефикасне функције штаба за ванредне ситуације, неопходно је извршити обуку, стручно усавршавање и оспособљавање команданата, начелника, као и свих чланова штабова у целини. Обука и усавршавање чланова штабова за ванредне ситуације се врши кроз тренинге, семинаре и радионице, а посебан значај се придаје обуци руководиоца штабова за ванредне ситуације - команданата и начелника. Они се периодично обучавају по донетим програмима обуке од стране

министра унутрашњих послова, а у организацији Сектора за људске ресурсе, Одељења за стручно образовање и обуку, Националног тренинг центра за ванредне ситуације и Сектора за ванредне ситуације. После подизања знања и вештина чланова штабова за ванредне ситуације потребно је увежбати, уходати и проверити тим за ефикасно деловање и руковођење у будућности, а управо командно-симулациона вежба пружа могућност за то.

Добро испланирана, успешно реализована и ефикасно анализирана командно-симулациона вежба подиже капацитете штаба за ванредне, пре свега због:

- могућности да се сви чланови штаба упознају једни са другима, својим улогама и одговорностима,
- размењивања знања и искустава,
- подизања вештине руковођења на виши ниво,
- побољшавања координације и комуникације,
- обуке у стварним, реалним ситуацијама и улогама,
- побољшања индивидуалних квалитета,
- јачања тимског рада,
- препознавања слабости за одговор у ванредној ситуацији,
- преиспитивања и потврда законске регулативе, организације, планова и процедура,
- уједначавања стандарда у раду,
- јачања партнерства између локалног и националног нивоа управљања ванредним ситуацијама.

Због свих изнетих позитивних ефеката, командно-симулационе вежбе, су у Србији постале обавезан део увежбавања свих штабова за ванредне ситуације, од локалног, окружног, до националног нивоа. До сада је Сектор за ванредне ситуације, у координацији Националног тренинг центра за ванредне ситуације и уз помоћ међународних организација организовао 2 командно-симулационе вежбе на републичком нивоу и 7 оваквих вежби на окружном нивоу. Црвени крст Србије је у сарадњи са Сектором за ванредне ситуације, организовао 63 командно-симулационих вежби на локалном нивоу.

Због размене искуства, боље координације и уједначавања стандарда, веома је пожељно организовати овакве симулације и на регионалном нивоу. Ванредне ситуације не познају границе, процене ризика и препознате могуће катастрофе у земљама нашег региона се мало разликују, тако да би после заједничког увежбавања и евентуална узајамна помоћ и синхронизована акција међународних тимова била знатно ефикаснија.

4. ПРИПРЕМА И ОРГАНИЗАЦИЈА СИМУЛАЦИЈА

За функционално и ефикасно одвијање вежбе потребна је темељна и сложена припрема. За припрему командно-симулационе вежбе неопходно је одабрати искусног модератора са уиграним тимом, који ће стручно и професионално водити вежбу у безбедној и позитивној атмосфери.

За припрему вежбе потребно је:

- дефинисати циљеве и план вежбе,
- направити оптималан избор учесника вежбе и припремити их за учешће,
- уочити опасности и ризике подручја за које је надлежан штаб за ванредне ситуације,
- дефинисати реалан сценарио и задатке,
- изабрати адекватан простор,
- предвидети потребну технику и организовати континуирани проток информација,
- припремити изворе информација (планове, ситуације, мапе и др.).

Посебно је важна израда реалног сценарија и задатака за свако подручје надлежности штабова, који су у складу са проценом угрожености (догађаји који су се десили и догађаји који се претпостављају, суше, шумски пожари, поплаве великих река или бујица, одрони, клизишта, олујни ветрови, снежни наноси, техничко-технолошке несреће и друго).

Командно-симулационе вежбе се могу организовати на свим нивоима. На локалном нивоу (општински или градски) у вежби је потребно да учествују сви чланови штаба. На окружном нивоу, оптимално је учешће окружног штаба и 3 општинска штаба са по 6 до 10 чланова. На републичком нивоу пожељно је учешће свих чланова републичког штаба за ванредне ситуације, или лица које их мењају. За прецизну и темељну припрему, овакве вежбе, добром тиму је потребно до месец дана.

5. РЕАЛИЗАЦИЈА КОМАНДНО-СИМУЛАЦИОНЕ ВЕЖБЕ

Пре саме вежбе, неопходно је да се сви појединци и тимови међусобно упознају. За реализацију вежбе битно је проверити функционалност организације вежбе и дати завршне инструкције.

За време трајања вежбе неопходна је беспрекорна координација између модератора, командне собе и групе координатора штабова.

Командна соба, која је издвојена од осталих учесника, управља сценаријом и издаје задатке учесницима по усвојеном редоследу и динамици. Врши се уношење свих потребних информација у припремљену базу података. Руководство командне собе, прати цео ток вежбе и на крају сачињава свеобухватан извештај, уз описну оцену вежбе.

Сви задаци, информације и комуникација се одвијају преко електронске поште (учесници у вежби су физички одвојени), тако да ток вежбе може да се прати током реализације, а и касније приликом анализе завршене вежбе. У току једне успешне вежбе се обично размени укупно од 600 до 800 мејлова.

Јако је важно да се на вежби успостави безбедно окружење, да динамика вежбе буде оптимална, да нема загушења информацијама и са друге стране да нема празног хода у вежби. На крају сваке секвенце, пожељно је да се из контролне собе од штабова тражи извештај о свим реализованим активностима.



Слика 1. Рад локалног штаба за ванредне ситуације на командно-симулационој вежби на окружном нивоу

6. ОДНОС СА МЕДИЈИМА И СИМУЛАЦИЈА ПРЕС КОНФЕРЕНЦИЈЕ

Вештина комуникације у кризи и однос са медијима је веома важан у одговору на ванредну ситуацију. Пре свега, неопходно створити атмосферу која потврђује да штаб брине о својим грађанима, а са друге стране и да се заједница мотивише како би се укључила у процес одговора на ванредну ситуацију.

Вештине се проверавају, тако што се током вежби дају изјаве новинарима, а на крају се организује и симулација прес конференције са представницима свих штабова (дају се саопштења јавности и одговора на постављена питања „новинара“). Изјава медијима мора бити ефикасна, одговорна, јасна, доследна, битна и истинита. Увежбава се позитивна атмосфера према медијима, како би дате информације, имале највећи ефекат у јавности. Све ове активности се бележе видео записима, који се касније користе и у групној и појединачним анализама.

7. АНАЛИЗА КОМАНДНО-СИМУЛАЦИОНЕ ВЕЖБЕ

На крају активности се ради анализа вежбе, кроз појединачну евалуацију свих учесника, анализа по штабовима (за окружни ниво) и завршна заједничка свеобухватна анализа резултата вежбе. После свих коментара и анализе, усвајају се закључци, препознају се кључне научене лекције и дају препоруке за побољшање реаговања у ванредним ситуацијама у будућности. Проверава се да ли су правци сакупљања информација били оптимални, да ли се база података добро водила, да ли су комуникација и координација били на потребном нивоу и да ли су доношене адекватне одлуке. На основу анализе се проверава да ли су капацитети довољни за



Слика 2. Симулација прес конференције

препознате ризике, да ли је број и избор чланова штаба адекватан, да ли постоји потреба за формирање додатних стручно-оперативних тимова, који су приоритети за набавку потребне додатне технике и опреме, да ли су процедуре усклађене за успешан одговор и да ли је потребна додатна обука.



Слика 3. Анализа командно-симулационе вежбе на националном нивоу

Добра анализа вежбе идентификује области за напредак, даје препоруке за појединачна побољшања и штаб у целини, подржава проактивно управљање одговором, обезбеђује документацију за будућу акцију и у великој мери утиче на практичну примену у стварном одговору на ванредне ситуације у будућности. Јако је битно да се сви учесници ових симулационих вежби слажу, да искуство које су доживели на вежби могу да примене у даљем раду и да ове активности треба да буду континуирани циклични процес у будућности.

8. ЗАКЉУЧАК

Сви чланови штаба за ванредне ситуације представљају темељ и снагу своје организације у оперативном деловању при свим видовима одговора на несреће. Они кроз активно учешће на овим вежбама повећавају своја знања и вештине у руковођењу, вођству, грађењу тима, комуникацији, сакупљању информација, решавању проблема, доношења одлука, делегирању задатака, подижу своје самопоуздање и стварају услове за стручније, брже и безбедније реаговање у будућности. Чланови штабова за ванредне ситуације, на овим вежбама побољшавају координацију са свим субјектима и снагама у одговору на ванредне догађаје (добробровољне ватрогасне јединице, полиција, хитна помоћ, комуналне, ветеринарске службе, црвени крст, горска служба спасавања и други). Они успешним учешћем на оваквом виду увежбавања, јачају свој лични углед и углед своје службе у штабу за ванредне ситуације и добија заслужено признање званичника и заједнице. Каснијом анализом свог рада, дају предлоге и доносе мере за унапређење рада службе из своје надлежности у ванредним ситуацијама.

Добро испланирана, успешно реализована и ефикасно анализирана командно-симулациона вежба подиже капацитете свих чланова штаба за ванредне ситуације појединачно, али што је још важније и целог тима. Посебно је значајно успостављање боље координације између свих чланова штаба, који су надлежни и руководе својим снагама заштите и спасавања.

Управо због тога, неопходно је стално увежбавање штабова за ванредне ситуације на свим нивоима (од локалног до националног), као носиоца управљања у ванредним ситуацијама, а у циљу подизања капацитета за ефикасан одговор на све претње у будућности.

9. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Kolb, D., *Experimental learning experience as the source of learning and development*, Prentice Hall, USA 1984
- [2] Лазаревић А., Манојловић Н., Максимовић Д., Остојић М., Живановић С., Петровић М., *Приручник за руководиоце ватрогасно-спасилачких јединица*, МУП, Београд, 2007.
- [3] Марић П., Томић Д., *Управљање ванредним ситуацијама*, Балкански институт за управљање и процену ризика: Наука и друштво, Београд, 2010.
- [4] Група аутора., *Приручник за обуку команданата штабова за ванредне ситуације*, МУП, Београд, 2011.
- [5] Група аутора., *Приручник за обуку начелника штабова за ванредне ситуације*, МУП, Београд, 2012.

Ненад КОМАЗЕЦ¹
Зоран ЛАПЧЕВИЋ²
Милица МЛАДЕНОВИЋ³
Славица ПАВЛОВИЋ⁴

КВАЛИТАТИВНО ОРИЈЕНТИСАНО УПРАВЉАЊЕ РИЗИКОМ У ВАНРЕДНИМ СИТУАЦИЈАМА

Резиме: Мултипликација инцидентних догађаја је условљена развојем технологије и друштвених односа, сразмерно човековим могућностима да спозна узроке, факторе и начине борбе против негативних догађаја и њихових последица. Очекивање да било који приступ решењу проблема може довести до потпуне безбедности је имагинаран. Стога је неопходно, идентификовати критичне тачке и предузимати мере којима се опасни догађаји ограничавају на ниво прихватљивог ризика. Поуздан начин системског сагледавања опасности, детерминисан кроз квалитативне показатеље и процедуре рада, ради одржавања прихватљивог нивоа утицаја на штићене вредности субјекта, јесте управљање ризиком. Управљање ризиком са аспекта ефикасности и ефективности мора бити део квалитета система заштите и спасавања.

Кључне речи: ванредне ситуације, процена ризика, квалитет

QUALITATIVE ORIENTED RISK MANAGEMENT IN EMERGENCY SITUATIONS

Abstract: Multiplication of incidental events is conditioned by development of technology and other society relations, relatively to humans' abilities to learn about causes, factors and ways of fight against negative events and their consequences. Expectation that any access to the solution of a problem can lead to complete safety is imaginary. Therefore, it is necessary to identify critical points and take measures with which dangerous events are limited to a level of acceptable risk. Reliable way, of a systematic view of a danger, determined through qualitative indicators and work procedures to maintain the acceptable influence level on protected values of the subject, is called the risk management. Risk management with aspects of efficiency and effectiveness has to be a part of quality of the system of protection and rescue.

Key words: emergency situations, risk assessment, quality

¹ Мастер, Универзитет одбране, Војна академија, Београд, nkomazec@gmail.com

² Мастер, ЈКП Обреновац, Обреновац, jklarcevic@magnetplus.net

³ Мастер, Регионална асоцијација за безбедност и кризни менаџмент, Београд, mladenovicmilica21@yahoo.com

⁴ Мастер, Регионална асоцијација за безбедност и кризни менаџмент, Београд, sacabezbfco@yahoo.com

1. УВОД

Све већи број природних и вештачких несрећа у савременом свету, условио је потребу за уређењем области ванредних ситуација. Обзиром на свеобухватност термина „ванредне ситуације”, са аспекта постојања опасности, јасно је да је неопходан свестран приступ у њиховој анализи и одговору на опасности. Постојање свести о опасности, само по себи, не даје одговор на проблем безбедности и заштите. Међутим, анализирање потенцијалних опасности до најситнијих детаља са одређивањем могућности њиховог дешавања, омогућава и ефикасну заштиту, превентивно и куративно. Управљање ризиком од различитих опасности треба да буде перманентан процес интегрисан у процес управљања ризиком организације. Процесом управљања ризика морају да буду обухваћени сви ризици везани за активности једне организације у прошлости, тренутне активности организације (присутни ризици), а нарочито ризици везани за активности организације у будућности. Процес управљања ризиком мора се интегрисати у културу пословања организације са ефективном политиком на челу са највишим нивоима управљања. Менаџмент организације мора да омогући превођење дефинисане стратегије пословања у тактичке и оперативне циљеве, да одреди одговорности у целој организацији и учини да је свако лице запослено у организацији у оквиру свог посла одговорно за део процеса управљања ризиком. У оквиру овог процеса мора да се обезбеди контрола рада и мерење резултата, као и уградња искустава и сазнања у процес управљања ризика, у циљу побољшања.

2. УПРАВЉАЊЕ РИЗИКОМ У ФУНКЦИЈИ КВАЛИТЕТА У ОБЛАСТИ ВАНРЕДНИХ СИТУАЦИЈА

Ванредне ситуације представљају област пред којом стоје многи изазови по безбедност и заштиту штићених вредности. Из тог разлога, веома је важно имплементирање свих принципа ефикасне безбедности и заштите тих вредности. Неке од карактеристика ванредних ситуација које имплицирају потребу уређења ове области су:

- велики број жртава;
- разарања и оштећења материјалних ресурса;
- несразмера између потреба и могућности за отклањање и санирање последица;
- појава разних психичких реакција код људи;
- хитност интервенција које се обављају по аутоматизму, итд.[5]

Уређење области ванредних ситуација је дефинисано, разним стандардима и другим међународним документима и документима ЕУ, као што је Сендаи оквир и стандард ISO/PAS TC 223 (Приправност на инциденте и управљање континуитетом операција) [1].

Наведена упутства опширно обрађују интегрисано планирање и процес управљања ризиком који проактивно помажу организацијама да [7]:

- разумеју средину у којој организација делује, присуство критичних тачака и претњи организацији који могу да доведу до значајног ометања;
- одреде интензитет и смер утицаја поремећаја на битне операционалне функције и процесе;
- одреде делове технолошког процеса који су кључни по његов краткорочни и дугорочни успех;

- идентификују инфраструктуру и изворе који су неопходни да би се омогућило да организација настави да функционише и при најмање прихватљивом нивоу ризика;
- документују кључне ресурсе, инфраструктуре, задатке и одговорности потребне да би се подржале ове кључне операционалне функције у случају поремећаја;
- установе процесе који омогућавају да информација остане актуелна и релевантна у односу на промену ризика у односу на промене ситуације;
- омогуће да запослени и снаге система буду свесни приправности и мера које ће обезбедити континуирану делатност и имају поверење у њихове намене и
- примене прописане процедуре и омогуће њихово стално побољшање.

3. ПРОЦЕС УПРАВЉАЊА РИЗИКОМ У ВАНРЕДНИМ СИТУАЦИЈАМА

Управљање ризиком дефинише оквир у коме се планиране активности одржавају у складу са постављеним циљевима. Приоритетно треба да унапреди процес доношења одлука, омогући свеобухватно и структурирано разумевање свих активности и процеса у организацији. Оптималним ангажовањем снага заштите и спасавања доприноси ефикаснијем коришћењу и расподелу снага и ресурса у надлежности субјекта у односу на ванредне ситуације. Планирањем оспособљавања снага заштите и спасавања треба да обезбеди развој и подршку оспособљености људи за реаговање у ванредним ситуацијама као и повећање базе знања о свим опасностима. Управљање ризиком оптимизира оперативне способности и спремности ресурса за адекватан одговор на опасности.

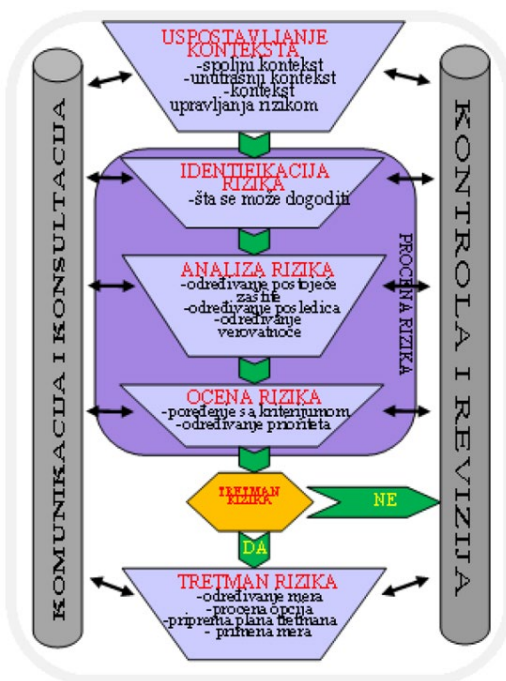
Суштински процес управљања ризиком јесте процена ризика. Интегрална процена ризика, омогућава сагледавање и анализу свих фактора који утичу на безбедност штићених вредности у овој области. Интегралном проценом ризика омогућава се идентификација потенцијалних опасности, одређивање нивоа ризика за сваку опасност као и кумулативног ефеката, али се предлаже и најефикаснији начин третмана ризика [5].

Процес процене ризика се састоји из неколико међусобно повезаних и условљених фаза, приказаних на слици 1.

3.1. Одређивање контекста процеса управљања ризиком

Фактори који утичу на безбедност на подручју субјекта су многобројни. Дефинисањем контекста процеса управљања ризиком неопходно је да се дефинишу спољни и унутрашњи фактори, као и политика, култура, процес и структура организације [15]. Дефинисањем контекста управљања ризиком одређује се оквир, обим и критеријуми за укупан процес управљања ризиком [6]. У области ванредних ситуација, основни проблем је обезбедити потпуну идентификацију свих фактора који могу представљати потенцијалну опасност за штићене вредности организације. Оправдање за овакву тврдњу лежи у чињеници да постоји велики број разноврсних опасности, које прете једној друштвеној заједници или подручју а који су различитог порекла и ефеката дејства. Процес управљања ризиком мора да буде енергично у потпуно уграђен у процес управљања ванредним ситуацијама [8].

Схватање контекста процеса управљања ризиком обухвата екстерно и интерно окружење. Не може се дефинисати који елемент окружења више утиче на укупан контекст процеса управљања ризиком, стога се за сваки пројекат посебно врши одређивање контекста, односно услова у којима се врши управљање ризиком. Оптимално одређен контекст процене ризика, утиче на квалитет процеса управљања ризиком и омогућава бољи увид у стање система надлежном менаџменту.



Слика 1. Процес процене ризика
Извор: Стандард ISO 31000 Управљање ризиком-Упутство о принципима и имплементацији управљања ризиком

3.2. Процена ризика

Процена ризика је свеобухватан процес идентификације, анализе и оцене ризика. Крајњи циљ процене ризика је детерминисање свих фактора који утичу на безбедност штићених вредности у ванредним ситуацијама и квантификација ризика у циљу одређивања могућности реализације негативних догађаја.

3.2.1. Идентификација ризика

Организација треба да обезбеди услове за идентификацију потенцијалних опасности, односно извора ризика, догађаја или низа околности као и њихове потенцијалне последице. Основни циљ идентификације ризика је састављање реалне и свеобухватне листе потенцијалних опасности, односно оних догађаја и околности које могу помоћи, умањити или успорити остваривање циљева организације. Ради ефикасне идентификације потенцијалних опасности неопходно је укључивање свих запослених лица у организацији као и заинтересованих страна.

Потенцијална опасност која није идентификована у овом стадијуму нестаје из даље анализе и као таква представља сталну и скривену опасност. У односу на резултате прелиминарне анализе, идентификацијом ризика се врши верификација постојања реалних опасности и стварају услови за прелазак на детаљнију анализу ризика.

3.2.2. Анализа ризика

Анализа ризика се односи на схватање основних карактеристика ризика, са тежиштем на факторима који имају највећи коефицијент опасности [5]. Анализа ризика пружа улазну информацију за оцену ризика и одлуку да ли ризици треба да се третирају и које су то одговарајуће (најприхватљивије) стратегије у третману ризика. Ради потпуне анализе ризика неопходно је одредити вероватноћу дешавања потенцијалне опасности и последица које актуелна потенцијална опасност може да изазове, односно, треба одредити ниво ризика [11].

3.2.3. Оцена ризика

Циљ оцене ризика је да пружи помоћ у доношењу одлука на основу резултата анализе ризика и одлука о томе којим се ризицима треба бавити, као и о приоритетима третмана ризика. Оцена ризика обухвата поређење степена ризика који су пронађени у току процеса анализе и критеријума за ризике који су утврђени у току разматрања читавог контекста [11]. Оцена ризика треба да резултира одређивањем категорије ризика, прихватљивости и приоритета третмана.

Приоритетно се треба бавити ризицима са највишим нивоом. Циљеви организације и опсег околности до којих може доћи, а који утичу на реализацију циљева, такође треба да буду разматрани. У ситуацијама где треба да се направи избор између опција, он ће зависити од контекста организације, мисије и визије. Приликом доношења одлука треба да се узме у обзир шири контекст ризика и укључи разматрање толеранције ризика које су пронашле друге организације, а од којих организација која доноси одлуку има користи. Такође, треба да се узму у обзир и законска ограничења, као и специфичности подручја. Уколико степен ризика не задовољи критеријум за ризике, онда се тим ризиком треба бавити (ризик би требало да буде подвргнут предузимању одређених мера за смањивање вероватноће настанка и могућих последица).

3.2.4. Третман ризика

Третман ризика подразумева избор једне или више опција за довођење ризика на прихватљиву меру, као и примену опција за елиминисање, смањење или редукацију ризика [6]. Опције третмана ризика не искључују обавезно једна другу али нису ни применљиве у свим околностима, о чему води рачуна надлежно лице или тело за управљање ризиком. Уколико су ресурси за третман ризика ограничени, план третирања ризика треба да јасно идентификује редослед приоритета по коме ће појединачне опције третирања ризика бити примењене. Након третмана ризика, доносиоци одлука и заинтересоване стране морају да прате степен и карактеристике преосталог ризика [9].

Преостали ризик треба да буде документован и подложен контроли и ревизији и даљем третману у складу са новим околностима [2, 11]. Процес управљања преосталим ризицима се врши по истој методологији као и основном процесу, а препоручује се да се ангажује и исти тим.

3.2.5. Контрола и ревизија

Контрола и ревизија су саставни део процеса управљања ризиком [2]. Контрола и ревизија треба да омогуће:

- да се адекватно употребе резултати анализа и поуке из анализираних поремећаја или успеха;
- детектовање промена у спољњем и унутрашњем контексту, укључујући промене самог ризика које могу захтевати преиспитивање опција третмана ризика и приоритета третмана ризика и
- проверавање да ли су мере контроле ризика и третмана ефективне и у плановима и у реализацији.

На стварни напредак у примени планова за третман ризика указује мера достигнућа која може бити уграђена у управљање организацијом, мерење и активности унутрашњег и спољњег извештавања. Контрола и ревизија могу укључивати редовне провере или контроле онога што је већ присутно, могу бити периодичне или изненадне у складу са проценом менаџмента и политиком квалитета у организацији. Оба аспекта треба да буду планирана. Није довољно ослањати се само на повремене ревизије и контроле [11]. Број и интензитет контрола и ревизија треба да буде у складу ситуацијом.

3.2.6. Комуникација и консултације

Управљање ризиком је веома динамичан процес, који захтева максимално ангажовање менаџмента, али и свих актера у процесу рада и управљања организацијом. Комуникација са свим актерима омогућава праћење неопходних података од значаја на постојање ризика. Комуникација се остварује према заинтересованим странама и може се остварити према унутрашњим и спољашњим заинтересованим странама, без обзира колико је њихово учешће у реализацији појединих задатака или пројеката.

Добро организована комуникација захтева сталне консултације са свим актерима, а нарочито са менаџментом. Ради повећања изгледа за успех мера за третман ризика, неопходне су сталне консултације на свим нивоима управљања и оперативног деловања, као и са свим заинтересованим странама на микро, макро и прекограничном нивоу [11].

4. ПОБОЉШАЊА ПРОЦЕСА УПРАВЉАЊА РИЗИКОМ У ВАНРЕДНИМ СИТУАЦИЈАМА

Субјекти одговорни за деловање у ванредним ситуацијама, су по својој природи субјекти са веома компликованим окружењем. Компликованост се не огледа само на унутрашњем плану, већ и више у односу на екстерно окружење. Синхронизација и комуникација са свим заинтересованим странама је неопходна у сваком моменту ради сагледавања свих утицајних фактора на процес заштите[4] [7]. Општи принципи управљања ризиком посебно место дају идентификацији и посматрању потенцијалних опасности у процесу процене. Разлог томе је чињеница да свака опасност, која није препозната у почетном стадијуму развоја активности, остаје скривена али не и елиминисана и представља опасност за ту организацију. Планирање и примена управљања ризиком у складу са PDCA принципима квалитета, треба да буде једна од кључних компетенција сваке организације и њених запослених у функцији заштите штићених вредности. Методи и алати управљања ризицима помажу свакој организацији да планира и имплементира конкретне акције

и програме да би своје могућности подигла на највиши ниво и да би контролисала претње [7]. Управљање ризиком се може примењивати парцијално, по појединачним опасностима али и на комплетан спектар опасности на једном подручју. Парцијална примена подразумева одвојене сегменте између којих, нужно, не мора да буде успостављен контакт. Сви субјекти би требали да теже ка највишим перформансама свог устројства за управљање ризицима, у односу на важност одлука које треба донети. Неопходно је непрекидно праћење активности и стања унутрашњих и спољних фактора, као и стања и пословања самих субјеката. У процес управљања ризицима треба да буду укључени сви запослени и све заинтересоване стране. Базирајући се на контроли и ревизији, треба донети одлуке и закључке у организацији о томе на који начин, оквир, план и политика управљања ризицима могу да се побољшају [13]. Такве одлуке треба да воде ка унапређењу процеса управљања ризицима. То доприноси побољшању управљања, флексибилности и одговорности организације која на било који начин примењује процену ризика. Посебно место заузимају научене лекције, чији је садржај неопходно аналитички укључивати у будуће активности.

5. УСЛОВИ ЗА ИМПЛЕМЕНТАЦИЈУ ПРИНЦИПА КВАЛИТЕТА ЗАСНОВАНОГ НА УПРАВЉАЊУ РИЗИКОМ

Примена квалитета заснованог на управљању ризиком и његова имплементација у субјектима одговорним за деловање у ванредним ситуацијама претпоставља задовољење следећих захтева: постојање верификованог плана и програма за обуку стручних лица за процену ризика у ванредним ситуацијама; постојање сертификованих стручних лица оспособљених за обављање послова процене ризика у ванредним ситуацијама, на нивоу свих субјеката и имплементација резултата процене ризика у систем управљања ванредним ситуацијама.

Управљање ризиком је саставни део управљања организацијом. Она је централна компонента општег процеса који даље идентификује капацитете и ресурсе који су доступни, како би могли да се редукују, идентификују нивои ризика или могући утицаји опасности (анализа капацитета). Такође, проценом ризика омогућава се планирање одговарајућих мера за ублажавање ризика (планирање способности), праћење и преглед потенцијалних опасности, ризика и слабих тачака, као и консултације и разумевање резултата [12].

Процена ризика даје значајну базу података за формирање информационалних капацитета као и за побољшање превенције од катастрофа и повећање квалитета припремних активности.

Спровођење на националном нивоу ствара претпоставке за формирање значајне базе података у једном броју домена јавних и приватних активности. Развијањем свести и разумевања ризика са којима се субјекти суочавају, доносиоци одлука, заинтересоване стране и интересне групе су у бољој позицији да се сложе око превентивних мера које треба предузети за реализацију припрема у циљу избегавања најтежих последица природних и вештачких катастрофа.

Процес управљања ризиком треба да омогући јавном сектору, невладиним организацијама као и јавности уопште, да постигну заједничко разумевање ризика са којима се суочавају као друштво и да помогну развијање сагласности о релевантним приоритетима, могућој превенцији и мерама ублажавања.

Стандардизација активности и процедура везаних за управљање ризиком је од великог значаја са аспекта једнообразности поступака и извештавања на свим нивоима управљања.

6. ЗАКЉУЧАК

Постојање ризика суочава субјекте у ванредним ситуацијама и њихово пословање са спољним и унутрашњим факторима који имају утицај на величину последица по штићене вредности. Потенцијалне опасности могу да имају извор у спољњем и унутрашњем окружењу па је стога неопходно вршити интегралну процену ризика ради избегавања и контроле свих непредвиђених околности. Ефикасност и ефективност донетих одлука зависи у великој мери од квалитета и квантитета расположивих информација. Дакле, квалитет процене ризика у ванредним ситуацијама је загарантован применом стандарда за процену ризика. Примена квалитета базирана на процени ризика води ка пословној изврсној и омогућује организацијама пословање у контролисаном окружењу.

Процена ризика је суштинска фаза процеса управљања ризиком. Подаци добијени процесом процене ризика, представљају основу за доношење одлука о превентивном и реактивном деловању у случају најаве опасности односно настанка опасности. Унификација система управљања ризиком, кроз стандардизацију, и његова имплементација у систем квалитета организације је претпоставка ефикасности и ефективности система заштите и спасавања. Перманентно побољшање перформанси субјекта система заштите и спасавања је гаранција ефикасности деловања у ванредној ситуацији.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] ASIS INTERNATIONAL: General security risk assessment guideline
- [2] Drennan, L., McConnell, A, Risk and Crisis Management in the Public Sector, Routledge, London and New York, 2008
- [3] ISO/PAS TC 223 Приправност на инциденте и управљање континуитетом операција
- [4] Кековић, З., Комазец, Н., Глишић, Г.: Приступ методологији процене ризика, Журнал за криминалистику и право, Београд, 2009.
- [5] Кековић, З., Савић, С., Комазец, Н., Милошевић, М., Јовановић, Д., Процена ризика у заштити лица, имовине и пословања, Центар за анализу ризика и управљање кризама, Београд, 2011.
- [6] Кековић, З., Кешетовић, Ж.: Концепт управљања у ванредним ситуацијама, међународни научни скуп, Ванредне ситуације, Београд, 2009.
- [7] Комазец, Н. Ранђеловић, А., Павловић, С., Младеновић, М.: Превентивни атрибути процеса процене ризика у ванредним ситуацијама, међународно саветовање Ризик и безбедносни инжењеринг, Копаоник, 2015.
- [8] Risk Management United Kingdom Treasury Risk Portal http://www.hmtreasury.gov.uk/documents/public_spending_and_services/risk/pss_risk_portal.cfm
- [9] Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030SR
- [10] Стандард SRPS ISO 9001 - Системи менаџмента квалитетом – Основе и речник
- [11] Стандард SRPS A.L2.003 - Друштвена безбедност – Процена ризика у заштити лица, имовине и пословања



- [12] Стандард ISO 31000: Управљање ризицима – Упутство о принципима и имплементацији управљања ризицима
- [13] The Australasian Institute of Risk Management <http://www.airm.org.au/>
- [14] The Association of Risk and Insurance Managers of Australia <http://www.arima.com.au/>
- [15] Закон о ванредним ситуацијама („Сл. лист РС” 111/09, 92/11 и 93/12)

Љиљана ЛУЧИЋ¹

КАТАСТРОФАЛНИ ДОГАЂАЈИ: МЕЂУНАРОДНИ СПОРАЗУМИ, ОРГАНИЗАЦИЈЕ И ИНИЦИЈАТИВЕ ОД ДЕКАДЕ ДО СЕНДАЈСКОГ ОКВИРА 2015-2030.

Резиме: Привредни развој подривају катастрофални догађаји који све чешће и све већим интензитетом угрожавају људске животе, оштећују екосистеме и уништавају створени капитал. У раду се идентификују основни међународни споразуми, организације и иницијативе које су у вези са катастрофалним догађајима и анализирају основни концепти катастрофалних догађаја од Међународне декаде за смањење природних катастрофа до Сендајског оквира за смањење ризика од катастрофалних догађаја.

Кључне речи: природне катастрофе, катастрофални догађаји, Међународна декада за смањење природних катастрофа, Стратегија УН за смањење катастрофалних догађаја, Јокохама стратегија, Хјого оквир, Сендајски оквир

DISASTERS: INTERNATIONAL AGREEMENTS, INSTITUTIONS AND INICIJATIVES FROM IDNDR TO SENDAI FRAMEWORK 2015-2030

Abstract: Economic development is undermined by disasters. Disasters become more frequent and intensive and endanger human lives, damage ecosystems and destroy assets. The paper deals with the main international agreements, organizations and initiatives that are related to disasters and the basic concepts of disaster from IDNDR to Sendai Framework 2015-2030

Key words: natural disaster, disaster, IDNDR, UNISDR, Jokohama Strategy, Hyogo framework, Sendai framework

¹ Проф.др, Висока техничка школа у Новом Саду, Нови Сад, Школска 1, e-mail: lucic@vtsns.edu.rs

1. УВОДНЕ НАПОМЕНЕ

У овом раду анализирају се катастрофални догађаји преко активности и докумената Уједињених нација. Рад се састоји од два поглавља и закључних разматрања. У првом поглављу које носи назив Међународна декада за смањење природних катастрофа анализирају се циљеви и исходи овог периода и презентује Јокохама стратегија којом се тежиште са реаговања на катастрофе помера на спречавање катастрофа и под катастрофама подразумевају поред природних и технолошки и еколошки узроковани катастрофални догађаји. У Другом поглављу које носи назив Међународна стратегија за смањивање катастрофалних догађаја анализирају се циљеви и исходи Хјого оквира 2005-2015: изградити отпорност нација и друштва на катастрофалне догађаје и презентује Сендајски оквир за смањење ризика од катастрофалних догађаја у периоду 2015-2030. година. Сендајским оквиром тежиште се са управљања катастрофалним догађајима пребацује на управљање ризиком од катастрофалних догађаја, акценат се ставља на климатске промене као главним фактором и на јачање капацитета отпорности и прилагођавања. У Закључним разматрањима сумира се Стратегија за управљање катастрофалним догађајима са очекивањима да ће активности на седам циљева Сендајског овира створити услове за сигурнији живот у 21. веку.

2. МЕЂУНАРОДНА ДЕКАДА ЗА СМАЊЕЊЕ ПРИРОДНИХ КАТАСТРОФА

У 1987. години, на иницијативу Америчке академије наука из 1984. године, Генерална скупштина Уједињених нација (УН) означила је декаду 1990-тих година као *Међународну декаду за смањење природних катастрофа (Декада) (International Decade for Natural Disaster Reduction IDNDR)*. Разлог, што је од природних катастрофа, као што су земљотреси, олује (циклони, урагани, торнада, тајфуни), цунами, поплаве, клизишта, вулканске ерупције, суше, дезертификације, пожари и друге трагедије природног порекла, у претходне две деценије био угрожен живот 3 милиона људи, док је негативне ефекте погодило око 800 милиона људи, а материјална штета премашила 23 милијарде америчких долара. Договорено је да се под покровитељством УН у тој декади обрати посебна пажња на међународну сарадњу на смањивању природних катастрофа и у свим земљама, а посебно у земљама у развоју, смање број жртава, уништавање имовине и друштвени и економски поремећаји [1].

У 1989. години УН су одредиле да IDNDR почне 1. јануара 1990. године и да се друге среде у октобру месецу сваке године обележава Дан за смањење природних катастрофа. Дан за смањење природних катастрофа утврђен је као средство за ширење и јачање свести и информисаности о природним катастрофама. Циљеви декаде били су: 1. побољшати капацитет сваке земље за ублажавање ефеката природних катастрофа, успоставити ране упозоравајуће системе и структуре отпорне на катастрофе где и када је то потребно; 2. смислити одговарајуће смернице и стратегије за примену постојећих научних и техничких знања узимајући у обзир културну и економске разлике; 3. подстаћи научне и инжењерске напоре са циљем

да се затворе празнине у знању од важног значаја за смањење губитака у људству и имовини; 4. ширити постојеће и нове техничке информације које су у вези са мерама за процену, предвиђање и ублажавање природних катастрофа; 5. изгради сет мера за процену, предвиђање, спречавање и ублажавање природних катастрофа кроз програме техничке помоћи и трансфер технологије, пројекте, образовања и обуке за конкретне природне катастрофе и локације и вршити евалуацију делотворности ових програма [2].

Током Декаде у 1994. години одржана је Прва светска конференција о смањењу природних катастрофа у Јокохама и донета Стратегија за другу половину Декаде. На почетку 1990-тих година мандат Декаде био је смањење природних катастрофа кроз научно разумевање природних катастрофа, процену штете и ублажавање и смањивање штете преко техничке помоћи и трансфера технологије, образовања и обуке. *Јокохама Стратегија и акциони план за безбеднији свет: смернице за превенцију, спремност и ублажавање природних катастрофа* [3] већи нагласак стављају на друштвене науке и економију. У Јокохама стратегији помера се приступ са помоћи и реаговања у хитним случајевима на превентивно деловање, интегрисани приступ у управљању катастрофалним догађајима и управљање ризиком; проширује се концепт смањења катастрофа и у катастрофе укључују поред природних и еколошки и технолошки изазвани катастрофални догађаји и њихова међусобна повезаност која може имати значајан утицај на друштвене, културне и еколошке системе; афирмише спречавање, ублажавање, спремност и помоћ у катастрофалним догађајима као четири елемента политике одрживог развоја на националном, наднационалном и међународном нивоу. Катастрофални догађаји од 1992. године посматрају се као један од принципа одрживог развоја. У Рио Декларацији о екологији и развоју из 1992. године катастрофални догађаји повезују се са екологијом и развојем кроз осамнаести принцип. Утврђена је обавеза држава да тренутно иноформишу остале државе о било каквој природној катастрофи или другим опасностима за које је вероватно да ће произвести изненадне штетне ефекте на животну средину ових држава [4]. Јокохама стратегија је покривала период до Друге светске конференције о смањивању катастрофалних догађаја која је одржана у Коби 2005. године и на којој је усвојен Хјого оквир.

У 1999. години, четири године након установљавала Јокохама стратегије, а у години у којој је истичало трајање Декаде, Програмски форум IDNDR након анализе постигнутог у Декади утврдио је Стратегију под називом *Сигурнији свет у 21. веку, смањење катастрофалних догађаја и ризика* [5]. У Стратегији Програмског форума IDNDR истакнуто је да се мора направити заокрет са културе реаговања на културу спречавања и да превенција не само да је хуманија од лечења него је и јефтинија. Без потребе да се понављају већ раније наведена опредељења и циљеви из периода Декаде, напомињемо да је у овој Стратегији истакнуто да се изнад свега не сме заборавити да је спречавање катастрофалних догађаја морални импреатив ништа мањи од смањења ризика од рата. Визија је да се омогући свим друштвима да постану отпорна на ефекте природних, технолошких и еколошких опасности тако што ће се смањити сложени ризик који унутар савремених друштава доприноси њиховој социјалној и економској рањивости. Између осталих постављени циљеви

били су: развити проактивни међусклоп између управљања природним ресурсима и практичних примера смањења ризика; комплетирати процену ризика и интегрисати је у планове развоја; установити мониторинг ризика и системе раног упозорења као интегрисане процесе на свим нивоима одговорности са посебном пажњом на појаву опасности са глобалним импликацијама као оне у вези са варијацијама и променом климе; установити међународне и професионалне стандарде/методологије за анализу и изражавање социоекономског утицаја катастрофалних догађаја на друштва; развити одрживе програме јавног информисања и институционализовати образовање о опасностима и њиховим ефектима преко практичних примера управљања ризиком и акција спречавања катастрофалних догађаја; процес процене пројектовати на период 5-10 и 20 година; управљати динамичком анализом ризика у коју су укључене карактеристике кретање броја становника, урбани раст и интеракција између природних, технолошких и еколошких фактора. Коначно у Стратегији се јасно истиче да су државе најодговорније за заштиту својих грађана од ризика и катастрофалних догађаја, међутим с обзиром да су од опасности највише угрожене локалне заједнице и елементи цивилног друштва они су кључни иницијатори акција за спречавање значајних ризика и катастрофалних догађаја.

У 1999. години УН су сумирајући постигнуте резултате IDNDR истакле следеће [6]: Током декаде и поред све интензивнијих и чешћих природних катастрофа остварени су значајни резултати:

1. у многим областима све чешће се реализује потреба за широм оријентацијом - за међусекторским приступом као нпр. у климатологији која разматра смањење катастрофа повезано са променама животне средине, управљањем ресурсима воде, обалским зонама и повећањем нивоа мора;
2. код појаве природних катастрофа повећано је разумевање људске димензије и односа између друштвено економских фактора, фактора ризика и осетљивости на катастрофе;
3. унапређен је приступ информацијама о катастрофама у реалном времену на основу великог напретка у развоју моћних телекомуникационих и компјутерских система;
4. установљен је систем мониторинга за океане, земљиште и климу, а на основу значајног напретка технологије;
5. повећано је интересовање за истраживање глобалних еколошких промена, посебно климатских промена и остварен је велики напредак у научном разумевању глобалних климатских режима, прогнозирању климатске варијабилности и екстремних промена и пројекцији њиховог утицаја на друштво.

Међуагенцијски секретаријат за управљање IDNDR послужио је као платформа за развој активности за смањење природних катастрофа у партнерским агенцијама ван и унутар УН, као што су Светска метеоролошка организација (WMO), Организација УН за образовање, науку културу/Међудржавна комисија за океанографију (UNESCO/IOC), Програм УН за екологију (UNEP), Светска банка и Међународни савет научних унија (ICSU). Ове организације су током Декаде дефинисале у својим

програмима оријентацију на катастрофалне догађаје. Организације које су и пре Декаде на одређени начин укључивале у своје активности катастрофалне догађаје, као што су Програм за развој УН (UNDP), Светска здравствена организација (WHO), Организација УН за храну и пољопривреду (FAO), Организација УН за индустријски развој (UNIDO) интензивирале су своје активности.

У 2000. години на 12. Светској конференцији о инжењерингу земљотреса Кинески научник Li-Li-Xie у покушају да одговори на питање како да се евалуира IDNDR, између осталог је рекао:“ Прошло је шеснаест година од када је др Френк Прес, председник Америчке академије наука, у свом уводном излагању на Осмој светској конференцији о инжењерингу земљотреса која се одражала у Сан Франциску 1984. године предложио IDNDR, а што је широко прихваћено у целој међународној заједници. Општеприхваћено мишљење је да током Декаде постављени циљеви нису могли бити у потпуности остварени. Међутим, дух Декаде трајаће заувек и у светлу Декаде научници и инжењери посветиће се безбеднијем 21. веку. Сигурнији 21. век још увек је сан. За реализацију овог великог сна потребни су даљи континуирани напори целог света и од апсолутно суштинског значаја је тесна сарадња између различитих држава, политичара, научника, инжењера, социолога, економиста и јавности. Водећа улога УН у смањењу природних катастрофа је неопходна“ [7].

3. МЕЂУНАРОДНА СТРАТЕГИЈА ЗА СМАЊИВАЊЕ КАТАСТРОФАЛНИХ ДОГАЂАЈА

Након истека Декаде, у 2000. години УН су за наследника установиле *Међународну стратегију за смањење катастрофалних догађаја (International Strategy for Disaster Reduction – UNISDR)*. UNISDR функционише кроз мрежу међународних организација, научних и експертских институција, цивилног друштва, приватног сектора, државних званичника. UNISDR је изграђена на искуству IDNDR, и стратегијама чије важење се протезало након завршетка Декаде: Јокохама стратегије за безбеднији свет из 1994. године и Стратегије Сигурнији свет у 21. веку: ризик и смањивање катастрофалних догађаја. Од 2000. године UNISDR између осталог организовао је Другу светску конференцију о смањењу катастрофалних догађаја у 2005. години и Трећу светску конференцију о смањењу ризика од катастрофалних догађаја у 2015. години.

У 2004. години Програм за развој УН упозорио је у својој публикацији: Смањивање ризика од катастрофалних догађаја, изазов за развој [8] да природне катастрофе врше енорман утицај на привредни развој и да се губици по том основу не смањују него се повећавају. У Публикацији се наводи да је процена осигуравајуће куће Munich Re да су просечни годишњи губици у привреди од катастрофа у 1960-тим годинама износили 75,5 милијарди, у 1970-тим 138,4 милијарди, у 1980-тим 213,9 милијарди, а у 1990-тим годинама 659,9 милијарди америчких долара. Према Munich Re укупни привредни губици по основу катастрофа у периоду 1992-2002. година већи су 7,3 пута него у 1960-тим годинама. У последње две деценије због природних катастрофа погинуло је 1,5 милиона људи, а најчешћи узрочници (94%) су земљотреси, тропски циклони поплаве и суше.

У 2005. години за Другу светску конференцију за смањивање катастрофалних догађаја, која се одржавала у Коби, припремљен је Извештај о реализацији Јокохама стратегије [9]. У Извештају су поред позитивних исхода истакнута и отворена питања и проблеми. Посебно је напоменуто да постоји недостатак систематичне имплементације, сарадње и извештавања о напретку у смањењу ризика и рањивости на катастрофе, а уочено је да су највећи проблеми и изазови за будућност у следећим областима: 1. Руководјење: организациони оквир, правни оквир и оквир политике; 2. Идентификација, процена, мониторинг ризика и рано упозорење; 3. Управљање знањем и едукација; 4. Смањивање основних фактора ризика; 5. Спремност за делотворно реаговање и опоравак. Неостварени напредак Јокохама стратегије у наведеним областима одредили је приоритетне области у којима у наредном периоду треба деловати.

Основни документ Друге светске конференције за смањење катастрофалних догађаја је *Хјого оквир 2005-2015: изградити отпорност нација и друштава на катастрофалне догађаје* [10]. У овом документу утврђени су стратегијски циљеви и приоритетни задаци за наредни десетогодишњи период. Утврђени стратегијски циљеви су: 1. Интегрисати смањење ризика од катастрофалних догађаја у политике одрживог развоја и планирање; 2. Развити и ојачати институције, механизме и капацитете да би постали отпорни на опасности; 3. Систематски инкорпорисати приступ за смањење ризика у програме опоравка, реаговања и спремности за случај опасности. Приоритетни задаци су следећи: 1. осигурати да је приоритет на националном и локалном нивоу, на снажаним институционалним основама, смањење ризика од катастрофалних догађаја; 2. идентификовати, проценити и надгледати ризике од катастрофалних догађаја и унапредити систем раног упозорења; 3. користи знање, иновације и образовање да би се изградила култура безбедности и отпорности на свим нивоима; 4. смањити основне факторе ризика и 5. на свим нивоима појачати спремност за делотворно реаговање у катастрофалним догађајима.

Конкретније, између осталог до 2015. године: 1.) Државе треба да установе стратегије за смањење катастрофалних догађаја и интегришу их у планове и циљеве националног и локалног развоја; ојачају националне платформе; подстакну широко учешће јавности; одреде довољно буџетских средстава за примену стратегија у пракси; 2.) За идентификацију, процену, мониторинг и систем раног упозорења на ризик треба установити стандарде за систематско прикупљање података, проценити ризик земље, трендове рањивости и мапе опасности, управљати проценом ризика у које су инкорпорисане техничка и социо-економска димензија, изградити системе раног упозоравања; 3.) У области образовања треба управљати знањем и увести у наставне планове институција предмет смањење ризика од катастрофа; вршити професионалну обуку о катастрофалним догађајима; 4.) Треба смањити факторе ризика у вези са животном средином, природним ресурсима, климом и повезаним геофизичким областима; друштвене и економске принципе развоја и праксе придружити техничким способностима да би се заштитила инфраструктура од суштинског значаја и смањило сиромаштво осетљиве популације; развити и укључити у широку сарадњу свих заинтересованих страна; подстаћи широку

размену знања и трансфера технологије између држава; применити одговарајуће техничке мере за планирање употребе земље и правила градње, подстаћи усвајање instrumenata за поделу, трансфер или минимизирање изложености ризику. 5.) Треба повећати спремност за делотворно реаговање и опоравак од катастрофалних догађаја. С тим у вези између осталог треба проценити одрживост свих политика управљања катастрофалним догађајима и ризицима како постојећим тако и онима у настајању. Од спровођења Хјого оквира очекивало се да до 2015 године исходује значајно смањење губитака у људству и друштвеном, привредном и еколошком капитала због катастрофалних догађаја.

У периоду од 2005. до 2015. године UNISDR је успела да развије платформу и веома активно са регионалним платформама развија и учини доступном базу података и бројне информације и примере о катастрофама. Од 2009. године UNISDR редовно публикује Глобални извештај о процени смањења ризика од катастрофалних догађаја. У последњем издању пред Трећу светску конференцију о смањивању ризика од катастрофалних догађаја, у 2015. години публиковани су подаци и извршена је процена успешности Хјого оквира. У 2009. години UNISDR публиковала је терминологију за смањење ризика од катастрофа. То је омогућило употребу термина са јединственим значењем [11]. На пример: под катастрофама подразумева се озбиљан поремећај у функционисању заједнице или друштва који укључује распрострањен утицај и људске, материјалне, привредне или еколошке губитке који превазилазе способност тог друштва или заједнице да их савлада употребом сопствених ресурса. Управљање ризиком од катастрофа означава систематски процес употребе административних смерница, организација и оперативних вештина и капацитета за спровођење стратегија, политика и побољшање капацитета за савладавање да би се умањили негативни утицаји опасности и вероватноћа катастрофе. Систем раног упозорења је сет капацитета потребних да се направи и рашири благовремена и значајна информација о опасности да би се омогућило појединцима, друштвима и организацијама, које су под претњом од опасности, да се припреме и одговарајуће делују и имају довољно времена да смање вероватноћу штете или губитка.

У 2015. години за Трећу светску конференцију за смањивање ризика од катастрофалних догађаја, која се одржавала у Сендају, припремљен је Извештај о реализацији Хјого оквира. Оцењено је да су, према националним и регионалним извештајима, државе и остале релевантне заинтересоване стране оствариле напредак у смањивању ризика од катастрофалних догађаја на локалном, националном и глобалном нивоу што је довело до пада смртности у случају неких опасности. Државе су унапредиле своје капацитете за управљање ризиком од катастрофалних догађаја и делотворним управљањем ризиком допринеле одрживом развоју. Међународни механизам за стратегијско саветовање, кородинацију и развој партнерства за смањење ризика од катастрофалних догађаја, као што је Глобална платформа за смањивање ризика од катастрофалних догађаја и регионалне платформе, као и остали релевантни међународни и регионални форуми за сарадњу, били су инструменти за развој политика и стратегија и унапређење знања и заједничког учења. Генерално, Хјого оквир био је важан инструмент за јачање јавне и институционалне свести који је створио политичку обавезу и усмерење на акцију великог круга заинтересованих

страна на свим нивоима. Међутим, током десетогодишњег периода катастрофални догађаји наставили су да угрожавају безбедност људи и сигурност имовине лица, друштва и држава у целини. Преко 700.000 људи изгубило је живот, преко 1,4 милиона било је повређено и приближно 23 милиона остало је без крова над главом. Свеукупно 1,5 милијарди људи била је на разне начине погођено катастрофалним догађајима. Укупан економски губитак био је већи од 1,3 трилиона америчких долара. Поред тога, између 2008. и 2012. године 144 милиона људи било је пресељено. Катастрофални догађаји, од којих су се неки погоршали и били учесталији и интензивнији услед деловања климатских промена, значајно успоравају напредак према одрживом развоју. Подаци указују да се изложеност ризику лица и имовине у свим државама повећава брже него што рањивост опада, што ствара нове ризике и повећава губитке, са значајним економским, социјалним, здравственим културним и еколошким утицајем на кратак, средњи и дуги рок. У евалуацији Хјого овира подсећа се на у завршни документ *Будућност коју желимо*, са Конференције УН о одрживом развоју која је одржана 2012. године, у коме се захтева да се проблему смањења ризика од катастрофалних догађаја и изградњи отпорности на катастрофе што хитније приступи у контексту одрживог развоја и искорењавања сиромаштва и по потреби интегрише на свим нивоима. На Конференцији су такође реafirмисани сви принципи Рио декларације о екологији и одрживом развоју [12].

У 2015. години у Сендају одржана је Трећа светска конференција о смањењу ризика од катастрофалних догађаја. Треба обратити пажњу да су прве две светске конференције у називу биле конференције за смањење катастрофалних догађаја. Назив треће конференције и назив завршног документа у коме су назначани сврха, очекивани исход, циљ и циљане вредности - *Сендајски оквир за смањење ризика од катастрофалних догађаја у периоду 2015-2030 година* упућују на закључак да ће се о катастрофалним догађајима и њиховим узроцима у будућности говорити другачије него до сада. У наредном периоду основна тема није смањење катастрофалних догађаја него смањење ризика од катастрофалних догађаја.

Сендајски оквир [12] односи се на природне опасности или на опасности које је узроковао човек и са њима повезане еколошке, технолошке и биолошке опасности и ризике. Основни циљ је спречавање настанка нових и смањивање постојећих ризика од катастрофалних догађаја кроз спровођење интегрисаних и свеобухватних економских, структурних, правних, социјалних, здравствених, културних, образовних, еколошких, технолошких, политичких и институционалних мера којима се спречава и смањује изложеност опасности и рањивост према катастрофама, повећава спремност за реаговање и опоравак и стога јача отпорност. Сендајски оквир садржи седам циљева које треба остварити до 2030. године: 1. Значајно смањити на глобалном нивоу смртност узроковану катастрофама, са циљем да се смањи просек смртности на 100.000 људи између 2020-2030. у односу на 2005-2015. годину; 2. Значајно смањити на глобалном нивоу број људи који су погођени катастрофама са циљем да се смањи просек погођених катастрофом на 100.000 људи у периоду 2020-2030. година у односу на период 2005-2015. година; 3. Смањити директне привредне губитке од катастрофа у односу на бруто домаћи производ (БДП); 4. Значајно смањити штету од катастрофа на инфраструктуру

од суштинског значаја и поремећај основних услужних делатности, међу којима здравство и образовање, што укључује и развој њихове отпорности; 5. Значајно повећати број држава са националним и локалним стратегијама за смањење ризика од катастрофа, и то до 2020. године; 6. Значајно повећати међународну сарадњу са мање развијеним земљама кроз адекватну и одрживу подршку за комплетирање њихових националних активности на примени овог оквира; 7. Људима значајно повећати расположивост и приступ системима раног упозорења од више опасности и расположивост и приступ информацијама и проценама ризика од катастрофа. Сендајски оквир утврђује четири приоритета за деловање на свим нивоима власти: 1. Разумевање ризика од катастрофалних догађаја; 2. Јачање руковођења ризиком од катастрофа ради управљања ризиком од катастрофа; 3. Инвестирање у смањење ризика од катастрофа ради отпорности; 4. Унапредити спремност за делотворно реаговање на катастрофе и извршити опоравак, рехабилитацију и реконструкцију по принципу „*build back better*“.

4. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

Током неколико деценија катастрофални догађаји јављају се све чешће и интензивније и угрожавају животе људи и имовину. Током неколико деценија напора да се смањи број катастрофалних догађаја и тежина њихових последица остаје без одговарајућих ефеката. Уједињене нације имају интегрисан приступ катастрофалним догађајима и упозоравају да нема одрживог развоја без одговарајућег управљања ризиком од катастрофалних догађаја. Да би стратегија управљања ризиком од катастрофалних догађаја била успешна неопходно је пре свега ставити под контролу климатске промене које су најснажнији покретач ризика. У наредним годинама очекивања су да ће активности целог света на реализацији седам циљева Сендајског оквира обезбедити сигурнији живот у 21. веку.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] International decade for natural disaster reduction A/RES/42/169 <http://www.un.org/documents/ga/res/42/a42r169.htm> посећено 13.09.2016.
- [2] <http://www.un.org/documents/ga/res/44/a44r236.htm> <http://www.fire.uni-freiburg.de/programmes/un/idndr/idndr2.html> посећено 13.09.2016.
- [3] Yokohama Strategy and Plan of Action for a Safer World: Guidelines for Natural Disaster Prevention, Preparedness and Mitigation <https://www.unisdr.org/we/inform/publications/8241> посећено 13.09.2016.
- [4] Rio Declaration on Environment and Development <http://www.unep.org/documents.multilingual/default.asp?documentid=78&articleid=1163>
- [5] Strategy: A Safer World in the twenty-first century: disaster and risk reduction IDNDR Programme Forum, July 1999. http://www.unisdr.org/files/31468_programmeforumproceedings.pdf посећено 13.09.2016.



- [6] UN Recommendations on institutional arrangements for disaster reduction activities of the United Nations system after the conclusion of the International Decade for Natural Disaster Reduction <http://www.un.org/documents/ecosoc/docs/1999/e1999-89.htm> посећено 13.09.2016.
- [7] Li-Li-Xie How do we evaluate IDNDR?: <http://www.iitk.ac.in/nicee/wcee/article/2818.pdf> посећено 13.09.2016.
- [8] UNDP (2014) *Reducing disaster risk a challenge for development* http://www.planat.ch/fileadmin/PLANAT/planat_pdf/alle_2012/2001-2005/Pelling__Maskrey_et_al_2004_-_Reducing_Disaster_Risk.pdf посећено 13.09.2016.
- [9] Review of the Yokohama Strategy and Plan of Action for a Safer World, World Conference on Disaster Reduction, Kobe, Hyogo, Japan 18-22 January 2005 <http://www.unisdr.org/2005/wcdr/intergover/official-doc/L-docs/Yokohama-Strategy-English.pdf> посећено 13.09.2016.
- [10] UNISDR (2005) Hyogo framework for Action 2005-2015: Building the Resilience of Nations and Communities to Disasters <http://www.unisdr.org/2005/wcdr/intergover/official-doc/L-docs/Hyogo-framework-for-action-english.pdf> посећено 13.09.2016.
- [11] UNISDR (2009) *Terminology on Disaster Risk Reduction* <http://www.unisdr.org/we/inform/publications/7817> посећено 13.09.2016.
- [12] UN Resolution adopted by the General Assembly on 3 June 2015 Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030 <http://www.preventionweb.net/files/resolutions/N1516716.pdf> посећено 13.09.2016.

Senka BAJIĆ¹
Mirjana SLADIĆ²
Mirjana LABAN³

IMPACT OF SNOW AVALANCHES ON CULTURAL HERITAGE

Abstract: Snow avalanches are considered as one of the greatest natural hazards in mountainous regions. Not only that the destructive power of nature changes the natural environment, but it also changes the built environment. Cultural heritage is an important segment of the built environment of any region and it is exposed to the constant climate changes and natural hazards. The research provides analysis of different impacts of snow avalanches on cultural heritage in avalanche prone areas. The aim of this paper is to raise the awareness and understanding of the need for a sustainable and comprehensive reduction of risk and timely risk management in endangered mountainous areas.

Key words: climate changes, snow avalanches, cultural heritage, natural hazards, traditional materials, environment

УТИЦАЈ СНЕЖНИХ ЛАВИНА НА ГРАДИТЕЉСКО НАСЛЕЂЕ

Резиме: Снежне лавине се сматрају за један од најутицајнијих природних хазарда у планинским областима. Њихова деструктивна моћ не мења само природну него утиче и на измену грађене средине. Културно наслеђе је битан сегмент изграђене средине и као такво константно је изложено утицају климатских промена и природних хазарда. Истраживање обухвата анализу различитих утицаја снежних лавина на културно наслеђе у областима погодним за стварање лавина. Циљ истраживања је подизање свести и разумевање потребе за одрживим, свеобухватним и правовременим управљањем ризика у угроженим планинским пределима.

Кључне речи: климатске промене, снежне лавине, градитељско наслеђе, природни хазарди, традиционални материјали, животна средина

¹ PhD student, University of Novi Sad, Faculty of Technical Science, Trg Dositeja Obradovića 6, Novi Sad, Republic of Serbia, senka.bajic@uns.ac.rs, senka.bajic@gmail.com

² PhD, assistant professor, University of Novi Sad, Faculty of Technical Science, Department of Architecture and Urbanism, Trg Dositeja Obradovića 6, Novi Sad, Republic of Serbia, mirjanasladic@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

In the past few decades we have witnessed intense climate change and its impact on the natural and the built environment. On the 10th scientific conference *Measures to reduce the risk of the consequences of extreme rainfall* held in Belgrade, in December 2015, attention was drawn to the alarming situation of architectural heritage, the strategy for the preservation and protection regarding to the impact and consequences of climate change in general (Folić Kurtović, N., Sladić M., *Prediction of The natural Hazards, Natural Hazards Causes and Effects; Prediction of The Impact of Climate Change on Cultural Heritage in Serbia, Izgradnja 11-12, Beograd, December 2015.*). Furthermore, special attention is captured by the problems and solutions related to climate change in relation to the national cultural heritage in the Nordic countries (Kaslegard, A., *Climate Change and Cultural Heritage in The Nordic Countries, temanord 2010:599*). The most recent study analyzed landslides and their impact on cultural heritage. The study indicated the needs for research and solutions, cause and effects in relationship of natural hazards and cultural heritage in order to develop the study of cultural heritage protection (Bajić S., Sladić M., *Landslides as a Threat to The Preservation of Historical Cities, 3rd ISM E-Gtz, Tuzla, June 2016.*

The average number of snow avalanche fatalities worldwide is estimated at 250 per Year [1]. In Serbia snow avalanches were recorded in 2012, due to extremely low temperatures and cold wave followed by severe winter conditions. Number of fatalities was 10, while the several houses were completely destroyed [2]. Unfortunately, there is no precise statistical data concerning snow avalanche accidents in Serbia, thus all data is collected using newspapers and internet. In contrast, alpine countries collect data as annual accident reports. These reports comprise summary of selected avalanche accidents with a brief description of the event and rescue measures, information on the weather and avalanche situation at the time, and the legal consequences [3]. One of the most known snow avalanche which destroyed whole village in Austria is 1999 Galtür Avalanche. Most of the cultural heritage sites and buildings were totally destroyed [4]. Recent experience with damage from excessive weather loads, namely wind and snow, together with real opportunities to adapt the cultural heritage to reduce this damage, has indicated that some amendments to the relevant standards might be suggested and accepted. According to the Munich reinsurance Company, regional snow storms are the highest source of financial and insured losses in Europe [5].

The practice in Serbia does not recognize the making of risk assessment study of natural hazard in the field of built cultural heritage. The focus of this paper is the impact of snow avalanches as a threat to the preservation of cultural heritage. This paper explains the need for mapping these critical areas, as well as assessment of the risks, which is needed during the recording survey, preparation of the study and protection of vulnerable sections.

2. SNOW AVALANCHES

Snow avalanches are considered as a major natural hazard. They endanger human life and infrastructure in mountainous areas across the world [1]. Combinations of different factors such as weakness of the snow layers, high temperature and rapid changes make

snow avalanches much more common than the other mountain-slope hazards, such as rock avalanches, landslides or ice avalanches [6].

There are two types of release: loose snow avalanches and slab avalanches. Loose snow avalanches start from a point in a relatively cohesion less surface layer of either dry or wet snow, while the slab avalanches involve the release of a cohesive slab over an extended plane of weakness, and they are usually associated with weak layer at depth in the snowpack [1].

Conditions for avalanche formation depend upon slope steepness, weather, temperature, slope orientation (north or south), wind speed and direction, vegetation, and conditions within the snowpack [7]. Considering Doug Fesler and Jill Fredston there are three primary elements for avalanche formations. They are terrain, weather, and snowpack [8]. Terrain describes the places where avalanches occur, while steep slopes of 30 to 45 degrees are most prone to avalanching, but avalanches can occur on much gentler slopes given the right weather conditions [7]. Weather describes the meteorological conditions that create the snowpack. Following, weather circumstances cause unstable layers to form within a snowpack, leading to extreme avalanche danger [7]. Snow pack describes the structural characteristics of snow that make avalanche formation possible [8]. New snow is one risk factor for avalanches, though temperature changes lasting hours or days can also cause unstable layers to form [7].

There are several ways to prevent avalanches and lessen their power and destruction and some of them will be discussed. Avalanche protection may be divided into temporary and permanent measures. Second grouping include active and passive preventive measures [6].

Snow avalanches affect both natural and built environment. Natural avalanches threaten residents and infrastructure, whereas human-triggered avalanches are the main threat to recreationists [1].

3. CULTURAL HERITAGE

Cultural heritage is an important resource of any society. It is usually not a renewable resource when it comes to total destruction of historic monuments, archaeological sites and architectural monuments. Special segment of architectural heritage are objects made of traditional materials and built in a basic traditional constructive system. Over time they are, more than any other architectural heritage, exposed to devastation. Traditional materials and traditional constructive system made of it, like earth, wood and stone, are the materials sensitive to constant climate changes. The research of devastation of archaeological sites and architectural monuments includes: detection, research of the causes and consequences of the devastation that has arisen over time.

Considering the marginal treatment of heritage from the initial phase, ie. hazard predictions, until the final restoration and presentation after disasters should propose a series of recommendations and actions, which should help in the shortest possible time and in the most efficient way to eliminate the consequences of natural disasters [9]. In this paper special attention is given to two types of architectural heritage: cultural and historical folk settlements and monastery complexes built in the mountainous area.

Problem which is noticed, practically as a rule, is that causes of damage are very different, but forms of damage are very similar. In this way the task becomes very complex and sensitive [9]. Classification of damage can be made based on several aspects: the type of cultural heritage, according to the type of construction material and the type of structural assembly. It is significant to determine the relationship between the prevailing causes and manifestations of damage [10].



*Figure 1. Church and village in mountainous region
(<http://wallup.net/preview/?wallpaper=nature-landscape-mountain-hill-winter-snow-trees-church-house-village-valley-shadow-birds-eye-view-skiing-people-rooftops>)*

Degradation and complete destruction of architectural heritage can be caused by snow avalanches. Effects on building materials and construction does not arise only from direct attack, it depends, among other things, from the amount of snow cover and temperature differences that will follow after the impact of snow avalanches. Changes and more importantly a degradation of the material in this case are formed because of the constant influence of water. The destructive effect of water supported by changes in aggregate state due to changes in temperature.

Prediction of snow avalanches and their impact on the built heritage is one of the primary objectives in mountainous areas (Fig. 1). During the work on a study of protection of archaeological and architectural heritage it is necessary to include the study of risk and mapping of snow avalanches.

4. CULTURAL HERITAGE AND SNOW AVALANCHES

Climate changes are visible everywhere, therefore not just climate change in itself, but also the way that society cope with the climate issue will affect our cultural heritage in numerous means. Effects of climate change on built heritage are large. Some of them are:

biological decomposition, physical decomposition, chemical decomposition, the thawing of permafrost, extreme weather, rising sea level and increased coastal erosion etc [11].

The climate affects the built environment in many ways, such as humidity, temperature fluctuations and wind. All building materials will be subject to deterioration over the course of time and climatic conditions will be of decisive significance for the rate at which this occurs [11]. It is known that changing climate will not only have a direct effect on heritage sites and cultural environments, but also climate change affects heritage sites in a more indirect way.

There are relatively few studies concerning analysis of impact of snow avalanches on cultural heritage and built structures. Climate change will have a direct effect on heritage sites, through physical changes in the environment that change the conservation conditions for the materials at the site [11].

There are many examples throughout the world, where heritage sites are located on slopes, which are frequently affected by snow avalanches. Further climate change would lead to avalanches and landslides in places where they have not previously occurred, therefore more places could be affected [11]. As noted earlier, heavy snowfall could easily trigger snow avalanches, therefore any site located in avalanche prone area may suffer damage.

The incidence of extreme weather is expected to increase throughout the alpine countries, thus more areas could be affected. Extreme weather can also lead to flooding, snow avalanches and landslides, which could also affect built heritage.

In some high-altitude and northern regions, an increase in winter precipitation could lead to more snow in the near future. Heightened precipitation and snowfall could lead to formation of the weak layer in the snowpack. Furthermore, wet snow on the roofs could cause greater stress to buildings than previously. Conditions such as wind speed, wind direction, location of the building, but also structure material, all effect on behavior of the snow on the cultural heritage sites. In some cases, snow can just weaken the building's structure, but also damage or totally collapse [11]. Likewise, roof avalanches are not rare in areas with high snowfall. The most vulnerable buildings to increased snowfall are old industrial or agricultural buildings and modernistic heritage buildings with flat roofs [11].

5. CONCLUSION

Serbia is country with a large number mountains and cultural heritage sites located in avalanche prone areas. Thence, protection of sites at risk has to be priority. The best response to avalanche risk is prevention. Therefore, special attention has to be given to snow avalanche mapping and protection of cultural heritage cites.

Different preventive measures can be taken in consideration in order to improve risk assessment in these areas. The most important measure is identification, mapping and documentation of cultural heritage sites and other cultural environments that are endangered in mountainous regions. Repairing damages to cultural heritage sites and management of vegetation is very important for the sake of protection of the sites. Thus, constant monitoring of the vulnerable mountainous regions can contribute to more

effective and sustainable risk assessment. Concluding, responsible land use planning that takes climate change into account, and orderly include information related to the history and architecture of the facilities can protect threatened cultural heritage sites and provide timely risk identification and assessment.

6. REFERENCES

- [1] Schweizer J., Jamieson B., Schneebeli M. (2003): Snow avalanche formation, *Reviews of Geophysics*, 41, 4 / 1016 2003.
- [2] Lavina odnela 10 članova porodice. (n.d.), available at: http://www.b92.net/info/vesti/index.php?yyyy=2012&mm=02&dd=12&nav_category=16&nav_id=582006(accessed: December 2015)
- [3] Accident reports. (n.d.), available at http://www.slf.ch/praevention/lawinenunfaelle/unfaelle_alt/index_EN (accessed: December 2015)
- [4] Paterson, Bill (25 November 1999). “Anatomy of an Avalanche”. BBC. Retrieved 7 February 2014
- [5] Protecting The Cultural Heritage From Natural Disasters, Policy Department Structural and Cohesion Policies, European Parliament
- [6] McClung D., Schaerer P. (2006): *The Avalanche Handbook*, Seattle: The Mountaineers Book.
- [7] Hyndman D., Hyndman D. (2010): *Natural Hazards and Disasters: Third Edition*. Belmont: Brooks-Cole, Cengage Learning.
- [8] Kinds of Avalanches. (n.d.), available at: <http://fsavalanche.com/Default.aspx?ContentId=4&LinkId=10&ParentLinkId=9> (accessed: May 18, 2014).
- [9] Folić Kurtović, N., Sladić M., Prediction of the Natural Hazards, Natural Hazards Causes and Effects; Prediction of The Impact of Climate Change on Cultural Heritage in Serbia, Izgradnja 11-12, Beograd, December 2015.
- [10] Bajić S., Sladić M., Landslides as a Threat to The Preservation of Historical Cities, 3rd ISM E-Gtz, Tuzla, June 2016.
- [11] Kaslegard S. A. (2010): *Climate Change and Cultural Heritage in the Nordic Countries*, Copenhagen: (TemaNord 2010:599) Nordic Council of Ministers.

Jozef SVETLÍK¹
Anton OSVALD²

RAPID DETECTION OF TNT WITH SALIANT METHOD – FIELD TEST

Abstract: The article discusses one of the external field tests for detection of TNT using the method being developed by a consortium SALIANT, which aims to develop a hand-held device for real-time analysis of trace levels of explosives, chemicals and drugs. The key innovation is a positive detection lateral flow test for small molecules that is rapid, highly sensitive and simple to use making it ideally suited to deployment by First Responders and Forensic Service Providers at crime scenes and terrorist incidents. Method detects explosives on the principle of immunoassay sensitivity of ppb. Priority is focused on the detection of explosives, on which the article describes only test system on TNT

Key words: explosives, TNT, detection, samples, field test

БРЗА TNT ДЕТЕКЦИЈА SALIANT МЕТОДОМ – ИСПИТИВАЊЕ НА ТЕРЕНУ

Резиме: Рад се бави једним од теренских тестова за TNT детекцију методом развијеном од стране конзорцијума SALIANT, која има за циљ да развије ручни уређај за анализу у реалном времену нивоа трагова експлозива, хемикалија и лекова. Кључну иновацију представља тест за откривање малих молекула који је брз, веома осетљив и једноставан за коришћење што је идеално за службе које прве реагују и форензичаре на месту злочина и терористичких инцидената. Ова метода открива експлозив на принципу биохемијске осетљивости имуног одговора у ppb (parts per billion) концентрацијама. Приоритет је стављен на откривање експлозива, па рад описује само систем тестирања на TNT.

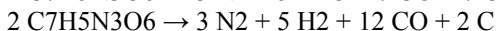
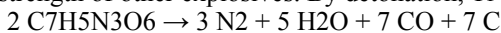
Кључне речи: експлозиви, TNT, детекција, узорци, теренско испитивање

¹ Ing. Jozef SVETLÍK, PhD., Faculty of Security Engineering, University of Zilina in Zilina, Slovakia, jozef.svetlik@fbi.uniza.sk

² Prof. Ing. Anton OSVALD, CSc., Faculty of Security Engineering, University of Zilina in Zilina, Slovakia, anton.osvald@fbi.uniza.sk

1. TNT - 2,4,6 - TRINITROTOLUENE

It is yellow-coloured solid best known as a useful explosive material with convenient handling properties. The explosive property of TNT is considered to be the standard gauge of strength of other explosives. By detonation, TNT decomposes in these ways:



Because TNT has an excess of carbon, explosive mixtures with oxygen-rich compounds can yield more energy per kilogram than TNT alone [1].

TNT is reported to contain 2.8 mega joules per kilogram explosive energy. The actual heat of combustion is 14.5 megajoules per kilogram, which requires that some of the carbon in TNT react with atmospheric oxygen, which does not occur in the initial event [2].

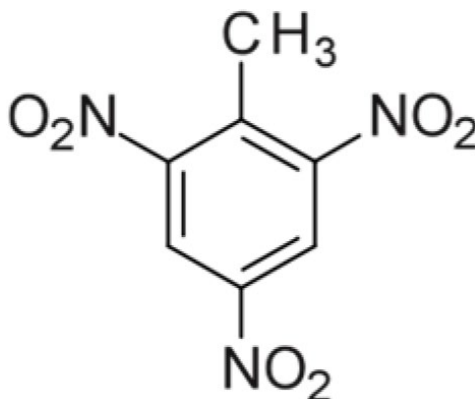


Figure 1. TNT molecule

2. COLLECTION AND EVALUATION OF POST BLAST PRODUCTS BY SALIANT METHOD

Materials:

- MilliQ water,
- Methanol,
- Glass tube 130 x 16 mm,
- Polyester TX715 swab (Basan),
- Paper mold for a square 10 x 10 cm.

Sampling Method

1. Pre-wet swab with MilliQ water. Approximately 500 μl /swab, no dripping of liquid from Swab.
2. Wipe area of 10 x 10 cm, use the paper mal for the correct area. See figure 2.

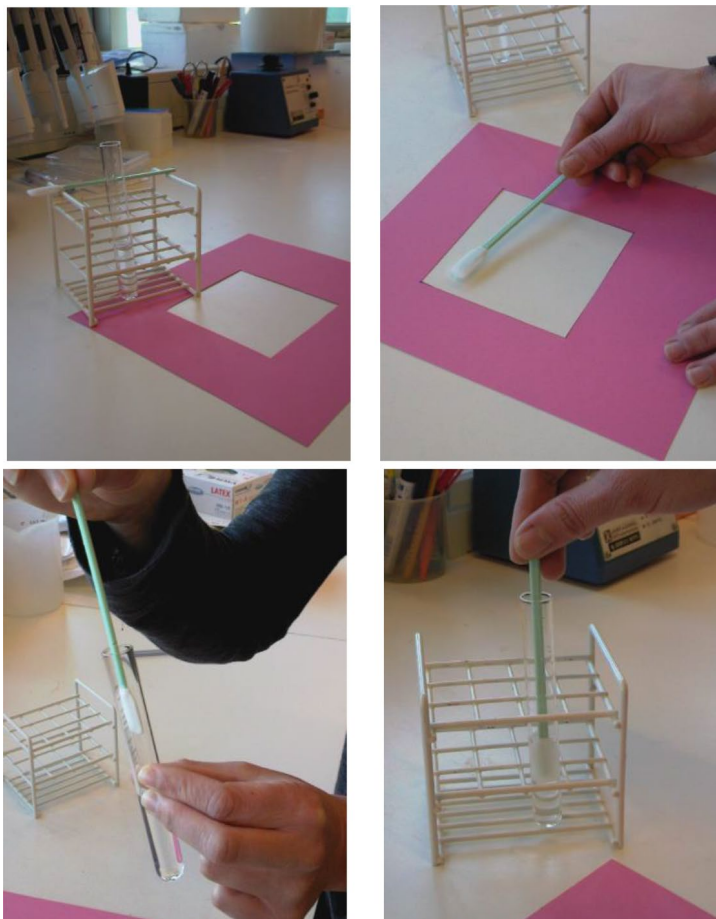


Figure 2. Sampling of surfaces. Materials needed for wipe surface sampling (a), wiping a designated area with a swab (b), adding the swab to a tube with 5 ml methanol (c) and removal of swab from extract after incubation (d).

Extraction with methanol:

- a. Add 5 ml of methanol to a clean glass tube,
- b. Place the swab in the tube,
- c. Shake and let it stand for 15 minutes at room temperature,
- d. Remove swab from tube,
- e. Homogenize the extract and use part of the extract for immunoassay,
- f. Store extract at 4 °C for conformation with LC/MS.

Dilute extract with LFIA assay buffer:

Dilute the sample 1/10 in LFD running buffer (100mM PBS with 0.25% BSA, 0.1% Triton X 100) NB final loading of Methanol should not exceed 10%.

2.1. Proceed with protocol immunoassay SAL

Add 80 μ l of the extracted sample drop wise into the small aperture of the LFD cassette. A clear band of gold should be seen at the bottom of the window shortly after this. If no clear band is seen LFD may not be running correctly and a repeat will be necessary. The wipes were evaluated by the reader (see Fig. 3).



Figure 3. Detail of the results reader

3. CONDITIONS AND DESCRIPTION OF TNT EXPERIMENT

This experiment was carried out in military training area Lešt on 29.4.2013. Three types of explosives were used in this group of tests, they were as follows:

- 4 x 75 g charge of TNT explosive (technical quality, TNT content min. 85%), (T),

The explosives were prepared and set off by a professional bomb disposal specialist with relevant European certification. The explosives were placed in the terrain or between the vehicle and building as shown in the layouts in Figures 4 and 5. Figure 4 (left) shows a layout as viewed from the top, showing the locations of the vehicle, explosive charge and building's wall. The distance from the epicentre of the explosive to the vehicle and wall was 2 metres. The sideview, shown in Figure 4 (right), depicts the place of explosion and the points from which samples were to be taken. These points are numbered; the reference numbers indicate sampling point positions and are also stated in the result tables. Figure 5 provides details on dimensions of the individual sampling points and the distances between them on the exposed wall and vehicle.

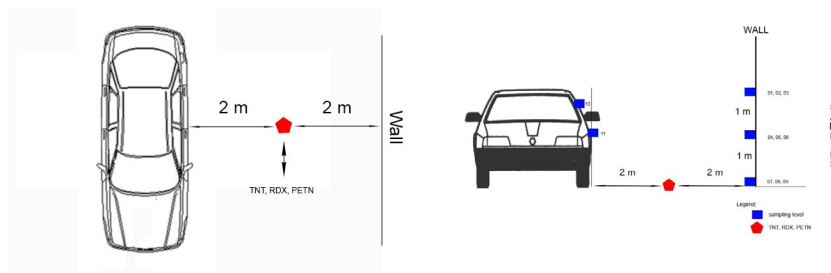


Figure 4. Layout of sampling points on wall and vehicle (top and frontal view)

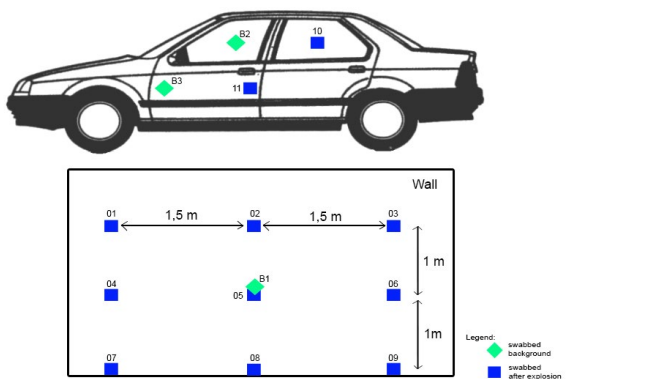


Figure 5. Layout of sampling points on wall and vehicle (side view)

A new vehicle was used for each of the explosion trials and reference background swabs were taken prior to each test, which allowed for evaluation of the presence of contamination by explosives. The area on the car's exterior from which samples were taken is clearly visible in the further figures. The samples were taken from these squares as follows: the swab from the upper left corner was taken for a direct field analysis, the swab from the upper right square was taken for an analysis in the Netherland laboratory, the swab from the left bottom square was taken for an analysis in the Slovak forensic laboratory and the swab from the bottom right square was used as the reference background. The ambient meteorological conditions were monitored by a weather station Oregon Scientific WMR 200. The weather station was located in the vicinity of the detonation area but placed far enough as to avoid any damage from the blast waves from the explosions.

4. TNT – TEST EXPLOSIONS

Figure 6 shows the situation just before the detonation of a TNT charge; sampling points were marked on the vehicle and opposite wall prior to the explosion. Figure 6 (right) depicts a close-up of the square sampling points in the bottom part of the vehicle door. Samples were taken from this area as per the description in the previous chapter. Figure 7 is a snapshot of taking a wet swab for an analysis by the Saliant system directly in the military training area Lešt'.



Figures 6-7. Site view prior to explosion of TNT charge (T3)



Figures 8-10. Collecting samples from vehicle door, window and wall

5. RESULTS EVALUATION

For the results of the TNT experiments, the recorded results are stated in Tables 1 and 2. In these tables, under the code heading, the reference number is recorded for each sample which was analysed in the reader. The second column gives the position, which is indicative of the reference number, following the same convention as shown in Figure 5. The BG symbol is used for the reference background control samples. The next columns contain data, which were measured by the reader after two and three minutes after wetting the strip. The columns with the Reader heading contain the Readers intensity reading which has to be translated to concentration in the second and third minutes. The concentration of explosives is in ppb.

Table 1. Test results – concentrations for T3 experiment (TNT)

code	position	after 2. min		after 3. min	
		reader	concentration (ppb)	reader	concentration (ppb)
T3 B1	BG	120	132,92	163	200,31
T3 B2	BG	102	104,7	157	190,91
T3 B3	BG	59	37,3	97	96,87
T3 01	wall 1	81	71,79	124	139,18
T3 02	wall 2	151	181,5	175	219,12
T3 03	wall 3	97	96,87	142	167,4
T3 04	wall 4	152	183,07	181	228,53
T3 05	wall 5	129	147,02	175	219,12
T3 06	wall 6	133	153,29	170	211,29
T3 07	wall 7	145	172,1	175	219,12
T3 08	wall 8	118	129,78	158	192,48
T3 09	wall 9	74	60,82	118	129,78
T3 10	car 10	76	63,95	121	134,48
T3 11	car 11	84	76,49	144	170,53

The results for the TNT tests are listed in table 2; the word “yes” indicates a positive value of the measured level of TNT in the given test.

The purpose of the field trials was to verify the appropriateness of the immunological system as a means for explosives detection, equipment and material for swabs, chemical analyses and computer processing of collected samples. The tests had been carried out in under laboratory conditions but it was necessary to validate them also under realistic conditions. The task of UNIZA was to carry out the practical validation of the SALIANT system.

In the above chapters, the sensitivity of the individual measurements was not evaluated and therefore the units of measurements by the Saliant and IMS systems are not included (the IMS tests were undertaken by the Forensic analytical institute of Slovak police by another detection method). Table 2 simply states which of the two methods employed yielded a positive result.

Table 2. TNT test results

code	position	SALIANT	IMS
T3 B1	BG	yes	-
T3 B2	BG	yes	-
T3 B3	BG	yes	-
T3 01	wall 1	yes	-
T3 02	wall 2	yes	-
T3 03	wall 3	yes	-
T3 04	wall 4	yes	-
T3 05	wall 5	yes	-
T3 06	wall 6	yes	-
T3 07	wall 7	yes	yes
T3 08	wall 8	yes	-
T3 09	wall 9	yes	-
T3 10	car 10	yes	yes
T3 11	car 11	yes	-

A more detailed comparison is not possible, since the methodology of swab taking was different (although it was collected from the same area). For the Saliant methodology, the samples were taken as wet swabs, which means that more material is collected from the surface, compared to the dry swabs taken for the IMS tests.

To summarise the individual weather conditions effects, the experiments that were carried out (very small explosives samples) were not significantly affected by them. Which did have a significant impact on the outcomes for all three types of explosives, was the placement of the charges. The largest values of explosives presence were detected always in the direction of the charge placement.



5. Међународна научна конференција
Безбедносни инжењеринг

5-7. октобар 2016.
Нови Сад

15. Међународна конференција
Заштите од пожара и експлозија

6. REFERENCES

- [1] <http://mysite.du.edu/~jcalvert/phys/bang.htm> 08.12.2013
- [2] Babrauskas, Vytenis (2003). Ignition Handbook. Issaquah, WA: Fire Science Publishers/Society of Fire Protection Engineers. p. 453. ISBN 0-9728111-3-3.

Agoston RESTAS¹

PSYCHOLOGICAL APPROACH OF MANAGING VICTIMS DURING FIREFIGHTING INTERVENTIONS

Abstract: In many cases the firefighters face that the behavior of the people affected by the accident is different from the usual in everyday life. On the one hand, it is a natural phenomenon, but on the other hand it can mean obviously both hazards and risks for the affected people. Of course, the converse can also be right: its changed behavior is not visible externally, although actually this may mean that he is in trouble. The author wishes to point out these anomalies in this article. In addition to studying relevant literature, the author built mainly on his own firefighting practice, as well as teaching experience acquired during his carrier. The author detailed some unusual behavior patterns of the affected people in case of emergency and gave a systematic summary. Moreover some simple procedures were described which are usually used during practice.

Key words: firefighting, human behavior, unusual human behavior in emergency, scapegoat

ПОСТУПАЊЕ СА ЖРТВАМА ПОЖАРА ГЛЕДАНО СА ПСИХОЛОШКОГ АСПЕКТА

Резиме: Ватрогасци су у многим ситуацијама суочени са чињеницом да се жртве веома различито понашају, односно сасвим другачије него у неким нормалним околностима. Ова чињеница је са једне стране нормална појава, а са друге, може бити веома опасна за све учеснике. Може бити и сасвим обрнута ситуације, да се на први поглед не види реакција жртве, али можда то показује да је она у опасности. Аутор се осврнуо баш на овакве аномалије. Осим коришћења стручне литературе, аутор се ослања и на сопствено искуство и свој просветни рад у овој струци. Аутор је објединио примере измењеног понашања у опасним ситуацијама и описао је поступке у оваквим случајевима.

Кључне речи: гашење пожара, људско понашање, необично понашање људи у случају опасности, жртвени јарац

¹ Associate professor, PhD, National University of Public Service, Budapest, Hungary,
Restas.Agoston@uni-nke.hu

1. INTRODUCTION

In many cases the firefighters face that the behavior of the people affected by an accident, fire or disaster is clearly different from the usual in everyday life. We could study different problems in different fires in mass residence facilities like theaters [1, 2] or concrete storages [3, 4] but also the effect of strange situations for human behavior of soldiers during military actions [5, 6] or during helping disaster management [7] or the problems of firefighters face to face to injuries [8]. On the one hand, it is a natural phenomenon, but on the other hand it might pose dangers for the affected. The opposite is also possible: although the changed behavior may not be visible externally, actually he may be in trouble [9, 10]. Recognizing these phenomena in time may prevent the victims from harming themselves or others. In addition, it makes interventions safer and more successful, thus, on the whole, more effective.

Special events are generally shaped by three main factors: the type of the triggering event (the effect of a gas explosion is different from that of a flood or the release of a dangerous material), the features of the scene (population density, the types of dwellings or wind force and direction) as well as the behavior of the victims (the reactions of the population, the intervention team and outsiders). Based on experience, the general opinion of the victims is that fires develop too quickly, they are too widespread and often difficult to grasp. The unexpected speed results in an initial feeling of fright, while the large scale makes the victims feel afraid and lack of help. The difficulty of grasping the emergency can be expressed by its incomprehensibility and the need for an immediate explanation of the events. The author studies human behavior change in emergencies while taking into account the factors above – with simplicity in mind.

2. PHENOMENA FOLLOWING INITIAL FRIGHT

2.1. First minutes after the onset of the event

Fires and damages develop all of a sudden for most victims, who are just ordinary people. Thus, naturally the most frequent reaction is fright. This so-called initial fright-reaction may take rather unusual forms with certain people: they get paralysed and experience sensory and cognitive impairment, perhaps they even lose touch with reality temporarily. Fortunately, this immediate reaction stops within a short time and after about 30 minutes the majority of the uninjured victims become helpful again [11].

2.2. The period after initial fright

Once the immediate effects of the triggering event have passed, the extent of the damage, the dependence on help and further vulnerability can be assessed, which gives rise to inertia in the short term, while in the long term it causes fear. Most people can overcome the depressive feelings of inertia and fear with more or less effort, so their ability to act returns [12]. However, for some this feeling can be so overwhelming that overcoming this inner tension exceeds their abilities. These victims become trapped in their own feelings [13]. Their behaviour is mostly unusual: they become helpless, aimless and probably indifferent, they lose control and they are unable to protect themselves and

to cooperate with others. The confusion might last for hours or even for days until they are ready to cope with the demands of the situation.

2.3. Typical forms of fright and fear

2.3.1. Physical and psychological numbness

A typical symptom of physical and psychological numbness is that the victims become motionless or they become excessively slow, their face may become a frozen mask. Often they are unable to speak and to perceive reality and imminent danger. In this case, the respondents may mistake these victims for those who do not need help, as neither their behavior nor the external signs are conspicuous. Being motionless can be misunderstood as a sign of calmness and determination. However, experience shows that forcing this person to move may evoke a response of angry defence.

While the above mentioned physical signs are barely visible, the inner psychological changes are more significant. Behaviour changes, thinking slows down, judgement is clouded, reaction time is longer, physical and mental paralysis may take over the victims or they may as well lapse into pessimistic resignation.

2.3.2. Increased physical and mental activity

Increased physical and mental activity can take the following typical forms: the victim is wandering around aimlessly or starts running around in confusion, or even flies into a rage yelling, laughing or crying. An extreme form is aggression either against self or others. If activity is only slightly increased, it can manifest as an eager but aimless activity or even a zealous, almost uncontrollable assistance. All of these are often done unconsciously and following the event, the victim might experience memory loss.

The person in a leadership position within the affected community may give the impression of being disturbed with his tireless activity and inconsistent instructions. His activity is not targeted, in fact it hinders and encumbers assistance.

2.3.3. Childish behaviour

A few victims stand out from the others by doing anything extreme in the hope of getting help: they might even cling to a passer-by or anyone in their surroundings. Others show childish carelessness to the outside world or start fidgeting with an object. When they are disturbed, they take on a defiant, hostile attitude. Their talk is often childish, at times not continuous and articulate enough.

2.4. Help in fear and fright

Victims who have the above mentioned symptoms cannot cope with the situation by themselves. As they are not able to carry out activities intended for their own or for others' protection, they definitely require outside help to escape from this confusion. This help – including first aid – can come from firefighters, depending on the type of the event and the task priorities. The first step of subsequent medical care is the same even if first aid proved to be effective.

Help consists of the following four steps in case of fear and fright:

- Remove the victim from immediate danger.
- Get in contact with the victim: encourage him to eat or drink. Offering them chewing gum or a cigarette is a very simple and effective method, or depending on the situation, hot tea and coffee might be useful as well, especially in cold weather. Physical contact can be achieved by putting our hand on the victim's shoulder or around his waist.
- The victim's confusion must be taken seriously: he may not deliberately act like he does. We have to listen to him, pay attention to him, let him pour out his heart and provide him information and hope. We have to gain his trust.
- Allow him to do things which he is able to do: e.g. if he asks for a drink, let him hold his glass or if he is able to help, involve him in medical care or even in rescue operations.

Taking his condition seriously as well as taking advantage of the victim's remaining abilities is an integral part of his treatment. Immediate acceptance together with creating a challenge will probably make them more confident again. Regaining any degree of confidence can be important, as this is the only way for the victim to control fear, and finally cope with the situation.

As a result of the so-called psychological infection, fear and fright can appear collectively, which can lead to panic [14, 15]. Running around in confusion, wandering around aimlessly, pointless rage or even looting and other group phenomena can be observed. Panic itself leads to further deterioration. Fortunately, experience shows that panic as an emergency response is rather rare, so it is not analysed further here.

3. FORMS AND CONSEQUENCES OF DENIAL

The horrors of fires, damages and disasters – that might surpass any imagination – generally break ties with reality. Therefore, it becomes difficult to remain rational and grasp the situation. On the one hand, the victims are not able to comprehend the experience, but on the other hand they require relevant information. The lack of any explanations results in the involuntary denial of the events.

3.1. Denial from inside

One form of denial is denying the event or ignoring its impact. Complete denial attempts to shield victims from miseries that have happened or can be expected, as if they did not even exist. Denial of vulnerability is difficult to tell and treat, because these victims reportedly present convincing reasoning.

At times they enter into fierce debates, in which they try to prove the unnecessary of preventive steps. This form of denial can be conscious more or less, which can suggest that the victim's dependence is under control. This phenomenon is present not only after the event but also during prevention. If vulnerability evolves gradually – e.g. floods – denial of the disaster can lead to the lack of preventive steps or even active resistance against them. Firefighters have often encountered this phenomenon when they try to evacuate residents or stop them from returning to their home before it is safe.

3.2. Denial from outside

Another form of denial is when the victims behave as if they were not part of the horrors surrounding them. Seemingly, they act confidently at the scene of the fire, damage or disaster and attempt to carry out their ordinary activities. Instinctively they are reluctant to express and grief or vulnerability. Despite the fact that it is a special form of defence against the sudden surge of emotions, it seems unacceptable for outsiders. Such a behaviour that is against the accepted norm is likely to upset and appal the community.

3.3. Other forms of denial

3.3.1. Euphoric lethargy and black humour

Striking differences between their own and other victims' losses fuel confusion and/or anger that can turn into euphoric lethargy. It also has its roots in instinctive denial. This special state makes it bearable for some victims to tolerate the suffering. The appearance of black humour is also a typical symptom of euphoric lethargy.

3.3.2. Urge to return

The refusal to understand what happened and the denial of the unbearable reality can be proved by the fact that the victims rescued or evacuated feel an urge to return to the scene. The responders have to bear it in mind in each stage of the response and recovery. Both instinctive denial and the ignorance of the impact – beside other factors – affect returning. The latter can be explained by the fact that danger or the damages might seem slighter due to local knowledge. The restraining order is considered unnecessary by the victims and it even encourages them to return to the risk area.

3.3.3. Dependence

Typically, at the onset of damages and disasters – due to the delay in response – childish dependence takes over the community of victims, which goes hand in hand with the need for a leader. As the events cannot be grasped, most victims want to distance themselves from them and deal with them as little as possible. As a result, they lose their chance to help themselves – which would seem illogical for an outsider – and collectively need and expect to be led and managed.

The need for a leader sets a new task for the responders, because they have to adapt to another type of public behaviour in addition to the common recovery tasks. The phenomenon of dependence and the need for a leader always have to be considered in public information. If recovery is delayed, not only the rules of conduct (e.g. in disasters) have to be communicated but the type of danger also has to be described together with the possible ways to protect against it together. Thus, acting as a group is supported and in turn, it might discourage dependence.

4. NEED FOR AN EXPLANATION

The nature of the damage, especially at the beginning, is not easy to grasp. The incomprehensibility creates an urgent need for the explanation of the events. The explanation – the public information – must simplify the complexity of the events so that the victims can easily handle it.

4.1. Looking for a scapegoat

Anger is a natural reaction that can be expected from the directly or indirectly injured. This anger can be directed against fate or the person reliable for the event (fire, accident). However, the complexity of the events or the shortness of time often conceals the actual cause [16]. The lack of sufficient information soon generates a search for a scapegoat and ultimately, Draconian punishment. This behaviour is based on the following train of thought: sacrificing the scapegoat responsible for disturbing the community will bring back the former state of peace and quite. The scapegoat is viewed as a lightning rod, conducting the anger of the victims and clearing their conscience collectively.

4.2. Survivor guilt

Following the euphoric moments of survival, the victims are likely to blame themselves for surviving. It is often expressed in guilt. They are looking for an answer for the pointless question of why they survived instead of others who would have deserved it more. It is especially common with victims who barely escaped death.

The previous overview included only the most common forms of behaviour changes in fires and damages. Neither the psychological aftermath of exceptional occurrences nor long-lasting anxiety are covered. The significance of most post-traumatic disorders has been only recently discovered, representing a field worth studying [9].

5. CONCLUSION

The author has reviewed behaviour changes that firefighters are most likely to encounter in special events. Being acquainted with them and recognising them at the scene might help the victims and reduce the long-term negative effects while increasing safety and efficiency of interventions.

Despite the fact that the paper focuses on sudden-onset and small-scale fires and damages, the same might apply to disasters and delayed recovery. Thus, this paper attempts to contribute to basic knowledge about behaviour changes which can be found useful not only by firefighters but also anyone directly involved in disaster response in the broad sense.

ACKNOWLEDGEMENTS

Above research was supported by the project titled: “Public Service Development Establishing Good Governance, PADOP-2.1.2-CCHOP-15-2016-00001” at the National University of Public Service, Budapest, Hungary.

6. REFERENCES

- [1] Kerekes Zs. Pasztor Z.: Színházi ülések, mint kárpitozott bútorok szabvány szerinti minősítése; *Magyar Textiltechnika* (2006-2008) 60:(2) pp. 2-6. (2015) ISSN: 1788-1722
- [2] Pasztor Z., Kerekes, Zs.: Lángmentesítő anyagok hatásai a színházi függönyök minősítésében; *Magyar Textiltechnika* (On-line 2008-) 67.:(1.) pp. 2-8. (2015) ISSN: 1788-1722
- [3] Balazs, Gy., Lubloy, É.: Fire behavior of concrete structures; In: Marco di Prisco (Ed.) *Advanced in cementitious materials and structure desin.* Milano, Italy, 2013.09.10-11. pp. 110-116.
- [4] Czoboly, O., Lubloy, É., Balazs, L. Gy., Mezei, S.: Valós tűzterhelés tanulságai; *Vasbetonépítés*, 17:(1) pp. 17-23. (2015) 1419-6441
- [5] Fejes Zs.; Korodi Gy.: Analysis of upper respiratory tract infections in mission circumstances; *Academic and Applied Research in Military Science* 13:(1) pp. 47-52. (2014)
- [6] Korodi Gy.: Health screening examinations in cardiovascularrisk estimation; *Academic and Applied Research in Military Science* 12:(1) pp. 39-44. (2013) ISSN: 1588-8789.
- [7] Padanyi, J.: A katonai erő alkalmazásának tapasztalatai az árvízi védekezésben; *Magyar Rendészet* 1, 2013, pp. 157-164., Budapest, NKE RTK, ISSN 1586-2895
- [8] Pantya, P. A tűzoltói beavatkozás veszélyes üzem? *Bolyai szemle*, 23/3, 2014, pp. 67-73, ISSN 1416-1443
- [9] Rabovszky, D: *Lángoltók*; 2008 ISBN: 9789638726841
- [10] Zellei, G.: *Katasztrófapszichológia*, Cedit Kft. Budapest 2000
- [11] Bilkei, P.: *Mentépszichológia*, Magyar Polgári Védelemért Alapítvány 2012
- [12] Berek, T., Grosz, Z.: Az ABV veszély elkerülésének rendszabályai; *Bolyai Szemle* 1, 2007, pp. 50-61., ISSN: 1416-1443
- [13] Czige, E.: *A stressz, megküzdési stratégiák, pánik és katasztrófa helyzetek*, ZMNE Tansegédlet, Budapest, 2000
- [14] Kemenczy, I.: *Tömegkatasztrófák pszichológiai hatásai*; Zrínyi Katonai Kiadó Budapest, 1980, ISBN: 963 326 079 5
- [15] Fejes Zs., Korodi Gy.: Upper respiratory tract infections in the field; *Medical Corps International Forum* 1/2014: pp. 22-24. (2014)
- [16] Canetti, E: *Tömeg és hatalom*, Európa Könyvkiadó Budapest, 1991, ISBN: 963-07-5272-7

György KÓSI¹

CARDIO-PULMONARY RESUSCITATION FOR STRUCTURAL FIREFIGHTERS

Abstract: In emergency rescue it is always the victims in distress that are to be focused on and very little attention is paid to rescuers in extreme conditions. The extreme conditions can cause extreme pressure, which can get them into trouble, and in the last instance it can jeopardize their lives. The article focuses on the possibilities of reanimation protocols for firefighters exposed to such of circumstances. During the intervention, besides the suffocation, the most common cause of death for firefighters is a cardiac arrest. The prompt high-quality and complete cardio-pulmonary resuscitation is crucial not only for survival, but because of the later complications. Because of the special fireground environment and the heavy and tightly fixed gear of the firefighters, we need markedly different procedures of the civil practice for a successful rescue. The author gives examples of these.

Key words: structural firefighting, disaster management, first aid, CPR, mayday situation

КАРДИО-ПУЛМОНАРНА РЕАНИМАЦИЈА ЗА ВАТРОГАСАЦЕ У ЗГРАДАМА

Резиме: Приликом спашавања из угрожених подручја, највећу пажњу увек посвећујемо онима који су угрожени, а веома мало се бавимо онима који, излажући се екстремним условима, врше спашавање. Екстремни услови подразумевају и екстремна оптерећења, која угрожавају субјекте у пружању помоћи. Рад, обрађује ове екстремне утицаје на ватрогасце, односно, поступке након престанка рада срца и протокол поновног оживљавања. Приликом интервенција ватрогасаца, поред гушења, један од водећих узрока смрти је и срчани удар. На време започета и квалитетна реанимација срца и плућа, је веома значајна не само због преживљавања, већ и због избегавања каснијих последица. Због веома специфичних околности на лицу места, као и због веома тесно и стабилно намонтиране опреме и ватрогасне одеће, у битној мери је различит поступак приликом пружања помоћи ватрогасцима. Аутор даје примере и анализира поступке.

Кључне речи: гашење пожара у згради, управљање катастрофама, прва помоћ, кардио-пулмонарна реанимација, ванредна ситуација

¹ PhD Student, National University of Public Service, kos.gyorgy86@gmail.com

1. INTRODUCTION

Safety of the firefighters depends on many factors. These may include the admission procedure of the preliminary medical examination screening activities [1], the general and specific safety conditions [2], training and quality of education [3], firefighters theoretical and practical knowledge of fire behavior [4] and intervention tactics [5] and correct decisions during fire fighting [6] which not only them but other military or law enforcement decision-makers, so the soldiers or the policemen also refer to [7].

Despite the adequate preparation - unfortunately - in many cases also occur in accidents that cause that firefighters intervene in extreme conditions [8]. intervention in extreme circumstances - the firefighters the same way - most of the battlefield military practice examples can be found [9]. Here several situations may arise, usually from heart problems dominate [10], which is solved [11] their own protocols, or even used in a wide variety of modern instruments [12]; like those already in practice to apply special fire rescue methods.

According to some studies, the firefighter's work is one of the most stressful job. It is important to make a distinction between positive (eustress) and negative (distress) stress. Stress can be beneficial and essential for survival. It improves concentration ability, we will be more alert, we can exert more force and thus activated reserves. These effects are those that will help the animals to survive, but the same positive stress what supported the people in the historic and prehistoric times. Consciously, but, we are not always able to control the deep-rooted survival instincts that determine our responses to specific emergencies. Stress causes the body to prepare for survival.

It's called "Fight or flight" reaction. Stress is therefore not a disease what we should cure or suppress. The best response to stress can help to give the best answer for the physical and mental pressure. But, the harmful and excessive stress can negatively affect the survival of the firefighters, so it's important to know and recognize the signs of distress in time. The forgetfulness, weakness, fatigue, indecision, tremors, loss of fine movements, mistakes, anxiety and increased heart rate may be the signs of excessive stress. But, the negative stress has not only signs, but there are also causes. Depending on which area of life we are talking about a variety of causes may distress. Other stressors of a broker, a bus driver or even in the case of a firefighter. In our case, primarily first of isolation, fatigue, frustration, anger, anxiety, inexperience, non-realistic training, lack of management, stress and fear are the causes.

The relationship between stress and heart problems have long been medically proven. This is supported by the National Fire Prevention Association (NFPA) study. In 2014 64 firefighter have been killed in the line on duty in the United States. The deaths of more than half were sudden cardiac death. The physical overload and stress were responsible for 57% of the root causes. In the view of this data, it would be irresponsible to ignore the possibility that, if necessary professionally and, more importantly, the earlier we can begin CPR. Because of the special environments of fireground and the heavy and tightly fixed gears of the firefighters we need markedly different procedures of the civil practice for a successful rescue. The breathing mask, a hood, a helmet, a protective coat prevents

the civil proceedings health survey. But, according to current resuscitation guidelines we have to expect after the respiratory collapse, the collapse of the circulatory system and vice versa. So if we don't hear the SCBA typical breathing sounds, we can expect it to have already occurred or will occur soon the circulation collapse. In the United States in 2014 it was first steps to prepare the firefighters to these special situations. Unfortunately, there is no information as to whether the above is a direct correlation between the FD-CPR and the downward trend, but it is remarkable. The taught procedure At the Coral Springs Fire Academy can be divided into four main parts. The bail-out, chest compression, the gear removing and the delivery to the EMS.

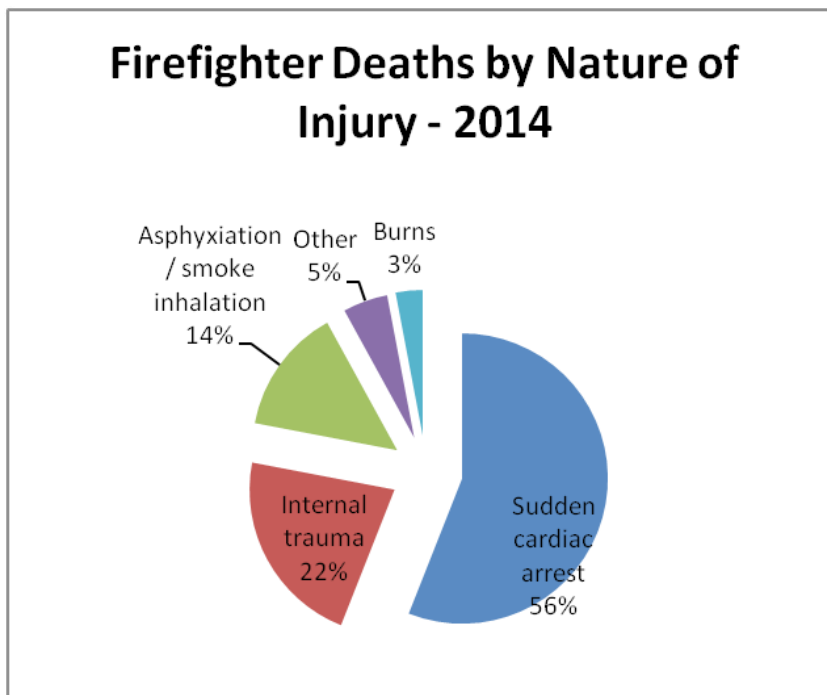


Figure 1. Firefighter fatalities in the United States NFPA (2014)

2. FIREFIGHTER CPR [13]

2.1. The dragging

ACTION 1. The first step is to drag the injured firefighter to a safe place. On the fire ground there are a number of risk factors to be taken into account during the rescue. The heat stress, smoke, falling debris can all threaten both the saved and rescuer firefighter. If you must to complete the drag long way (large-area factory buildings, school buildings, etc.). The casualty have to be secured against slippage out of the SCBA. After checking the air volume. Connect the waist strap between the legs like "thigh strap". The shoulder straps stitched to assure itself of unwanted release. If necessary first loosening the shoulder

straps so that safety can grip. Of course, if for rescue must be performed only in the short way, we don't packaging the injured firefighter. It is preferred that the dragging is performed by grasping the shoulder straps. Not only do we provide ourselves a good grip points, but we will be in the second step is the sitting position without grip change.



Figure 2. The dragging

2.2. The stripping and the chest compression I

ACTION 2. After the bail-out the rescuer firefighter, sit down, pull the casualty into his "lap" and hold the both side of SCBA tank with his legs, thus preventing a sideways tilt of the victim. The pulling in it was carried out correctly if the victim is practically parallel to the soil surface. Avoid the half-sitting position. Adding the correct position is very important because without body stabilization we cannot start the CPR. Another firefighter start the chest compression through the bunker gear. At the same time the sitting firefighter start the stripping. First remove the helmet and the hood, SCBA mask. The firefighter jackets have tight cuff. My experience is that during the stripping pull the cuff on the wrist, because later it prevents the pulling out of the casualty from the gear.



Figure 3. The gear removing and the chest compression I

2.3. The stripping and the chest compression II

ACTION 3. The chest compression continued. 3rd firefighter, release the waist strap (now it's thigh strap), and loosen the shoulder straps. On command of the sitting firefighter the chest compression stop for a moment, while the protective jacket zipper pulls.



Figure 4. The gear removing and the chest compression II

2.4. The gear removing

ACTION 4. Continue the chest compression. If there is 4th firefighter then he, if not then the firefighter who released the straps grab the casualty's trouser and pull out of the whole gear (SCBA and jacket). The Fire medic service or the EMS continues the CPR with ALS.



Figure 5. The 3rd firefighter pull the victim out of the whole gear

3. CONCLUSION

The XXth century, the temperature increase was larger than any in the last thousand years of the century. According to data of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) the average ground level temperature of the air increased by 0.74 ± 0.18 ° C between 1905 and 2005. Climate change is a result of more extreme weather anomalies occur. The firefighters bound to do everything that keep step with developments for successful rescues in extreme conditions. In conclusion knowing the firefighter fatalities, we can say the FF-CPR is an easy-to-learn and pragmatic solution for the interveners. In the United States and Canada appear more and more training of the firefighters use this procedure so there are sufficient experiences to use it in the european firefighter training materials.

ACKNOWLEDGEMENTS

Above research was supported by the project titled: “Public Service Development Establishing Good Governance, PADOP-2.1.2-CCHOP-15-2016-00001” at the National University of Public Service, Budapest, Hungary.

4. REFERENCES

- [1] Kóródi Gy.: A digitális katona személyi védelem a honvédorvos szemszögéből; HADMÉRNÖK 2006:(Különszám) pp. 1-7. (2006)
- [2] Pántya, P.: A tűzoltói biztonság növelése zárt téri beavatkozások során; In: Pokorádi László (szerk.) Műszaki Tudomány az Észak-kelet Magyarországi Régióban 2012 Konferencia kiadvány pp. 393-404. ISBN:978-963-7064-28-9
- [3] Bleszity J., Grósz Z., Restás Á., Krizsán Z.: New Training for Disaster Management at University Level in Hungary; NISPAcee (szerk.) Government vs. Governance in Central and Eastern Europe: From Pre-Weberianism to Neo-Weberianism? Presented Papers from the 22nd NISPAcee Annual Conference. Budapest, Magyarország, 2014.05.22-2014.05.24. (ISBN:978-80-89013-72-2)
- [4] Restás Á.: Égés- és tűzoltáselmélet; Egyetemi jegyzet, Budapest: Nemzeti Közzolgálati Egyetem, 2014. 174 p. (ISBN:978-615-5305-82-5)
- [5] Restás Á.: Alkalmazott tűzoltás; Egyetemi jegyzet, Budapest: Nemzeti Közzolgálati Egyetem, 2015. 207 p. (ISBN:978-615-5527-23-4)
- [6] Restás Á.: A tűzoltásvezetők döntései – elméleti szempontból; VÉDELEM - KATASZTRÓFA- TŰZ- ÉS POLGÁRI VÉDELMI SZEMLE 20:(3) pp. 5-10. (2013)
- [7] Restás Á.: Police, Soldier, Firefighter in Emergency: Decision Making Method is Special, SECURITY DIMENSIONS : INTERNATIONAL AND NATIONAL STUDIES 12:(2/2014) pp. 86-94. (2014)
- [8] Pántya, P.: Füsttel telített, zárt terekben történő tűzoltói beavatkozások vizsgálata a biztonság szempontjából, BOLYAI SZEMLE 3 pp. 47-58, 2013
- [9] Kóródi Gy.: Health screening examinations in cardiovascularrisk estimation; ACADEMIC AND APPLIED RESEARCH IN MILITARY SCIENCE 12:(1) pp. 39-44. (2013)
- [10] Fejes Zs.; Kóródi Gy.: Analysis of upper respiratory tract infections in mission circumstances; ACADEMIC AND APPLIED RESEARCH IN MILITARY SCIENCE 13:(1) pp. 47-52. (2014)
- [11] Fejes Zs., Korodi Gy.: Upper respiratory tract infections in the field; MEDICAL CORPS INTERNATIONAL FORUM 1/2014: pp. 22-24. (2014)
- [12] Kóródi Gy.: A térinformatika új lehetőségei a háborús sérült-ellátásban; KARD ÉS TOLL: VÁLOGATÁS A HADTUDOMÁNY DOKTORANDUSZAINAK TANULMÁNYAIBÓL 2002:(1) pp. 139-141. (2002)
- [13] Firefighter Advanced Survival Techniques (FAST) course Coral Springs Fire Academy Coral Springs Fl, USA, (2015)

Драган КАРАБАСИЛ¹
Владимир ЈАКОВЉЕВИЋ²

ДЕЈСТВО ТОКСИНА НА ЖРТВЕ У РАНОЈ ФАЗИ ПОЖАРА

Резиме: Рад обрађује невоље које трпе жртве пожара и представљају увод у њихове личне трагедије. Непознавање ових опасности доводи жртву у заблуду где јој избор опстанка буде дим и опасна атмосфера, који јој изгледају као спасоносна шанса, а не смртоносна клопка. Препуштају се судбини која их одводи директно у смрт. Од изузетне је важности да се у редовним обукама људи из области заштите од пожара потенцијалне жртве упознају са механизмима који их терају у фаталне одлуке које више никада не могу да коригују.

Кључне речи: лакримација, ларингоспазам, блефароспазам и инкапациција

EFFECTS OF TOXINS ON VICTIMS IN THE EARLY STAGE OF FIRE

Abstract: This paper deals with the troubles that victims in fire are faced with, and they represent introduction of their tragedies. Ignorance of these risks leads the victim to misleading and choosing smoke and dangerous atmosphere which seen as their chance to survive, rather than a deadly trap. Victims leave themselves to fate that takes them to a certain death. It is an imperative that in the regular training in the field of fire protection the potential victims learn about the mechanisms that force them into a fatal decision that can never be corrected.

Key words: lacrimation, laryngospasm, blepharospasm and incapacitation

¹ Проф. др, Висока техничка школа струковних студија у Новом Саду,
e-mail: karabasil@vtsns.edu.rs

² Проф. др, Факултет безбедности, Београд, Господара Вучића 50, e-mail: vjakov@fb.bg.ac.rs

1. УВОД

Највећи број жртава пожара су потпуно неприпремљени када је реч о овој опасности. Дубоко су уверени да све евентуалне проблеме у пожар могу решити користећи сопствени мозак. Да ли је то истински тако? На жалост не. У пожару се врло често доносе одлуке које су крајње нерационалне. Нека нам као пример послужи и пожар у новосадском хотелу „Путник“ у коме за живот између осталих изгубио и бугарски држављанин кога су нашли умотаног у тепих са пода собе. Све се дешавало на I спрату одакле је могао и скочити и проћи са лакшим телесним повредама. Да не говоримо о чаршаву или ћебету који су га везани за прозор могли довести до улице без икаквих повреда. Одабрао је најсмртоносније решење које га је убило.

Међутим највећи број људи и не размишља о пожару. То је далека категорија која се дешава неким другим људима. Поред тога у мору проблема који их окружују немају времена да се баве маргиналним проблемима за које им се чини да су као реалност бесконачно далеко. Обуке, које су за наше грађане који су запослени обавезне су дивна прилика да се људи уведу у ову по живот опасну појаву и најрационалније поступање у наступу смртне опасности коју са собом носи пожар.

2. ЛАКРИМАЦИЈА У ПОЖАРУ

Присуство корозивних гасова у диму пожара/експлозије је опште позната чињеница у заштити, која се провлачи већ дуги низ година. Као доказ нам може послужити метода „Еуроаларм“, која се користи почев до друге половине седамдесетих година у планирању заштите од пожара у пракси Западне Европе. У прорачуну утицаја дима на жртве и конструкцију објекта предвиђене су три степана дејства зависно од садржаја отрова и корозива у диму. Утицај корозива и отрова у диму на људе и конструкцију објекта према методи „Еуроаларм“ приказана је у табели 4.

Сагоревање и пожар су опасни из три разлога:

- Димови су токсични и врло брзо попуњавају простор,
- Опада проценат кисеоника који пожар троши за свој развој и
- Расте температура у објекту која угрожава животе људи.

Најопаснији убица међу наведеним су токсини у диму. Они односе око 90% од укупног броја жртава. Саставни делови дима при сагоревању неких материјала приказани су у табели 1.

У прорачуну утицаја дима на жртве и конструкцију објекта предвиђене су три степана дејства зависно од садржаја отрова и корозива у диму.

Присуство корозивних гасова у диму пожара/експлозије је опште позната чињеница у заштити, која се провлачи већ дуги низ година. Као доказ нам може послужити метода „Еуроаларм“, која се користи почев до друге половине седамдесетих година у планирању заштите од пожара у пракси Западне Европе.

Табела 1. Саставни делови дима приликом горења неких материјала [2]

Место пожара	Материјал који гори	Саставни делови дима vol [%]		
		O ₂	CO ₂	CO
Подрум	Дрво, старе ствари	18	1,5	0,12
Подрум	Папир	17,5	2,2	0,27
Подрум	Угаљ брикет	19,1	1,1	0,18
Стан	Намештај, одећа	18,0	1,0	0,18
Стан	Полице са књигама	19,0	1,8	0,11
Канцеларије	Полице, намештај, папир	20,0	2,8	0,40
Столарске радионице	Дрво, лепило, мебл	20,0	0,3	0,16
Продавнице боја	Боје, лакови и сл	18,0		0,20
Маркети	Храна, хлеб и сл	20,8	0,2	0,18

Табела 2. Физиолошки учинци угљен-моноксида на човека [1]

Процент CO у атмосфери vol. [%]	Физиолошки учинак
0,01	лаки бол у глави
0,05	несвестица; вртоглавица
0,1	синкопа; услед престанка рада срца
0,2	кома, скори наступ смрти
0,5	тренутни наступ смрти

Табела 3. Коefицијент деловања дима F [2]

Степен опасности од задимљења	Околности које доведо до задимљења	F
1	Нема посебне опасности од дима и корозије	1,0
2	Више од 20 % теж. горива изазива задимљење или развија отровне продукте сагоревања у пожару	1,5
3	Више од 50 % теж. горива развија дим и отрове у пожару или више од 20 % горивих материја се састоји од материја које излучују јаке корозиве у диму	2,0

Корозиви на незаштићеног човека делују у првом реду на осетљиве слузокоже међу којима је најосетљивије око и очни вид. Ово чуло које је спасоносно за оријентацију, у пожару је, у првим тренутцима изложено жестоком дејству најјачих корозива који су у гасовитом стању и који због јаке лакримације и преламања светлости у оку пуном течности сужавају видљивост и свест. И ово има посебног утицаја на психу човека, који у оваквим тренутцима има осећај губитка најдрагоценијег чула и лагано се паралише пред најездом дима.

Надражајни ниво за око је 10 ppm (0,001 %), када је у питању сумпор диоксид [3]. Метил бромид, метил хлорид и метил јодид, који се у диму налазе дејством

пиролизе, поред лакримације изазивају и замагљен вид. Ове промене код човека настаће и ако употребљава заштитну маску јер се наведене хемикалије ефикасно ресорбују преко коже. Диметил сулфат делује каустично на слузокожу очију, носа, грла и плућа. Врло брзо изазива лакримацију, иритацију и еритем очију, који брзо напредује ка блафероспазму и хемози. Излагање озону у концентрацији 0,2 ppm у току од 3 часа смањује видну оштрину, повећава периферни вид, смањује ноћни вид и мења равнотежу мишића који контролишу положај ока [3].

Табела 4. Дејство корозива у диму на човека

Назив отрова	МДК [ppm]	Процењена смртна доза [mg] - [ml]	Корозивно дејство	Дејство на плућа
Азотна киселина	2	1	4	4
Бром	0,1	1	4	4
Бромоводонична киселина	3	1	4	4
Фосфорна киселина	1*	1	4	-
Хлор	1	-	4	4
Хлороводонична киселина	5	1	4	4
Јодоводонична киселина	10	1	4	4
Бромоводоник	-	1	4	-
Јодоводоник	-	1	4	-
Сумпорнакиселина	1*	1	4	4
Сумпораста киселина	10	1	4	4

* mg/m³ легенда уз Табелу 4 за колоне 4 и 5: 1 - Средња иритација и црвенило 3 - Површинска деструкција коже или слузница 2 - Јака иритација и еритем; пликови 4 - Потпуна деструкција коже или слузокоже

Контакт ока са концентрованим амонијаком изазива тренутан и јак бол, после чега долази до едема коњуктиве и замагљења рожњаче. Касније може доћи до стварања катаракте и атрофије ретине и дужице.

3. БЛЕФАРОСПАЗАМ У ПОЖАРУ

Присуство органских материја у пожару као што су вуна, свила, лан и конопља, затим органских сложених материја као што је целулоид, сапуни, детергенти и слично доводи до значајне продукције у диму алдехида, кетона и естара који су познати као јаки иританти. Ове материје у јачим концентрацијама изазивају блефароспазам као реакцију организма усмерену на спашавање очињег вида. Овај феномен често до краја збунује жртву, нарочито људе који се слабо сналазе у простору, тако да се бескорисно врте у круг остајући у зони задимљености која само још више појачава блефароспазам и излаже жртву дејству цијанида у диму пожара који ће довести до инкапациције и са великом вероватноћом до губитка живота.

Блефароспазам у пожару делује на изненађену жртву као гром из ведре неба тако да се она упушта у борбу за повратак вида: брисање очију длановима, брисање очију марамима, рукавима, заштита очију крпама и друге минорне и ирелевантне радње, уместо кретања ка најближем излазу.

4. ЛАРИНГОСПАЗАМ У ПОЖАРУ

Пошто унесрећени губи оријентацију и осећај за време и простор бавећи се самим собом у покушају да поврати вид удише све веће концентрације отрова који у неким случајевима врло брзо након блефароспазма изазивају и ларингоспазам, после чега жртва, услед панике, предузима радње које се ни са чим не могу оправдати као што су: седање на под, скривање у угао просторије, одлазак у купатило и квашење водом и сл.

Наравно једина и права реакција је хитно напуштање угроженог простора пузањем по поду просторије и што пре излазак на свеж ваздух и у домен спасилаца који ће предузети потребне мере да се здравствене тегобе отклоне.

Ларингоспазам је само један од облика опструкције дисајних путева која се појављује у раним фазама тровања у диму пожара. Доста је чест и едем језик, едем ждрела и едем ларинкса услед дејства надражљиваца или корозива, као увод у инкапацитацију у пожарима, као предходница губитка људских живота у пожару.

Ларингоспазам може настати и услед парализе мишића дејством неких отрова из дима као што су халони, фреони, етри и сл.

На крају ларингоспазам може настати парализом респираторног центра у мозгу, дејством инсектицида и сличних отрова на специфичним пожарима.

Најјачи иритант у диму синтетичких полимера је свакако је трихлорацетонитрил CCl_3CN . Овај цијанид дериват цијановодоника на пожарима полиуретана и полиакрилонитрила изазива врло брзо ларингоспазам и панику код жртава нарочито мале деце и старијих особа.

5. ИНКАПАЦИТАЦИЈА У ПОЖАРУ

Инкапацитација у пожару се често назива, у нашој литератури, немоћ у пожару. Инкапацитација је општа мишићна слабост, која парализује жртву пожара онемогућавајући јој кретање ка сигурном излазу. Потенцијална жртва се препушта судбини остајући у диму. Латински назив за инкапацитацију у диму је „*adynamia acuta rurotoksica*”.

Инкапацитација у пожару настаје из следећих разлога:

- физичка одсеченост жртве,
- задимљења пута евакуације (опскурације),
- високе температуре у коридору на путу евакуације,
- висине објекта у коме се налази жртва,
- закључаност просторије у којој се налази жртва.

Нагли пораст јаких иританата у диму пожара, који изазивају;

- јаку лакримацију,
- блефароспазам,
- ларингоспазам.

Неуромускуларна дисфункција, која је настала због:

- директне аноксије,
- индиректне аноксије, без срчаног застоја

- индиректне аноксије, са акутним срчаним блоком
- карбоксимиоглобинске рабдомиолизе.

Погрешне процене и погрешне одлуке;

- пожртвовање – гашење пожара,
- пожртвовање – враћање у угрожени простор због општег добра (искључење компјутера),
- враћање у пожар због заборављених личних ствари,
- враћање у пожар због кућних љубимаца.

Контрапродуктивне психолошке реакције:

- паника,
- дезоријентација,
- кататонијски ступор,
- тренутни поремећај понашања,
- скривање,
- закључавање,
- улазак у каду са водом,
- и остало.

Немогућност успостављања контакта спасиоца са жртвом због:

- дисфоније,
- афоније,
- физичког хендикепа жртве – глувоном.

6. ЗАКЉУЧАК

Жртве пожара на жалост нећемо избећи без обзира колико предузмемо опсежних мера. Али систем српског школства мора увести у редовно школско и предшколско образовање заштиту у свим ванредним ситуацијама укључујући ту и пожар. Ова карика је од изузетне важности јер ће обухватити највећи део популације становништва. То уосталом раде у целом свету. Као пример навео бих Јапан у коме предшколска деца уче о поступцима у свим ванредним ситуацијама.

Друга важна карика је обука запослених радника из заштите од пожара, која је фокусирана на далеко мању популацију становништва. Обе ове врсте обука утицаће на родитеље деце који имају и моралну обавезу да својој деци појасне све животне опасности укључујући и опасност од пожара.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Viger R., *30 conseils face au feu*, 1977, Hatier, Paris, p. 57
- [2] Карабасил Д., *Приручник и таблице из заштите од пожара*, 1994, Виша техничка школа, Нови Сад, стр. 108
- [3] Dreisbach R. H., *Handbook of Poisoning: Diagnosis & Treatment*, Lange Medical Publications, Drawer L, Los Atos, 1977, p. 229

Драган КАРАБАСИЛ¹
Владимир ЈАКОВЉЕВИЋ²

ЕФЛУЕНТИ ПОЖАРА И УГРОЖАВАЊЕ БЕЗБЕДНОСТИ ЉУДИ

Резиме: Рад обрађује ефлуенте пожара и њихов утицај на генерисање жртава у опожареном објекту. Ова опасност на жалост није пуно позната у кругу пројектаната и оних који су задужени за безбедност људи у случају пожара на објектима. Инвеститори ће врло радо избећи „велика“ улагања у одвођење дима и топлоте из објекта за ког „Бог зна да ли ће некада заглавити у пожару“. Када се то ипак деси, сматраће то „сплетом баксузних околности“. Наравно да је оваква логика за безбедност од пожара неприхватљива.

Кључне речи: ефлуенти пожара, дим, пламен, топлота, пожарни гасови, димне одушке, безбедност људи

FIRE EFFLUENTS AND HUMAN SAFETY THREATS

Abstract: This paper deals with the effluents of fires and their impact on the occurrence of victims in the burning buildings. This danger is unfortunately not much familiar among building architects and those who are responsible for the safety of people in case of fire in buildings. Investors are gladly avoiding “big” investments in the ventilation systems for smoke and heat removal from the building which “God knows whether it will ever get stuck in the fire”. When this happens it is considered as “the bad circumstances”. Of course, such logic is unacceptable for fire safety.

Key words: fire effluents, smoke, fire, heat, fire gases, smoke ventilation, human safety

¹ Др, проф., Висока техничка школа струковних студија у Новом Саду,
e-mail: karabasil@vtsns.edu.rs

² Др, редован проф., Факултет безбедности, Београд, Господара Вучића 50,
e-mail: vjakov@fb.bg.ac.rs

1. УВОД

Велики проблем смањења људских жртава у пожару представља образовање људи и предходно упознавање са опасностима и начином како их избећи у савременом свету препуном непознаница које човек не може научити у кафани нити на интернету!

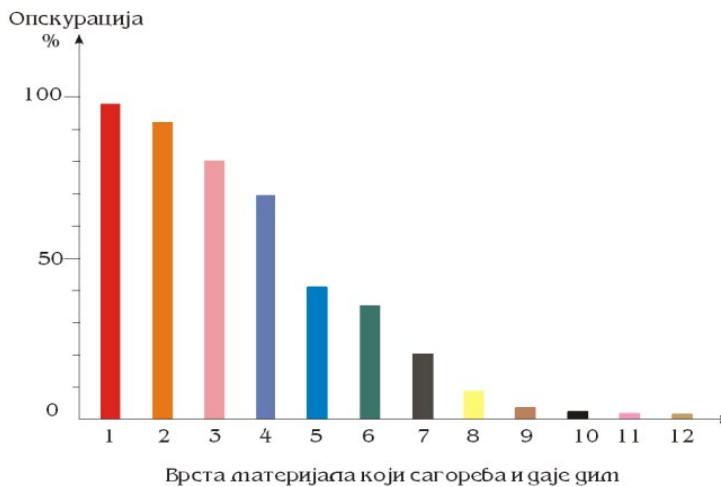
Четири обележја пожара називају се ефлуенти пожара и то :

- дим,
- пожарни гасови,
- пламен и
- топлота.

Дим и пожарни гасови су одговорни за највећи део од укупног броја жртава. Процес задимљавања простора постао је један од готово најважнијих поглавља како заштите од пожара и експлозије тако и пиротоксикологије.

2. ДИМ И ЗАДИМЉАВАЊЕ У ПОЖАРУ

Познавање дима и фазе задимљавања у пожару/експлозији је кључна карика у ланцу напора да се смањи број жртава при овој врсти несрећа. Дим је видљиви део ефлуента пожара.



1-PVC; 2-требира; 3-полиуретан; 4-полиестерски палинат;
5-полиизоцијанурат; 6-стиропор; 7-полипропилен;
8-полиетилен; 9-органско стакло; 10-баксит;
11-полиамид; 12-дрво (букба)

Слика 1. Вредности опскурације за разне материјале

По дефиницији: дим је аеросол кондензованог типа, који настаје кондензацијом или агрегацијом молекуларно разређене материје у веће честице. Са тог становишта постоји две врсте димова:

- кондензати неорганских материја-хемијских елемената, (енгл. “fumes”), при којој се паре оксида кондензују у хладном ваздуху.
- кондензати органских материја-при којој се кондензује несагорели угљеник у виду чађи (енгл. “smoke”).

У нашем језику ова два појма се не разликују. За све постоји један термин а то је дим. Са становишта жртава и превенције у области заштите људских живота, ова два дима и њихово разликовање су од значаја. Наравно да није свеједно која материја ће пожар снабдевати димом. Видимо да се на челу листе налази ПВЦ један од најраспрострањенијих полимера у комплетној животној средини савременог човека. Ова материја ће генерисати екстремно брзо умирање људи који се затекну у опожареном објекту са овом супстанцијом. Ту су наравно и тревира и полиуретан као саставни део живота савременог човека. Ова три материјала можемо наћи од станова до робних кућа и позоришта. Да ли они угрожавају животе корисника. Наравно да. Постоји правилник о одвођењу дима и топлоте насталих у пожарима који на жалост ретки испоштују коректном применом на објектима. Један од разлога је и неверовање у опасност коју са собом носе дим и топлота.

3. ПРОДУКЦИЈА ДИМА У ПОЖАРУ

Продукција дима у пожару зависи од много фактора а у првом реду од специфичне производности дима материјала који гори. Она представља количину дима коју ослобађа јединица масе горива које је захваћено пожаром.

Брзина задимљавања објекта зависи од: висине просторије, специфичне производности дима, површине просторије, влажности материјала који гори, уређаја за одвођење дима и топлоте из објекта, и др.

4. “CHATHAM MATTRESS PHENOMENON” У ДИМУ ПОЖАРА

Кретање дима у пожару је доста непредвидиво и хаотично тако да је већини људи непознато и са њим се први пут озбиљно сусреће у условима пожара који му угрожава живот. Непредвидивост дима и уопште ефлуената пожара је кобна за људе у запаљеном објекту преко следећих угрожавања:

- непредвидиво кретање токсина насталих у пожару,
- непредвидива експлозија дима у неким пожарима, позната као “Chatham mattress phenomenon”.

4.1. Непредвидиво кретање токсина у диму пожара

Веома сложена струјања ваздуха и гасова кроз објекат у близини и око пожара доводе до контакта људи са врло јаким концентрацијама отрова који у крајњој истанци производе смртни ефекат код жртве. Забележени су случајеви кретања, невидљивим коридорима, угљен-моноксида, без и мало дима који су произвели смртни ефекат код две особе, које су седеле на двоседу [2].

4.2. “Chatham mattress phenomenon”

Овај феномен је познат као високо смртан у пожарима код којих је карактеристично присуство несагорелог угљеника (црна боја дима) и сумпорних једињења или других јаких отрова те иританата. Забележен је код пожара у којима је тињала пенаста гума. Густ лепљив црни дим, који се већ био охладио у контакту са већом количином свежег ваздуха нагло је експлодирао) потпуно задимљавајући простор високотоксичним и иритирајућим гасовима међу којима се истицао сумпор-диоксид (SO_2). Овај гас је довео до тровања људи са смртним исходом, због изненадног наступа, блефароспазма, ларингоспазма, дезоријентације и адинамије.

Феномен је добио име по научнику Четему који га је први описао, и грубо преведен на наш језик би гласио „феномен Четамовог душека”.

5. ТОКСИЧНИ ГАСОВИ У ПОЖАРУ

У пожарима се појављују разни токсини гасови, зависно од врсте материјала који гори, присуства кисеоника, температуре, присуства хемикалија у диму пре почетка сагоревања и др. У пожару настају токсини на више начина [3]:

- продукција токсина у зони високих температура уз присуство кисеоника
- продукција токсина на површини запаљеног материјала у присуству високе температуре и уз одсуство кисеоника.

5.1. Синтеза отрова у зони високе температуре уз присуство O_2

Пожар је својеврсна хемијска лабораторија у којој се одигравају разни процеси и теку различите хемијске реакције. При томе се стварају и различити токсини који имају утицаја на живот и здравље људи који су им изложени.

У овом механизму настајања отрова разликују се два механизма:

- настајање оксида,
- синтеза отрова испред фронта пламена.

5.2. Продукција оксида у пожарима

У пожару као последица директног сагоревања појављују се различити оксиди као последица сједињавања запаљеног горива са оксидатором.

На тај начин настају најчешћи отрови на пожарима:

- угљен моноксид (CO),
- сумпор диоксид (SO_2),
- сумпор триоксид (SO_3),
- фосфор триоксид (PO_3),
- азотни оксиди (NO_x), и др.

5.3. Синтеза отрова испред фронта пламена

Неки врло јаки отрови се генеришу синтезом испред фронта пламена утицајем разних енергетских извора укључујући и топлоту генерисану пожаром. Дobar пример је настајање фозгена у пожарима [1]. Фозген (карбонол хлорид) спада у врло јаке отрове. У I Светском рату је коришћен као бојни отров. Овај токсин настаје у свим пожарима ако је присутан угљен моноксид (CO) и хлор (Cl₂). Ова два гаса у присуству светлости граде фозген (COCl₂); *зрч.* фос -светлост и генао производим.

На сличан начин настаје и никл карбонил [Ni(CO)₄]. Ако у пожару постоји прашина никла и угљен-моноксид настаће ово опасно једињење. Њега има и у диму цигарета и удишу га пушачи иако је доказани канцероген. Делује врло слично фозгену разарајући плућно ткиво и доводећи до тешког стања које најчешће завршава плућним едемом.

5.4. Продукција токсина у зони високе температуре и одсуства кисеоника; пиролиза - (“combustible volatiles”)

Опште је познато да се у пожарима сусрећу две групе хемијских реакција и то:

- процес сагоревања у атмосфери богатој кисеоником и
- процес пиролизе у атмосфери без кисеоника и у присуству високе температуре.

Процеси сагоревања се одвијају у зони горења у којој је присутан кисеоник и висока температура. Насупрот тога постоји у пожару и процес пиролизе који се одвија на површини горива изван зоне горења и где је присутна висока температура али је кисеоник одсутан. У тим условима термичком разградњом настају многа хемијска једињења. Она која доспеју у зону горења сагоревају или ако су незапаљиви пролазе кроз ову баријеру одлазећи у околни простор. Овим путем ће проћи многи токсини пре него што доспеју у зону опасну по здравље људи. Неки од токсина који на овај начин настају су: бензен (пиролиза PVC-а или полиетилена), нафталин (пиролиза PVC-а или полиетилена), толуен-диизоцијанат – TDI (пиролиза полиуретанских пластика), хлороводоник (пиролиза PVC-а), флуороводоник (пиролиза BCF-а), бромоводоник (пиролиза BCF-а).

Пиролитички продукти у додиру са околним кисеоником пошто су загрејани граде једињења која су у значајној мери токсична. Процес је интензиван на температури од 200 до 320°C. Процес се одвија и при температурама на површини горива од 370°C Овај вид термооксидације даје следећа једињења на пожарима: формалдехид, ацеталдехид, акролеин, мравља киселина, акрилична киселина и разни кетони.

6. ХЕМИЈСКИ САСТАВ ГАСОВА У ПОЖАРУ

Хемијски састав гасова у пожару зависи од мноштва фактора. Пре свега од врсте запаљивог материјала, температуре и садржаја кисеоника атмосфери опожареног објекта.

У пожарима је најчешће присутан угљен- моноксид. С правом се може назвати „велики убица човечанства” јер је од њега почело страдање пећинског човек и тај

тренд се задржао до данашњих дана стално појачавајући интензитет. У савременим условима појачано је пожарно оптерећење, које је имало за последицу сагоревања материјала са дефицитом кисеоника. Оваква непотпуна сагоревања обилују угљен моноксидом.

Физиолошки учинци угљен-монооксида на човека су опште познати. Овај крвни отров врло брзо паралише мозак и доводи до екстремно брзе смрти оног ко је удахнуо овај токсин. Смрт може наступити и при само једном удаху!

7. ЗАКЉУЧАК

Непредвидивост закономерности, које се испољавају на жртве, феномени везани за задимљавање објеката су врло често кључне за смрт људи заробљених у пожарима. Задатак струке и образовања је да то потенцијалним жртвама саопште пре сусрета са амртоносном опасношћу.

Наравно да се инспекција и људи из струке морају борити за примену правилника који регулишу уградњу димних одушки у објекте у којима бораве људи. Једино ови уређаји омогућују ненарушавање видљивости и живота људи које је ватра заробила у опожареном објекту.

Код приземних објеката се користе уређаји који се базирају на природној пловности дима. Код вишеспратних објеката се користе вентилатори за чије функционисање се мора обезбедити електрична енергија и систем који ће наведене уређаје у критичном тренутку активирати. Њихова поузданост је далеко мања од предходних јер они не захтевају никакав ситем или енергију за успешан рад.

Уређаји за одвођење дима и топлоте из приземних објеката који су инсталирани у Србији се могу пребројати на прсте једне руке. Једноставно одговорни нису свесни њихове важности за спасавање људских живота.

8. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Dreisbach R. H., *Handbook of Poisoning: Diagnosis & Treatment*, Lange Medical Publications, Drawer L, Los Atos, 1977, p. 229
- [2] McKinnon G. P., *Fire Protection Handbook*, National Fire Protection Association, Fifteenth Edition, Quincy, 1980, Massachusetts, pp.2-19
- [3] Noris J. C., Moore S. J., Hume A. S., *Synergistic Lethality Induced by the Combination of Carbon Monoxide and Cyanide*, Toxicology, 1986, vol. 40, pp. 121-129

Велизар ЧАЋЕНОВИЋ¹
Драган КАРАБАСИЉ²

ФИЗИЧКЕ ПОВРЕДЕ УСЛЕД ПАНИКЕ У ПОЖАРУ

Резиме: Рад обрађује панику као готово неизбежног пратиоца пожара. Људи врло често нису у стању да реално просуђују, а нису ни припремљени за праву реакцију у случају да су сведоци настајања пожара у почетној фази. Најрационалније решење је ухватити се у коштац са пожаром и погасити га. Неувежбани и неприпремљени људи су заузети самим собом покушавајући по сваку цену да се докопају безбедног простора. А за пожар су плаћени ватрогасци.

Кључне речи: пожар, паника, страх, угроженост, опстанак

PHYSICAL INJURIES DUE TO PANIC DURING FIRE

Abstract: This paper deals with the panic as an almost unavoidable follower of fire. People are often unable to realistically judge, and they are not prepared for the reaction in the event when they witness an early stage of a fire. The most rational solution is to deal with the fire and extinguish it. Untrained and unprepared people are busy with themselves, trying to reach the safe area at all costs. Firemen are paid to extinguish fire.

Key words: fire, panic, fear, endangerment, survival

¹ Спец.ЗОП, Ватрогасно-спасилачка јединица Бар, е-mail: neverhood@t-com.me

² Проф. др, Висока техничка школа струковних студија у Новом Саду,
е-mail: karabasil@vtsns.edu.rs

1. УВОД

Пожар се појављује изненада и одмах показује своје право лице што код многих људи, који се често први пут сусрећу са изазовом смрти рађа панику. Паника има за последицу исхитрене и некритичке поступке који врло често неприпремљеног човека одвуку у смрт, или му нанесу тешке телесне повреде.

Примера има много. Жртве могу бити и професионалци, као што то показује актуелни извештај са гашења једног степског пожара у тадашњем Совјетском Савезу. Група ватрогасаца која је погасила степски пожар села је да доручкује несрећно одабравши место за доручак на неизгорелој стери. У време доручка ватра се изненада разбуктала свом жестином јурећи право на њихов логор. Већина ватрогасаца се дала у паничан бег. Ватра, која се кретала много брже, сустигла их је, када су изнемогли пали на земљу и нанела им смртоносне повреде. Они ватрогасци који су сачекали долазак фронта пламена до њих, затим су зауставили дисање и штитећи лице рукама претрчали неколико метара кроз пламен до изгорелог дела степе прошли су са лакшим телесним повредама. Свакако да је овде реч о жртвама које су лоше обучене и увежбане за суочавање са смртоносним атаком пожара, у току психичких и физичких припрема и увежбавања за свакодневни посао.

Међу цивилима су овакве трагедије још израженије и има их врло много. Пример је пожар на 25-то спратној згради „Жоелма” у Сао Паолу, 01.02.1974. године. У фази разбукталога пожара људи који су се попели на кров објекта на јужној страни зграде панично су скакали у амбис са висине од 75 m на бетон. На овај начин је у смрт отошло 49 људи. Од њих, 30 је скочило са крова објекта када је пожар већ био угашен и када им није претила опасност по живот.

Насупрот њима неколицина људи у истом том објекту није бежала на кров објекта све даље од земље и спасења, већ се пажљиво спуштала са спрата на спрат тамо где је на фасади било најмање дима и пламена и тако стигла до помоћних лестава и спасла се.

2. ПАНИКА У ПОЖАРИМА

Као што је напоменуто пожар се редовно појављује изненада, шири се нагло и брзо, и код већине људи који нису присутни том чину од самог почетка изазива буру емотивних и когнитивних реакција које почину са страхом. Страх од ватре је урођен човеку и исти се не може разбити без специјалних психолошких припрема. У обуци ватрогасаца и војника има посебан полигонски део који служи за разбијање страха од ватре. Наравно да овом обуком не може да се обухвати становништво али се у обуци радника ова тема не појављује ни код једног плана и програма који се подноси ПП полицији на одобрење. Обуку често изводе и веома нестручни људи јер не постоји пропис о профилу стручне спреме јавних просветних радника у заштити од пожара. Такође, у нашој земљи не постоји у номенклатури занимања ни наведено занимање.

Следећа реакција која предходи паници је осећај беспомоћности, који обухвата потенцијалну жртву панике. Сусрет са смртном опасношћу код лабилних личности, које нису научиле да се боре за свој или туђе животе изазива као последицу великог страха и пратећег стреса умор и одсуство воље да се било шта предузима да би се постојећа ситуација поправила. Као добар пример може да послужи пожар од 11. јула 1973. године у „Боинг”-у 707 бразилске ваздухопловне компаније, који се запалио

минут пре слетања на аеродром „Орли” крај Париза [1]. Узрок пожара у летици је био пикавац бачен у корпу за отпадке у тоалету авиона. Авион је артерирао на ледину (пилот није видео ништа од густог дима у кабини) неколико километара од писте са 123 путника без свести, који су седели на својим седиштима везани појасевима у летици пуној густог лепљивог црног дима. Нико од путника није ни покушао да устане са седишта нити се ослободио појаса којим су сви путници били везани ради скорог слетања. Узрок ове панике је била беспомоћност јер се авион налазио у ваздуху изнад Атлантика.

Све путнике, ове несрећне летице, који су били изван пилотске кабине ватрогасци су нашли мртве на својим седиштима. Отровани су продукцима сагоревања пластике у авиону. Пилот, копилот и један путник су преживели трагедију јер је разбијено стакло да би се побољшала видљивост и тиме је омогућено преживљавање, оних који су остали у пилотској кабини. Нико од путника и чланова посаде није отворио принудне излазе, што би изазвало декомпресију у авиону и тренутно одимљавање путничке кабине. Овај спасоносни потез би омогућио преживљавање већине жртава. Командни торањ није ово сугерисао капетану авиона мада је уредно обавештен о пожару летице и пожарној ситуацији у истој. То показује да се обука контролора летења и пилота не обавља у складу са достигнућима пиротоксикологије и психологије, тако да су могуће грешке ових димензија у пракси.

После беспомоћности код жртава панике се појављује осећај опште угрожености због егзистирања у амбијенту тоталног пожара. Угроженост производи потребу тражења криваца, у самом себи или у онима који су у клопци заједно са жртвом. Угроженост може да произведе и агресивно понашање жртава. Пример оваквог понашања је пожар на авиону Локид Тристар 1011 на аеродрому у граду Ријад у Саудијској Арабији. До пожара је дошло при узлетању летице која је водила ходочаснике у Меку. Један од путника је користио примус да зготови чај у авиону и запалио је седиште испред себе. Како је летица достигла критичну брзину пилот је морао да узлети да не би дошло до хаварије летице. Разгневлени путници су убили пилота и копилота верујући да их исти намерно возе у смрт. Када је пожар угашен у пилотској кабини је пронађено 16 угљенисаних лешева, заједно са пилотом и копилотом. Пилот и копилот су имали поломљен врат као последицу гушања са разбеснелим путницима. У овој несрећи су нашли смрт сви путници и чланови посаде; укупно њих 300 и у овом случају за одимљавање нису отворени принудни излази на крилима летице што би спасло већину жртава.

Последња фаза панике је борба за опстанак. Жртве избеумљене од страха крећу ка излазу који води у безбедност рушећи све пред собом. Губи се све што је рационално и све се подређује једном циљу, а то је побећи у безбедност. Наравно да се сва конкуренција, у том случају, гази јер сви припадници групе имају исти циљ, побећи са опасног места. Настаје општи метеж који ће однети највећи број жртава. Примера има много. Један од најупечатљивијих је пожар у чикашком позоришту „Ирокез” 30. децембра 1903. године. Пожар је почео на сцени и изазвао панику. Избеумљени људи су полетели ка излазима. При метежу су рушили седишта и настао је прави хаос. Они који су се докопали врата нису иста могли да отворе јер су се сви набили на излазне двери које су се отварале ка унутрашњости сале. Сви излази су, за тили час били затрпани и врата су остала трајно блокирана. Ватрогасци су покушали да развалним алатом уклоне врата, али су одустали када су дошли до људских тела које је требало повређивати и мрцварити да би се врата у потпуности уклонила. Паника је захватила и ватрогасце. У овој несрећи смрт је нашло 603 особе.

Још гори је био пожар позоришта, у мају 1845. године у граду Гуандонгу у Кини. Погинуло је 1670 особа, највише у историји при пожару објеката позоришта [1].

Борба за опстанак се карактерише изразитом агресивношћу према осталим жртвама које буквално бивају изгажене, у безглавој трци ка спасењу. Као пример може послужити паника, која је наступила 2. јула 1991. године у тунелу између Меке и Медине ходочасничког камп насеља. У безглавој трци, изгажено је и од тог умрло 1.426 људи.

3. ПСИХОСОЦИАЛНИ УСЛОВИ ЗА НАСТАНАК ПАНИКЕ

За настанак панике неопходни су следећи услови [2]:

- да појединац постане свестан да је његов живот угрожен, и да предузима радње и покушава свим средствима, па и ирационалним да се спасе и избегне очигледну опасност.
- да опасност по живот наступа изненада.
- да појединац не познаје пожар као процес и динамику његовог развоја.
- да се страх заразно и масовно шири, управо као и пожар на којем је често овакво понашање.
- да је ауторитативна личност одсутна и да нико не преузима лидерство.
- да су особе подложне дејству стреса, и да имају смањење психо-физичких способности; глад, умор, поспаност и сл.
- да појединац максимално неконтролисано троши енергију што га исцрпљује и тера на пречице.

Паника има три јасно изражене фазе и то:

- фаза шока, у којој појединац спознаје реалну опасност за живот,
- фаза настанка панике, која се манифестује паничним страхом,
- фаза адаптације индивидуума на ситуацију у којој се налази.

4. ЕВИДЕНЦИЈА ЖРТАВА ПОЖАРА

Због природе повреда на пожару највећи број повређених се, док су ту ватрогасци, не осећа повређеним. Тек када ватрогасци оду и када их родбина и пријатељи убеди да им је неопходна лекарска помоћ обраћају се званичној медицини. Јасно је да они неће бити у ватрогасним статистикама јер их ватрогасци нису ни евидентирали. Лекарски извештаји немају категорију опекотина у пожару, односно експлозији већ само опекотина или пад са висине и слично, тако да се трагови жртава пожара овде губе.

Саобраћај и војска воде своје статистике па је стање врло слично у погледу прецизности и позданости података са подацима о материјалним штетама. Међутим ове податке не треба игнорисати и имати у виду да су стварни подаци значајно већи. Све ово указује да прво поље рада на модернизацији и осавремењавању заштите од пожара мора кренути од статистичке обраде података.

И на овом месту је корисно напоменути да обучени људи који су едуковани и упознати са проблемима који прате понашање актера у случају појаве пожара делују конструктивно и у највећем броју случајева пожар погасе и елиминичу сваку опасност.

5. ЗАКЉУЧАК

Едуковање људи свакако ће смањити број људских жртава. Наравно не сме се заборавити и помоћ аутоматских уређаја за гашење пожара типа спринклер који ће угрожавање и ризик неутралисати у најранијој фази. Обоје заједно даће немерљив допринос снижењу ризика од губотка људских живота у пожарима.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Карабасил Д., *Основе тактике гашења пожара*, 1998, Будућност, Нови Сад
- [2] Куленовић Б., *Пожар и феноменологија масовног реаговања*, Пожар - Експлозија - Превентива, Сарајево, април 1990, I-II, стр. 192



Драган КАРАБАСИЛ¹
Владимир ЈАКОВЉЕВИЋ²
Слободан ПУРИЋ³

ДЕЈСТВО ТОПЛОТЕ И ПЛАМЕНА НА ЖРТВЕ ПОЖАРА

Резиме: Рад обрађује утицај високе температуре пожара или експлозије на људско тело и њен утицај на здравље. И у овој области се осећа мањкавост српског образовања, како у области превентивног деловања и избегавања ризика од опекотина тако и у првој помоћи после контакта коже са високом температуром. Највећи део повређених иде одмах лекару уместо хлађења водом у времену од 20-так минута, непосредно по настанку опекотине.

Кључне речи: пожар, експлозија, опекотина, респираторни дистрес синдром, опекотине слузокоже

EFFECTS OF HEAT AND FLAME ON VICTIMS IN FIRE

Abstract: This paper deals with the influence of the high temperature of fire or explosion on the human body and its effects on health. These topics are slightly neglected in education in Serbia in the field of fire prevention, avoiding the risk of burns and the first aid after skin contact with high temperatures. The largest part of injured people would rather immediately visit doctor instead of cooling harmed part of skin using water for 20 minutes, right after the burn occurred.

Key words: fire, explosion, burn, respiratory distress syndrome, mucous membrane burns

¹ Проф. др, Висока техничка школа струковних студија у Новом Саду,
e-mail: karabasil@vtsns.edu.rs

² Редован проф. др, Факултет безбедности, Београд, Господара Вучића 50,
e-mail: vjakov@fb.bg.ac.rs

³ Магистар ЗОП., ВТШСС, Нови Сад, Школска бр. 3, Нови Сад

1. УВОД

Пламен је дефинисан као: део простора у коме се одиграва хемијска реакција сагоревања и у коме влада повишена температура. Сваки контакт са пламеном је опасан по здравље људи како ватрогасаца тако и цивила. Повреде настале дејством пламена су опекотине коже и слузокоже. Опекотине се највише појављују у следећим случајевима:

- експлозијама,
- рад са чистим или течним кисеоником,
- поливање запаљивих течности по оделу и телу,
- при великим пожарима класе С,
- испирање одеће запаљивим гасовима,
- поливање млазом запаљене течности у хаваријама и сл.

2. ЕКСПЛОЗИЈА КАО УЗРОК НАСТАЈАЊА ОПЕКОТИНА

Експлозија је кинетичко сагоревање код кога се процес изгарања обавља тренутно и због тога се постиже температура од 2500 до 3500 °С, код гасова пара и прашина односно аеросола, док је код класичних експлозива у питању детонација са температуром око 4500 °С, и више ако су у питању војни експлозиви. Највећи број повраћених опекотинама је у експлозијама. Страдају индустријски радници, а потом и људи у својим кућама од гасних експлозија, ако је насеље гасификовано, затим од експлозија бутанских боца, резервоара горива аутомобила и др.

Опекотине настале експлозијом имају велики део опечене коже, пошто је одећа ако је има врло слаба заштита. Најчешће су то смртоносне повреде. Резултат су лоше или никакве едукације и слабих превентивних мера.

3. РАД СА ТЕЧНИМ ИЛИ ЧИСТИМ КИСЕОНИКОМ КАО УЗРОК НАСТАНКА ОПЕКОТИНА

Атмосфера богата кисеоником је пожарно изванредно опасна. Она је такође опасна и због смртоносних опекотина које настају сагоревањем одеће натопљене кисеоником. Класична одећа натопљена кисеоником сагорева таквом брзином да је било каква интервенција немогућа. Човек остане без одеће и без коже, наравно, за 1 до 2 секунде. Сагорела одећа ће довести до појаве опекотина на врло великој површини и до 90 %. Познато је да 30 % опечене коже представља повреду са изузетно високим ризиком за губитак живота.

На местима где постоји опасност од паљења одеће натопљене кисеоником једна од мера за спасавање људи је и монтажа нагазног туша чији је задатак да снажним млазевима воде погаси запаљену одећу након стајања под туш. Среће се код нас на претакалиштима кисеоника.

4. ПОЛИВАЊЕ ЗАПАЉЕНЕ ТЕЧНОСТИ ПО ОДЕЛУ И ТЕЛУ КАО УЗРОК НАСТАНКА ОПЕКОТИНА

Нестручна примена запаљивих течности за потпаљивање отворене ватре, неопрезна примена запаљивих течности у импровизоване сврхе доводи до паљења одеће жртава чиме се појављује опечена кожа, на мањој или већој површини. У пракси се сусрећу следећи случајеви опекотина са смртним исходом насталим: потпаљивање бензином пећи на угљ, спаљивање бензином гуме на гибњу аутомобила путничког аутомобила, гашење запаљене одеће кофом бензина (због грешке) и др.

5. ИСПИРАЊЕ ОДЕЋЕ ЗАПАЉИВИМ ГАСОВИМА КАО УЗРОК ОПЕКОТИНА

Још један са листе брзоплетих поступака који су крајње непотребно однели људски живот, увек на другом месту. На месту страдања човека то искуство се дуго памти и не понавља се у тој средини. Следећи страдали је на другом месту далеко од предходног. Често је узрок непридржавање мера заштите од пожара, заштите на раду, лоша обука и едукација, необележени прописно цевоводи запаљивих гасова.

Забележени су случајеви испирања одеће водоником који има изузетно малу енергију паљења (0,017 mJ) тако да га упали варница настала услед трења синтетичке одеће и млаза гаса. Радник је добио тешке опекотине и подлегао им је у болници.

За испирање одеће се доста користи и ацетилен јер је гасовит и на располагању је радницима да „се реше прашине”. Ацетилен због свог непријатног мириса који има технички варијанта овог запаљивог гаса ретки радници избегавају.

6. ПОЛИВАЊЕ МЛАЗОМ ЗАПАЉЕНЕ ТЕЧНОСТИ У ХАВАРИЈАМА КАО УЗРОК НАСТАЈАЊА ОПЕКОТИНА

Ова врста опекотина настаје на три начина:

- почетни пожар типа „звезда” и слични почетни пожари у облику ватреног бича,
- кипљење запаљеног горива,
- закаснило кључање запаљеног горива.

Најчешће жртве су ватрогасци и запослени радници у нафтној и хемијској индустрији. Едукација је значајан вид борбе са овим злом везаним за савремене технологије. Доста су честе и на нафтним платформама на Северном мору али је то делатност која угрожава наше раднике који су тао запослени.

7. ДЕЈСТВО ТОПЛОТЕ НА ЖРТВЕ ПОЖАРА

Топлота и врели гасови су још једна од низа опасности којима су изложене жртве пожара. Удисање врелих гасова доводи до опекотина на дисајним путевима и то горњег дела, док је бронхијално стабло поштеђено због спазма који се појављује при контакту ларинкса са врелом атмосфером.

Опекотине на дисајним путевима зависе од два параметра и то: влажности дима, температуре дима и времену излагања диму.

Са становишта опасности од контакта врелих гасова са слузницом дисајних путева од важности је релативна влажност дима. Са тог становишта се димови деле на:

- **влажне димове**, који настају сагоревањем материјала који у свом саставу садрже водоник, и дају водену пару којом дим обилује. Овакви димови не суше слузнице, тако да влага са њих у контакту са врелим гасом испарава и не оштећује ткиво и ћелије.
- **суве димове**, који настају сагоревањем, метала, графита, и других горивих хемијских елемената и материја које у свом хемијском саставу не садрже водоник. Ови димови интензивно исушују ваздух и у близини пожара тако да суше слузницу уста и гркљана и тиме отварају пут директног дејства врелих гасова на ћелије слузокоже које прегрејане преко 42 °C бивају уништене због коагулације беланчевина у њима.

Температура дима је фактор који ће одредити тежину повреде. Познато је да човек у сауни подноси релативно лако температуре до 150 °C а да при том не претрпи никакву повреду ако одржава релативну влажност ваздуха сталним доливањем воде на усијано угљевље. Наравно дим и врели гасови су најчешће температуре око 800°C што ће нанети повреде оним лицима која се нађу у контакту са њима. Опште је правило што је виша температура дима све лакше настају повреде и обрнуто.

Следећи фактор је време које је повређени провео у контакту са врелим гасовима. Ако је ово време дуже и деструкција дисајних путева је све већа.

Контакт са врелим гасовима у пожару је могућ на један од следећих начина:

- погрешно постављање за време гашења пожара или спасавања. Ако је особа заузела положај који није најнижи у односу на дим и вреле гасове.
- не напушта угрожени простор пузањем већ се креће усправљено до изласка на безбедан простор.
- гашење пожара са коте која се налази изнад пламена или у горњој трећини пламена пожара и др.
- неопрезно отварање врата на коридору у коме бесни пожар. Искусан ватрогасац ће пре уласка у просторију у којој је пожар најпре пипнути кваку. Ако је она врела нема уласка у просторију. Ако није врела пипа врата у горњем делу висине да би одредио до које висине је “димни душек” у просторији. Неупућени људи који се по први пут сусрећу са пожаром и смртном претњом отварају врата директно и при том добијају врели дим и пламен у лице. Обично у шоку дубоко заграбе ваздух пуним плућима и уместо њега добију пламен и дим.

Опекотине дисајних путева чине око 5 % од укупног броја опечених [1].

8. ТЕРМИЧКО ДЕЈСТВО ПОЖАРА НА СЛУЗОКОЖУ, КОЖУ И ПОТКОЖНА ТКИВА

Топлотно дејство пожара/експлозије уништава структуру живих ћелија понајпре због коагулације беланчевина која почиње на 42 °С. Повишење температуре доводи до термичке деструкције и интензивног распадања беланчевина које доводи и до процеса угљенисања. Настају опекотине које су сврстане у IV степена по тежини. Опекотине спадају у најтеже телесне повреде јер су: телесне повреде које су најболније, које се најтеже лече и повреде чије лечење је најскупље.

Ако је опечена слузокожа на већој површини може се појавити фулминантни плућни едем који узрокује смртни исход. Опекотине коже на већој површини омогућавају продор грам-негативних бактерија у крвоток жртве.

9. РЕСПИРАТОРНИ ДИСТРЕС СИНДРОМ – ARDS

Опекотине спадају у најтеже телесне повреде. Први разлог су интензивни болови који трају недељама и измуче до крајњих граница издржљивости жртву. Други разлог је изузетно скупо лечење које не може да се плати, па су болесници осуђени на патње. Трећи разлог су компликације у лечењу. Свакако да је најзначајнија компликација у лечењу опекотина Респираторни дистрес синдром одраслих (Adult respiratory distress syndrome; ARDS, како га је 1967. назвао Asbaugh).

Права теорија о настанку ове опасне компликације која се завршава смртним исходом није до краја утврђена. Интензивна је код опечених болесника у првом раду мада се појављује и код трауматизованих, што су све последице пожара.

Респираторни дистрес синдром се одликује циркулаторним колапсом. Јако слабљење циркулације крви кроз органе тела се појављује као последица абнормалне пропустљивости капилара, за крвне беланчевине (албумине). Губитак течности у крвним судовима доводи до пада крвног притиска и стања шока. Смртни исход не наступа због циркулаторног колапса већ због пропустљивости плућних капилара, што доводи до накупљања течности у плућима жртве која доводи до гушења.

Међу најприхваћенијом теоријом о настанку респираторног дистрес синдрома је теорија ендотоксичног шока, коју заступа и академик Беритић [2]. На опеченој кожи се развијају разне грам-негативне бактерије. Путем аутоксикације ове бактерије продиру у крвоток на месту ране коју је направила опекотина. Бактерије које угину у крвотоку се распадају ослобађајући ендотоксин-термостабилни састојак спољашње протеинске опне ових микроорганизама. Присуство овог ендотоксина доводи до праве поплаве албумина, кроз зидове капилара у околна ткива. Најпрокрвљенија су плућа па настаје гушење жртве.

Ова опасна компликација значајно пуно учествује у повећању броја жртава међу повређенима у пожару.

10. ЗАКЉУЧАК

Основни задатак školstva од предшколских установа до факултета је да едукују полазнике са опасностима које са собом носи живот па и оне везане за утицај високе температуре на здравље људи. Не мали број опекотина се генерише са појавама које немају везе са пожаром и експлозијом, али је кључно за све њих интензивно хлађење непосредно по генерисању оштећеног ткива топлотом.

Наравно да је то задатак и људи који одржавају обуке запослених из области заштите од пожара и заштите на раду. Оштећења ткива у случају одсуства хлађења могу бити, и врло често јесу фатална уз невероватно интензивне болове. Ови болови спадају у најинтензивније болове које човек осећа.

Кључан задатак свих наведених обука је стицање превентивних навика и исправан третман насталих опекотина.

11. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Бољковац Д., *Посткамбустичка ендотоксемија као узрок респираторног дистреса*, Пожар - Експлозија - Превентива, Сарајево, април 1990, I-II, стр. 89-92
- [2] Данка З., *Индикације за интубацију опечених болесника*, у: Пожар - Експлозија - Превентива, Сарајево, I - II, јануар-април 1990, стр. 93-95

Велизар ЧАЂЕНОВИЋ¹
Драган КАРАБАСИЉ²

СТРАДАЊА ЉУДИ У ПОЖАРУ

Резиме: Рад обрађује опасност од тровања која је итекако присутна у свим пожарима и угрожава животе људи. Види се да највећи број жртава тровања страда у пожарима станова и кућа за индивидуално становање. Разлог је одсуство система за алармирање, на пример детектора за дим или угљен-моноксид. У Србији не постоји навика да се ови детектори инсталирају и спасу живот корисника. Готово идентично се испољавају и повреде у пожарима, као и смртна тровања. Смањење броја жртава је могуће уређајима за рано узбуђивање на самом старту генерисања опасности.

Кључне речи: тровања у пожарима, синергијски леталитет, повреде у пожарима

HUMAN VICTIMS IN FIRE

Abstract: This paper deals with the risk of poisoning, which is very much present in all fires and it endangers people's lives. It can be seen that the largest number of victims of poisoning occurs in fires of apartments and houses for individual habitation. The reason is the absence of a system of alert, for example, smoke detectors or carbon-monoxide detectors. In Serbia there is no habit for these detectors to be installed, to save the life of the user. Injuries and fatal poisoning in fires are almost identically manifested. There is a possibility of reducing the number of potential victims by using devices for early warning at the start of generating hazards.

Key words: poisoning in fire, synergistic lethality, injuries in fires

¹ Спец ЗФП, Ватрогасно-спасилачка јединица Бар, начелник; е-mail: neverhood@t-com.me

² Проф. др, Висока техничка школа струковних студија у Новом Саду,
е-mail: karabasil@vtsns.edu.rs

1. УВОД

Тровања у пожару/експлозији су могућа преко следећих механизма: удисањем оксида-тровање корозивима, удисањем продуката пиролизе - тровање цијанидима, удисањем продуката синтезе-тровање халогенима, удисањем чађи-тровање РАН-овима.

Горњи механизми тровања су мање више познати. Доста је познато да се у чађи растварају многи отрови још у фази непосредно пре напуштања пламена. На пример хлороводоник HCl код сагоревања PVC-а адсорбују на површини честица чађи па се заједно са њом уносе у респираторни систем.

При прегледу опечених болесника лекар, у том смислу, мора да прегледа да ли у носу има опрљених длака као и да ли је слузница носа и уста црвена, да ли је спутум гарав и да ли има секрета из трахеобронхијалног стабла. У честицама чађи ће се наћи и полициклични ароматски угљоводонички РАН-ови, као што је бенз(а)пирен, који су канцерогени и одговорни су за неке врсте рака код ватрогасаца и димничара.

Отрови у пожару могу бити:

- отрови сагоревања, и
- отрови гашења пожара.

Присуство токсичних гасова се може открити у пожарима на основу следећих обележја дима:

- боја дима,
- мирис дима, и
- укус дима,

Први индикатор присуства токсичних материја у пожару је присуство јарких боја. Присуство било које боје у диму сем црне сугерише отровност таквог аеросола. На пример дим магнезијума је беле боје и изазива металну грозницу, дим белог фосфора је такође бео и он изазива тешку корозију дисајних путева и слузокоже усне дупље. Дим сумпора је наранцасте боје и такође је јак иритант и корозив.

Мирис дима такође је поуздан знак присуства отрова у пожару. На пример димови који садрже фозген имају карактеристичан мирис трулог сена или трулог воћа, димови који садрже сумпор водоник имају мирис покварених јаја, док димови који садрже меркаптани терају на повраћање.

Укус дима је најпоузданији индикатор присуства токсина у пожарима. Региструје се чулом укуса, као и при уношењу хране – јелу. Метални укус у устима сигнализира присуство тешких метала у диму пожара; пожари акумулатора, пожари у погонима са живом и сл. Дим са укусом бадема сугерише присуство цијановодоника, дим са слаткастим укусом одаје присуство фозгена и др.

Горе наведено правило има и изузетака. Дим који садржи само угљен-моноксид нема ниједно горе наведено обележје; ни боју ни мирис ни укус, а врло је јак крвни токсин.

Постоје и друге замке када се идентификација токсина обавља преко боје, мириса или укуса дима, у циљу превенције жртава пожара. На пример водоник-сулфид се чулом мириса открива при концентрацији 0,05 ppm а пренадражени рецептори га не

осећају ако се концентрација повећа на 0,1 ppm. Жртве овај отказивање рецептора сматрају падом концентрације и не покушавају да се удаље на свеж ваздух што ће резултирати тровањем са смртним исходом.

И поред тога наведена 3 индикатора су од изузетног значаја за превенцију тровања у пожарима, јер могу бити благовремени нагвештај опасности за потенцијалне жртве.

Повреде су такође честе и оне доносе огромне штете на нивоу БДП-а, боловања, одсуства са посла, инвалидитет и друго. У општем интересу сваке државе је да и ову опасност максимално редукује одговарајућом едукацијом и уградњом аутоматских уређаја за рано откривање пожара и алармирање.

2. СИНЕРГИЈСКИ ЛЕТАЛИТЕТ У ПОЖАРУ

Пиролиза на пожарима, као што је већ речено ствара лепезу хемијских једињења која се дифузијом шире на околни простор. Ако посматрамо PVC као гориво термичком разградњом настаје око 75 хемијских једињења различитог степена токсичности. Сви они удружено делују на човека остварујући већи ефекат на здравље од појединачног дејства сваког од ових хемијских једињења.

Ова комбинација отрова нарочито је кулминирала након експлозије органских синтетских полимера која је индустрију запљуснула шездесетих година двадесетог века. До тада су свила и вуна били материјали који су стварали најјаче отрове у пожарима. Зла ћуд целулоида као првог синтетичког полимера (настаје полимеризацијом нитроцелулозе и канфора) тада је још била недовољно позната. Нови синтетски полимери су донели веће количине азота и самим тим и цијановодоник у диму. Мерењем концентрација у диму у коме су смртно страдали људи установљено је да је садржај свих отрова био испод леталних доза и смртни учинак је морао изостати. Пошто су се жртве ипак појавиле постављао се проблем објашњења одкуд, кад апремена дотадашњим сазнањима науке жртве су биле изложене сублеталним дозама.

Појава је објашњена као синергијски леталитет [3], односно последица истовременог тровања цијановодоником и угљен моноксидом. Цијановодоник HCN делује на жртву онемоћавајући јој мишићну снагу, што је већ објашњено као инкапациција (adinamia acuta pirotolica). Онемоћао и исцрпљен човек постаје жртва тровања угљен моноксидом CO, после чега губи свест и врло брзо умире.

Постоји још један механизам преко кога ова два отрова заједно делују тако погубно, као што је то описано у пожарима Клиничког центра Кливленда или пожара затвора у Тенесију. Комбинација цијановодоника и угљен монооксида код жртава делује на гушење на нивоу хелије инхибирајући процесе цитохромоксидазе. Инхибиција овог ензимског процеса доводи до гушења.

3. ТОКСИЧНО ДЕЈСТВО ПРОДУКАТА ПОЖАРА

Незаштићени цивили који се нађу у пожарном окружењу постају изузетно лако жртве токсичних материја генерисаних у диму пожара/експлозије. Искуства показују да у пожарима жртве умиру од хемијских производа ватре – ефлуента пожара. Петнаестог маја давне 1929. године изгорела је картотека кливлендске клинике Cleveland Clinic Diseaster, заједно са 50.000 рендгентских филмских снимака пацијената. Створена је врло висока концентрација отровних гасова у густом црном диму. Живот је изгубило 125 људи. Овај мистериозни убица у пожарима је коначно доспео под лупу науке, којој је предмет истраживања тровање људи у пожарима. Наука са предметом истраживања овог типа је позната под називом Пиротоксикологија. Број цивилних жртава пожара најбоље се може уочити у истраживању Вирку-ја и сарадника [5], који су установили да жртве пожара умиру од удисања и траовања гасовитим ефлуентима пожара, много више него од термичких рана. У студији [3] Вирку-ја извршена је анализа узрока смрти 530 цивилних жртава пожара. Од тог броја 58 људи је умрло од опекотина задбијених по телу у пожару, што је 11 % од укупног броја. Преосталих 472 особе умрле су од инхалације токсина из дима или од едема дисајних путева који је наступио удисањем врелих гасова у пожару. Ово износи 89 % од укупног броја мртвих који су анализирани.

Добар пример за анализу је и цитирани пожар у Кливленду. Од 125 жртава азотмооксида, угљенмооксида и цијановодоника, као гасовитих ефлуената пожара семисинтетичког нитроцелулозног полиестера, 97 је умрло до истека 2 сата од почетка пожара. Преосталих 28 жртава је умрло до навршених 30 дана од пожара [1].

У пожару Државног затвора Columbia County Jail у Тенесију 26. јуна 1977. од тровања цијанидима умрло су 42 затвореника. Извор цијанида је била пластична ћелијска зидна облога која је горела и пиролизом синтетизовала цијаниде [2]. У нашој земљи је тровање цијанидима забележено 1986. у пожару Хладне ваљаонице у Смедереву, када су се отровала 2 радника. Извор цијанида је била полиуретанска топлотна изолација (тримо панели) у конструкцији објекта.

Висок број жртава у пожару се објашњава „Синергистичким леталитетом” односно симултаним деловањем цијановодоника и угљен-мооксида на жртве [3]. Комбинација ова два отрова делује као инхибитор цитохром оксидазе (ћелијског посредника размене кисеоника) тренутно паралишући жртву. Комбинација ова два отрова је врло опасна чак и ако су им концентрације врло мале и у области сублеталних доза могу удружени произвести код жртве тровање са смртним исходом.

Структуру цивилних жртава пожара можемо сагледати и у Табели 1. У њој је приказана структура цивилних жртава у САД од 1977. - 1979. године [2].

Из Табеле 1 је видљиво да је највећи број цивилних жртава пожара у објектима за становање или боравак људи; од 65,3 до 72,4 %. Јасно да се људи могу спасити из индивидуалних кућа бегом кроз прозор или напуштањем куће и да је наступ смрти био последица потцењивања дима као потенциалног убице [5] и одсуство кућних детектора угљен-мооксида за узбуњивање.

Такође се види да индивидуалне стамбене куће односе од 55 до 65 % жртава. Саобраћајна средства односе од 9,9 до 19,7 % жртава, док све остале активности односе 6,2 до 8,5 %.

Табела 1. Структура цивилних жртава пожара у зградама у USA

Р. Бр.	Врста објекта	1977.		1978.		1979.	
		Број мртвих	Проц. [%]	Број мртвих	Проц. [%]	Број мртвих	Проц. [%]
1.	Станови (укупно)	6.135	82,2	6.185	76,1	5.765	74,1
1.1	Куће(*)	4.835	64,8	4.945	60,8	4.320	55,5
1.2	Апартмани	1.030	13,8	1.070	13,2	1.180	15,2
1.3	Хотели и мотели	155	2,1	130	1,6	140	1,8
1.4	Остали објекти	115	1,5	40	0,5	125	1,6
2.	Прев. средства (*)	740	9,9	1255	15,4	1.535	19,7
3.	Остало	590	7,9	690	8,5	480	6,2
Укупно:		7.465	100	8.130	100	7.780	100

* Категорији куће за становање прикључене су и камп-приколице, а у превозна средства све врсте превозних средстава.

У пожарима су најчешћа следећа тровања: тровање угљен-моноксидом, тровање цијанидима, тровање корозивима, тровање азотним оксидима, тровање сумпорним оксидима, тровање полимерима познато је као *тефлонска грозница*, тровање металима која је позната као *метална грозница* или *ливачка грозница* и др.

Ватрогасци се професионално сусрећу са низом опасности које не могу избећи јер им етика струке и човечност то не дозвољавају. Квалитетна едукација може им помоћи да штетне последице сведу на минимум.

Посао ватрогасаца је везан и за разне канцерогене међу којима су: азбест; група 1-канцерогени за људе, чађ; група 1-канцерогени за људе, смоле из угља; група 1-канцерогени за људе, бензен; група 1-канцерогени за људе, талк са влакнима азбеста; група 1-канцерогени за људе, јонизујуће зрачење; група 1-канцерогено за људе, бензо(а)пирен; група 2А-вероватно канцерогени за људе, бензо(а)атрацен; група 2А-вероватно канцерогени за људе, формалдехид; група 2А-вероватно канцерогени за људе, етилен-дибромид; група 2А-вероватно канцерогени за људе, РСВ; група 2А-вероватно канцер. за људе, емисија из дизел мотора; група 2А-вероватно канцерогени за људе, и угљен-тетрахлорид; група 2В-могућеи канцероген за људе, итд.

Повреде у пожарима су поред тровања врло бројне и наносе огромну друштвену штету. Структура повређених и место настанка повреда приказани су у наставку у Табели 2.

Табела 2. Структура повреда цивила у пожарима у САД

Ред. бр.	Врста објекта	1977.		1978.		1979.	
		Број повређ.	Процент [%]	Број повређ.	Процент [%]	Број повређ.	Процент [%]
1.	Станови (укупно)	22.600	72,4	21.275	71,4	20.450	65,3
1.1	Куће	17.465	56,0	15.400	51,7	14.650	46,8
1.2	Апартмани	4.175	13,4	5.000	16,8	4.175	13,3
1.3	Хотели и мотели	575	1,8	600	2,0	1225	3,9
1.4	Остали објекти	385	1,2	275	0,9	400	1,3
2.	Превозна средства	3515	11,3	3700	12,4	5.175	16,5
3.	Остало	5.075	16,3	4.825	16,2	5700	18,2
Укупно:		31.190	100	29.800	100	31.325	100

4. ЗАКЉУЧАК

Као што се из изложеног види пожар је лабораторија извора многих зала која су у стању да у моменту однесу више људских живота. Те опасности, које са собом носи пожар не смеју се потцењивати нити понидаштавати. Уз све статистике такве какве су, пожари годишње на Земљи однесу преко 50.000 људи. То је бројка вредна значајне опомене за сваку државу да предузме мере пре свега едукације и законског обавезивања корисника објеката на коректно решавање проблема безбедности људи у становима и кућама који су генератори веће продукције мртвих и повређених грађана. Код нас у Србији ова област безбедности породице је потпуно протерана из система школства и разноврзних обука. Људи су препуштени сами себи и судбини и то треба да се промени.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Gregory K. L., Malinoski V. F., Sharp C. R., *Cleveland Clinic Fire Survivorship Study 1929-1965.*, Arch. Environ. Hith., 1969, vol. 18, pp.508-515
- [2] McKinnon G. P., *Fire Protection Handbook*, National Fire Protection Association, Fi- fteenth Edition, Quincy, 1980, Massachusetts, pp.2-19
- [3] Noris J. C., Moore S. J., Hume A. S., *Synergistic Lethality Induced by the Combination of Carbon Monoxide and Cyanide*, Toxicology, 1986, vol. 40, pp. 121-129
- [4] Беритић Т., Зрилић И., *Дим и немоћ (инкапацитација)*, Пожар - Експлозија - Превентива, (Сарајево), април 1990, I-II, стр. 103-105
- [5] Birky M. M., Clarke F. B., *"Inhalation of toxic products from fires"*, Bull. NY, Acad. Med. 1981, vol. 57, pp. 997-1013.

Špiro IVOŠEVIĆ¹
Tijana DRAGOJEVIĆ²
Vilma PETKOVIĆ³

ANALIZA ZNANJA O NOVIM MEĐUNARODNIM BEZBJEDNOSNIM STANDARDIMA: SAVREMENA PRAKSA I IZAZOVI U POMORSTVU

Rezime: Sigurnosni aspekti analize pomorskog transporta bili su dominantni istraživačima tokom čitavog dvadesetog, dok početak dvadesetprvog vijeka obilježava tematika bezbjednosnih aktivnosti. Izazovi sa kojima su se suočili svi učesnici pomorskog transporta u pogledu prijetnji izazvanih piratstvom, krijumčarenjem, slijepim putnicima i migrantima zahtjevaju aktivan angažman svih ključnih subjekata: država, brodarskih kompanija i luka u podizanju sigurnosnih i bezbjednosnih standarda i njihove implementacije. Podizanje svijesti o bezbjednosti u pomorstvu temelji se na pravnoj regulativi koja se realizuje kroz rad brojnih nacionalnih i internacionalanih institucija. U ovom radu sagledavamo značaj obuke i obrazovanja postojećeg i novog pomorskog kadra kroz analizu rezultata primarnog istraživanja sprovedenog na visokoškolskoj pomorskoj obrazovnoj instituciji. Naime, cilj rada je prezetovanje nivoa postojećih znanja i kompetencija aktivnih i budućih pomoraca u pogledu bezbjednosti u pomorstvu, a sve u kontekstu primjene međunarodnog Kodeksa za bezbjednost brodova i lučkih objekata.

Ključne riječi: analiza, bezbjednost, obuka, obrazovanje, zaštita

KNOWLEDGE ANALYSIS OF NEW INTERNATIONAL SECURITY STANDARDS: CONTEMPORARY MARITIME PRACTISE AND CHALLENGES

Abstract: While the security aspects of the maritime transport analysis were dominant for researchers during the whole XXth century, the beginning of the XXIth century has been marked by security activities. The challenges that the maritime transport participants have been facing due to threats caused by piracy, smuggling, stowaways and migrants require an active engagement of all key parties: countries, shipping companies and ports in raising of safety and security standards and their implementation. Raising the awareness of maritime safety is based upon legislation which is implemented through the activities of numerous national and international institutions. This paper views the importance of training and education of present and future seafarers through the analysis of a primary research conducted on higher maritime education institution. The aim of this article is to present the levels of the present knowledge and competences of active and future seafarers in respect of maritime security, all in the context of application of International Ship and Port Facility Security Code.

Key words: analysis, safety, training, education, protection

¹ Doc. dr, Fakultet za pomorstvo, Dobrota 36 Kotor, spiroi@ac.me

² Student, Fakultet za pomorstvo, Dobrota 36 Kotor, tijana_dragojevic@hotmail.com

³ Student, Fakultet za pomorstvo, Dobrota 36 Kotor, vilma.petkovic@yahoo.com

1. UVOD

Brojni incidenti koji su se dešavali u pomorstvu tokom 20. vijeka, uticali su na sve ključne učesnike pomorskog transporta da daju maksimalan doprinos unapređenju pomorske sigurnosti. Potapanje Titanika 1912. godine bio je prvi veliki događaj od uticaja na podizanje svijesti o sigurnosti kod svih učesnika pomorskog sektora i inicijalna kapisla za kreiranje pravnog okvira koji bi unaprijedio sigurnost ljudi, materijalnih dobara i životne sredine.

Međunarodni pravni okvir u pomorstvu danas se realizuje kroz rad Međunarodne pomorske organizacije (eng. International Maritime Organisation – IMO). Kroz organizacionu strukturu koja obuhvata skupštinu, vijeće, savjet i 5 odbora, donose se pravni akti koji uređuju ključne aspekte pomorskog transporta, kao što su sigurnost, bezbjednost, zaštita ljudi, materijalnih dobara i okoline.

Kroz ovakav vid organizacione strukture donose se međunarodne pomorske konvencije kao minimalni standardi koji moraju biti prihvatljivi i obavezni za sve zemlje članice IMO-a. Na taj način nastao je veliki broj međunarodno priznatih konvencija, kodeksa i pravila, a četiri najznačajnija su poznata i kao četiri ključna stuba pomorske industrije, i to: Konvencija o sigurnosti života na moru (eng. SOLAS), Konvencija za spriječavanje zagađivanja mora od strane brodova (eng. MARPOL), Konvencija o standardima obuke, sertifikaciji i držanju straže (eng. STCW) i Konvencija o radu (eng. MLS).

SOLAS konvencijom se utvrđuju minimalni standardi sigurnosti i bezbjednosti za sve vrste plovila u pomorskom sektoru, te tretiraju tehnički aspekti sigurnosti, dok se kroz STCW konvenciju nastoje utvrditi minimalni standardi obuke i sertifikacije ljudstva uključenog u pomorske aktivnosti. Na taj način se jasno definišu minimalni zahtjevi za edukacijom, odnosno obukom i obrazovanjem svih kadrova zaposlenih u pomorskom sektoru, kao jasan preduslov udovoljavanja svih sigurnosnih zahtjeva.

U Websterovom rječniku riječ „safety“ pojmovno se definiše kao stanje slobodno od opasnosti, ozljeda ili štete, a riječ „security“ kao zaštita (slično engleskoj riječi „protection“), mjere koje se sprovode da bi se zaštitilo dobro, vrijednost, objekat. Sigurnost je dakle stanje slobodno od opasnosti, dok bezbjednost obuhvata mjere kojim se osigurava takvo stanje bez opasnosti [1, 2].

2. POSTOJEĆE BEZBJEDNOSNE PRIJETNJE U POMORSTVU

Dok su požari, nasukanja, sudari, zagađenja okoline, naplavljivanja i djelimična ili potpuna potonuća brodova bile najveće opasnosti i ključni siguronosni aspekti pomorstva u prošlom vijeku, tokom proteklih decenija, naročito posljednje dvije decenije, trendovi potencijalnih opasnosti u pomorstvu se mijenjaju.

Postojeće prijetnje bezbjednosti na globalnom nivou odnose se prije svega na politički motivisane terorističke napade. Ako tome dodamo i pirateriju (koristoljublje), piratstvo (napade pirata), krijumčarenje (sivu ekonomiju), slijepe putnike i migrante, onda je jasno koliko je potencijalnih opasnosti koje opterećuju sigurno i bezbjedno odvijanje savremenih djelatnosti u pomorstvu.

Teroristički napadi na Njujorške kule i Pentagon 11. 9. 2001. godine, kao i učestali napadi pirata proteklih godina koji su se bez pravila dešavali u lukama, sidrištima i plovnim putevima, toliko su uzdrmali sigurnu povidbu da se morao naći adekvatan sistemski odgovor na postojeće prijetnje sigurnosti i bezbjednosti u pomorstvu.

Među brojnim incidentima u pomorstvu potrebno je napomenuti i incidente na italijanskom kruzera Achille Lauro 1985. godine, a zatim i one koji su se dešavali redom: MT “Petro Ranger” – 1998. godine, MV “Alondra Rainbow” – 1999. godine, WV “USS Cole” – 2000. godine, MV “Limburg” – 2002. godine i drugi.

3. PRAVNI OKVIR UNAPREĐENJA POMORSKE BEZBJEDNOSTI

Poslije pomenutih incidenata došlo je do čitavog niza promjena u pomorskom transportu, koje su bile usmjerene ka stvaranju jednog sistemskog okvira bezbjednosti. U tom smislu je najprije američka administracija izradila studiju procjene bezbjednosti američkog društva kojima se brodovi i luke identifikuju kao potencijalne mete terorističkih napada. Rezultat svih tih nastojanja je sazivanje 22. sjednice Skupštine IMO-a, u novembru 2001. godine, na kojoj je donesen Međunarodni kodeks za bezbjednost brodova i lučkih objekata (eng. ISPS – International Ship and port Facility Security Code). IMO je razvio nove zahtjeve koji se odnose na pomorsku sigurnost, a SOLAS Konvencija je dopunjena novim poglavljem XI-2 koje tretira posebne mjere za poboljšanje pomorske bezbjednosti [3].

SOLAS poglavlje XI-2 je dopunjeno da bi se uključile posebne mjere za pojačanje pomorske bezbjednosti, a koje su namijenjene prevashodno Vladama potpisnicama konvencije, Vladinim agencijama, lokalnim administracijama, pomorskoj privredi i lučkim postrojenjima. Dodatnih 13 pravila u sklopu SOLAS konvencije, inkorporiranih u poglavlju XI-2 jasno definišu obaveze država, pomorskih kompanija i brodova, lučkih postrojenja, te jasno definišu prijetnje brodu i diskreditaciono pravo zapovjednika broda [1].

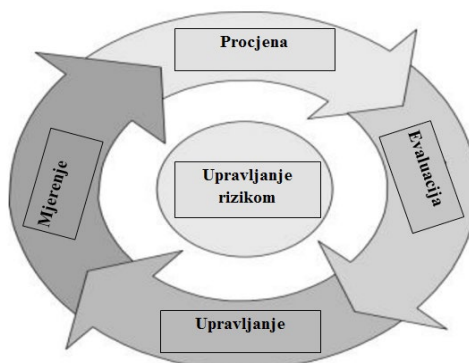
Ovako kreiran novi pravni režim pomorske sigurnosti, uključujući novo poglavlje XI-2 SOLAS Konvencije, proizveo je Međunarodni kodeks o bezbjednosti brodova i lučnih postrojenja (eng. ISPS Code – International Ship and Port Facility Code) koji je stupio na snagu 1. januara 2004. godine, a u upotrebi je od 1. jula 2004. godine.

ISPS Kodeks kroz 19 poglavlja, odnosno propisa, daje jasne odgovore i smjernice kako ispuniti zahtjeve SOLAS Konvencije, kako za pravne subjekte tako i za ljudske resurse. ISPS Kodeks sadrži dva dijela. Dio A bavi se obaveznim zahtjevima (primjer za to je sam cilj kodeksa i funkcionalni zahtjevi na brodu i lučkom ostrojenju), dok se dio B bavi smjernicama u vezi odredbi dijela A. Kroz implementaciju ISPS Kodeksa uvode se tri različita nivoa bezbjednosti. Prvi nivo je u principu minimalna prikladna bezbjednost koja je kroz opšti plan bezbjednosti odobrena od međunarodne odgovorne pomorske administracije. Drugi nivo zahtijeva odgovarajuću dodatnu bezbjednost koja se mora održavati neko vrijeme kao rezultat povećanog rizika od incidenata. Treći nivo je najviši stepen u pogledu bezbjednosnog rizika gdje je incident vjerovatan ili opasan, iako možda nije moguće identifikovati potencijalnu metu [3, 4].

Upravljanje rizikom pomorske sigurnosti koje je povjereno vladama potpisnicama SOLAS Konvencije zasniva se na uspostavljanju sredstava za odgovarajuću procjenu sigurnosti i njenog sprovođenja na brodovima i lučkim objektima. Upravo zato, državne administracije moraju identifikovati i procijeniti ključne rizike u svojim lučkim objektima i na brodovima koji viju nacionalne zastave, a zatim stvoriti akcijski plan za upravljanje posljedicama rizika u slučaju gubitka života, ekonomske i ekološke štete. Da bi ovo postigle ugovorne vlade moraju uzeti u obzir sljedeće činjenice: fizičku sigurnost, strukturni integritet, sisteme za zaštitu, proceduralnu politiku, komunikacione sisteme, transportnu infrastrukturu, kao i područja unutar lučkih zona koje predstavljaju moguću metu [4].

IMO ne specificira metodu, odnosno ne navodi da li je kvalitativna ili kvantitativna metoda odgovarajuća prilikom sprovođenja procjene i određivanja bezbjednosnih rizika, identifikacije rizika unutar područja rizika, analiza rizika, evaluacija rizika, tretiranja rizika, praćenja i revizija izvođenja upravljanja rizikom, komunikacije i konsultacija. O tome odlučuje ugovorna vlada, brodarska kompanija i lučke vlasti.

Proces upravljanja rizikom, na kojem je zasnovan ISPS Kodeks zasnovan je na četiri povezane karike: procjene, evaluacije, upravljanja i mjerenja identifikovanog rizika, odnosno korišćenja rezultata kako bi se preduzele preventivne mjere u cilju smanjenja potencijalnih posljedica rizika (Slika 1).



Slika 1. Krug upravljanja rizikom [5]

U skladu sa ISPS Kodeksom, pomorske kompanije i luke (koje odrede države na čijoj se teritoriji nalaze) moraju identifikovati i odrediti osobe koje će koordinirati aktivnostima sigurnosti, pripremiti i kreirati procjene bezbjednosti, kao i planove bezbjednosti za svaki brod u njihovoj floti, odnosno svako lučko postrojenje. U modelu upravljanja rizikom, na osnovu kojeg se kreiraju planovi bezbjednosti broda i luke, možemo identifikovati tri ključna dijela samog plana. Dakle, osnovni dio plana se sastoji iz osnovnih podataka o brodu ili luci, mjerama zaštite, izvještavanju, bezbjednosnoj opremi, uvježbavanju i reviziji. Ovaj dio je predmet kontrola i nadzora od strane relevantnih institucija. Drugi dio predstavlja zaštićeni dio plana, odnosno dio povjerljivih procedura koje nisu niti smiju biti predmet inspekcija kao što su područja ograničenog pristupa, dužnosti osoblja, reakcije i odgovor na prijetnje i slično. Treći dio mogu biti različite mjere kao što su postojeće bezbjednosne prijetnje, ključne operacije, ranjivosti i slično.

4. OBUKA POMORACA U SKLADU SA BEZBJEDNOSNIM ZAHTEJEVIMA

Definisanjem jasnog pravnog regulatornog okvira kroz SOLAS Konvenciju, te njenom razradom kroz ISPS Kodeks, stvoreni su preduslovi za podizanje svijesti o bezbjednosti u pomorstvu. Kroz STCW Konvenciju pored zapovjednika broda nominovana je i odgovorna osoba za bezbjednost broda, kao i odgovorne osobe za bezbjednost pomorske kompanije i lučkog postrojenja. Na ovakav način je kreirana struktura povezanih odgovornih osoba koje bi trebale sprovoditi jasne i definisane zadatke u smislu unapređenja bezbjednosti, kako broda i pomorske kompanije tako i lučkih objekata.

Ipak, pored svih ovih normativa uvedenih 2004. godine, kriminalne radnje u pomorstvu nisu spriječene. Upravo u tom vremenskom periodu drastično se povećao broj piratskih napada koji su postali ozbiljniji, učestaliji i sve veća prijetnja pomorskoj sigurnosti. Stoga su na međunarodnoj konferenciji koja se održala u Manili 2010. godine donosene ključne dopune STCW konvencije u pogledu dodatnih obuka i sertifikacije pomorskog kadra kako na brodovima, tako i u lukama. Naime, postalo je jasno da tri odgovorne osobe u pogledu bezbjednosti nisu dovoljne za rješavanje i sprečavanje prijetnji, te je povećan nivo zahtjeva za obukom pomoraca.

U tom smislu, od 2012. godine se zahtijevaju obuke o podizanju svjesnosti o bezbjednosnim prijetnjama kod svih članova posade, te se pored odgovorne osobe za bezbjednost na brodu zahtijeva i obuka osoblja broda koje ima posebne dužnosti u pogledu bezbjednosti. Ovo je potrebno posebno istaći zato što svi članovi posade prije odlaska na brod moraju proći adekvatnu obuku u trajanju od četiri sata, pri čemu se kroz specifične tematske oblasti podiže njihova ukupna svijest o bezbjednosti. Zavisno od pozicije koju pomorac ima na brodu, te unutrašnje organizacije brodarske kompanije i plana bezbjednosti broda u smislu izvršavanja bezbjednosnih vježbi i treninga, kao i radnih zadataka koji se odnose na bezbjednost na brodu, mora se proći obuka u trajanju od 9 časova koja se odnosi na bezbjednosne dužnosti na brodu. Naime, planom bezbjednosti broda jasno se definišu bezbjednosno kritične operacije (kao što su napadi pirata, pretraživanje broda, slijepi putnik na brodu i slično) i odgovornosti i obaveze pojedinih članova posade u tim okolnostima.

Kao najodgovornija osoba na brodu u pogledu praćenja i organizacije samih bezbjednosnih aktivnosti pojavljuje se oficir bezbjednosti broda koji prije preuzimanja te dužnosti mora proći obuku u trajanju od šesnaest časova, te polaganjem u odgovarajućoj Lučkoj ispostavi zadovoljiti kriterijume za dobijanje ovlašćenja za Oficira bezbjednosti broda. Ovo ovlašćenje je validno 5 godina i nakon isteka se vrši njegovo obnavljanje.

Sistem obuke pomoraca u pogledu bezbjednosti realizuje se u skladu sa Pravilnikom koji izdaje nadležni državni organ koji rukovodi pomorskom privredom, kao što su pomorske Agencije ili Uprave. U Crnoj Gori je na snazi Pravilnik o vrstama zvanja i ovlašćenjima, uslovima za sticanje zvanja i izdavanje ovlašćenja za članove posade broda koji reguliše pravila po kojima samo registrovani pomorski trening centri i pomorske ustanove mogu vršiti obuku kandidata. Nakon sprovedene obuke kandidati polažu odgovarajuće testove u cilju dobijanja Potvrde o uspješno pohađanoj i položenoj obuci sa kojom pristupaju nadležnoj instituciji, odnosno Lučkoj kapetaniji gdje polažu ispit za dobijanje odgovarajućeg breveta, odnosno sertifikata koji izdaje nadležna državna Administracija [6].

5. ISTRAŽIVANJE ZNANJA O BEZBJEDNOSTI BRODA

Nakon implementacije međunarodne regulative kroz uvođenje „Pravilnika o vrstama zvanja i ovlaštenjima, uslovima za sticanje zvanja i izdavanje ovlaštenja za članove posade broda“ veliki broj afirmisanih, kao i budućih pomoraca u Crnoj Gori su pristupili pohađanju obuka u pogledu podizanja svijesti o bezbjednosti i bezbjednosnim dužnostima. Samo tokom 2014. godine preko 1000 kandidata je pohađalo obuke iz bezbjednosti u pomorstvu na Fakultetu za pomorstvo u Kotoru.

U smislu dobijanja realne slike o postojećoj svjesnosti pomoraca o bezbjednosti u pomorstvu, kao i o poznavanju prijetnji, dužnosti, mjera zaštite i aktivnostima u pogledu koordinacije, praćenja i prepoznavanja prijetnji, bilo je potrebno i interesantno razmotriti znanja i svjesnost kandidata u ovom smislu prije i nakon same obuke. Motiv samog istraživanja je činjenica da i nakon 2004. godine, kada je došlo do uvođenja ISPS Kodeksa, nije došlo do značajnog napretka u pogledu zaštite od rizičnih opasnosti u pomorstvu. Formiran je upitnik koji je trebao dati odgovore na brojna pitanja koja se odnose na bezbjednost u pomorstvu. U nastavku slijedi detaljnija analiza sprovedenog istraživanja i rezultata ostvarenih na Fakultetu za pomorstvo Kotor.

5.1. Metodologija istraživanja

Predmet istraživanja u ovom radu su svi relevantni aspekti bezbjednosti koji su definirani u okviru 6 osnovnih kategorija obuhvaćenih u istraživačkom upitniku:

- Poznavanje međunarodne i nacionalne regulative,
- Poznavanje bezbjednosnih prijetnji u pomorstvu,
- Kontrola i provjera ispunjenosti ISPS-a, opšta znanja,
- Kontrola i provjera ispunjenosti ISPS-a, odgovornosti Institucija,
- Kontrola i provjera ispunjenosti ISPS-a, ljudski resursi,
- Kontrola i provjera ispunjenosti ISPS-a, dužnosti.

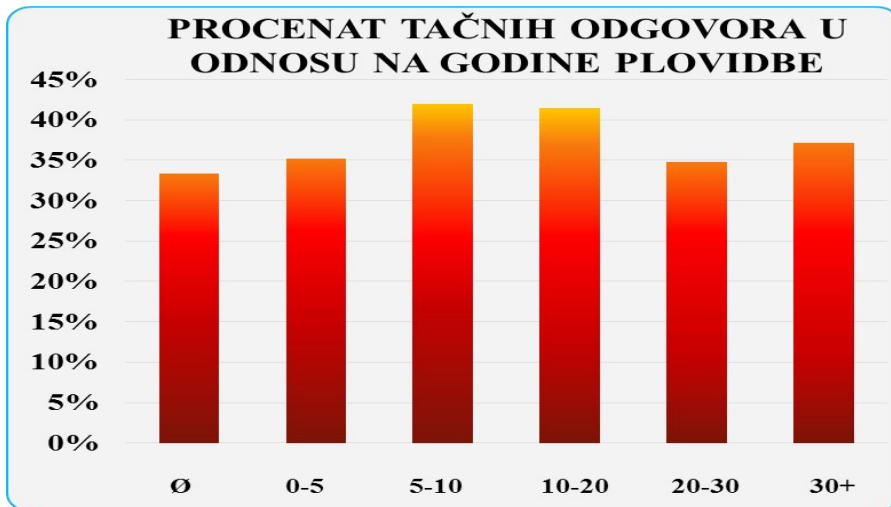
U namjeri da se dobiju kvalitetni odgovori, kandidatima su proslijeđeni anonimni upitnici, pri čemu svaki sadrži 30 pitanja. Ispitanici su bili svi kandidati koji su pohađali obavezne obuke u pogledu bezbjednosti, a koje su se tokom 2014. godine odvijale na Fakultetu za pomorstvo u Kotoru. To su bili studenti Fakulteta, srednjoškolci, kao i već afirmisani pomorci u oficirskom zvanju ili niža posada (kuvar, konobar, električar, kormilar, mazač i td). Istraživanjem je obuhvaćeno ukupno 200 ispitanika koji su bili podijeljeni u dvije kategorije. Prva kategorija je strukturirana prema kriterijumu dužina radnog staža, odnosno vrijeme provedeno na brodu. U tom smislu su analizirani podaci o onima koji uopšte nemaju iskustva, koji su imali od 0-5 godina iskustva, te onima koji su na brodu proveli od 5-10, 10-20, 20-30 i više od 30 godina plovidbe. Ovdje se prevashodno misli na kumulativno vrijeme, odnosno plovidbeni staž pomorca na brodu i vrijeme provedeno između plovidbi na kopnu.

Druga kategorija pomoraca formirana je u skladu sa njihovom pozicijom na brodu, odnosno prema kriterijumu stečenog zvanja na brodu. U tom smislu je identifikovano nekoliko grupa pomoraca koji su skladno brodskoj sistematizaciji podijeljeni u odjeljenje palube i odjeljenje brodskog mašinskog kompleksa. Prema tome, u svakom od ovih grupa su se razmatrali oni koji se prvi put ukrcavaju na brod (asistenti i kadeti), ostalo osoblje

(kuvar, konobar, mazač), stručno osoblje (kormilar, električar), oficiri (treći, drugi i prvi oficir palube i stroja) kao i zapovjednik odnosno upravitelj. Na ovaj način je istraživano postojeće znanje i svijest pomoraca o bezbjednosti, zavisno od starosne kategorije i od postojeće pozicije na brodu.

5.2. Analiza rezultata

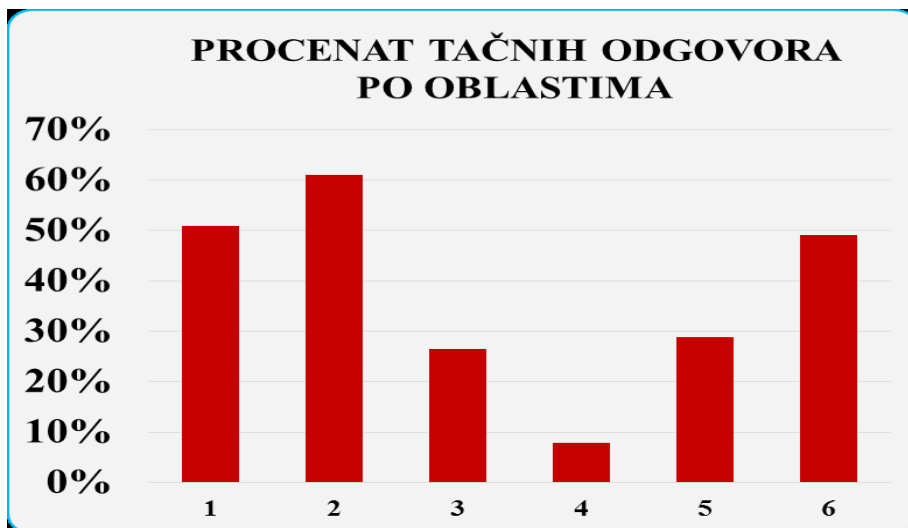
Objedinjavanjem sakupljenih odgovora od strane ispitanika, dobijeni su podaci o procentualnim vrijednostima tačnih odgovora u odnosu na: a) godine plovidbe (Slika 2), b) kategoriju pitanja (Slika 3), i c) poziciju na brodu (Slika 4).



Slika 2. Procenat tačnih odgovora u odnosu na godine plovidbe

Analizom podataka uočava se da nezavisno od vremena boravka na brodu, broj tačnih odgovora ne prelazi 50 %. Preciznije, tačni odgovori se kreću u granicama od 33 do maksimum 42 %, pri čemu najveće znanje ispoljavaju oni koji su na brodu proveli 5-10, odnosno 10-20 godina plovidbe. Očigledno je da savremene generacije prihvataju nove trendove i propise i dublje ulaze u shvatanje mjera i propisa koji se odnose na bezbjednost u pomorstvu. Ipak, začuđuje podatak da sa povećanjem plovidbenog staža od preko 20 godina taj nivo znanja opada što može zavisiti od starosne strukture pomoraca i njihove pozicije na brodu. Naime, ukoliko je u pitanju veći broj neoficirskog kadra onda njihovo nepoznavanje materije drastično utiče na pad tačnosti odgovora.

Kada se posmatraju 6 odgovarajućih kategorija pitanja (Slika 3), onda se može konstatovati da jedino za prve dvije kategorije pitanja imamo vrijednosti tačnih odgovora na nivou preko 50 %. Ostale kategorije pitanja, koja se odnose na samu primjenu i suštinu bezbjednosnih mjera koje se ispoljavaju kroz primjenu ISPS Kodeksa imaju vrijednosti ispod 50 %. Ono što svakako ne ide u prilog suštini same primjene jeste nepoznavanje ključnih odrednica ISPS Kodeksa koji se odnosi na institucije, odnosno odgovornosti i ovlašćenja, Administracije, brodarske kompanije i luke. Podaci sa dobijenim vrijednostima manjim od 10 % su više nego zabrinjavajući, iako je sveobuhvatno poznavanje ISPS-a na nivou od 30 %.



Slika 3. Procenat tačnih odgovora u odnosu na 6 razmatranih kategorija: 1 – Poznavanje međunarodne i nacionalne regulative, 2 – Poznavanje bezbjednosnih prijetnji u pomorstvu, i četiri oblasti pitanja iz Kontrole i provjere ispunjenosti ISPS-a: 3 – opšta znanja, 4 – odgovornosti Institucija, 5 – ljudski resursi, 6 – dužnosti

Dostupne informacije o poznavanju pomorske bezbjednosti, analizirane prema godinama plovidbenog staža pomoraca mogu dati pogrešnu sliku o sveobuhvatnom poznavanju pojedinih kategorija pitanja, stoga analiza po kategorijama stečenog zvanja pomoraca na brodu svakako može dati jednu jasniju sliku o postojećoj svjesnosti o bezbjednosti.

Slika o postojećoj svjesnosti pomoraca o bezbjednosti broda i luka može biti upotpunjena analizom njihovog postojećeg znanja, i to u odnosu na pozicije koje imaju na brodu (Slika 4).



Slika 4. Procenat tačnih odgovora u odnosu na pozicije na brodu: 1 – još uvijek nisu plovili i nemaju poziciju, 2 – kadeti (paluba), 3 – kadeti (stroj), 4 – ostalo osoblje, 5 – stručno osoblje (paluba), 6 – stručno osoblje (stroj), 7 – III oficiri, 8 – III inženjeri, 9 – II oficiri, 10 – II inženjeri, 11 – I oficiri, 12 – I inženjeri, 13 – Zapovjednici, 14 – Upravitelji

Analizirani podaci ukazuju na znanja onih koji prvi put idu na brod, neoficirskog i oficirskog kadra na brodu. Podaci pokazuju da oni koji imaju plovidbeni staž i koji spadaju u ostalo osoblje broda (neoficirski kadar) imaju najniži nivo znanja o bezbjednosti. Naime, oni poznaju postojeće prijetnje i dužnosti, ali odgovori na ostala pitanja iz upitnika čine da njihovo ukupno znanje o svim istraživanim kategorijama bezbjednosti bude na nivou 28,71 %. Ovaj nivo znanja je niži od 35 %, a koji se odnosi na znanje tek afirmisanih pomoraca (38 % za kadete i 33 % za asistente).

Nadalje, podaci ukazuju da nivo znanja raste sa pozicijom na brodu, tako da najveće znanje pokazuju oni koji su na najodgovornijim funkcijama, tj. zapovjednici broda. Oni iskazuju znanje na nivou od 50,56 %. Podaci bi bili sigurno veći da udio poznavanja regulative u dijelu primjene ISPS kodeksa kod ove grupe ispitanika nije na nultom nivou. Upravitelji stroja imaju nešto niži stepen tačnosti odgovora, odnosno 37 %, dok oficiri palube, bilo drugi ili prvi oficiri imaju iskazano znanje na nivou od oko 45 %. Ovo je i razumljivo, ako se ima u vidu da su mjere bezbjednosti uglavnom u nadležnosti odjeljenja palube.

6. ZAKLJUČAK

Ova analiza pokazuje da je znanje i svjesnost postojećeg pomorskog kadra o bezbjednosti u pomorstvu na relativno niskom nivou, ako se uzme u obzir postojeća regulativa i postojeće mjere koje se preduzimaju u dijelu bezbjednosti još od 2004. godine.

Utvrđivanje minimalnih bezbjednosnih standarda nije bio garant povećanja sigurnosti jer je trebalo obezbijediti odgovarajuću edukaciju, te dostići minimalne standarde i kompetencije u procesu obuke i sertifikacije. Takođe, bilo je potrebno kreirati široku mrežu kontrolnih institucija, Administracija, Vladinih ustavnova, klasifikacionih društava i osiguravajućih kuća koje bi vodile računa o poštovanju utvrđenih standarda sigurnosti.

Rezultat analize svakako potvrđuje potrebu stremljenja i namjere, da se dodatnim obukama podigne svijest o bezbjednosnim prijetnjama pomorstvu, kao i dužnostima i odgovornostima pojedinih odgovornih lica u komandnom procesu na brodu.

7. LITERATURA

- [1] SOLAS, Consolidated edition 2009. International Maritime Organization, London, 2009.
- [2] Baljkas R., Primjena mjera sigurne zaštite na lučkim područjima i na međunarodnim pomorskim graničnim prijelazima republike hrvatske, Vol. 59, No. 5-6, Prosinac, 2012.
- [3] International Ship & Port facility Security Code and SOLAS Amendments 2002., International Maritime Organization 2003.
- [4] Guide to Maritime Security and the ISPS Code, 2012 Edition, International Maritime Organization, London, 2012.
- [5] Hamilton G., Risk management 2000, Studentlitteratur, Lund, Sweden, 1996.
- [6] Pravilnik o vrstama zvanja i ovlašćenja, uslovima za sticanje zvanja i izdavanje ovlašćenja za članove posade broda, "Službeni list CG", br. 62/13 i 47/15., 2015.

Жарко ЈАНКОВИЋ¹
Милован ДИМИТРИЈЕВИЋ²
Александра ПЕТКОВИЋ³
Слободан ПУРИЋ⁴

ЗНАЧАЈ ТЕХНИЧКО-ТЕХНОЛОШКОГ РАЗВОЈА НА БЕЗБЕДНЕ УСЛОВЕ РАДА

Резиме: Да би се могао разумети проблем који доносе нове технологије у односу на безбедне услове рада, у раду су приказани различити концепти производних процеса, почев од мануфактурног, индустријског и рачунарско-индустријског до потпуне аутоматизације процеса производње. У свим овим процесима производње услови рада су се мењали у погледу смањења физичког напора радника, док су се погоршавали у погледу његовог психофизиолошког оптерећења. Разлог овоме је убрзани техничко-технолошки развој који је довео до промена у садржају и карактеру људског рада, као саставног елемента сваког производног технолошког система. Приказани су позитивни и негативни фактори које са собом доносе нове савремене производне технологије.

Кључне речи: технолошки развој, технички системи, аутоматизација, опасности и штетности на радном месту

THE INFLUENCE OF TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT ON SAFE WORKING CONDITIONS

Abstract: In order to understand the problem that new technologies bring in relation to safe working conditions, this paper presents different concepts of production processes, starting with manufacturing, industrial and computing processes to a complete automation of the production. In all of these production processes working conditions have changed in terms of reducing the physical effort of workers, while they worsened in terms of psychophysiological stress. The reason for this is the rapid technical and technological development that has led to changes in the content and style of human labor. This paper points out the positive and negative factors that new modern production technologies bring.

Key words: technological development, technical systems, automation, workplace risks and hazards

¹ Редован проф, др, Универзитет у Нишу, Факултет заштите на раду у Нишу, Чарнојевића 10а, e-mail: zarko.jankovic@znrfak.ni.ac.rs

² Доцент, др Факултет за право, безбедност и менаџмент „Константин Велики“ у Нишу, Зетска 2-4, e-mail: milovan.dimitrijevic@konstantinveliki.edu.rs

³ Мастер инж.зжс. Универзитет у Нишу, Факултет заштите на раду у Нишу, Чарнојевића 10а,

⁴ Магистар зоп., ВТШСС, Нови Сад, Школска бр. 3, Нови Сад

1. УВОД

Позитивна страна развоја нових техничких система односи се на смањење повреда механичког дејства, али се зато негативан фактор односи на психофизиолошка оптерећења радника на радном месту.

Анализа проблема који се односе на стварање безбедних услова рада у многоме зависи од техничко-технолошког развоја, који обухвата начине унапређења постојеће и стварање нове технике и технологије, односно побољшавање постојећих и увођење нових техничких решења и метода производње који обезбеђују бољи систем безбедности на радном месту.

Суштина овог рада је да се укаже на проблеме безбедности на раду у зависности од развоја техничких система. Квалитативни скок у развоју техничких система настаје педесетих година прошлог века. Развија се техника рачунара и појављују се машине и уређаји који имају аутоматско управљање. У овом случају пресудну улогу има нумеричка контрола управљања машинама.

Важан утицај на развој техничко-технолошких система имала је индустријска производња. Индустријска производња представља увођење нумеричког управљања техничким системима, којим се постиже аутоматско управљање без физичког оптерећења и замарања радника поред машине. Интензиван развој електронике све више омогућава аутоматско управљање процесом производње. Посебан допринос оваквом процесу производње и развоју техничко-технолошког система огледа се у томе што је овај систем постао доста јефтин, поуздан и омогућава лакше остваривање техничких решења за безбедне услове рада. Увођењем аутоматизованих техничких система у процес производње у потпуности се може елиминисати присуство радника (оператора) у зонама опасности. Угроженост радника од могућих повређивања механичког дејства, као и ризици од других штетности, сведени су на најмању могућу меру.

Сагледавањем савремених достигнућа и насталих промена у домену деградације природе, уочава се сва трагика утопистичких филозофија поимања квалитета човековог живота. С тим у вези, техничко-технолошки развој се у двадест првом веку може сагледати кроз:

- глобалне проблеме опстанка,
- процес природних и вештачких система, и
- развој нових технологија.

Основе развоја техничко-технолошких система у периоду који је иза нас чиниле су:

- заблуде да су природни ресурси бесконачно велики и да развој технике и технологије неће изазвати промене стања у биосфери;
- научна сазнања која су одговарала производним технологијама, и
- техничко-економски критеријуми вредновања производних технологија, базираних на похлепи човека.

Последице оваквог развоја су:

- сагледавање времена блиске будућности у коме ће бити исцрпљени природни ресурси градивних и енергетских материјала, и
- озбиљни поремећаји стања биосфере и алармирајуће, све прогресивније, нестајање читавих еко-заједница.

Убрзани техничко-технолошки прогрес условљен развојем нових технологија, материјала и информационих система довео је до промена у садржају и карактеру људског рада, као саставног елемента сваког производног технолошког система. Производни технолошки систем као скуп улазних елемената (материјал, средства рада, пројектоване технологије, људски рад) и излазних елемената (готови производи) је окружење које пресудно утиче на пројектовање система заштите. Какав ће систем заштите да се примени зависи од опасности и штетности које са собом носе нове технологије [1].

Оптимална расподела функција између човека и машине указује на релативне предности човека у односу на машину. Човек је једини способан да реагује у променљивим условима и проналази најрационалнија решења за избегавање могућих опасности и штетности. Међутим, машина истовремено може обављати више различитих операција и примати различите информације, док човек реагује спорије и пажња му је усмерена на једну операцију коју обавља. У том погледу машине које се користе у процесу производње имају предности у односу на човека. Ове предности машине се огледају још и у томе што својим перформансама реагују на све задате параметре и факторе који су испод прага осетљивости човекових чулних органа.

Развојне могућности технолошке опреме стварају раскорак између потенцијалних могућности машине и крајних психо-физичких могућности човека. У већини случајева, машина смањује захтеве човека у физиолошком погледу, али их знатно повећава у психолошком. Полазећи од човекових недостатака у односу на машину, при пројектовању и конструкцији машине треба настојати да се све оне операције које превазилазе границу психо-физичких могућности човека пренесу на машину. На тај начин ће се пронаћи најповољније могућности за оптималну и ефикасну међузависност усклађености безбедног одвијања рада у систему „човек-машина“, детаљније дато у [2].

2. РАЗВОЈ ТЕХНИЧКИХ СИСТЕМА

За смањење производних трошкова по јединици производа, било је неопходно конструисати машине специјалне намене. Ове машине су имале функцију да обављају аутоматски радни циклус без потребе непосредног ангажовања радника. Прве специјалне машине су имале строго наменску функцију и то искључиво за израду предмета једног типа. Машине пројектоване да обављају само одређену функцију показале су предности не само са гледишта економичности и продуктивности, већ и са гледишта испуњавања све већих захтева у погледу тачности, мањег физичког оптерећења радника и утицаја на безбедне услове рада.

Развој техничких система може се сагледати кроз три карактеристична периода, који се односе на развој: универзалних, специјализованих и аутоматизованих машина. У односу на поменуте периоде развоја техничких система, у времену у коме живимо, важно је истаћи развој аутоматизованих машина. Развој ових машина условио је сасвим други начин процеса рада и улоге коју радник има на радном месту. Примена аутоматизованих машина суштински је променила услове рада и безбедност на радном месту. Промењен је узајамни однос коришћења машина од стране радника, односно мења се место, положај и улога радника у радном простору при опслуживању машине. На овај начин, због измењених услова рада, смањена је могућност угрожавања радника у физичком погледу, али је знатно повећана у психолошком оптерећењу.

Даљи развој техничких система ствара раскорак између потенцијалних могућности машине и крајњих психо-физичких могућности човека. У већини случајева, машина смањује захтеве човека у физичком оптерећењу, али их знатно повећава у психолошком погледу. Полазећи од човекових недостатака у односу на машину, при пројектовању и конструкцији машине треба настојати да се све оне операције које превазилазе границу психо-физичких могућности човека пренесу на машину, детаљније дато у [3].

Овде је потребно истаћи значајне разлике које постоје између индустријске производње са универзалним машинама, специјалним машинама и аутоматизованим машинама. Полазећи од ове глобалне поделе машина (универзалне, специјалне и аутоматизоване), долази се до сазнања да се опслуживач (оператор) машине све више удаљавао од опасног простора, што се манифестује смањивањем ризика од повређивања механичког дејства.

3. ОПАСНОСТИ И ШТЕТНОСТИ ПРОУЗРОКОВАНЕ РАЗВОЈЕМ ТЕХНИЧКИХ СИСТЕМА

Зависно од временског периода техничко-технолошког развоја опасности и штетности су различите. На почетку прошлог века технички системи су имали највећи утицај на опасности за раднике од механичких повреда, док су друге опасности и штетности биле безначајне. Међутим, на крају прошлог века развој техничких система допринео је промени начина и услова рада, тако да и ризик на радном месту поприма други карактер. Коришћењем нових техничких система интензитет опасности од повреда механичког дејства је знатно смањен, али се зато знатно повећао интензитет психофизиолошких проблема са тенденцијом сталног пораста [3].

Двадесети век је време у коме су аутоматизовани производни системи доживели свој пуни развој а нарочито у другој половини овог века када се почињу масовно користити рачунари за управљање процесом производње. На основу анализе услова рада и техничко-технолошког развоја у прошлом веку може се констатовати следеће:

- Увођењем аутоматизованих техничких система човек се све више удаљава од опасног места рада, при чему су и повреде механичког дејства сведене на минимум или су у појединим технологијама потпуно елиминисане.

- Коришћењем аутоматизованих технички система измењени су услови рада, радник је физички мање оптерећен, док се психичка оптерећења значајно увећавају, што се манифестује наглим порастом проблема психолошке природе.
- Аутоматизација процеса рада доводи до неслућених размера прераде свих врста материјала, што се манифестује све већим загађењем радне и животне средине. Последица овог стања је веома изражен пораст интензитета опасности од различитих професионалних болести.
- Технолошки развој педесетих година прошлог века допринео је повећању утицаја штетног зрачења.
- У наредном периоду техничко-технолошки развој има доминантан утицај на штетно дејство буке и вибрација, које треба решавати приликом конструкције техничких система.

На основу изнетих констатација долази се до сазнања да су се узроци повређивања радника и угрожавања његовог интегритета мењали у зависности од:

- развоја техничко-технолошких система,
- организације рада, и
- друштвено-организационог система у домену економије, социјалних односа, правне регулативе и др.

Технички системи који се користе у процесу производње генеришу опасности и штетности чији се степен може изразити следећом функционалном зависношћу, што је детаљније дато у [1, 4]:

$$S_{os} = f(M_o, E_o, F_s, H_s, K_{os})$$

где су:

- M_o - опасности од механичких повреда радника изазване од покретних делова машине и уређаја (нпр. повреде руку и других делова тела у опасним зонама);
- E_o - опасности од енергетског извора којим се технички систем напаја (нпр. електрична енергија, топлотна енергија, и др.);
- F_s - физичке штетности које настају радом техничких система (нпр. бука, вибрације, зрачење);
- H_s - хемијске штетности које настају при технолошком процесу рада техничких система (нпр. опасне материје, гасови, пара, прашина и слично)
- K_{os} - комбиноване опасности и штетности које могу проузроковати технички системи својим радом.

4. ЗНАЧАЈ РАЗВОЈА АУТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМА НА БЕЗБЕДОСТ

Угроженост радника који опслужује машину зависи од степена њене аутоматизације. Уколико се посматра систем „човек-машина“ као кибернетски процес (*процес преношења, примања, обраде и одавања информација у затвореном кругу*), информације се деле на оне које машина пружа човеку и оне које човек пружа машини. При томе је круг потпуно затворен, јер реакција човека представља

„улазни податак“ за машину, а дејство машине и сигналних уређаја „улазни податак“ за човека, детаљније дато у [4].

Развој аутоматизованих система у производњи допринео је да се:

- смањи или елиминира удео људског тешког рада у производном процесу;
- елиминира угроженост човека од могућих тешких повреда;
- заштити здравље радника у процесу производње.

Основа подстицаја развоја аутоматизованих техничких система се заснива на ограниченим могућностима и способности човечијег тела. Човек може кратко да достигне снагу од сса 4,56 kW, а нормално дуже време може да ради и троши снагу од сса 76 W. Према томе човек има лимитирана ограничења с аспекта утрошка снаге. Ово ограничење је још неповољније када се имају у виду утицаји микроклиматских услова радне средине на човекове способности (*промена температуре, влажности и брзине струјања ваздуха*), детаљније дато у [5].

Радник на рандом месту нормално троши енергију на физичку делатност (E_f) и умни рад (E_u). Укупна енергија коју радник утроши у току једног радног дана једнака је збиру утрошене енергије на физичку делатност и умни рад. Зависно од тога где се више утроши енергија, може се говорити о томе да ли се рад обавља на аутоматизованим или неаутоматизованим техничким системима.

На пример, ако количина утрошене енергије радника на физичку делатност тежи нули ($E_f \rightarrow 0$), а количина утрошене енергије на умни рад тежи јединици ($E_u \rightarrow 1$), може се говорити о томе да се процес рада на радном месту обавља помоћу аутоматизованих техничких система.

Ако се посматра питање безбедности радника с аспекта његове физичке угрожености од техничких система у производном процесу и могућности да дође до повреде, тада веома важан значај на безбедност имају аутоматизовани технички системи. Већи степен аутоматизованих техничких система у производњи се значајно одражава на смањење ризика од механичког повређивања – јер се радник са повећањем степена аутоматизације све више удаљава од опасних зона.

Аутоматизација индустријских процеса, уз минимално присуство радника поред машине, представља стални тренд у развоју индустријске производње. Аутоматско одвијање процеса производње, поред тога што ослобађа радника од рутинског рада, обезбеђује му довољно времена за креативне делатности. У аутоматизованим процесима машина је бржа, прецизнија, снажнија али мање прилагодљива, док је човек спорији, склон грешкама, релативно слаб, али је зато прилагодљив на променљиве ситуације у процесу рада.

Прва проучавања аутоматизованих техничких система била су везана за оптималан и економичан начин производње без директног учешћа радника. При томе је аутоматизација процеса рада третирана као степен на коме је човеков рад замењен машином, а мерен је производима као излазним резултатом из система. Међутим, за објективну оцену производних техничких система различитих нивоа аутоматизације неопходно је поред познавања производних резултата, изражених производима, сагледати и све друге факторе који се директно или индиректно

одржавају на човека и утичу на квалитет његовог живљења, као што су: безбедност на радном месту, квалитет радне и животне средине, психо-физичко оптерећење радника, као и одраз на његово здравље и ризик којем је изложен.

Нови начин производње базира се на: знању, новим материјалима и новим технологијама, принципима квалитета у свим фазама реализовања производа при чему у свим фазама и на свим местима доминира примена рачунара. Из овога се може констатовати да примена рачунара омогућује аутоматизацију производних система са сталном тенденцијом стварања флексибилних, високо-аутоматизованих и високо-продуктивних производних система.

Да би се олакшао тежак рад, све је већа примена робота и аутоматизованих производних јединица, а све мање присуство радника у индустријској производњи. На овај начин радник се све више удаљава од опасних процеса рада и његов рад се своди на управљачке и контролне функције техничких система помоћу рачунара. Међутим, поред добрих страна које имају аутоматизовани технички системи постоји и низ негативних последица ових система. Једна од негативних последица по радника је непрекидно коришћење рачунара за време радног времена. С обзиром да се управљање техничким системима одвија уз обавезно коришћење рачунара радник је приморан да седи у принудном положају за време радног времена и при томе прати шта се дешава на екрану монитора или типка по тастатури. За време рада очи су оптерећене, кичма угрожена а зглобови руку такође оптерећени, што се манифестује порастом оболевања и оштећења органа вида, кичме и зглобова руку радника.

Поред поменутих проблема нови технички системи имају веома изражен утицај на психофизиолошка оптерећења радника. Седећи у принудном положају за рачунаром радник временом губи моћ уочавања разлике између илузије и стварности, све се више отуђује од природе и удаљава од дружења.

С обзиром на реалност данашњице да постоје „фабрике без људи“, што значи производни системи у којима је остварена потпуна аутоматизација, могу се издвојити четири периода од доба искључивог мануелног рада до тоталне аутоматизације, и то:

- Први период карактерише коришћење опреме за рад као што су: разни ручни алати и алатке, мерни инструменти и слично.
- Други период карактерише коришћење мотора и машина који својом снагом вишеструко превазилазе снагу човека уз непознавање проблема замора мерено људском издржљивошћу.
- Трећи период карактерише коришћење опреме за рад која је олакшавала обављање одређених радних операција. Уствари ова опрема за рад представља почетак периода прве аутоматизације и механизације,
- Четврти период карактерише коришћење техничких система који преузимају све функције радника, при чему је остварен потпуно аутоматизовани производни систем. Овај период обележава увођење потпуно савремених техничких система који потпуно елиминишу потребу човековог ангажовања у одређеној производној операцији, односно, удаљавања радника из производног процеса. У тотално аутоматизованим системима где је потпуно остварена аутоматизована производња „фабрике без људи“, слика 1.



Слика 1. Аутоматизован процес производње у фабрици аутомобила [6]

5. ЗАКЉУЧАК

Развој техничко-технолошких система мења концепт улоге радника на радном месту у односу на коришћење машине. Анализирани концепт развоја техничких система подразумева да су прво машине коришћене као помоћ раднику у производном процесу, затим је радник постао управљач машине и коначно данашњи развој техничких система подразумева да радник само надгледа рад машина.

Нови технички системи, који се примењују у савременим процесима производње, омогућавају скоро потпуну заштиту радника од механичких повреда на радном месту. Тако да је увођењем аутоматизованих техничких система задовољен захтев заштите од механичког повређивања. Међутим, савремени технички системи са собом носе нове проблеме који доводе до болести и поремећаја психолошке природе, као професионалног ризика.

У производном процесу све се више користе роботи и аутоматизовани системи који замењују радника на радном месту. Аутоматизацијом технолошких процеса улога радника на радном месту је измењена у односу на класичан процес производње. Радник је у потпуности заштићен од механичког повређивања од делова машина, јер је удаљен од процеса рада где настају опасности и штетности, физички напор радника се своди на минимум, док су психичка оптерећења значајно увећана.

На крају се може закључити да и поред сталног развоја техничко-технолошких система, још увек нема апсолутно безбедних, који би омогућавали обављање радних операција а да радник на радном месту није угрожен. Разлог за неадекватно решавање проблема безбедности садржан је у комплексу многобројних субјективних фактора који се односе на човека и објективних фактора који се односе на техничко-технолошка решења.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Јанковић Ж.: Технички системи заштите, уџбеник, стр.141, Универзитет у Нишу, Факултет заштите на раду у Нишу, ISBN 978-86-6093-044-8, (2012)
- [2] Јанковић Ж., Петковић, А., Димитријевић, М.: Одржавање техничких система у функцији одрживог развоја, Зборник радова, стр. (334-341), 11. Међународна конференција, Менаџмент и заштита М&С-2016. Врњачка Бања, јун, 2016.
- [3] Јанковић, Ж.: Развој техничких система заштите, Национална конференција са међународним учешћем, Зборник радова, стр. (132-143), Универзитет у Нишу, Факултет заштите на раду у Нишу, март 2010.
- [4] Јанковић Ж., Цветковић, М.: Аутоматизовани системи и безбедност на радном месту, 12. Национална конференција о заштити на раду, Зборник радова, стр. (8 - 16) ISBN 978-86-919221- 0- 8, Тара, октобар (2015).
- [5] Encyclopedia of occupational health and safety, fourth edition, Volume II, Accidents and safety management, Moving Parts of Machines (58.8–58.11), Machine Safeguarding (58.11 – 58.27), International office, Geneva, 1998.
- [6] <https://sr.wikipedia.org/w/index.php?title=Automatizacija&action=edit§ion=3> (10.08.2016)

Владимир ВУЈЧИЋ¹

КОНТИНУАЛНО СПРОВОЂЕЊЕ МЕРА БЕЗБЕДНОСТИ И ЗДРАВЉА НА РАДУ

Резиме: Сврха и циљ примене прописаних активности планирања, документовања и континуалног спровођења мера безбедности и здравља на раду у организацији је да се благовремено уоче стварне или потенцијалне неусаглашености које би могле довести до повреда на раду и угрожавања здравља запослених и у складу са тим, предузимање корективних или превентивних мера ради отклањања или спречавања истих.

Израда Програма и Шестомесечног плана континуалног праћења, контрола спровођења мера безбедности и здравља на раду, видљиво лидерство и контрола примене мера од стране директора/пословодства организације, утврђивање, извршење и праћење корективних мера, и израда прегледа неусаглашености, само су неке од низа активности које су описане у овом документу.

Кључне речи: безбедност и здравље на раду, програм, шестомесечни план, континуално праћење, контрола.

CONTINUOUS IMPLEMENTATION OF SAFETY AND HEALTH AT WORK

Abstract: The purpose and objective of application of prescribed activities of planning, documentation and continuous implementation of safety and health at work in the organization is to timely detect actual or potential non-conformities that could lead to injuries and endangering the health of employees and accordingly, corrective or preventive measures to eliminate or prevent them.

The Production of the Program and the six-month plan for continuous monitoring, control of implementing measures of health and safety at work, visible leadership and control of the implementation of measures by the directors/management of the organization, establishment, execution and monitoring of corrective measures and survey of non-conformities, are just some of a series of activities that are described in this document.

Key words: safety and health at work, program, six-month plan, continuous monitoring, control

¹ Водећи стручни сарадник за безбедност и здравље на раду, ЈП ЕПС/Технички центар Нови Сад, Булевар Ослобођења 100, vladimir.vujcic@eps.rs

1. УВОД

Овај програм је саставни део докумената система управљања заштитом здравља и безбедности на раду (енгл. ОН&S) којим је у организацији дефинисан, документован и прописан начин континуалног праћења спровођења мера безбедности и здравља на раду (у даљем тексту БЗР).

Овим програмом су прописане активности планирања, организације, документовања, континуалног праћења спровођења мера БЗР у организацији као и извештавање о резултатима континуалног праћења спровођења мера БЗР.

Сврха и циљ примене овог програма је да се континуалним праћењем спровођења мера БЗР у организацији благовремено уоче стварне или потенцијалне неусаглашености које би могле да доведу до повреда на раду и угрожавања здравља запослених, односно, како би се благовремено предузеле одговарајуће корективне или превентивне мере ради отклањања или спречавања истих.

2. ИЗРАДА ПРОГРАМА ЗА КОНТИНУАЛНО ПРАЋЕЊЕ МЕРА БЕЗБЕДНОСТИ И ЗДРАВЉА НА РАДУ

Лице за БЗР израђује Програм континуалног праћења спровођења мера БЗР у организацији у складу са Годишњим планом основне делатности организације. Програм континуалног праћења спровођења мера БЗР се израђује за период од годину дана, најкасније до краја текуће године за наредну.

Програм континуалног праћења садржи активности или радове који се планирају да се контролишу за организационе јединице наведене у Годишњем плану, као и радне објекте наведене у Годишњем плану. У програму се наводе и референтна документа на које се лице за БЗР позива приликом планираних контрола стања БЗР.

2.1. Израда Шестомесечног плана континуалног праћења безбедности и здравља на раду

Лице за БЗР припрема и израђује Шестомесечни план континуалног праћења БЗР за сваки наредни шестомесечни период у години пре почетка временског интервала. У плану су наведени планирани термини за активности лица за БЗР. Овај план се доставља Служби за безбедност и здравље на раду у Управи организације, односно директору организације, у папирној форми путем поште.

Шестомесечни план се израђује на основу Програма континуалног праћења где су наведене све активности континуалног праћења. Овај шестомесечни план дефинише планирани број контрола објеката и организационих јединица по недељама за наведени период.

2.2. Контрола спровођења мера безбедности и здравља на раду

Контролу спровођења мера БЗР врши лице за БЗР у организационој јединици, односно организацији на основу Програма, Шестомесечног плана континуалног праћења или на основу указане потребе, односно ванредно, у одређеном подручју праћења (организационој јединици, објекту или радовима).

Након извршене контроле, у року од 3 (три) радна дана Лице за БЗР израђује и потписује Извештај о извршеној контроли у папирној форми на одређеном обрасцу за ту намену предвиђеним.

Контролна листа је саставни део Извештаја о извршеној контроли спровођења мера БЗР. Контролна листа лицу за БЗР служи за евиденцију током контроле спровођења мера БЗР шта је контролисано, као и оцене контролисаних радњи.

Организациони део:

Датум: 10.07.2016.

ИЗВЕШТАЈ: Број: 07-2016

О ИЗВРШЕНОЈ КОНТРОЛИ СПРОВОЂЕЊА МЕРА БЕЗБЕДНОСТИ И ЗДРАВЉА НА РАДУ КОД ИЗВОЂЕЊА РАДОВА

На основу Програма и Шестомесечног плана или на основу указане потребе извршена је контрола спровођења мера БЗР са циљем да се утврди усаглашеност спроведених мера безбедности и здравља на раду са захтевима Закона о БЗР, других подзаконских аката, захтевима OHSAS 18001, Правилником о БЗР у организацији и другим интерним општим актима из области БЗР.

ПОДРУЧЈЕ ПРАЋЕЊА

Организациона јединица: Сектор/Служба/ Одељење	Служба за одржавање електроенергетских објеката
Место рада: Локација/Објекат	НН надземна мрежа у ул. С. Љубића, Српски Милетић
Кратак опис радова:	Замена нисконапонских дрвених стубова

Детаљан преглед о извршеној контроли са описом (не)усаглашености дат је у следећој табели:

КОНТРОЛНА ЛИСТА

Контролисано:	Оцена*	Напомена-Коментар
Налог за рад - број: 123123 - датум и време: 10.07.2016. 07:00-15:00 часова - Одговорни руководилац радова: Петар Петровић - налогодавац: Сава Рајковић - број извршилаца: 3/3 (по налогу/затечени)	3	
Диспечерски радни налог ДРН - број: 123444 - датум и време: 10.07.2016. 09:00-12:30ч - Одговорни руководилац радова: Петар Петровић - Одговорно лице за манипулацију: Марко Марковић - координатор: - налогодавац: Горан Петровић	3	
Дозвола за рад - број: 123124 - датум и време: 10.07.2016. 09:00-12:30ч - Одговорни руководилац радова: Петар Петровић - Одговорно лице за манипулацију: Марко Марковић - координатор:	3	
Налог за коришћење возила - поседује, исправно попуњен	3	
ОРР/ОЛМ – 5 ЗЛАТНИХ ПРАВИЛА?	3	
Уземљења постављена по ДРН-у	3	
Уземљења постављена на месту радова	3	
Лична заштитна средства ЛЗС - поседују - правилно примењују - ел. изолационе рукавице <u>Важност овере до 29.01.2017.</u> опрема за рад на висини	3	

<p>Средства и опрема за рад</p> <ul style="list-style-type: none"> - поседују - правилно примењују - ВН индикатор напона <u>Важност овере до 29.07.2017.</u> (испитан/важност овере до?) - ВН ел. изолационе мотке <u>Важност овере до 29.07.2017.</u> Машине - Алати - Лестве 	3	
<p>Комплет прве помоћи</p> <p>Поседују, уредно попуњен садржајем</p>	3	
<p>Уредност радног места</p>	3	
<p>Осветљеност радног места</p>	-	
<p>Подови/Степеништа</p>	-	
<p>У радовима учествује екстерна екипа?</p> <ul style="list-style-type: none"> - обезбеђена неопходна документација (Дозвола за рад у близини или у ЕЕО, Елаборат о уређењу градилишта.) - поседују и примењују одговарајућа лична и колективна заштитна средства 	-	

Оцена: 1 – незадовољавајуће, 2 – задовољавајуће, 3 – одлично, ЗР – забрана рада

Након уредно попуњене Контролне листе, лице за БЗР у Извештају, наводи уочене небезбедне радње или поступке, уколико их је било. У оквиру Извештаја, Лице за БЗР на крају наводи закључке и одређена запажања, у вези извршене контроле БЗР. Лице за БЗР својим потписом оверава Извештај.

2.3. Лични картон о безбедности и здрављу на раду

На објектима, и за потребе организације, радове могу изводити само запослени чији је послодавац наведен на Списку извођача радова који испуњавају захтеве Безбедности и здравља на раду.

Да би запослени могао да започне са извођењем радова мора поседовати Лични картон безбедности и здравља на раду (слика 1).

Уколико се приликом контроле извршене на основу тачке утврди да запослени испуњава све услове, лице за безбедност и здравље на раду организације израђује и издаје Лични картон о безбедности и здрављу на раду (слика 1). На картону лице за БЗР својим потписом у табели потврђује да је запосленом одобрено да обавља послове за потребе организације а директор организације/организационе јединице потписује картон.

Запослени који поседује Лични картон за безбедност и здравље на раду треба да се, пре истека важности, са новим извештајем са обављеног периодичног лекарског прегледа пријави код лица за БЗР из организације који ће му након увида у извештај продужити важност Личног картона безбедности и здравља на раду.

Уколико запослени на основу Акта о процени ризика није у обавези да врши периодичне лекарске прегледе, односно није распоређен на радно место са повећаним ризиком, није потребно да се продужава важност Личног картона о безбедности и здрављу на раду, већ је потребно заокружити навод „Радно место без повећаног ризика“. Овим запосленима се не уписује податак до када важи Лични картон у табели у картону, већ се уписује трајно.

На угловима личног картона постављају се троуглови у боји. У случају одступања од прописаних правила БЗР-а са којим је запослени упознат приликом рада на објектима организације, лице за БЗР ће извршити одсецање угла картона, у складу са Евиденцијама о избегавањима примене и/или ометања спровођења мера БЗР. Када се запосленом одсеку сва четири угла са личног картона за безбедност и здравље на раду, тај запослени се ставља на списак лица којима је забрањен рад у објектима организације.



**ЛИЧНИ КАРТОН
БЕЗБЕДНОСТИ
И ЗДРАВЉА НА РАДУ**

Радно место са повећаним ризиком
ДА НЕ

Важи од:	Важи до:	Одобрио

М.П. _____

**ЛИЧНИ КАРТОН
БЕЗБЕДНОСТИ
И ЗДРАВЉА НА РАДУ**

фотографија

ИМЕ (ИМЕ ОЦА) ПРЕЗИМЕ

ПРИВРЕДНО ДРУШТВО/ПРЕДУЗЕТНИК

1
2

3
4

Слика 1. Лични картон о безбедности и здрављу на раду (предња и задња страна)

3. УТВРЂИВАЊЕ, ИЗВРШЕЊЕ И ПРАЋЕЊЕ КОРЕКТИВНИХ МЕРА ИЗ БЕЗБЕДНОСТИ И ЗДРАВЉА НА РАДУ

3.1. Утврђивање корективних мера из безбедности и здравља на раду

Ако је приликом контроле спровођења мера БЗР идентификована одређена неусаглашеност, лице за БЗР попуњава Налог за извршење корективне мере из БЗР одговарајућим подацима и наводи опис неусаглашености (идентичан са описом у Извештају) у пољу бр. 1. Потписан Налог лице за БЗР доставља директору организације ради утврђивања корективне мере.

Директор организације, односно организационе јединице на основу идентификоване неусаглашености и на основу предлога лица за БЗР за отклањање неусаглашености из Извештаја, утврђује адекватну корективну меру којом ће се неусаглашеност и њен(и) узрок(ци) отклонити како се неусаглашеност не би поновила. Такође, директор одређује одговорно лице за извршење корективне мере као и рок.

3.2. Извршење корективних мера из безбедности и здравља на раду

На основу примљене копије Налога за извршење корективне мере из БЗР, именовано одговорно лице мора извршити наложену корективну меру у прописаном року како би се идентификована неусаглашеност отклонила. Након истека одређеног рока, Одговорно лице има обавезу да писмено обавести директора организације, односно организационе јединице, и лице за БЗР о реализацији корективне мере.

У случају оправдане потребе за продужењем рока извршења корективне мере, одговорно лице подноси писмени Захтев за продужење рока директору који му је издао Налог, путем лица за БЗР. Директор организације, даје писмену сагласност на поднети Захтев за продужење рока одговорном лицу, путем лица за БЗР.

3.3. Праћење извршења корективних мера из безбедности и здравља на раду

Најкасније 3 (три) радна дана након истека предвиђеног рока лице за БЗР врши праћење извршења корективне мере, по правилу, непосредно (лично) или посредно преко одговорног лица. Лице за БЗР мора имати доказе да је корективна мера извршена, односно да је неусаглашеност отклоњена. Уколико је корективна мера извршена у предвиђеном року, лице за БЗР огранка ту чињеницу констатује на оригиналу Налога, наводи датум провере и потписује се. На исти начин се констатује када корективна мера није извршена у предвиђеном року.

3.4. Извештавање о реализацији корективних мера из безбедности и здравља на раду

Лице за БЗР након праћења извршења корективне мере, писменим путем уз један примерак Налога за извршење корективне мере из БЗР у прилогу, обавештава директора организације, односно организационе јединице и Сектор за људске ресурсе организације да корективна мера није реализована.

Све извештаје о извршеним контролама и све издате и закључене Налогe за извршење корективних мера у току једног месеца, лице за БЗР у огранку доставља писменим путем Служби за безбедност и заштиту здравља у организацији. Служба за безбедност и заштиту здравља у организацији води евиденцију о примљеним извештајима и налозима у електронској форми на персоналном рачунару.

4. ЗАКЉУЧАК

Програм утврђује начин управљања заштитом здравља и безбедности на раду запослених, лица под уговором, испоручиоца услуга и свих других који могу утицати на процес и активности које се изводе у организацији са основном делатношћу одржавања електроенергетских објеката, почев од идентификације опасности, процене ризика, дефинисања начина управљања процесима, дефинисања начина реаговања у инцидентним и акцидентним ситуацијама, па све до праћења учинка заштите здравља и безбедности на раду.

Циљ овог програма је да се уз доследну примену Закона о безбедности и здравља на раду обезбеде неопходни услови за заштиту здравља и безбедности на раду, односно да се акциденти (повреде на раду, професионална обољења, смртни случајеви на раду) спрече или сведу на најмању могућу меру.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] OHSAS 18001 – Систем менаџмента заштитом здравља и безбедношћу на раду
- [2] Закон о безбедности и здрављу на раду
- [3] Правилник о превентивним мерама за безбедан и здрав рад на радном месту („Сл. гласник РС“, бр. 21/2009)
- [4] Правилник о превентивним мерама за безбедан и здрав рад при коришћењу опреме за рад („Сл. гласник РС“, бр. 23/2009 и 123/2012)
- [5] Правилник о превентивним мерама за безбедан и здрав рад при коришћењу средстава и опреме за личну заштиту на раду („Сл. гласник РС“, бр. 92/2008)
- [6] Правилник о општим мерама заштите на раду од опасног дејства електричне струје у објектима намењеним за рад, радним просторијама и на радилиштима („Сл. гласник РС“, бр. 21/89)
- [7] Уредба о безбедности и здрављу на раду на привременим или покретним градилиштима („Сл. гласник РС“, бр. 14/2009 и 95/2010)
- [8] Правилник о претходним и периодичним лекарским прегледима запослених на радним местима са повећаним ризиком („Сл. гласник РС“, бр. 101/05)

Дејан ИНЂИЋ¹
Негован ИВАНКОВИЋ²
Душан ЈАНКОВИЋ³
Стеван СТУПАР⁴

ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКА АНАЛИЗА ПРИМЕНЕ ЗАШТИТНИХ МАСКИ ЗА ПОТРЕБЕ ПРИПАДНИКА МИНИСТАРСТВА ОДБРАНЕ И ВОЈСКЕ СРБИЈЕ

Резиме: Могућност хемијске, радиолошке и биолошке контаминације ваздуха природним или вештачким путем, захтева унапређење и примену различитих средстава заштите дисајних путева. У раду је приказана компаративна анализа функционалних карактеристика различитих модела заштитних маски, са циљем избора оптималног модела овог средства за респираторну заштиту припадника Министарства одбране и Војске Србије. Вишекритеријумска анализа је извршена применом методе аналитичких хијерархијских процеса (метода АХП).

Кључне речи: вишекритеријумска анализа, аеросолна контаминација, респираторна заштита, заштитна маска

MULTICRITERIA ANALYSIS OF THE PROTECTIVE MASKS USAGE FOR THE NEEDS OF MINISTRY OF DEFENCE AND SERBIAN ARMY MEMBERS

Abstract: The possibility of chemical, radiological and biological contamination of air by natural or artificial means, requires the promotion and use of various means of respiratory protection. This paper presents a comparative analysis of the functional characteristics of different models of protective masks, with the aim of selecting the most optimal type of this device for respiratory protection of the Ministry of Defence and the Serbian Army members. The analysis was conducted using the method of analytic hierarchy process (method AHP).

Key words: multicriteria analyze, aerosol contamination, respiratory protection, protection mask

¹ Др, Универзитет одбране у Београду, Војна академија, Павла Јуришића Штурма 33, 11000 Београд, е-mail: vladaindjc@mts.rs

² Др, Универзитет одбране у Београду, Војна академија, Павла Јуришића Штурма 33, 11000 Београд, е-mail: negovan.ivankovic@gmail.com

³ Мс, Универзитет одбране у Београду, Војна академија, Павла Јуришића Штурма 33, 11000 Београд, е-mail: dmjankovic83@gmail.com

⁴ Мс, Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет, Карнегијева 4, 11120 Београд, е-mail: stevan.stupar13@gmail.com

1. УВОД

Могућност контаминације ваздуха природним или вештачким путем услед повећаног присуства аеросола отровних хемијских супстанци (резултат хемијских акцидената, борбених и терористичких дејстава [1]), радиоактивних аеросола (резултат нуклеарних акцидената, саобраћајних несрећа, ратних операција и терористичких акција [2]) и биолошких аеросола (природне епидемије/пандемије, употреба биолошких агенаса у борбеним и терористичким дејствима [3], [4]), представља неминовност живота савременог доба. Савремени технолошки напредак у области генетског инжењеринга, омогућио је веома брз развој и производњу све опаснијих биолошких агенаса, што аеросоле биолошких агенаса издваја као тренутно највећи потенцијални ризик за контаминацију животне средине.

Заштита људског организма од контаминације ове врсте је веома сложен процес услед низа проблема условљених специфичностима биолошких агенаса (висока патогеност, инфективност и токсичност, притајен инкубациони период, висок ниво трансмисивности, тешкоће у идентификацији, тешко сузбијање ширења инфекције) [5]. С обзиром да се микроорганизми најефикасније распрострањују кроз ваздух, највећа вероватноћа њихове примене је у виду аеросола, те је заштита дисајних органа кључни елемент заштите [6].

Сходно генерацији средства, код свих произвођача у свету производња се заснива на истом концепту заштите корисника, али квалитет средстава зависи првенствено од примењених научних и технолошких достигнућа у појединим конструкцијским и техничким решењима самог средства [7].

Циљ овог рада је да се изврши избор оптималног формацијског модела заштитне маске за респираторну заштиту свих припадника МО и ВС. Наведено испитивање извршено је методом аналитичких хијерархијских процеса (метода АХП) [8].

2. ЗАШТИТНА МАСКА КАО СРЕДСТВО РЕСПИРАТОРНЕ ЗАШТИТЕ ФИЛТРИРАЈУЋЕГ ТИПА

Средства респираторне заштите филтрирајућег типа заснивају се на коришћењу спољњег ваздуха пречишћеног од штетних гасова, пара и аеросола где је присуство кисеоника веће од 17 % (запреминских) [9].

Пречишћавање наведених штетних материја врши се филтрирањем контаминаног ваздуха који се удише кроз филтрирајући медијум (гасни филтар, филтар за честице и комбиновани филтар (КФ)) уз истовремену изолацију комплетног или дела лица од додира са спољним ваздухом (помоћу погодних прикључака типа пуна маска, полумаска, четвртмаска), при чему се редукује концентрација контаминанта из контаминираних околних средстава при дисању.

Филтрирајући медијум код заштитних маски представља комбиновани филтар, у чији састав улазе гасни филтар (део са активним угљем одређене гранулације који служи само за уклањање гасова и пара) и филтар за честице (део са филтрирајућим материјалом који служи само за уклањање честица) који су смештени у одговарајуће

кућиште. Прикључак за дисање представља пуна маска без комбинованог филтра, односно образина са свим компонентама без комбинованог филтра [10]. Приказ заштитне маске дат је на слици 1.

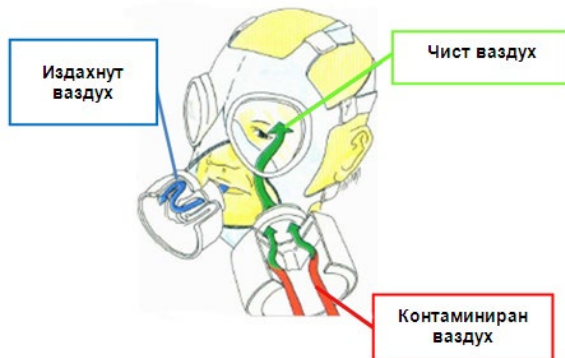


Слика 1. Заштитна маска: пуна маска са комбинованим филтром
(десно приказ пресека комбинованог филтра)

Принцип рада појединих делова заштитне маске типа пуна маска при остваривању респираторне заштите приказан је на слици 2.

Приликом коришћења, средство мора да обезбеђује херметичност са лицем корисника. При удисању ствара се потпритисак испод образине и контаминирани ваздух пролази кроз филтар, при чему се чврсти и течни аеросоли и честице прашине задржавају на противаеросолном филтру, а гасови и паре адсорбују на слоју активног угља. Тако пречишћен ваздух струји даље кроз вентил за удисање и кроз унутрашњи део образине. Након тога пречишћени ваздух улази у органе за дисање. Приликом издисања отвара се само вентил издисаја и издахнути ваздух пропушта напоље у атмосферу. Такав рад вентила за удисање и вентила за издисање омогућава правилно функционисање заштитне маске, тј. улажење контаминираног ваздуха само кроз филтар, а излажење издахнутог ваздуха само преко вентила за издисање [11].

Сходно изложеном, ефикасност заштите ових средстава зависи од целокупног рада свих делова заштитне маске, а ефикасност заштите од биолошких аеросола првенствено од филтрирајућег материјала уграђеног у филтар.



Слика 2. Принцип функционисања заштитне маске

3. УЗОРЦИ КОРИШЋЕНИ У АНАЛИЗИ

У овој анализи су коришћени узорци три модела заштитне маске који се налазе у употреби у МО и ВС и који су доступни на тржишту Р. Србије:

- заштитне маске М2 (ЗМ М2),
- заштитне маске М2Ф (ЗМ М2Ф),
- заштитне маске М3 (ЗМ М3).

Сви испитивани узорци заштитних маски (прикључака за дисање заштитних маски и комбинованих филтара) су производи домаћег произвођача, „Trayal“ корпорације из Крушевца (слика 3.).



а)

б)

в)

Слика 3. Узорци испитиваних модела заштитних маски:

а) модел ЗМ М2, б) модел ЗМ М2Ф, в) модел ЗМ М3

За потребе овог рада претходно је извршено испитивање карактеристика квалитета наведених модела (утврђивање њихове *ефикасности заштите* (испитивање пропуштања према унутрашњости и испитивање пропуштања кроз филтрирајући медијум) и *физиолошке подобности*) и испитивање тржишта (утврђивање економске вредности производа).

Према *критеријуму за пропуштање према унутрашњости* дефинисаном у стандарду СРПС ЕН 136:2007 [12] предвиђено је да пропуштање испитног агенса према унутрашњости обрзине заштитне маске не сме да прелази вредност од 0,05 % удахнутог ваздуха у случају сваког од 10 испитаника током целокупног испитивања.

Стандардима СРПС ЕН 14387:2013 [13] и СРПС ЕН 143:2007 [14] дефинисани су *критеријуми за пропуштање кроз филтар*. Према њима предвиђено је да за испитивање пропуштања кроз филтар са испитним агенсом NaCl при протоку од 95 dm³/min вредност испитивања сваког испитиваног филтра не сме да прелази вредност од 20 % за Р1 класу, 6 % за Р2 класу и 0,05 % за Р3 класу ове врсте заштитног средства.

Стандардима ПКП 2697/87[15], ПКП 6082/99 [16] и ПКП 6590/09 [17] дефинисани су *критеријуми за отпор при удисању*. Према њима предвиђено је да вредност укупног отпора при удисању сваког узорка целокупне заштитне маске (образина + комбиновани филтар) горе наведених модела:

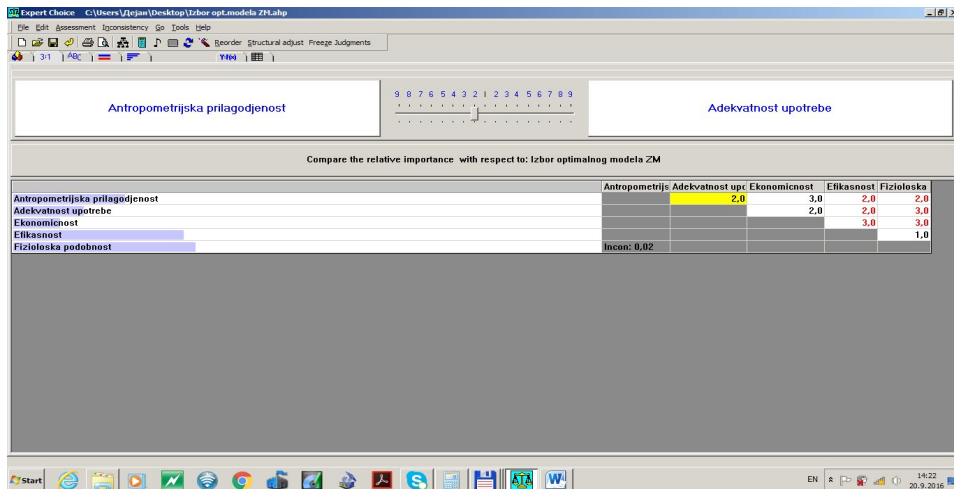
- при протоку ваздуха од 30 dm³/min не сме да буде већи од 230 Pa код ЗМ М2 и ЗМ М2Ф, односно 170 Pa код ЗМ М3,
- при протоку ваздуха од 95 dm³/min не сме да буде већи од 810 Pa код ЗМ М2 и ЗМ М2Ф, односно 750 Pa код ЗМ М3.

4. УПОТРЕБА МЕТОДЕ АХП ЗА ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКУ АНАЛИЗУ ПРИМЕНЕ ЗАШТИТНИХ МАСКИ ЗА ПОТРЕБЕ ПРИПАДНИКА МИНИСТАРСТВА ОДБРАНЕ И ВОЈСКЕ СРБИЈЕ

Проблем избора оптималног модела заштитне маске за респираторну заштиту припадника Министарства одбране и Војске Србије дефинисан је на следећи начин:

1. ниво: избор модела заштитне маске (одлука);
2. ниво: атрибути (**критеријуми одлучивања**) због специфичности примене ове врсте средстава дефинисани су као:
 - A_1 – антропометријска прилагођеност,
 - A_2 – адекватност употребе,
 - A_3 – економичност,
 - A_4 – ефикасност и
 - A_5 – физиолошка подобност.

Затим се могу дати важности атрибута на другом нивоу кроз следећу матрицу (слика 4).



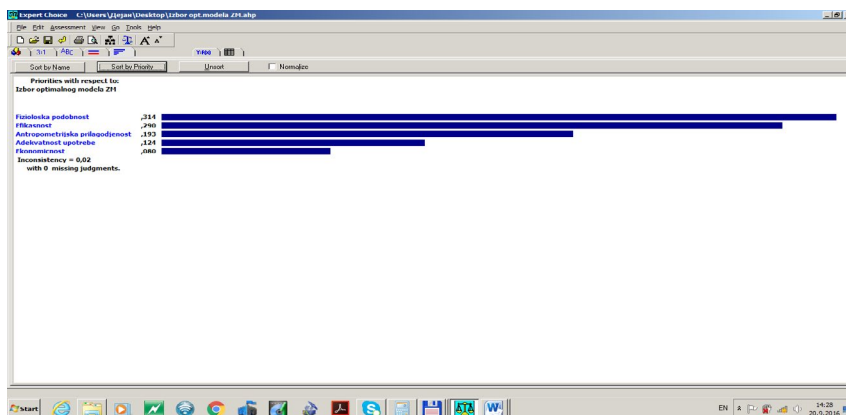
Слика 4. Упоредба атрибута на другом нивоу

3. ниво: атрибути (**алтернативе**) дефинисани су као:

- B_1 – ЗМ М2,
- B_2 – ЗМ М2Ф,
- B_3 – ЗМ М3.

Након уноса критеријума за избор заштитне маске у програмски пакет „Expert Choice“ добијамо резултате приказане на слици 5. Са слике можемо уочити да је при избору оптималног модела заштитне маске доминантан критеријум **физиолошка подобност (0,314)**, што је разумљиво обзиром на утицај који овај критеријум

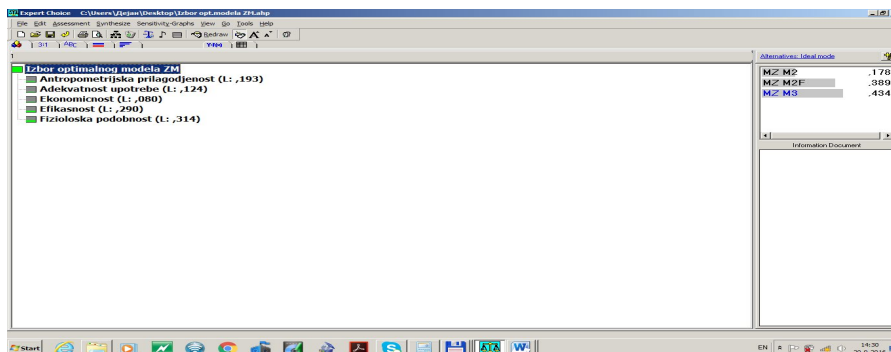
испољава у односу са другим критеријумима, а услед специфичности врсте оружја за масовно уништавање које разматрамо (биолошко оружје). Затим следе **ефикасност (0,290)**, и **антропометријска прилагођеност (0,193)**, што је такође за очекивати имајући у виду опасности којима су изложена лица која користе наведена средства. Након тога долази **адекватност употребе** – примењивост **(0,124)** која има одређени утицај приликом решавања наведеног проблема, али ипак у знатно мањој мери у односу на претходно наведене критеријуме. Критеријум **економичност (0,080)** је на последњем месту, јер када се ради о безбедности и здрављу човека, разумљиво је да економска страна нема пресудан значај.



Слика 5. Приоритет приликом избора критеријума заштитне маске

Одговарајуће матрице поређења алтернатива из трећег нивоа за сваки атрибут и њихови приоритети такође су анализирани након обраде у програмском пакету „Expert Choice“ (због обима рада овде нису могли да се прикажу).

На крају поступка извршена је свеукупна синтеза проблема избора оптималног модела заштитне маске за заштиту респираторних органа од биолошких агенаса. Алтернатива која добије највећу вредност је оптимална. У нашем случају то је алтернатива **Б₃ (0,434)** – **ЗМ МЗ**, затим следе **Б₂ (0,389)** – **ЗМ М2Ф** и **Б₁ (0,178)** – **ЗМ М2**. Завршни поступак примене методе АХП приказан је на слици 6.



Слика 6. Приоритет приликом избора врсте заштитне маске

5. ЗАКЉУЧАК

У раду је приказана примена методе АХП код избора оптималног модела заштитне маске за респираторну заштиту припадника Министарства одбране и Војске Србије. Један од главних проблема код коришћења ове методе је дефинисање атрибута одлучивања на другом нивоу (критеријуми одлучивања) и процена њихових релативних тежина. Аутори рада су дефинисали критеријуме и проценили вредности њихове релативне тежине на основу сопствених искустава у претходним научним истраживањима.

Након потпуно спроведене процедуре примене методе АХП, долазимо до закључка да је заштитна маска М3 оптимални модел за респираторну заштиту припадника Министарства одбране и Војске Србије, незнатно заостаје заштитна маска М2Ф, а прилично заостаје заштитна маска М2.

У целини гледано формацијске заштитне маске могу се користити као средства личне респираторне заштите професионалних припадника МО и ВС у случају контаминације биолошким агенсима путем дисајних органа.

ЗАХВАЛНОСТ

Овај рад је настао уз финансијску подршку Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије у оквиру пројекта ТР34034 (2011-2016).

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Khan, S.A., Swerdlow, D.L., Juranek, D.D. (2001): Precautions against Biological and Chemical Terrorism Directed at Food and Water Supplies, *Public Health Reports*, 116, pp. 3-14
- [2] Rajic, D., Ivankovic, N., Ivankovic, N., Ilic, M., Senic, Z., Pajic, N. (2013): Testing the protective efficiency of personal respiratory protection devices in radiologically contaminated environments, *Nuclear Technology & Radiation Protection*, 28, pp. 102-107
- [3] Webster, R.G., Walker, E.J. Influenza (2003): The world is teetering on the edge of a pandemic that could kill a large fraction of the human population, *American Scientist*, 91, pp. 122-129
- [4] Barras, V., Greub, G. (2014): History of biological warfare and bioterrorism, *Clinical Microbiology and Infection*, 20, pp. 497-502
- [5] Heyder, J., Gebhart, J., Rudolf, G., Schiller, C.F., Stahlhofen, W. (1986): Deposition of particles in the human respiratory track in the size range of 0.005-15 μm , *Journal of Aerosol Science*, 17, pp. 811-825
- [6] Рајић, Д. (2012): *Нуклеарна, хемијска и биолошка борбена средства*. Београд: Војна академија.
- [7] Живковић, Н. (1991): *Дефинисање параметара значајних за рад високо – ефективних филтера у циљу стварања оптималних услова за филтрирање*. Магистарски рад. Ниш: Универзитет у Нишу, Факултет заштите на раду.

- [8] Saaty, T.L. (1980): *Analytic hierarchy process*. New York: McGraw-Hill
- [9] СРПС ЕН 134:2007. *Средства за заштиту органа за дисање – Номенклатура компоненти*. Институт за стандардизацију Србије
- [10] СРПС ЕН 132:2007. *Средства за заштиту органа за дисање – Дефиниције термина и пиктограми*. Институт за стандардизацију Србије
- [11] Техничко упутство за употребу, одржавање и складиштење ЗМ МЗ (2012). Крушевац: Корпорација “TRAYAL”
- [12] СРПС ЕН 136:2007. *Средства за заштиту органа за дисање – Пуне маске – Захтеви, испитивања, обележавање*. Институт за стандардизацију Србије
- [13] СРПС ЕН 14387:2013. *Средства за заштиту органа за дисање – Филтри за гас и комбиновани филтри – Захтеви, испитивања, обележавање*. Институт за стандардизацију Србије
- [14] СРПС ЕН 143:2007. *Средства за заштиту органа за дисање – Филтри за честице – Захтеви, испитивања, обележавање*. Институт за стандардизацију Србије
- [15] ПКП 2697/87. *Средства за РХБ заштиту, Маска заштитна М2*. Дирекција за стандардизацију, кодификацију и метрологију, Министарство одбране Републике Србије
- [16] ПКП 6082/99. *Средства за РХБ заштиту, Маска заштитна М2Ф*. Дирекција за стандардизацију, кодификацију и метрологију, Министарство одбране Републике Србије
- [17] ПКП 6590/09. *Средства за РХБ заштиту, Маска заштитна М3, М3-М3*. Дирекција за стандардизацију, кодификацију и метрологију, Министарство одбране Републике Србије



Zoran VUČINIĆ¹
Tomislav MUSTAĆ²
Budimir MIJOVIĆ³
Jovan VUČINIĆ⁴

ANALIZA RADNOG MJESTA SERVISERA VATROGASNIH APARATA

Rezime: U radu se analizira težina i uvjeti radnog mjesta serviser a vatrogasnih aparata Brojčani prikazi utrošene energije prilikom servisa vatrogasnih aparata, vremena servisiranja i količine aparata za servisiranje nas navodi na zaključak da serviseri vatrogasnih aparata moraju biti fizički i psihički spremni za svoj rad, moraju imati dovoljno iskustva kako bi bilo manje pogrešaka.

Ključne riječi: radno mjesto, požari, serviser, vatrogasni aparati

WORKPLACE ANALYSIS IN SERVICING FIRE EXTINGUISHERS

Abstract: This paper analyzes the weight and work conditions in the workplace of a fire extinguisher maintenance personel. The numerical representations of the energy and time spent while servicing fire extinguishers, guides us to a conclusion that fire extinguisher maintenance personel must be physically and mentally capable for their occupation, and they must have enough experience to make less mistakes.

Key words: workplace, fire, service personnel, fire extinguishers

¹ Str. Spec. oec, predavač, C.I.A.K. J. Lončara 3/1, Zagreb, Hrvatska, zoran.vucinic@ciak.hr

² Student, specijalističkog diplomskog studija Sigurnosti i zaštite na Veleučilištu u Karlovcu

³ Prof. dr. sc., Tekstilno tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Veleučilište u Karlovcu

⁴ Prof. dr. sc., Veleučilište u Karlovcu, Trg J.J.Strossmayera 9, Karlovac, jovan.vucinic@vuka.hr

1. UVOD

U analizi radnog mjesta servisera vatrogasnih aparata uzima se u obzir:

- propisi i norme koji određuju način obavljanja servisa vatrogasnih aparata,
- ergonomiju samog fizičkog rada prilikom servisa vatrogasnih aparata,
- proizvodnju vatrogasnih aparata,
- potencijalne opasnosti prilikom servisiranja vatrogasnih aparata i poduzete

mjere zaštite.

Definirati će se cilj istraživanja, prikazati hipotezu i metode koje se tiču tematskog problema. S podacima dobivenih od Pastor TVA i njegove konkurentne tvrtke Zaštita i sigurnost d.o.o. matematičkim će se putem prikazati opseg posla na radnom mjestu servisera vatrogasnih aparata.

2. METODOLOŠKI PRISTUP

2.1. Problem istraživanja

Radno mjesto servisera vatrogasnih aparata se ocjenjuje bodovima prema Pravilniku o zaštiti na radu pri ručnom prenošenju tereta (N.N. br. 42/05) i utvrđuje da li serviser vatrogasnih aparata ima radno mjesto s posebnim uvjetima rada zbog fizičkog napora, te dali rad servisera ima ponavljajuće radne postupke. Radno mjesto servisera vatrogasnih aparata mora zadovoljavati propisane uvijete radnog okoliša, primjenjivati osnovna, posebna i priznata pravila zaštite na radu.

Uvjeti koji za radno mjesto servisera moraju postojati su:

- pravilno održavanje i pravilno korištenje sredstva rada,
- prilagođeni radni proces mogućnostima radnika u mjeri u kojoj to omogućava mjesto rada,
- učiniti radni proces sigurnim u mjeri u kojoj to dozvoljava radno mjesto,
- suradnja unutar jedne tvrtke učiniti stabilnom prema svim zaposlenima, bez obzira na veličinu tvrtke.

Osnovna pravila zaštite na radu koje treba serviser vatrogasnih aparata primjenjivati u svakodnevnom radu, te u koje mora biti radnik upućen su:

- zaštita od mehaničkih opasnosti,
- osiguranje potrebne radne površine i radnog prostora,
- pravilno rukovanje alatima,
- najsigurniji radni procesi i postupci,
- osiguranje i održavanje čistoće na radnom mjestu.

Prema rizicima za sigurnost i zdravlje radnika koji se ne mogu ukloniti ili se mogu samo djelomično ukloniti primjenom osnovnih pravila zaštite na radu uzimaju se u obzir i posebna pravila zaštite na radu koja se odnose na način obavljanja poslova i radne postupke servisera vatrogasnih aparata:

- organizacijom radnog vremena i korištenjem odmora;
- načinom korištenja odgovarajuće osobne zaštitne opreme;
- postavljanjem sigurnosnih znakova kojima se daje informacija ili uputa;
- uputama o radnim postupcima i načinu obavljanja poslova, te izloženosti radnika fizičkim naporima na radu.

Priznata pravila zaštite na radu su se formirala kroz iskustvo u servisiranju vatrogasnih aparata u Republici Hrvatskoj. U priznata pravila struke spadaju i norme kojih se pridržavaju proizvođači prilikom proizvodnje vatrogasnih aparata. Prema Pravilniku o zaštiti na radu pri ručnom prenošenju tereta (NN 042/2005) najveća dozvoljena masa tereta (u kg) s obzirom na spol i dob radnika, određena su pravilnikom.

2.2. Cilj istraživanja

Cilj istraživanja je dobivanje podataka pomoću kojih ćemo moći urediti optimalno radno mjesto prema propisima zaštite na radu. Propisi i norme koji određuju način obavljanja servisa vatrogasnih aparata na optimalan način za radnika su:

Propisi:

- Zakon o zaštiti na radu (N.N. br.; 118/14, 154/14),
- Zakon o zaštiti od požara (N.N. br.; 92/10),
- Zakon o normizaciji (N.N.br.; 80/13),
- Pravilnik o vatrogasnim aparatima (N.N. br.; 101/11, 74/13),
- Pravilnik o zaštiti na radu za mjesta rada (N.N. br., 29/13);
- Pravilnik o zaštiti na radu pri ručnom prenošenju tereta (NN 042/2005).

2.3. Hipoteze

Servisiranje i funkcionalno održavanje vatrogasnih aparata je propisana obaveza i mora se provoditi redovito bez iznimke. Ovo istraživanje će pokazati koliko je rada potrebno za servis jednog vatrogasnog aparata jednom serviseru te koliko ima ovlaštenih fizičkih osoba koje su položile za servisera vatrogasnih aparata u Hrvatskoj. U Hrvatskoj postoji 170 ovlaštenih servisa sa prosječno 2 zaposlena servisera, što znači da trenutno u prosjeku radi 340 servisera vatrogasnih aparata u Hrvatskoj. Svaki servis posebno mora provesti sve propisane obaveze iz područja zaštite na radu.

2.4. Zadaci istraživanja

Izračun potrebnih broja radnih sati da se izvrši ukupni servis vatrogasnih aparata i podjeliti na broj servisera koji rade u ovlaštenim servisima, analiza ergonomije rada. Izračunati utrošenu energiju ljudskim radom prilikom obavljanja servisa vatrogasnih aparata.

2.5. Metode

Pomogla je u istraživanjima web stranica od Pastora, njihove informacije kao najvećeg proizvođača u Hrvatskoj, i Zaštita i sigurnost d.o.o. kao konkurentnu tvrtku. Općom matematičkom metodom i zakonima fizike će se utvrditi zahtjevnost radnog mjesta servisera vatrogasnih aparata.

2.6. Uzorak

U Hrvatskoj postoji 170 ovlaštenih servisa sa prosječno 2 zaposlena servisera, što znači da trenutno u prosjeku radi 340 servisera vatrogasnih aparata u Hrvatskoj.

2.6.1. Izračun

Jedan serviser godišnje napravi 2080 radnih sati, ako radne sate jednog servisera pomnožimo sa 340 (prosječnim brojem zaposlenih servisera) dobijemo 707.200,00 radnih sati godišnje. Uzimamo da je prosječno vrijeme servisiranja vatrogasnog aparata 10 minuta.

Tada se može dobiti podatak da je tijekom godine u Hrvatskoj servisirano 4.243,200 komada vatrogasnih aparata.

3. ISTRAŽIVANJE

Prema Pravilniku o zaštiti na radu pri ručnom prenošenju tereta (N.N. br. 42/05) želimo dobiti koliko je ugroženo zdravlje i sigurnost radnika prilikom servisa vatrogasnih aparat. Stupanj opterećenosti radnika pri ručnom prenošenju tereta se izračunava uzimanjem u obzir čimbenika radnog mjesta pri ručnom prenošenju tereta.

Tablica 1. Broj ponavljajućih radnji u prenošenju tereta

Periodično ponavljajuće gibanje s kratkotrajnim prenošenjem tereta → broj zadaća tijekom radnog dana	Dugotrajno prenošenje → zbroj vremena djelovanja ljudske snage priprenošenju tereta u radnom danu	Vrijednost u bodovima T (1)
manje od 10 puta	manje od 30 minuta	1
10 – do 40 puta	od 31 minute do 60 minuta	2
41 – do 200 puta	od 61 minute do 180 minuta	4
200 – do 500 puta	od 181 minute do 300 minuta	6
više od 500 puta	više od 300 minuta	8

Tablica 2. Vrednovanje težine u ručnom prenošenju tereta

Težina tereta (kg)		Vrijednost u bodovima točkama T(2)
Za muškarce	Za žene	
do 10 kg	do 5 kg	1
10 do 20 kg	5 do 10 kg	2
20 do 30 kg	10 do 15 kg	4
30 do 40 kg	-	7
više od 40 kg	-	10

Tablica 3. Položaj tijela prilikom ručnom prenošenju tereta

Položaj tijela	Opis položaja prilikom prenošenja tereta	Vrijednost u bod.
	gornji dio tijela uspravan bez zakretanja, – teret uz tijelo (naslonjen na tijelo), – kratki put prenošenja	1
	tijelo u blagom pretklonu ili je gornji dio tijela lagano zakrenut teret uz tijelo sjedeći položaj ili kraći put prenošenja (do 5 koraka)	2
	tijelo u dubokom pretklonu ili jako nagnuto prema naprijed. Manji pretklon, istovremeno je gornji dio tijela malo zakrenut teret daleko od tijela ili u visini ramena sjedeći ili stojeći položaj	4
	tijelo u dubokom pretklonu s time da je istovremeno zakrenut gornji dio tijela teret daleko od tijela neprimjerenom stabilnošću držanja tijela u stojećem, čučućem ili klečećem položaju	8

Таблица 4. Ергономски услови на радном мјесту

Станје на мјесту рада	Вриједност у бодовима Т(4)
Добри, ергономски одговарајући услови на радном мјесту (доволјан простор, раван и чврст под, који није клизав, задовољавајућа освјетљеност, примјерено хватиште терета)	0
Неергономски услови на радном мјесту, Скућен радни простор (површина за радника мања од 1,5м ² , сигурност стајалишта је ограничена (неравно, нагнуто, меко или клиско, степенице)	1
Простор ограничен обиром на висину < 2 м	2

Таблица 5. Вредновање радног искуства

Радно искуство на пословима које обавља	Вриједност у тоčkама Т(5)
0 – 12 мјесеци	1
12 мјесеци и више	0

Таблица 6. Температурни услови на радном мјесту

Температура (°C)	Вриједност у бодовима Т(6)	Температура (°C)	Вриједност у бодовима Т(6)
испод -20	10	-4	0,4
-18	8,1	-2	0,1
-16	6,4	од -1 до +21	0
-14	4,9	22	0,70
-12	3,6	24	1,74
-10	2,5	26	3,74
-8	1,6	28	6,02
-6	0,9	изнад 30	10

Таблица 7. Дефинирање зброја утврђених вриједности

UO	Образложење утврђених вриједности
до 10	Ниско оптерећење – не постоји опасност за здравље због ручног преношења терета.
10 до 25	Повећано оптерећење – могућност прекомјерног оптерећења код радника са смањеном радном способношћу.
26 до 50	Велико оптерећење – могућност прекомјерног оптерећења код здравих радника. Потребно је истражити могућности за смањивање оптерећења због ручног преношења терета.
изнад 50	Врло велико оптерећење – велика могућност настанка здравствених оштећења због ручног преношења терета. Нужна је употреба одговарајуће опреме или других метода рада за смањивање тјелесног оптерећења.

Укупно оптерећење је показатељ оптерећења радника свим наведеним параметрима рада и околиша. Оцјенјивање укупног оптерећења се израчунава по једнадžби:

$$UO = (T(2) + T(3) + T(4) + T(5) + T(6)) T(1)$$

4. REZULTAT ISTRAŽIVANJA

Bodovi prema navedenim tablica za radno mjesto servisera vatrogasnih aparata:

Tablica 1: 6 bodova

Serviser u 8 sati rada veći dio svog vremena prenosi, diže i okreće vatrogasne aparate.

Tablica 2: 2 boda

Vatrogasni aparati imaju prosječno oko 10kg, što znači da ima je raspon težine od 9 do 17kg.

Tablica 3: 1 boda

Servis se obavlja u stojećem položaju, međutim serviser mora aparate ručno prenositi do svojeg radnog mjesta i vratiti iste servisirane aparate na njihovo propisano mjesto.

Tablica 4: 1 bod

Servis se obavlja u pokretnom servisu na terenu te se prolazi kroz raznolike uvijete zavisno od djelatnosti trtke u koju se dođe, te je mjesto u pokretnom servisu ograničeno.

Tablica 5: 0 bodova

Nula bodova nam pokazuje da smo uzeli u obzir servisera koji je iskusan u svojem poslu.

Tablica 6: 0 bodova

Serviser na terenu si pokušava uvijek osigurati što bolje temperaturne uvijete, sobzirom na vremenske uvijete i mogućnosti.

Rezultat u bodovima: 24

5. ZAKLJUČAK

Poslovi pri kojima je stupanj opterećenosti veći od 40 bodova spadaju u poslove s posebnim uvjetima rada. Broj bodova od 10 do 25 daje nam rezultat povećanog opterećenja u kojem su mogućnost prekomjernog opterećenja kod radnika sa smanjenom radnom sposobnošću. Prosječno vrijeme obavljanja servisa jednog vatrogasnog aparata jednom serviseru je 10 minuta, a serviser radi pod povećani opterećenjem prilikom servisiranja vatrogasnog aparat možemo izračunati utrošenu energiju prilikom servisa ako uzmemo u obzir da je:

Obim rada

Intenzitet rada

$$A = F \times s$$

$$P = A/t$$

$$J \text{ (Nm)}$$

$$W = J / \text{sec}$$

$$1J = 0,102 \text{ Kpm}$$

$$1Kpm = 9,81 \text{ J}$$

$$1Kcal = 4,2 \text{ KJ} = 427 \text{ Kpm}$$

Tada ćemo dobiti da prosječna vrijednost utrošene energije za servis jednog vatrogasnog aparata, jednog servisera, u vremenu od 10 minuta je prosječno

21 [Kcal].

Uzmemo li u obzir da u Hrvatskoj radi prosječno 340 servisera a da je godišnje servisirano prosječno 707.200,00 radnih sati i da za jedan servis jednog aparata je potrebno 10

minuta jednom serviseru, tada dolazimo do zaključka da jedan serviser napravi 12.480,00 vatrogasnih aparata u godini dana. Brojčani prikazi utrošene energije prilikom servisa vatrogasnih aparata, vremena servisiranja i količine aparata za servisiranje nas navodi na zaključak da serviseri vatrogasnih aparata moraju biti fizički i psihički spremni za svoj rad, moraju imati dovoljno iskustva kako bi bilo manje pogrešaka i ozljeda na radu kako utvrđuje tablica 7. Da bi se smanjio broj bolovanja potrebno je uzeti u obzir radno iskustvo prema tablici 5, koja kaže da nakon dvanaest mjeseci rada radnik postaje spretniji, samostaljniji i sigurniji u svoj rad, tj. da se uvelike smanjuje mogućnost ozljede na radu zbog ručnog prenošenja tereta.

6. LITERATURA

- [1] Zakon o zaštiti na radu (N.N. br.; 118/14, 154/14)
- [2] Zakon o zaštiti od požara (N.N. br.; 92/10)
- [3] Zakon o normizaciji (N.N.br.; 80/13)
- [4] Pravilnik o vatrogasnim aparatima (N.N. br.; 101/11, 74/13)
- [5] Pravilnik o zaštiti na radu za mjesta rada (N.N. br., 29/13)
- [6] Pravilnik o zaštiti na radu pri ručnom prenošenju tereta (NN 42/2005)
- [7] Službena internetska stranica Pastor TVA: <http://www.pastor.hr/>

Zoran VUČINIĆ¹
Ivan VIDOVIĆ²
Nenad MUSTAPIĆ³
Jovan VUČINIĆ⁴

ISPITIVANJE RADNOG OKOLIŠA

Rezime: U ovom radu izmjereni su parametri u radnom okolišu postrojenja za proizvodnju dušične kiseline – 1. Cilj je bio utvrditi da li postojeći fizikalni i kemijski čimbenici odgovaraju zakonskim propisima, te na osnovu rezultata preporučiti mjere za poboljšanje radnih uvjeta.

Ključne riječi: zaštita na radu, radni okoliš, štetnost

EXAMINATION OF WORK ENVIRONMENT

Abstract: In this paper, the measured parameters in the working environment of the plant for the production of nitric acid – 1. The goal was to determine whether the existing physical and chemical factors correspond to the legislation, and based on the results to recommend measures to improve working conditions.

Key words: safety, work environment, harmfulness

¹ Struč. Spec. oec, predavač, C.I.A.K. J. Lončara 3/1, Zagreb, Hrvatska, zoran.vucinic@ciak.hr

² Student, Veleučilište u Karlovcu, Trg J.J. Strossmayera 9, Karlovac, Hrvatska

³ Dr. sc. Veleučilište u Karlovcu, Trg J.J. Strossmayera 9, Karlovac, Hrvatska, nmustapic@vuka.hr

⁴ Dr. sc. Veleučilište u Karlovcu, Trg J.J. Strossmayera 9, Karlovac, Hrvatska, jvucinic@vuka.hr

1. UVOD

Ispitivanje u radnom okolišu obuhvaća sljedeća ispitivanja:

- ispitivanja fizikalnih čimbenika (temperatura, relativna vlažnost i brzina strujanja zraka, osvijetljenost, buka i vibracije),
- ispitivanja kemijskih čimbenika (koncentracija plinova, para, prašina i aerosola),
- ispitivanja bioloških čimbenika.

Ispitivanje i kontrola tih čimbenika izuzetno je važno za definiranje štetnosti, njene koncentracije, doze, veličine, intenziteta, učestalosti izlaganja. Sve to obavlja se u cilju poboljšanja radnih uvjeta radnika i očuvanja njihovog zdravlja.

Prema članku 45. Zakona o zaštiti na radu (NN 71/14), poslodavac je obavezan ispitivati radni okoliš na mjestu rada kada:

- radni postupak utječe na temperaturu, vlažnost i brzinu strujanja zraka,
- u radnom postupku nastaje prašina,
- u radnom postupku nastaje buka, odnosno vibracije,
- pri radu koristi, proizvodi ili prerađuje opasne kemikalije,
- pri radu postoji izloženost opasnim zračenjima,
- su na radu prisutni rizici od eksplozivne atmosfere,
- je pri radu potrebno osigurati odgovarajuću rasvjetu u skladu s procjenom rizika.

2. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

2.1. Problem istraživanja

Problem ovog istraživanja je utvrditi da li postojeći fizikalni i kemijski čimbenici odgovaraju zakonskim propisima i normama koje se odnose na pojedina područja, odnosno da li se u postrojenju za proizvodnju dušične kiseline - 1 primjenjuju propisi za ova područja istraživanja? Radnici koji rade u na postrojenju izloženi su tijekom rada raznim štetnostima, fizikalnim i kemijskim.

2.2 Cilj istraživanja

Osnovni cilj rada je izmjeriti parametre u radnom okolišu postrojenja za proizvodnju dušične kiseline - 1 koje radi u sklopu Petrokemije d.d., utvrditi da li postojeći fizikalni i kemijski čimbenici odgovaraju zakonskim propisima, te na osnovu rezultata, ako je potrebno, preporučiti mjere za poboljšanje radnih uvjeta.

2.3. Hipoteza

Pretpostavka je da poslodavac primjenjuje propise za rad na siguran način, no da su moguća manja odstupanja u proizvodnom procesu glede propisanih uvjeta rada na pojedinim radnim mjestima.

2.4. Zadaci

Da bismo mogli uspješno analizirati parametre radnog okoliša, potrebno je izvršiti slijedeće:

- izraditi plan mjerenja,
- obaviti mjerenje parametara radnog okoliša (temperatura, vlažnost, brzina strujanja zraka, osvijetljenost, buka, prašina, plinovi) i ocijeniti rezultate istih.

2.5. Metoda

Osnovna metoda za izradu istraživačkog rada je kvantitativna. To znači da smo numeričkim vrijednostima izrazili izmjerene veličine štetnosti, te smo ih nakon mjerenja uspoređivali također s numeričkim standardima vrijednosti koje su dopuštene za pojedine vrste štetnosti u radnom okolišu.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

3.1. Mikroklimatski uvjeti:

Ispitivanje mikroklimе izvršeno je kod uobičajenih radnih uvjeta, 1,2 m od poda. Za ispitivanje mikroklimatskih parametara korišteni su slijedeći instrumenti:

Za mjerenje temperature i relativne vlažnosti zraka:

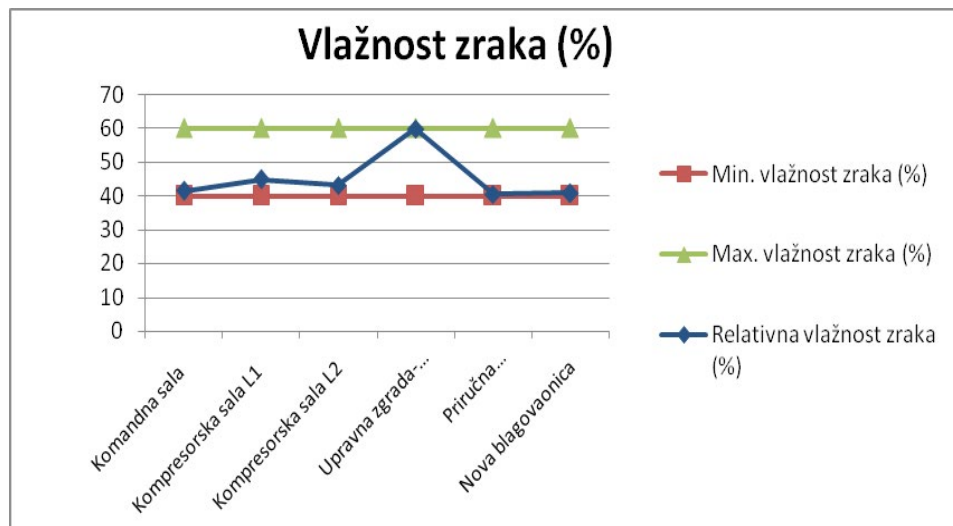
- TESTO 625, a za mjerenje brzine strujanja zraka: Kestrel 2000.

Ocjena rezultata mjerenja prikazana je u skladu s normom U.J5.600 i U.J5.610, Pravilnik o zaštiti na radu za mjesta rada (NN 029/2013).

3.1.1. Temperatura zraka

Izmjerena temperatura u radnom prostoru je od 20,3°C do 24°C, što je u skladu sa propisanim uvjetima (Tablica 1, 2, 3).

3.1.2. Relativna vlažnost zraka



Grafikon 1. Relativna vlažnost zraka

Izmjerena relativna vlažnost u radnom prostoru kreće se od 40,5% do 59,9 %. Vidljivo je da je ista na pojedinim mjernim mjestima vrlo blizu granice dopuštene standardom (Tablica 1, 2). S porastom vlage povećava se i zasićenje zraka vodom odnosno vodenom parom, pa se radnici tijekom rada više znoje. Važno je, u slučaju porasta, relativnu vlažnost zraka regulirati klimatizacijom.

3.1.3. Brzina strujanja zraka

Izmjerene brzine strujanja su u skladu su s odredbama standarda HRN U.J5.6008 (Tablica 1, 2).

3.2. Buka

Buka na radnim mjestima ispitana je sukladno HRN EN 9612:2010, gdje je za svako radno mjesto ispitivana buka u trajanju od tri serije po 5 minuta mjerenja, s integrirajućim zvukomjerom CESVA. Mjerenje je izvršeno u visini slušnih organa radnika. Izmjerene razine buke u skladu su s dopuštenim razinama sukladno "Pravilniku o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu" (NN 46/08); te normama EN ISO 9612:2009 (Akustika - Određivanje izloženosti buci pri radu), HRN ISO 1999:2000 (Akustika – Određivanje izloženosti buci pri radu i procjena oštećenja sluha izazvanog bukom (Tablica 1, 2 gdje se naročito vidi u Tablici 2 da je izmjereni intenzitet buke 84,7 i 84,9 dB, što je u granici dozvoljenosti iste na radnom mjestu – 85 dB).

3.3. Osvijetljenost

Osvjetljenje je ispitano na svakom radnom mjestu radnika, 20 – 30 cm od radne površine i oko 85 cm od poda radnog prostora.

Osvijetljenost na radnim mjestima kombiniranom rasvjetom ispitana je luks-metrom. Izmjerene razine osvjetljenosti zadovoljavaju i iznad su minimalnih vrijednosti sukladno normi HRN EN 12464 „Svjetlo i rasvjeta - Rasvjeta radnih mjesta” (Tablica 1, 4).

Razlog tomu, što na pojedinim mjestima intenzitet osvjetljenosti ide nešto malo ispod minimalne vrijednosti, je što s vremenom rasvjetna tijela budu prekrivena prašinom i tada dolazi do smanjenja razine osvjetljenosti. Rasvjetna tijela potrebno je češće čistiti od prašine (Tablica 2, 4).

3.4. Kemijske štetnosti

Koncentracija NO₂ i NH₃ na radnim mjestima ispitana je analizatorom Gasmeter DX - 4030, a mjerenje HNO₃ obavljeno je Drager cjevčicom „Nitric Acid 1/a“ (1 – 50 ppm). Mjerenja su obavljena pri uobičajenim radnim uvjetima.

Ocjena rezultata ispitivanja u skladu je s odredbama Pravilnika o graničnim vrijednostima izloženosti opasnim tvarima pri radu i o biološkim graničnim vrijednostima (NN 13/09), Tablica 1, 3, 4, dok u Tablici 2, koja se odnosi na ispitivanje radnih mjesta u Upravnoj zgradi, strojobravarској radionici i blagovaonici nema tih koncentracija, s obzirom na prirodu poslova).

3.5. Prikaz rezultata ispitivanja

Tablica 1. Ispitivanja u prostorima komandne sale i kompresorskih sala

Petrokemija d.d. PC PG – DUKI - 1		Prostorija ili prostor: 1. Zatvoreni objekti postrojenja			
Ekspozicija	Minuta	600	40	40	
Naziv radnih mjesta		Mjerno mjesto:1.1. Komandna sala	Mjerno mjesto:1.2a. Kompresorska sala L1	Mjerno mjesto: 1.2.b Kompresorska sala L2	Standard/GVI/KGVI
Fizikalno-kemijska štetnost	Mjerna jedinica	Datum mjerenja i izmjerene/izračunate vrijednosti			
		11.05.2015.			
1. Vanjski uvjeti	t _z °C	24			
	% RV	60,2			
2. Temperatura zraka	°C	21,3	23,6	23,9	18-24
3. Relativna vlažnost	%	41,5	44,9	43,1	40-60
4. Brzina strujanja zraka	m/s	0,4	0,5	0,5	0,5
7. Buka	dB(A)	77,7	79,8	81,6	85
8. Intenzitet osvijetljenosti (opća D+E (dnevna + električna))	lx	1000-1150 (D+E) 650-930 (E)	450-630 (D+E) 145-165 (E)	470-650 (D+E) 144-245 (E)	300/150/150
9. NO ₂	ppm	0,03	0,22	0,87	3/5
10. Amonijak	ppm	0,05			20/50
11. Dušična kis.	ppm				--/1
Ventilacija opća mehanička		Klimatizirano	-	-	

Tablica 2. Ispitivanja u prostorima Upravne zgrade strojobravske, radionice i blagovaonice

Petrokemija d.d. PC PG – DUKI - 1		Prostorija ili prostor: [1]. Zatvoreni objekti postrojenja			
Ekspozicija	Minuta		180	500	
Naziv radnih mjesta		Mjerno mjesto:1.3. Upravna zgrada-prostorija za platinu	Mjerno mjesto:1.4. Strojobravska radionica	Mjerno mjesto: 1.5. Nova blagovaonica	Standard/GVI/KGVI
Fizikalno-kemijska štetnost	Mjerna jedinica	Datum mjerenja i izmjerene/izračunate vrijednosti			
		11.05.2015.			
1. Vanjski uvjeti	t _z °C	24			
	% RV	60,2			
2. Temperatura zraka	°C	23,4	20,3	24,0	18-24
3. Relativna vlažnost	%	59,9	40,5	40,8	40-60
4. Brzina strujanja zraka	m/s	0,4	0,4	0,4	0,5
7. Buka	dB(A)	76,8	82,0	80,4	85
8. Intenzitet osvijetljenosti ()	lx	530-727 (D+E)	250-560 (D+E)	400-600 (D+E) 250-345 (E)	300/150/150

Tablica 3. Ispitivanja u prostorima reaktorske platforme, kondenzatora turbine i kod napojne pumpe

Petrokemija d.d. PC PG – DUKI - 1		Prostorija ili prostor: [1]. Vanjsko postrojenje			
Ekspozicija	Minuta	40	40	40	
Naziv radnih mjesta		Mjerno mjesto: 2.1. Sredina reaktorske platforme	Mjerno mjesto: 2.2. Kondenzator turbine E 14104	Mjerno mjesto: 2.3. Kod napojne pumpe P14001	
Fizikalno-kemijska štetnost	Mjerna jedinica	Datum mjerenja i izmjerene/izračunate vrijednosti			Standard d/GVI/ KGI
		11.05.2015.			
1. Vanjski uvjeti	t _z °C	24			
	% RV	60,2			
2. Temperatura zraka	°C	*	*	*	18-24
3. Relativna vlažnost	%	*	*	*	40-60
4. Brzina strujanja zraka	m/s	*	*	*	0,5
7. Buka	dB(A)	80,3	84,9	84,7	85
8. Intenzitet osvijetljenosti	lx	75-100 (E)	75-236 (E)	93-182 (E)	80
9. NO ₂	ppm	1,01			3/5
10. Amonijak	ppm	0,22			20/50
Ventilacija prirodna		Vanjski prostor	Vanjski prostor	Vanjski prostor	

Tablica 4. Ispitivanja radnog okoliša na radnom mjestu Kota "0" pumpe gotove kiseline

Petrokemija d.d. PC PG – DUKI - 1		Prostorija ili prostor: 2. Vanjsko postrojenje			
Ekspozicija	Minuta	40			
Naziv radnih mjesta		Mjerno mjesto: 2.4. Kota „0“ pumpe gotove kiseline	Mjerno mjesto: 2	Mjerno mjesto: 2.	
Fizikalno-kemijska štetnost	Mjerna jedinica	Datum mjerenja i izmjerene/izračunate vrijednosti			Standard d/GV I/KGV I
		11.05.2015.			
1. Vanjski uvjeti	t _z °C	24			
	% RV	60,2			
2. Temperatura zraka	°C	*			18-24
3. Relativna vlažnost	%	*			40-60
4. Brzina strujanja zraka	m/s	*			0,5
7. Buka	dB(A)	78,9			85
8. Intenzitet osvijetljenosti	lx	150-162 (E)			50
9. NO ₂	ppm				3/5
10. Amonijak	ppm	0,18			20/50
11. Dušična kiselina	ppm	0,03			--/1

4. ZAKLJUČAK

Na temelju provedenog istraživanja možemo zaključiti da je pretpostavka bila točna odnosno da se prihvaća. Poslodavac primjenjuje propise za rad na siguran način, ali su uočena i manja odstupanja intenziteta osvjetljenosti. Navedena odstupanja nisu veliki problem, potrebno je nešto češće čistiti rasvjetna tijela.

Izuzetno je važno redovito kontrolirati i ispitivati radni okoliš u svim gospodarskim granama, te ukazivati na probleme i predlagati mjere za poboljšanje istog, jer samo zdravo radno mjesto pruža uvjete za očuvanje zdravlja radnika.

Ne smijemo dopustiti da nam radnici s radnih mjesta odlaze narušenog zdravlja ili ozbiljno ugroženog s dijagnozom invalida rada ili profesionalnog oboljenja.

5. LITERATURA

- [1] Zapisnik o ispitivanju radnog okoliša 10/15, Petrokemija d.d. Kutina
- [2] Zakon o zaštiti na radu pročišćeni tekst zakona (NN, 71/14)
- [3] Pravilnik o ispitivanju radnog okoliša (NN 16/16)
- [4] Pravilniku o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu (NN 46/08)
- [5] Pravilnik o graničnim vrijednostima izloženosti opasnim tvarima pri radu i o biološkim graničnim vrijednostima, (NN 13/09)
- [6] Pravilnik o zaštiti na radu za mjesta rada (NN 29/13)
- [7] Norma U.J5.600



Душан ГАВАНСКИ¹
Звонимир БУКТА²

БЕЗБЕДАН РАД НА ДЕБЉАЧИ

Резиме: Рад на дебљачи у непосредној је вези са многобројним ризицима који прете да угрозе безбедност и здравље запосленог. У циљу пружања помоћи лицима задуженим за безбедност и здравље на раду и процењивачима у поступку процене ризика за радно место – руковалац дебљачом, препознате и утврђене су потенцијалне опасности и штетности и дате су мере за управљање ризиком.

Кључне речи: дебљача, безбедност, опасност, ризик.

SAFETY WORK ON THICKNESS PLANER

Abstract: Working with the thickness planer carries a number of risks towards the safety and health of workers. In order to assist health and safety personnel as well as risk assessors during the process of risk assessment for the thickness planer operator, potential hazards and harms are identified and measures for risk management are given.

Key words: thickness planer, safety, hazard, risk.

¹ Проф. др, Висока техничка школа струковних студија у Новом Саду, Школска 1,
gavanski@vtsns.edu.rs

² Проф. мр, Висока техничка школа струковних студија у Новом Саду, Школска 1,
bukta@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 провера опреме за рад. У Републици Србији су у члану 3. Правилника о поступку прегледа и провере опреме за рад и испитивања услова радне околине [2] прописане категорије опреме за рад које подлежу превентивним и периодичним прегледима и проверама. Машине за обраду и прераду дрвета, које су експлицитно наведене у члану 3. под тачком 7, сврставају се у најопасније машине из групе за обраду материјала првенствено због велике брзине резног алата и честих помоћних операција које се обављају ручно при потискивању материјала.

На основу врсте 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, брусилце, бушилице или комбиноване столарске машине) и на машине за обликовање деформисањем (пресе, машине за савијање, машине за наношење разних премаза или машине за лепљење фурнира), [3].

Дебљаче (дихт машине) служе да предмети обраде, после стварања базне равни на равналицу, добију одређене (коначне) димензије по дебљини и ширини. Спадају у машине предвиђене за обраду и обликовање грубо исечених предмета обраде (нпр. даске).

2. ОПАСНОСТИ ПРИ ОБРАДИ НА ДЕБЉАЧИ

При обављању радних активности на дебљачи могу се препознати и утврдити опасности и штетности, које су дате у табели 1.

Табела 1. Препознате и утврђене опасности и штетности при обради на дебљачи, [3, 4, 5, 6, 7]

Р. бр.	ОПАСНОСТИ И ШТЕТНОСТИ	ОПИСНА АНАЛИЗА
1.	Ротирајући и/или покретни делови	Случајни додир са ножевима за време оштрења или подешавања.
		Ваљци за довод предмета обраде, као и сам предмет обраде могу да пригњече прсте, ако нису правилно заштићени.
		Повратни удар или одбацивање предмета обраде према раднику наступа када се не користе безбедне радне методе, када се дебљача не одржава правилно или није добро подешена, као и када нема одговарајућег заштитника.
		Вратило са ножевима није оклопљено металним заштитним поклопцем.

2.	Опасне површине	Шиљасти и оштри ножеви. Струготина (ивер). Шиљаста кидана даска.
3.	Клизање или спотицање	Спотикање о електричне каблове и пад радника на ножеве или на под просторије услед закрености и неуредности радне површине (простор око машине или простор за припрему и одлагање обрађених предмета). Клизање услед просипања уља по поду у зони рада.
4.	Опасност од директног и индиректног додира	Удар електричне струје приликом додира са оштећеним електричним кабловима, утичницом или прекидачем.
		Лоше уземљење машине.
5.	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.
6.	Напори и телесна напрезања	Дизање и спуштање предмета обраде. Потискивање дрвета по радном столу машине.
7.	Нефизиолошки положај тела радника	Дуготрајно стајање и сагињање.
РАД НИЈЕ НАМЕЊЕН ДА ОБУХВАТИ СВЕ ПОТЕНЦИЈАЛНЕ ОПАСНОСТИ И ШТЕТНОСТИ ПРИ РАДУ НА ДЕБЉАЧИ.		

3. МЕРЕ ЗАШТИТЕ ПРИ ОБРАДИ НА ДЕБЉАЧИ

Анализом технолошког процеса обраде дрвета и сличних материјала и препознатих опасности и штетности утврђене су следеће мере за спречавање, отклањање и/или смањење ризика:

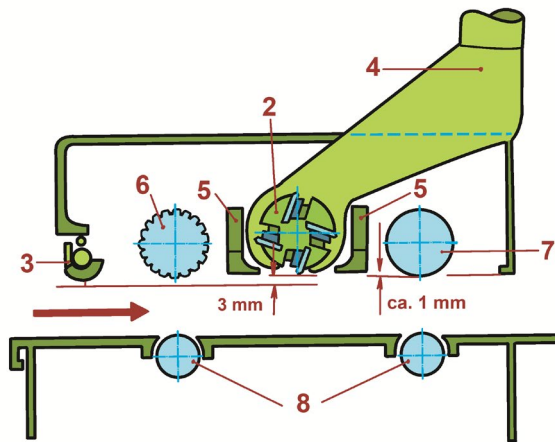
- користити дебљачу у складу са наменом,
- одржавати дебљачу према упутству произвођача,
- одржавање, поправку и подешавање дебљаче једино може вршити стручно и овлашћено лице,
- вршити периодичне прегледе и провере дебљаче,
- вршити оспособљавање запослених за безбедан рад са дебљачом,
- обезбедити допунска упознавања запослених са опасностима путем упутстава, натписа и знакова упозорења,
- вршити дневну проверу исправности дебљаче
- (дневна провера исправности дебљаче подразумева визуелни преглед комплетне машине, а пре свега: резног алата (ротирајући ножеви), стезног прибора резног алата, преносника снаге, ручице за подешавање висине стола, уређаја за померање предмета обраде, управљачких команди, заштитног поклопца, доводног кабла, прекидача, прикључка за отпашивање и електричне инсталације),

- обезбедити правилно коришћење прописаних средстава за личну заштиту на раду,
- (у прописана средства за личну заштиту на раду спадају: заштитно одело (дводелно или комбинезон, од памучне тканине - кепера), заштитна капа (од лагане памучне тканине, са штитником) или заштитни шлем, заштитне наочаре (са прозирним стаклом и бочном заштитом) или штитник за очи и лице, заштитне ципеле (кожне, са ојачаном капицом и гуменим ребрастим доном), кецеља (кожна, кратка, по могућности у пределу трбуха појачана поставом од коже и армираним шипкама или плочицама), штитник за уши (по потреби), респиратор или заштитна маска (по потреби)),
- забрањено је при раду носити сат, прстење, наруквице, ланчиће или кравату – заштитна одећа мора бити притегнута уз тело и закопчана,
- резни алат (нож) мора бити правилно причвршћен, центриран и затегнут,
- резни алат мора бити довољно оштар како не би дошло до лома алата и/или цепања предмета обраде,
- регулација дубине и брзине резања мора бити одговарајућа јер у противном јавља се већи отпор резања и лако долази до лома алата,
- уколико је резни алат нов или стајао на ниској температури, потребно је да ради на празно најмање 5 минута,
- обавезна примена заштитника за покривање вратила са ножевима
- (вратило са ножевима мора бити покривено заштитником у облику поклопца, слика 1, који се може према потреби подићи ради чишћења, прегледа и могућих поправки),



Слика 1. Дебљача опремљена заштитником у облику поклопца

- уређај за померање предмета обраде мора бити исправан (уређај за померање предмета обраде приказан је на слици 2 и састоји се од четири ваљака, при чему су два глатка ваљка (8) смештена у прорезу у радном столу и имају задатак да олакшају кретање предмета обраде),



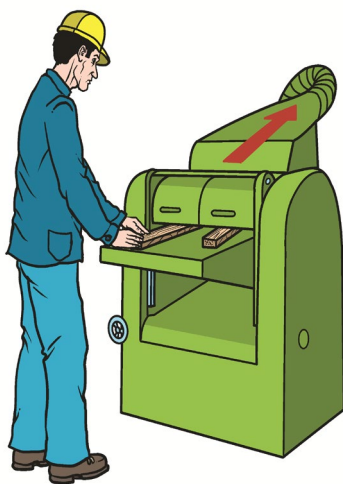
Слика 2. Уређај за померање предмета обраде код дебљаче, [4]

- (изнад радног стола налазе се два ваљка: први улазни – ожебљен (6) и други излазни – глатки ваљак (7); оба ваљка су погонска; погон ваљака се остварује посредством галовог ланца; најмања дужина предмета обраде који се обрађује на дебљачи треба да буде 50 mm већа од растојања оса предњег и задњег транспортног ваљка, вратило са ножевима (2) код дебљаче је кружног пресека и има најчешће четири танка ножа, слика 2; сви ваљци морају бити тачно подешени за пројектовану дебљину одбратка).
- *заштита од повратног удара*,
 - на улазном делу постоје клинови (3) од метала који спречавају повратни удар предмета обраде, слика 2.
 - притискивачи (5) су постављени непосредно испред или иза вратила са ножевима, слика 2. Предњи притискивач је чланковито израђен, а задњи је из једног комада. Притискивачи имају улогу да спрече повратни удар предмета обраде.
 - не смеју се истовремено обрађивати предмети различитих дебљина, јер ће тањи предмет бити одбачен према раднику и повредити га. Када обрађујете истовремено два предмета, они морају бити исте дебљине. Предмети се постављају на два краја испред ваљака а не у средину ваљка.
 - при раду са дебљачом радник мора стајати са стране машине, како би се заштитио од могућег повратног удара предмета обраде.
- *струготину уклањати са радног стола четком или метлицом* (струготину никада не уклањати са радног стола компримованим ваздухом, јер долази до разлетања струготине по погону; правилно уклањање струготине са радног стола дебљаче коришћењем четке приказано је на слици 3),
- правилно поставити исправан уређај за одвођење прашине и струготине (дебљача је машина са великим бројем обртаја ножева при чијем се раду ствара релативно велика количина струготине; да би се спречило да струготина

- одлеће по радној околини, изнад ножева је потребно инсталирати одговарајући прикључак за одвођење струготине у уређај за отпашивање, слика 4, [6]),
- обезбедити активне краће одморе,
 - санкционисати некоришћење ЛЗО (нпр. новчано кажњавање, удаљавање са радног места или отказ),



Слика 3. Уклањање струготине са радног стола четком, [4]



Слика 4. Прикључак на дебљачи за одвођење струготине, [4]

- користити „NOT-STOP“ тастер у случају евентуалне опасности (ако је уграђен на машини), слика 5,



Слика 5. „NOT-STOP“ тастер у случају евентуалне опасности

- брзина помоћног кретања мора бити усклађена са карактеристима дебљаче,
- забранити да радник рукује дебљачом ако је под утицајем алкохола, дроге или лекова,
- за време обављања послова на дебљачи концентрисати се на рад и не разговарати са другим радницима - посебно су опасне различите шале и игре око машине, јер могу бити узрок повреде,
- забрањен је рад са дебљачом уколико постоји механичко оштећење каблова или прибора за напајање електричном енергијом,
- забрањено је замењивати делове дебљаче неодговарајућим,
- извршити благовремену замену дотрајалих делова дебљаче,
- пре почетка чишћења, поправке или неке друге интервенције на дебљачи, као и након завршетка дневног рада, обавезно искључити главни прекидач за напајање дебљаче електричном енергијом и обезбедити је од случајног поновног укључења и
- када завршите рад, радно место распремити и дебљачу 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 дебљаче. На основу важеће законске регулативе у области безбедности и здравља на раду, која је у складу са стратегијом развоја безбедности и здравља на раду у ЕУ, прописано је да дебљаче морају бити опремљене заштитницима и безбедносним уређајима.

Како заштитници и безбедносни уређаји не могу спречити све повреде на раду, неопходно је применити и додатне превентивне безбедносне мере: поседовање стручног налаза о извршеном прегледу и провери опреме за рад од стране лиценцираног правног лица, забрана употребе оштећених алата и неисправне машине, обавезна употреба уређаја за одвођење струготине и прашине и примена безбедних метода рада од стране радника.

Ефикасност превентивних организационих безбедносних мера, као што су: постављање ознака о присутним опасностима и штетностима, спровођење перманентног оспособљавања запослених, постављање упутства за безбедан рад на видном месту, обавезна употреба личне заштитне опреме и позиционирање свог особља ван опасних зона (у равни резања и/или у правцу померања предмета обраде) директно се ослања на измене у понашању радника, односно на промени свести о безбедном раду.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] *** Закон о безбедности и здрављу на раду, Службени гласник РС, бр.101/2005 и 91/2015.
- [2] *** Правилник о поступку прегледа и провере опреме за рад и испитивања услова радне околине, Службени гласник РС, бр.94/2006, 108/2006, 114/2014 и 102/2015.
- [3] Дрезгић, М., Јанковић, Ж.: Заштита на машинама и уређајима, Универзитет у Нишу, Факултет заштите на раду, Ниш, 1994.
- [4] Гавански, Д.: Машине за обраду и прераду дрвета – опасности и мере заштите, 2014.
- [5] *** Правилник о начину и поступку процене ризика на радном месту и у радној околини, Службени гласник РС, бр.72/2006, 84/2006, 30/2010 и 102/2015
- [6] Девић, М.: Прегледи и испитивања стројева и уређаја, Центар за информације и публицитет, Загреб, 1985.
- [7] *** Правилник о посебним мерама заштите на раду при механичкој преради и обради дрвета и сличних материјала, Службени гласник СРС, бр. 5/88

Biljanja ŠKRBIĆ¹
Saša SPAIĆ²
Verica MILANKO²
Slobodan PURIĆ³
Vesna MARINKOVIĆ⁴
Tatjana BOŽOVIĆ⁴
Tatjana CICERI⁵

THERMAL BIOMASS TREATMENT: FINDING OPTIMAL SAMPLE SIZE FOR THE PURPOSE OF DETERMINING BTEX COMPOUNDS

Abstract: Biomass is a resource that is interesting as a renewable source of energy and chemicals. In the Republic of Serbia, the potential of biomass still has not been fully realised, hence our research is seen conceived as a small contribution to this field. In this study, samples of poplar wood pellets with different starting weights, were heat-treated, and BTEX compounds released into the gas phase sampled and then analyzed by gas chromatography with a FID detector. The aim was to find the optimal sample size both in terms of heat treatment performance and monitoring, and the aspect of the chemical analysis of released BTEX compounds. Two types of thermal treatment were performed: combustion and thermal decomposition in atmospheric conditions.

Key words: lignocellulosic biomass, poplar wood pellets, heat treatment, BTEX compounds

ПРОНАЈАЖЕЊЕ ОПТИМАЛНЕ ВЕЛИЧИНЕ УЗОРКА ЗА ТЕРМИЧКИ ТРЕТМАН БИОМАСЕ РАДИ ОДРЕЂИВАЊА ВТЕХ ЈЕДИЊЕЊА

Резиме: Биомаса је ресурс који је интересантан као обновљиви извор енергије и хемикалија. У Републици Србији се биомаса још увек не искоришћава у пуној мери, па је овај рад замишљен као мали допринос на овом пољу. У приказаном истраживању, узорци пелета тополе различитих полазних маса, термички су третиран, а ВТЕХ једињења која се том приликом ослобађају у гасовиту фазу су узоркована, а потом анализирана гасном хроматографијом са FID детектором. Циљ је био наћи оптималну величину узорка како са аспекта извођења и праћења термичког третмана, тако и са аспекта хемијске анализе ослобођених ВТЕХ једињења. Изведене су две врсте термичког третмана: сагоревање и термичко разлагање при атмосферским условима.

Кључне речи: лигноцелулозна биомаса, пелете тополе, термички третман, ВТЕХ једињења

¹ PhD, Faculty of Technology, University of Novi Sad, Bulevar cara Lazara 1, e-mail: biljana@tf.uns.ac.rs

² PhD, Higher Education Technical School of Professional Studies Novi Sad, Školska 1, e-mail: spaic@vtsns.edu.rs, milanko@vtsns.edu.rs

³ Msc, Higher Education Technical School of Professional Studies Novi Sad, Školska 1, e-mail: puric@vtsns.edu.rs

⁴ Ms, Higher Education Technical School of Professional Studies Novi Sad, Školska 1, e-mail: marinkovic@vtsns.edu.rs, bozovic@vtsns.edu.rs

⁵ Spec. Appl. Eng., Higher Education Technical School of Professional Studies Novi Sad, Školska 1, e-mail: cickaoui@gmail.com

1. INTRODUCTION

Today, it is certain that energy represents a sector of the economy that has the largest negative impact on the environment. The fact that the energy sector is founded on predominantly conventional sources of energy represents a realistic threat to the sustainability of economic flows. The non-renewability of the most commercialized and most accessible energy sources in today's world (coal, oil, and gas) is a very important characteristic of global energy that influences a sustainable future. Thereby, sustainability as the ability of today's generations to achieve economic growth and development in a way that does not take that opportunity away from future generations.

The most likely global development scenario is represented by an economy founded on the effective use of relatively "clean" energy that is accessible through various sources. The energy sector will, according to all development scenarios, for a further period that will be relatively long, have the task of supplying both the economy and society itself with significant amounts of energy and sources of energy. However, this will include the tendency of reducing the energy intensity, thereby the use per unit of financial product.

The second requirement that is placed before the energy sector is for the energy produced to be clean, meaning that it is to rely on renewable energy sources (RES) to the greatest possible extent, and on non-renewable resources to the least possible extent.

The third requirement that will be predominant in the future is for the production and use of energy to result in as few negative consequences as possible for the environment, water, air, land, and indirectly for the entire food chain, biodiversity, and human health.

The fourth requirement that is being placed before the energy sector is regarding economic efficiency and the energy market. Energy is a commodity and its trade and prices must have a market-based character. The supply and demand of energy are connected to its price, the conditions of its delivery, and international market conditions. Environmental protection costs and other external costs must be included in the retail price - through compensation, fees, taxes, fines and other financial-economic instruments. The following must all be included in the external costs that are included in the price of individual energy sources, when it comes to the "energy of the future" option: transition fees, substitutions, and technological adaptations to the use of other, more expensive sources of energy, when the depletion of non-renewable conventional sources occurs [1].

2. THE REPUBLIC OF SERBIA: ENERGY RESOURCES AND POTENTIAL

Within the Republic of Serbia, fossil fuels, conventional (coal, oil, and natural gas) and non-conventional fuels (oil shale), as well as renewable energy sources, represent energy resources and potential for the energy sector.

Renewable energy sources are those which are found in nature and are renewed in full or in part, especially: waterflow energy, wind, non-accumulated solar energy, biomass, biomass of animal origin, geothermal energy, biofuels, synthetic gas, landfill gas, gas from facilities that treat municipal water and wastewater from the food and wood-processing industries which does not contain harmful materials.

The total technically-available potential of renewable energy sources in the Republic of Serbia is assessed at 5.65 million toe (toe - tonne of oil equivalent) of fuel per year. Out of this potential, 1.054 million toe of biomass are already in use (in the largest part as firewood) and 909 thousand toe of hydropower.

Biomass represents a significant part of the energy potential of the Republic of Serbia. Biomass potential is assessed at 3.448 million toe and it participates in the total RES potential with 61%. Out of this potential, the largest parts are composed of wood biomass - 1.53 million toe, and the potential of agricultural biomass - 1.67 million toe (by-products of farming, animal husbandry, fruit growing viticulture, and the primary processing of fruit), while the potential of biodegradable municipal waste is assessed at 205 thousand toe. Biodegradable waste (except from municipal) is also composed of edible oil waste and waste of animal origin (rendered slaughterhouse waste) in a total amount of 0.043 million toe/year.

Biomass potential is available across the entire territory of the Republic of Serbia. Wooden biomass is mostly found in the region of central Serbia, while agriculture biomass is found in the region of the Autonomous Province of Vojvodina. However, while the usage degree of wood (forest) biomass potential is relatively high (66.7%), the potential of agricultural biomass is insignificantly used (~2%), while the potential of biodegradable municipal waste is not used at all. The potential of biomass (especially agricultural) is a dynamic category and, for the purpose of increasing it, it is necessary to conduct suitable activities for the use of land that is not cultivated, as well as for the use of marginal land in the production of biomass for energy purposes (energy crops).

Informing and educating the public on the need to improve energy efficiency is a very important condition of bringing about desired changes. Those changes include: the ability to use renewable energy sources, the rational use of energy and choice of energy sources, as well as the use of efficient devices and technologies. It is important to nurture consciousness within society regarding the preciousness of energy and the need for its rational use. The government will ensure that the public sector serves as an example of the application of prescribed energy efficiency measures. At all levels of education, themes related to energy efficiency and the rational use of energy will be included in the teaching process, including the promotion of "clean" and efficient technologies upon the use of conventional fuels, the increased use of RES, environmental protection and similar. The implementation of all of these activities will be defined by a special communications strategy within the field of energy efficiency [1].

3. LIGNOCELLULOSIC BIOMASS

As of 2005, biomass (wood residues and pulping liquor)-derived energy accounts for more than the combined amount produced from hydroelectric and geothermal sources in the United States. Also, only biomass retains the capacity to produce liquid biofuels and byproducts. The word biofuel encompasses a variety of transportation fuels such as bioethanol, butanol, biooil and biodiesel. Though all of these biofuels are derived from plant material, the sources of raw material (biomass or seeds) and the production processes are different. Bioethanol is derived from the conversion of depolymerized starch, sugars

or lignocellulosic material into ethanol by the process of fermentation. Biooil is produced by pyrolysis of whole plant biomass, particularly high-lignin biomass, to produce energy dense fuels, while biodiesel is produced by the transesterification of vegetable oil or other lipids.

First-generation biofuels were produced from food crop materials such as corn, sugarcane, and palm oil which led to a food/fuel competition. Using food crops for biofuel production resulted in an increase in the price of food grains and other allied products. The use of farm produce for biofuels is difficult to justify whilst malnutrition is still a major problem in the world. The food/fuel competition resulted in the exploration of alternative feedstocks for biofuel production i.e., lignocellulosic material. Lignocellulosic components of plant cell walls, like cellulose, hemicellulose and lignin, represent an interesting and challenging opportunity for producing cleaner and renewable liquid fuels.

Feedstock, in the context of the biofuel industry, represents any biomass that is used as a raw material for the production of biofuels. Plant material such as fruits, seeds, and tubers, from various crops such as rapeseed, corn, sunflower, soybean, cotton and palm that store simpler starch and lipids, were used for first-generation ethanol and biodiesel production. Alternatively, the entire above-ground plant biomass known as lignocellulosic feedstock is used for the production of second-generation biofuels.

The term lignocellulosic feedstocks refers to the inedible stems and leaves of the above-ground plant body. Dedicated biofuel crops such as switchgrass (*Panicum virgatum*), miscanthus (*Miscanthus spp.*), sorghum (*Sorghum spp.*) and eucalyptus (*Eucalyptus spp.*) are grown, and some of these crops are adapted to poor soils and marginal agricultural lands, reducing land use competition with food crops. Apart from dedicated biofuel crops, there are other sources of lignocellulosic materials such as agricultural and industrial waste. Plant organs that are unsuitable for human consumption are mostly considered agricultural waste. The dried stalk (straw) of grain crops such as maize, soy, rice, wheat, yucca and barley are the main sources of agricultural waste that can be used for the production of biofuels. Although this type of agricultural waste represents a great source of lignocellulosic material, pelleting and transportation are major concerns.

High density feedstocks such as the drupe fruit endocarps (shells) of olives, eastern black walnut and coconut have the highest lignin content of all known plant materials, and the energy derived from the endocarp is comparable to coal. The endocarp is an inedible portion of an edible fruit, and therefore, it can be considered for dual purposes: food and fuel. Coconut shell, for example, has no use as human food or animal feed and is not reintegrated into the soil. Fruit endocarp material has a high energy density due to its high-lignin content and can be an excellent feedstock for the production of bioelectricity by gasification or high-energy dense biooil via pyrolysis. There are about 24 to 31 million tons of drupe endocarp biomass available in the world, which is highly underutilized, and a recent assessment suggests that proper utilization could benefit countries dealing with energy scarcity [2].

Considering the aforementioned facts, we have already been experimenting with the thermal treatment of locally-available biomass (sawdust and poplar pellets [3,4,5,6], apricot endocarps [7], plum endocarps [8]), determining BTEX and/or PAH compounds that are then released in the gas phase. The aim of this research was to find the optimal

sample size both in terms of heat treatment performance and monitoring, and the aspect of chemical analysis of released BTEX compounds. Two types of thermal treatment were performed: combustion and thermal decomposition in atmospheric conditions.

4. EXPERIMENTAL PART

The experiments were performed in a digester, with a slightly risen glass front (15 cm above the the working surface of digester), without artificial ventilation, by using the apparatus presented in the reference [3]. The gas burner burns the propane-butane mixture. The samples are thermally treated on inox panels (20×20×0.1 cm). The thermal decomposition process (TDP), under atmospheric conditions, is carried out on the compact plate, and the combustion process (CP) on the plate of the same dimensions, which in its central part (dimensions 10×10 cm), has 81 evenly arranged openings with 2.5 mm diameter.

The edge of the funnel is placed on the distance of 105 cm from the surface of the table (the absorbed gases were at room temperature). During the experiment, the ambient temperature and pressure in the room were measured, Table 1. The mass of each sample was measured before the thermal treatment, and then it was treated, and the measured parameters are represented in Table 2 and Table 3.

During the combustion process, the gas burner was put out at the moment of sample ignition. During the thermal decomposition process, under atmospheric conditions, the gas burner remained turned on until the sample changed to ash. The sampling of gas products, with the goal of determining benzene, toluene, ethylbenzene and xylene, BTEX compounds, was performed with the Apex Personal Air Sampling Pump Casella Cel. using air flow of 1 l/min. Sample temperatures were measured by using a digital thermometer DTI, by thermocouple NiCr-Ni, with measurement accuracy of 0.1 °C (first scale range from -65 to +199.9 °C) or 1 °C (second scale range from -65 to 1150 °C). BTEX Were adsorbed from the air by sorbent tubes with activated charcoal Orbo 32 Small, LOT: ORB00192 and ORB00285, Cat. No. 20267-U, desorbed with 1.5 ml carbon disulfide (CS₂) and analysed by the gas chromatograph.

Table 1. Ambient conditions

Serial number	Experimental set	Experimental conditions										
		Date	Ambient temperature (°C)									
01.	1/1	11.05.2015.	24									
02.	1/2	14.05.2015.	24									
03.	1/3	15.05.2015.	24									
04.	2/1	26.05.2015.	22									
05.	2/2	27.05.2015.	22									

Table 2. Combustion process

	Sample Number																				
	01	02	03	04	09	10	11	12	17	18	19	20	26	27	28	29	30	35	36	37	38
Pellet Combustion	5.10	5.10	5.12	5.01	10.04	10.08	10.01	10.04	15.02	15.00	15.05	15.05	20.05	20.05	20.05	20.04	20.03	25.03	25.01	25.05	25.05
Mass of sample (g)	30.0	23.3	20.9	20.2	25.9	28.2	28.5	21.5	35.9	29.7	23.9	25.8	33.8	35.0	33.5	45.4	36.3	55.5	56.6	52.5	52.5
Volume of air sampled (l)	22.6	24.0	23.0	25.7	23.0	26.0	26.0	25.0	23.0	25.0	22.0	24.0	24.0	23.0	23.0	25.0	26.0	23.0	23.0	24.0	24.0
Initial sample temperature (°C)	97.0	32.0	95.0	122.0	36.0	83.0	78.0	38.0	80.0	52.0	70.0	74.0	52.0	30.0	55.0	56.0	52.0	50.0	64.0	54.0	64.0
Temperature of appearance of smoke (°C)	26	10	25	26	16	20	25	12	25	22	27	20	24	26	26	20	23	20	19	18	25
Time of appearance of smoke (s)	141.2	262.0	98.0	216.0	385.0	524.0	548.0	440.0	226.0	474.0	379.0	570.0	559.0	457.0	511.0	-	395.0	416	-	-	-
Temperature of appearance of flame (°C)	48	117	54	64	183	150	203	182	86	175	154	251	253	210	251	-	185	160	-	-	-
Time of appearance of flame (s)	593.0	660.0	636.0	394.0	423.0	500.0	550.0	465.0	456.0	491.0	465.0	541.0	548.0	488.0	499.0	582.0	453.0	473.0	618.0	585.0	567.0
Max temperature of sample (°C)	267.0	380.0	313.0	388.0	426.0	440.0	519.0	463.0	456.0	491.0	463.0	530.0	525.0	488.0	488.0	-	453.0	473.0	-	-	-
Temperature when flame stops (°C)	324	191	233	205	296	261	261	247	327	295	313	296	324	315	338	-	343	338	-	-	-
Time when flame stops (s)	299.0	311.0	312.0	378.0	465.0	497.0	503.0	453.0	521.0	515.0	507.0	520.0	521.0	551.0	519.0	585.0	501.0	512.0	618.0	585.0	567.0
Max temperature of ember (°C)	1802	1411	1251	1210	1617	1688	1709	1291	2147	1778	1435	1546	2025	2127	2009	2726	2179	1989	3331	3395	3167
Time when combustion/embering stops completely (s)	1/1	1/1	1/1	2/1	1/2	1/2	1/2	2/1	1/3	1/3	1/3	2/1	1/3	1/3	1/3	2/1	2/1	2/2	2/2	2/2	2/2
Experimental set																					

Table 3. Thermal decomposition process under atmospheric conditions

Pellet Thermal Decomposition	Sample Number																			
	05	06	07	08	13	14	15	16	22	23	24	25	31	32	33	34	39	40	41	
Mass of sample (g)	5.00	5.00	5.02	5.05	10.06	10.02	10.05	10.05	15.01	15.02	15.04	15.00	20.06	20.04	20.03	20.03	25.03	25.02	25.00	
Volume of air sampled (l)	23.0	23.3	27.3	23.0	35.5	38.4	37.4	32.8	38.1	37.6	38.4	38.0	40.7	43.9	40.9	42.7	44.3	46.0	42.9	
Initial sample temperature (°C)	22.0	24.0	24.0	24.0	25.0	25.0	28.0	23.0	23.0	23.0	24.0	24.0	24.0	24.0	27.0	26.0	24.0	23.0	25.0	
Temperature of appearance of smoke (°C)	33.0	44.0	44.0	40.0	49.0	50.0	53.0	45.0	37.0	38.0	48.0	30.0	55.0	90.0	49.0	48.0	77.0	60.0	93.0	
Time of appearance of smoke (s)	29	30	30	31	31	33	33	40	32	35	35	30	36	35	38	34	39	33	32	
Temperature when smoke stops (°C)	409.0	433.0	457.0	445.0	535.0	577.0	569.0	518.0	575.0	587.0	586.0	580.0	585.0	611.0	572.0	591.0	619.0	609.0	614.0	
Time when smoke stops (s)	343	341	356	382	379	489	398	454	472	553	611	461	477	576	737	542	662	674	565	
Max temperature of ember (°C)	412.0	480.0	479.0	450.0	557.0	599.0	580.0	529.0	590.0	615.0	601.0	594.0	592.0	624.0	582.0	610.0	622.0	611.0	627.0	
Time when glowing/embering stops completely (s)	1385	1397	1638	1374	2126	2303	2241	1979	2283	2255	2301	2276	2435	2628	2451	2559	2653	2751	2574	
Experimental set	1/1	1/1	1/1	2/1	1/2	1/2	1/2	2/1	1/3	1/3	1/3	2/1	1/3	1/3	1/3	2/1	2/2	2/2	2/2	

Standard BTEX solution, concentration 2000 µg/ml for each individual component, manufacturer Supelco, catalogue number 47993, was used for quantitative determination. Extracts were analyzed on the gas chromatograph Agilent 7890 A with FID detector. The non-polar column HP – 5, 30 m × 0.32 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. The duration of the analysis was 16.5 minutes. The mass of the released BTEX compounds per unit mass of thermally treated pellets (mg/kg) is shown in Table 4. Total moisture content of the pellet samples, according to standard SRPS EN 14774-2 [9], is 5.17 %.

5. RESULTS AND CONCLUSIONS

Sample no. 21 was not forgotten, but was eliminated due to its deviation from the working conditions. In the experimental part of the research, the poplar pellet samples were thermally treated, and the released BTEX compounds were sampled from the ambient air, and then identified and quantified by the GC/FID method. Samples from 5, 10, 15, 20, and 25 g of poplar pellets were used. Samples that were smaller in mass were more suitable for the practical performance of the experiment, but from them, generally only benzene was detected, and only occasionally toluene. Benzene and toluene are always present, in similar concentrations, during the treatment of 10 g pellet samples. With 15 g samples, in addition to the mandatory benzene and toluene, they occasionally emit ethylbenzene. When the mass of the sample is 20 g, benzene, toluene and ethylbenzene are regular, while sometimes, a mixture of *o*-xylene and *p*-xylene appears. For 25 g samples, in general, all BTEX compounds are present, except for *m*-xylene. However, such large samples generally do not ignite, and the cause is likely the lack of oxygen (due to the lowering of the front of the digester, which was essential in order for the experimenter to be able to complete the experiment without greater unpleasantities). The most important result of this research is that the optimal sample size was found for this type of experiment, as from the aspect of performing and tracking the thermal treatment, so from the aspect of the chemical analysis of released BTEX units, and that is 15g.

Table 4. BTEX released during thermal treatment

Sample		Process (CP/ TDP)	Exp. set	Note / lot orbo00***	Released BTEX mass per unit mass of pellets (mg/kg)				
No	Size				B	T	E	m + p-X	o-X
01.	5	CP	1/1	192	0.0344	0.0286	0	0	0
02.			1/1	192	0.0616	0	0	0	0
03.			1/1	192	0	0	0	0	0
04.			2/1	Pump was late / 285	0.0476	0	0	0	0
05.		TDP	1/1	192	0.0633	0	0	0	0
06.			1/1	192	0.0552	0	0	0	0
07.			1/1	192	0	0	0	0	0
08.			2/1	285	0.0464	0.0605	0	0	0
09.	10	CP	1/2	192	0.0371	0.0289	0	0	0
10.			1/2	192	0.0542	0.0472	0	0	0
11.			1/2	192	0.0589	0.0570	0	0	0
12.			2/1	285	0.0241	0.0222	0	0	0
13.		TDP	1/2	192	0.0760	0.0741	0	0	0
14.			1/2	192	0.0667	0.0520	0	0	0
15.			1/2	192	0.0681	0.0533	0	0	0
16.			2/1	Pump was late / 285	0.0450	0.0510	0	0	0
17.	15	CP	1/3	192	0.0219	0.0126	0	0	0
18.			1/3	192	0.0386	0.0296	0	0	0
19.			1/3	285	0.0321	0.0221	0	0	0
20.			2/1	285	0.0384	0.0335	0.0174	0	0
22.		TDP	1/3	285	0.0587	0.0382	0	0	0
23.			1/3	285	0.0583	0.0332	0	0	0
24.			1/3	285	0.0457	0.0269	0	0	0
25.			2/1	285	0.0511	0.0429	0.0453	0	0
26.	20	CP	1/3	285	0.0445	0.0264	0	0	0
27.			1/3	285	0.0248	0.0146	0	0	0
28.			1/3	285	0.0423	0.0241	0	0	0
29.			2/1	It was not ignited, treated till ash / 285	0.1404	0.0417	0.0672	0.0363	0
30.		2/1	285	0.0192	0.0125	0	0	0	
31.		TDP	1/3	285	0.2535	0.0697	0.0791	0	0
32.			1/3	285	0.2801	0.0609	0.0826	0	0
33.			1/3	285	0.2424	0.0801	0.0745	0	0
34.	2/1		285	0.0670	0.0268	0.0369	0.0121	0	
35.	25	CP	2/2	285	0.0195	0.0119	0	0	0
36.			2/2	It was not ignited / 285	0.0873	0.0361	0.0429	0.0146	0
37.			2/2	It was not ignited / 285	0.2200	0.0555	0.1169	0.0446	0
38.			2/2	It was not ignited, pump was late / 285	0.0668	0.0219	0.0270	0.0148	0
39.		TDP	2/2	285	0.0873	0.0268	0.0415	0.0117	0
40.			2/2	285	0.0675	0.0293	0.0445	0.0227	0
41.			2/2	285	0.0999	0.0331	0.0563	0.0171	0

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to express their gratitude to Mr. Jovan Dedić, owner of the „MARANTA“ Ltd. company, manufacturer of the Canadian poplar pellets used in this work. We are grateful for his kindness, the pellets he gave us, as well as his permission to use the quality declaration data for this biomass fuel.

6. REFERENCES

- [1] Strategija razvoja energetike Republike Srbije do 2025. godine sa projekcijama do 2030. godine („Sl. glasnik RS“, br. 101/2015)
- [2] Welker, C. M.; Balasubramanian, V. K.; Petti, C.; Rai, K. M.; DeBolt, S.; Mendu, V. (2015): Engineering Plant Biomass Lignin Content and Composition for Biofuels and Bioproducts, *Energies*, 8, 7654-7676
- [3] Milanko, V.; Spaić, S.; Marinković, V. (2014): BTEX Combustion and Pyrolysis Products of Poplar Wood Pellets, International Conference on Advanced Technology & Sciences (ICAT'14), August 12-15, Antalya, Turkiye, *Proceedings Book*, pp. 782-787
- [4] Škrbić, B.; Marinković, V.; Milanko, V.; Spaić, S.; Senderak, A. (2014): Benzene in Combustion Products and Thermal Decomposition Products of Poplar Wood Sawdust, 4th International Scientific Conference Safety Engineering and 14th International Conference Fire and Explosion Protection (ICFP 2014), October 2-3, Novi Sad, Serbia, *Book of Proceedings*, pp. 411-419
- [5] Spaić, S.; Milanko, V.; Marinković, V.; Branovački, S.; Božović, T.; Škrbić B. (2015): PAHs In Products of Combustion and Thermal Decomposition Under Atmospheric Conditions of Poplar Wood Pellets, International Conference on Advanced Technology & Sciences (ICAT'15), August 04-07, Antalya, Turkey, *Proceedings*, pp. 77-82
- [6] Marinković, V.; Milanko, V.; Spaić, S.; Branovački, S.; Božović, T.; Škrbić, B. (2015): PAHs In Products of Combustion and Thermal Decomposition Under Atmospheric Conditions of Poplar Wood Sawdust, International Conference on Advanced Technology & Sciences (ICAT'15), August 04-07, Antalya, Turkey, *Proceedings*, pp. 83-88
- [7] Marinković, V.; Spaić, S.; Milanko, V.; Božović, T.; Škrbić, B. (2015): BTEX u proizvodima termičkog tretmana ljske koštice kajsije, 10. Međunarodno savetovanje Rizik i bezbednosni inženjering, Kopaonik, *Zbornik radova savetovanja*, pp. 140-148
- [8] Spaić, S.; Milanko, V.; Marinković, V.; Božović, T.; Miljanić, V. (2016): Determination of BTEX Compounds in the Products of Thermal Treatment of Plum Endocarp, *International Journal of Chemical and Environmental Engineering (IJCEE)*, Volume 7 - No. 2, pp. 87-92
- [9] SRPS EN 14774-2, Čvrsta biogoriva - Određivanje sadržaja vlage - Metoda sušenja u sušnici - Deo 2: Ukupna vlaga – pojednostavljena metoda

Veronika VEĽKOVÁ¹
Danica KAČÍKOVÁ²
Tatiana BUBENÍKOVÁ³

THE DETERMINATION OF THE GASEOUS PRODUCTS OF THE THERMAL LOADING OF THE SOFTWOOD

Abstract: The article deals with analyses of volatile products (polycyclic aromatic hydrocarbons, PAH) at the thermal loading of softwood (spruce, fir and pine). The wood samples with size 10x12x150 mm were thermal loaded with temperatures 135 °C, 170 °C, 205 °C, 240 °C, 270 °C during 45 min. The polycyclic aromatic hydrocarbons arising at thermal degradation of main wood components were absorbed in acetone and analysed by high performance liquid chromatography (HPLC). We determined 11 compounds of PAHs, the highest amount was determined at the sample thermal loaded by 270°C.

Key words: softwood, thermal degradation of main wood components, polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), high performance liquid chromatography (HPLC)

ОДРЕЂИВАЊЕ ГАСОВИТИХ ПРОДУКАТА ТЕРМИЧКОГ ОПТЕРЕЂЕЊА МЕКОГ ДРВЕТА

Резиме: У раду се анализирају испарљиви производи (полициклични ароматични угљоводоници, ПАН-ови) термичког оптеређења меког дрвета (смрче, једе и бора). Узорци дрвета величине 10 x 12 x 150 mm су термички оптеређени на температурама од 135 °C, 170 °C, 205 °C, 240 °C, и 270 °C током 45 минута. Полициклични ароматични угљоводоници који произлазе из термичке деградације основних компоненти дрвета су апсорбовани у ацетону и анализирани помоћу течне хроматографије (HPLC) високих перформанси. Утврдили смо 11 једињења ПАН-ова, а највише их је нађено у узорку термички оптеређеном са 270 °C.

Кључне речи: меко дрво, термичка деградација главних компоненти дрвета, полициклични ароматични угљоводоници (ПАН-ови), течна хроматографија високе перформансе (HPLC)

¹ Ing. Veronika Veľková, PhD., Department of Fire Protection, Technical University in Zvolen, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, Slovak Republic, veronika.velkova@tuzvo.sk

² Prof. RNDr. Danica Kačíková, PhD., Department of Fire Protection, Technical University in Zvolen, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, Slovak Republic, danica.kacikova@tuzvo.sk

³ Ing. Tatiana Bubeniková, PhD., Department of Chemistry and Chemical Technologies, Technical University in Zvolen, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, Slovak Republic, tatiana.bubenikova@tuzvo.sk

1. INTRODUCTION

Wood is probably the most important material in the human history. It is used as a construction material, energy source; it has aesthetic and cultural value for humans. So it is important to know its stability at the thermal loading, fire resistance and the changes by thermal degradation.

The gaseous products formed at the thermal degradation may have function of fire retardants or, fire accelerants and some of them have negative influence on human health and environment.

The composition and the amount of the arising gaseous products depend on the material characteristics (the chemical composition and structure, moisture and other) and on the conditions of the thermal loading (the amount of oxygen, the temperature).

At the temperature over 110 °C is water from wood evaporated, at the higher temperatures over 150 °C are the wood components (hemicelluloses, cellulose, lignin) degraded and the gaseous products are arising. At the thermal loading proceed many chemical changes (depolymerisation, dehydration, pyrolytic reactions) and are formed various groups of the gaseous products: carbon and nitrogen oxides, aliphatic hydrocarbons, volatile organic compounds, carbonyl compounds, polycyclic aromatic hydrocarbons, dioxins. [1, 2].

Polycyclic aromatic hydrocarbons are not part of wood, these compounds are formed during combustion process in the smoke. There are more possible ways of PAHs synthesis, figure 1 describes one of them.

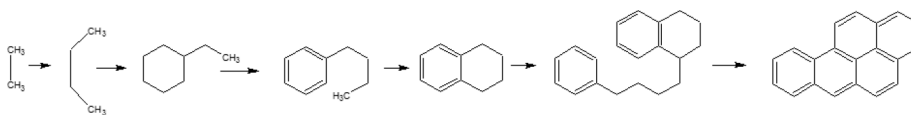


Figure 1. Scheme of benzo(a)pyrene formation due to combustion

The goal of this experimental work was to research which phase of thermal degradation of wood contributes to PAHs amount in the smoke products. We focused our examination on temperatures to 300 °C.

2. EXPERIMENTAL

The samples of fir, spruce and pine wood with the dimensions 10x12x150 mm were dried to moisture of 18±2%.

The samples were thermally loaded in the thermostat with the programmed temperature increase during 65 min. The first 10 min the temperature was 30 °C, the following 10 min the temperature increased to 135, 170, 205, 240 and 270 °C. At the final temperature the samples were loaded during 45 min. The wood comes in flame from the external thermal source at the temperature about 300 °C.

The arising gaseous products were exhausted through the extraction liquid (acetone) during all time at the final temperature. The samples were laboratory processed and analysed with using high performance liquid chromatography (HPLC) with DAD (Diode Array Detector, a spectrometric detection with possibility of wavelength modification). Qualitative identification of determined compounds effect due to comparison of UV spectra. We used method of external standards for quantitative determination.,

3. RESULTS AND DISCUSSION

During the research we focused on the lower temperatures without flame burning where is amount of arising volatile products very high. These products could be change due the temperature and mutual interactions to other volatile compounds in the smoke. We simuled the conditions of the imperfect combustion which are the conditions of the formation of the polycyclic aromatic hydrocarbons. due the pyrosynthetic reactions.

We can diversify the processes of the thermal loading of wood to several phases. The carbonyl compounds can treat as the indicators of degradation of the wood components (cellulose, hemicellulose, lignin) [3, 2, 4] (Kačik et al. 2001, Bučko 2001, Bruns et al. 2015).

In the beginning is the wood warming, at the temperature about 100 °C water is evaporated. The thermal degradation of the wood components begins at the temperature about 150 °C. The hemicellulose is the most liable part to degrade, in the temperature interval 160 – 240 °C. At the temperatures 180 – 350 °C the cellulose part is attacked. The most thermally stabile part of wood is lignin. The first step of the lignin thermal degradation is the plasticizing of lignin from the temperature 150 °C. The intensive degradation of lignin is in progress over the temperatures 200 °C to 400 °C [3, 5] (Kačik et al, 2001, Meyer et al. 2014).

There are the results of determination of the polycyclic aromatic hydrocarbons compounds from thermal degradation of the wood samples at the temperatures under 300 °C in tab. 1.

Table 1. The amount of the determined polycyclic hydrocarbons in the samples

PAH (µg/l)	Ace	Flu	Fen	Antr	Flnt	P	BaA	Chry	BbF
spruce	135°C	1,97	-	0,10	-	-	-	-	-
	170°C	-	-	0,03	-	-	-	-	-
	205°C	1,25	0,04	0,07	-	-	0,70	0,42	0,39
	240°C	9,42	0,14	0,13	-	0,36	0,67	0,22	0,32
	270°C	212,41	7,40	8,00	0,95	12,45	106,96	30,48	4,73
pine	135°C	-	-	0,04	0,01	0,1	-	-	0,03
	170°C	2,05	0,47	-	-	-	0,16	-	0,1
	205°C	-	0,33	0,02	0,07	-	-	0,08	0,05
	240°C	68,86	5,46	0,41	0,56	0,76	129,63	16,72	8,37
	270°C	962,65	127,43	22,23	2,58	82,07	565,24	194,17	194,07
fir	135°C	-	-	0,2905	0,0098	0,1664	0,5289	0,0668	0,0871
	170°C	-	-	0,0858	0,003	-	0,0725	-	0,1678
	205°C	10,1131	0,4833	-	-	0,1132	0,1608	-	0,1125
	240°C	52,3743	0,9995	0,0227	0,0142	1,1635	0,2852	1,0533	0,1729
	270°C	127,9182	2,0643	0,2358	2,9705	153,0209	3,7845	-	1,8787

Ace – acenaphthylene, Flu – fluorene, Fen – Phenantrene, Antr – Anthracene, Flnt – Fluoranthene, P – pyrene, BaA – Benz(a)anthracene, Chry – Chrysene, BbF – Benz (b)fluorathene

The primary products of the thermal degradation of the wood (2-furaldehyde, levoglucosane) are further degraded and after them succeed synthetic reactions and PAHs arise [4, 6] (Burn et al. 2015, Szyszlak-Barglowicz et al. 2015).

The amount of PAHs under temperatures about 200 °C was negligible, about 1 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. The highest amount were determined by the temperature 270 °C when the lignin is degraded, there is enough of precursors of PAHs and the temperature is postaćujúca to sythetic reactions. At this temperature we determined 10 compounds of PAHs and the amount was more than 100 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (fig. 2).

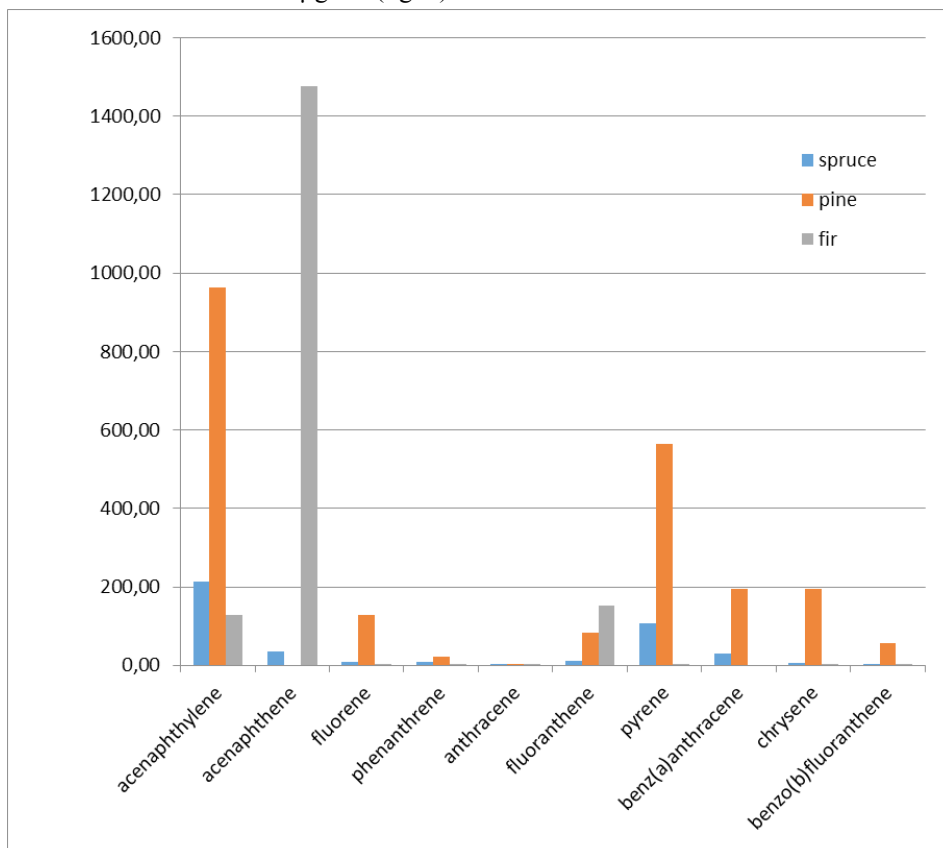


Figure 2. PAHs ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) determined at the sample thermal loaded by 270 °C

4. CONCLUSION

The paper is dealing with arising of polycyclic aromatic hydrocarbons at the thermal degradation of the main components of the soft wood. The samples were thermal loaded with temperatures 135-270 °C. The highest amount of PAHs were determined at the temperature 270 °C.

Polyaromatic hydrocarbons are high toxic compounds, much of them are carcinogenic. Combustion of wood and biomass is still used in high rate, the thermal loading of wood is important part of wood processing. It is important to know this process and arising products because of the occupational healthy and the environment protection.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the Slovak Research and Development Agency under the contract No. APVV-0057-12. (50%)

This publication is the result of the project implementation: Extension of the Centre of Excellence „Adaptive Forest Ecosystems“, ITMS: 26220120049, supported by the Research & Development Operational Programme funded by the ERDF. (50%)

5. REFERENCES

- [1] Machníková, E. et al. 2003. Spalování biomasy v krbových kamnech – účinnost a emise. Chem. Listy 97, 171 – 178 (2003) ISSN
- [2] Bučko, J. 2001. Chemické spracúvanie dreva v teórii a praxi. Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene, 2001. 427 s. ISBN 80-228-1089-4
- [3] Kačík, F. et al. 2001. Vplyv horenia na chemické a mikroskopické zmeny smrekového dreva : Vedecké štúdie 2/2001/B. Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene, 2001. 85 s. ISBN 80-228-1034-7
- [4] Bruns, E. A., Krapf, M., Orasche, J., Huang, Y., Zimmermann, R., Drinovec, L. et al. 2015. Characterization of primary and secondary wood combustion products generated under different burner loads. Atmos. Chem. Phys., 15, 2825-2841, 2015
- [5] Meyer, S., Glaser, B., Fischer, D., Quicker, P., Noel, Y., Kuffer, G., 2014. Thermal Removal of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons from Gasification Biochar. Chapter in Environmental Risk Assessment of Soil Contamination. <http://dx.doi.org/10.5772/57269>
- [6] Szyszlak-Barglowicz, J., Zajac, G., Slowik, T., 2015. Hydrocarbon Emission during Biomass Combustion. Pol. J. Environ. Stud. Vol 24 No 3 (2015), 1349-1354

Мира ПУЦАРЕВИЋ¹
Петра ТАНОВИЋ²
Велимир МАРАВИЋ³
Снежана ШТРБАЦ⁴
Ђорђе ЈОВАНОВИЋ⁵

КОНЦЕНТРАЦИЈА ТЕШКИХ МЕТАЛА У ПАПИРУ ЗА ПРОИЗВОДЊУ АМБАЛАЖЕ

Резиме: Производња папира и картона је широко распрострањена широм света. Употребљава се у мноштву различитих производа, од књига до амбалаже. Добија се механичким или хемијским путем уз додаток лепила, пунила и боје. Предмет истраживања овог рада је утврђивање присуства As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb и Zn у различитим врстама папира који је спреман за штампу, као и у оним који су одштампани а користе се за амбалажу прехранбених, фармацеутских и других производа. У раду је сагледан утицај присуства тешких метала у различитим врстама папира на животну и радну средину. Добијени резултати су упоређени са законском регулативом и резултатима претходних истраживања у земљи и иностранству.

Кључне речи: амбалажа, папир, тешки метали, животна средина

CONCENTRATION OF HEAVY METALS IN PAPER FOR THE PRODUCTION OF PACKAGING

Abstract: Manufacture of paper and paperboard is widespread around the world. It is used in a variety of products, from books to packaging. It is obtained by mechanical or chemical means with the addition of adhesives, fillers and colors. The subject of this study was to determine the presence of As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb and Zn in different types of paper that is ready for printing, as well as in those that have been printed and are used for packaging food, pharmaceutical and other products. The paper outlines the impact of the presence of heavy metals in a variety of paper types, in the living and working environment. The results were compared with the legislation and the results of previous research in the country and abroad.

Key words: packaging, paper, heavy metals, environment

¹ Ред. проф. др, Универзитет Едуконс, Сремска Каменица

² Проф. др, Висока техничка школа струковних студија у Новом Саду, Нови Сад,
stevanovic@vtsns.edu.rs

³ Мас. инг, Универзитет Едуконс, Сремска Каменица

⁴ Доц. др, Универзитет Едуконс, Сремска Каменица

⁵ Ван. проф. др, Факултет за економију и инжењерски менаџмент - Фимек, Нови Сад

1. УВОД

Папир као материјал из биљних сировина, почео је да се израђује у Кини. Прва производња папира дефинисана је 105. године нове ере, иако новија истраживања прецизирају проналазак папира, налажењем књига писаних на папиру, 76. године нове ере [1].

Свака техника штампе је заправо врло комплексан процес који за штампу користи различите машине по конструкцији, брзини штампе и штампарској форми. Као основни материјал за штампу графичких производа користе се различите штампарске подлоге и одговарајуће им графичке, односно штампарске боје [2].

Састав компонената боја варира, зависно о врсти штампе. Различите боје по свом саставу и карактеристикама употребљавају се за офсет технику штампе, високу штампу, дубоку штампу, флексо штампу или сито-штампу [2].

Графичка индустрија је изузетно разнолика када се узме у обзир велики број разноврсних производа који се добијају, као што су књиге, новине, часописи, брошуре, кесе, амбалажа, тапете и слични производи.

Ако се анализира један штампарски погон добија се велика количина отпадног материјала који је штетан по човеково здравље и животну средину. При томе, мора се поштовати хијарархија мера заштите према следећем распореду:

- модификација процеса према чистијим технологијама,
- коришћење еколошки погоднијих материјала,
- захтевање кружног тока и рециклаже унутар процеса, и
- адекватне мере пречишћавања.

У графичкој индустрији као и у осталим индустријама може се извршити груба класификација загађујућих материја: чврст отпад, течан отпад, гасовити отпад. Чврст отпад у графичком постројењу представља: празну амбалажу, канистере, материјале којима је истекао рок трајања, оштећене плоче, развијени филмови, лоше одштампани примерци, оштећени примерци, отпадни папир итд. У течни отпад спадају уља за подмазивање, отпадна боја, раствори за чишћење, хемикалије за развијање филмова, киселине, базе и метали као што су сребро, хром, гвожђе, бакар итд. У процесу штампе долази до стварања штетних органских компоненти које се најчешће емитују употребом раствора за чишћење боја, алкохола као и других средстава за влажење штампарске форме. Све ово спада у гасовит отпад из графичке индустрије. Велике штампарије могу бити извори емисије NOx и SOx који имају изузетно негативан утицај на здравље људи и животну средину[2].

Данас постоје откупне станице за све врсте плоча и опасних хемикалија које откупљују такав отпад и даље га рециклирају за поновну употребу, продају или правилно одлажу.

2. УТИЦАЈ ГРАФИЧКИХ БОЈА НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ

Поред отпада, негативан утицај по радну и животну средину имају боје које се користе у графичкој индустрији и то пре свега тзв. солвентне боје које имају висок садржај растварача (као нпр. етил-бензол, етилен-гликол, гликол-етар, толуол). Графичка боја представља дисперзни систем састављен од већег броја различитих

компоненти које заједно, у хомогеној смеси дају боји потребна штампарска својства. Графичка боја је обојена супстанца која има способност да се у току процеса штампања њен најважнији део - пигмент веже за подлогу на којој се штампа. Боје су најважнији аспект штампарског процеса, јер стварају визуелни идентитет графичког производа, дају разноликост и живописност одштампаном производу и утичу на остале елементе штампе. Компоненте боје у току производње међусобно се добро хомогенизују у пасту потребне конзистенције, у чији састав улазе пигменти, растварач, везивно средство и помоћне материје [3].

Оно што графичке боје чини опасним је и присуство тешких метала. До средине седамдесетих година XX века већина произведених боја садржале су метале, чије су максималне дозвољене концентрације данас прописане законом.

Према специфичној тежини метали се деле на лаке и тешке. Лаки метали су они, чија густина није већа од 5 g/cm^3 , док тешки метали имају густину већу од 5 g/cm^3 [4].

Међу металима, тешки метали имају релативно велику атомску масу а делују тако што изазивају токсичне ефекте код људи и других организама као и у екосистему. Неки метали представљају значајне микроелементе као што су гвожђе (Fe), јод (J), манган (Mn), бакар (Cu), никл (Ni), кобалт (Co), молибден (Mo) и др. Међутим, уколико су присутни у већим количинама постају токсични.

Неесенцијални метали који изазивају токсичне ефекте су: жива (Hg), олово (Pb), кадмијум (Cd), хром (Cr), бизмут (Bi), ванадијум (V). Ови метали два пута више оптерећују организам човека од свих других метала. Њихова токсичност зависи од концентрације у организму. Када доспеју у организам тешки метали реагују са органским молекулима градећи стабилне комплексе и хелате, изазивајући оштећења ћелијских мембрана и инхибирања ензимске активности (цитохром-оксидазе, алдехид-деhidрогеназе) у различитим деловима организма или спречавају синтезу АТФ [5].

Токсичност неке супстанце зависи од њених хемијских особина, индивидуалних разлика организма, спољних фактора као и од синергичног деловања више супстанци. Заједнички ефекат више супстанци једнак је збиру њиховог појединачног деловања ако говоримо о сумацији [5].

Олово (Pb) је неесенцијални високо токсични метал чији су ефекти на биолошке системе врло штетни. Антропогена употреба олова је нарочито повећана у 19. и 20. веку, а испуштање у животну средину је допринело да се његова концентрација повећа за неколико хиљада пута у односу на преиндустријску револуцију. Извори загађења оловом су штампарска слова, акумулатори, индустријске боје, електрични каблови, грнчарска глеђ, гуме играчке бензин, пластика, оловно стакло, пепео дим.

Код животиња и људи олово се уноси путем воде, респираторних органа, преко органа за варење и храном. После апсорпције, олово улази у крвоток, а у неорганском облику олово се транспортује васкуларним системом везано за површину еритроцита. Међутим, само део олова остаје у крвотоку, остатак се таложи у неким ткивима (јетра, бубрези) и костима. Најозбиљни токсични ефекат настаје због деловања олова на мозак и периферни нервни систем. Ниво олова у мозгу и јетри може бити већи 5-10 пута него у крви. Олово изазива анемију, менталну ретардацију, парализу, кому, апатију, лошу координацију [5].

Арсен се у малим концентрацијама до 10 ppm појављује готово свуда у земљишту. Арсен се сматра као један од микроелемената, али је његова минимална дневна количина веома ниска око 12,5 до 25 μg . Арсен оштећује телесни омотач и слузокожу, уласком у организам инхибира ензимску активност у процесу ћелијског дисања у јетри и бубрезима. Делује штетно на нервни систем, јетру, респираторни систем, коштану срж, бубреге, кожу. Арсен се накупља у ткивима богатим кератином (коса, нокти), у кожи и зидовима органа за варење.

Кадмијум и његова једињења се широко примењују у различитим гранама индустрије и постају значајни контаминанти у животној средини. Кадмијум је елемент велике токсичности (неколико пута веће од арсена). Има канцерогено дејство, оштећује бубреге, изазива анемију и болести костију. Кадмијум делује штетно на све ћелије у организму. Овај тешки метал се депонује у разним деловима тела изазивајући многа обољења [5].

Жива је сребрно-бели, течни тешки метал. Због своје велике напетости површине, жива не влажи површину на којој се налази, већ због јаке кохезије ствара капи у облику сочива. Извори загађења (сагоревање нафте и каменог угља, индустрија), емитују елементарну живу у гасовитом стању. Једињења живе делују изузетно токсично на нервни систем, због великог афинитета према масном ткиву долази до накупљања живе у možданом ткиву. Други органи који могу бити оштећени живом су бубрези, јетра и др. [5].

Хром се као спољашњи слој који покрива челичне елементе, поправљајући њихов изглед и штитећи их од корозије. Хром је састојак нерђајућих челика. Хром делује иритативно и деструктивно на све ћелије у организму [5].

2.1. Коришћење еколошких боја

Велики број штампарија се данас опредељује за еко-менаџмент [6]. Од 1993. године хемијски састојци штампарских боја су договором произвођача максимално усклађени са захтевима очувања животне средине и не нарушавају људско здравље. Наиме, 1993. године произвођачи штампарских боја су се самоиницијативно обавезали да у бојама неће користити пигменте, средства за бојење, раствараче и омекшиваче који представљају токсичне супстанце.

Данас, на пример, боје које се користе за табачну офсет штампу, садрже више од 60 % обновљивих састојака. минералних уља Произвођачи боја раде на томе да смање садржај у бојама мењајући их са биљним уљима (на бази соје) [7].

Еколошке боје се често називају и алтернативним бојама, јер за разлику од класичних, конвенционалних боја имају смањен садржај материја које штетно делују на радну и/или животну средину (нпр. растварачи, испарљива органска једињења, тешки метали и сл.), тј. боје у којима су штетне компоненте потпуно замењене другим, мање штетним или безопасним материјама. Тако се на пример у офсет равной штампи, боје на бази алкохола, које емитују више од 30 % испарљивих органских једињења (ВОЦ) могу (у зависности од примене), заменити бојама које се суше дејством зрачења електронског снопа, снопа УВ зрачења или бојама на бази соје/биљака, воде, као и сувим безводним бојама. Правилним избором алтернативних везива може се смањити количина потрошене боје без пада валитета штампаног отиска. Избор врсте боја зависи од штампарског процеса, подлоге и коришћених производа [7].

3. МЕТОДОЛОГИЈА ИСТРАЖИВАЊА

Присуство As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb и Zn у различитим врстама хартије које су спремне за штампу, као и у оним који су одштампани урађено је применом атомске емисионе спектрометрије са оптичким детектором.

Припрема узорка је изведена помоћу микроталасне дигестије (уређај – Berghof MSW 3+). Уситњени узорци су пребачени у кивете за дигестију уз додаток азотне киселине и водоник пероксида. Узорци након дигестије су квантитативно пренесени у одмерну посуду од 25 ml и допуњени са ултра чистом водом (Easy Pure system). Слепа проба је направљена са свим реагенсима али без додатка узорка. Анализа добијених раствора је изведена са атомским емисионим спектрофотометром са оптичком детекцијом Thermo iCAP 6500 Duo (method EPA 6010C). Као гас за распршивање и формирање плазме коришћен је аргон. Током припреме узорка коришћене су најчистије хемикалије: HNO_3 и H_2O_2 , намењене одређивању трагова метала од произвођача J. T. Baker, USA, INSTRA. Основни стандардни раствор метала је прављен на нивоу концентрација 1000 mg/dm^3 , а радни раствори за калибрациону криву су припремани свакодневно разблаживањем са $0,1 \text{ mol/dm}^3$ азотном киселином. Све посуде су пре употреба опране разблаженом азотном киселином (1:1) са дејонизованом ултра чистом водом.

Сви добијени подаци су обрађени варијационо-статистичком методом уз израчунавање: средње вредности – average, стандардне девијације – SD, минималне – MIN и максималне – вредности. Разлике између концентрација метала у различитим врстама хартије које су спремне за штампу и у оним који су одштампани процењене су т-тестом.

Табела 1. Узорци папира коришћени за анализу

Ред. Бр. узорка		Врста хартије	Спец. маса, g/m^2	Штампа
1.	Етикетни	Метализирани	68 g/m^2	са штампом
2.	Етикетни	Метализирани	68 g/m^2	без штампе
3.	Етикетни	Лабел сет	75 g/m^2	са штампом
4.	Етикетни	Лабел сет	75 g/m^2	без штампе
5.	Папир (фармација-упутства)	офсетна	60 g/m^2	са штампом
6.	Папир (фармација-упутства)	офсетна	60 g/m^2	без штампе
7.	Папир (текстилна инд.)	Кунсдрук мат	200 g/m^2	са штампом
8.	Папир (текстилна инд.)	Кунсдрук мат	200 g/m^2	без штампе
9.	Папир (текстилна инд.)	Кунсдрук мат	140 g/m^2	са штампом
10.	Папир (текстилна инд.)	Кунсдрук мат	140 g/m^2	без штампе

11.	Картон (комерцијални)	Умка колор	230 g/m ²	са штампом
12.	Картон (комерцијални)	Умка колор	230 g/m ²	без штампе
13.	Картон (фармацеутска инд.)	Кромopak	275 g/m ²	са штампом
14.	Картон (фармацеутска инд.)	Кромopak	275 g/m ²	без штампе
15.	Картон (прехранбена инд.)	Умка колор	350 g/m ²	са штампом
16.	Картон (прехранбена инд.)	Умка колор	350 g/m ²	без штампе
17.	Картон	Зенит	270 g/m ²	са штампом
18.	Картон	Зенит	270 g/m ²	без штампе

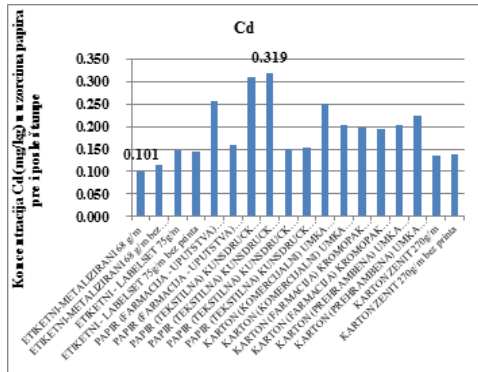
4. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Табела 2. Резултати анализе концентрације метала у папиру пре и после штампања и ррт

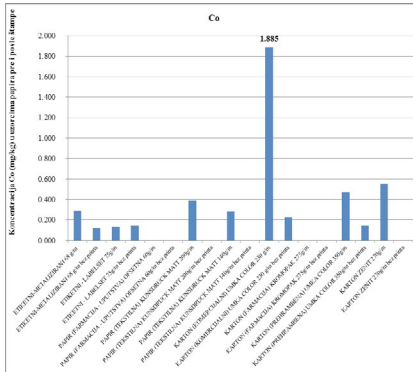
Red.br. uzorka	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
1.	<0,01	0,10	0,29	7,86	36,11	1110,00	10,45	3,03	2,21	7,14
2.	<0,01	0,11	0,12	5,41	2,04	750,00	3,36	2,32	2,43	3,15
3.	<0,01	0,15	0,13	1,41	33,82	116,80	22,73	2,05	2,77	3,06
4.	<0,01	0,14	0,14	1,96	1,43	163,70	17,80	2,48	2,64	3,65
5.	<0,01	0,26	<0,01	0,32	4,56	125,40	7,13	0,83	1,03	3,78
6.	<0,01	0,16	<0,01	0,50	1,91	96,59	5,51	0,60	1,55	4,76
7.	<0,01	0,31	0,39	2,18	8,19	132,20	16,08	1,52	0,21	30,19
8.	<0,01	0,32	<0,01	2,18	8,45	127,20	14,81	1,66	0,29	30,92
9.	<0,01	0,15	0,28	0,90	1,77	114,50	11,44	1,18	1,34	4,54
10.	<0,01	0,15	<0,01	0,70	0,73	107,10	9,82	1,17	1,23	5,01
11.	<0,01	0,25	1,89	6,67	31,12	532,30	22,10	3,54	3,92	58,30
12.	<0,01	0,20	0,22	5,05	23,66	476,20	17,18	3,95	3,84	52,70
13.	<0,01	0,20	<0,01	0,76	2,54	75,17	28,15	1,11	0,50	9,35
14.	<0,01	0,19	<0,01	0,74	1,19	66,88	27,25	1,18	1,13	10,72
15.	<0,01	0,20	0,47	3,72	22,59	389,70	21,67	2,86	3,22	40,24
16.	<0,01	0,23	0,14	5,16	20,52	430,00	19,30	5,27	3,00	33,54
17.	<0,01	0,14	0,55	0,92	17,55	86,69	5,74	2,18	0,80	5,12
18.	<0,01	0,14	<0,01	0,68	2,02	61,85	4,15	2,77	0,58	3,46
average	-	0,19	0,42	2,73	12,83	288,26	15,32	2,17	1,89	18,01
max	-	0,32	1,89	7,86	36,11	1110,00	28,15	3,95	3,92	58,30
min	-	0,10	0,12	0,32	0,73	66,88	3,36	0,60	0,21	3,06
st.dev	-	0,06	0,50	2,01	11,13	200,77	7,82	1,20	1,21	18,41

Приликом анализе As у узорцима, исти није нађен у значајнијим концентрацијама. Концентрација је била испод нивоа детекције (< 0,01 mg/kg сувог папира) (табела 2).

Анализирајући концентрације Cd у узорцима папира пре и после штампе можемо да закључимо да је највећа концентрација Cd од 0,32 mg/kg присутна у узорку кунсдрук мат 200 g/m² без штампе, а да је најнижа концентрација Cd утврђена у узорку етикетни – метализирани 68 g/m² са штампом и износи 0,10 mg/kg (графикон 1).

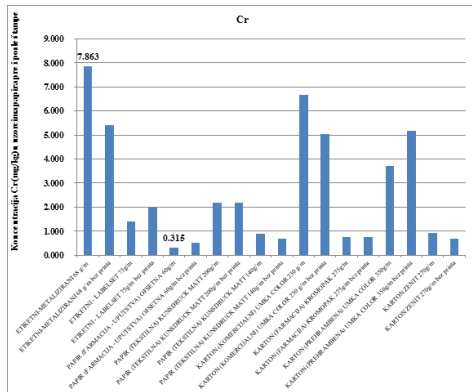


Графикон 1. Концентрација Cd (mg/kg) у узорцима папира пре и после штампе

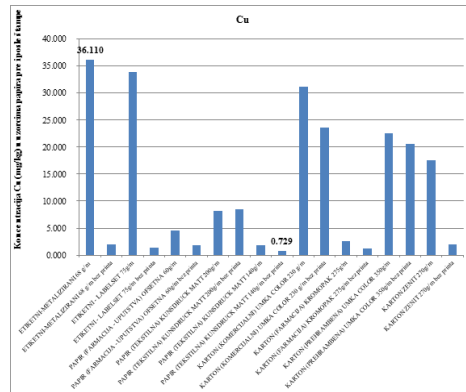


Графикон 2. Концентрација Co (mg/kg) у узорцима папира пре и после штампе

У седам узорака концентрација Co је испод нивоа детекције (< 0,01 mg/kg), док је највећа концентрација забележена у узорку картон (комерцијални) умка колор 230 g/m² са штампом (графикон 2). У узорцима хартије без принта утврђене су ниже концентрације Co (графикон 2).



Графикон 3. Концентрација Cr (mg/kg) у узорцима папира пре и после штампе

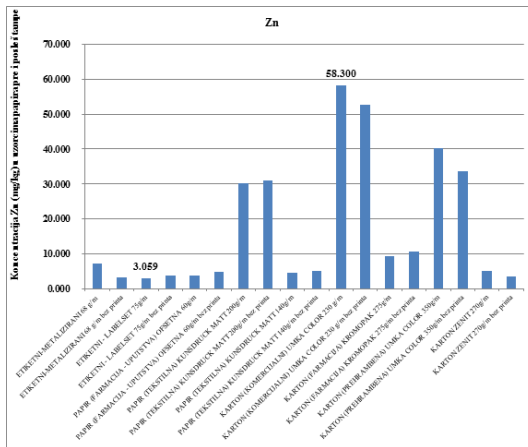


Графикон 4. Концентрација Cu (mg/kg) у узорцима папира пре и после штампе

Код мерења концентрације Cr, вршено је мерење концентрације шестовалентног хрома који је уједно и најштетнији. Највећа концентрација Cr забележена је у узорку етикетни – метализирани 68 g/m² са штампом и износи 7,86 mg/kg, док је најнижа концентрација Cr забележена у узорку папир (фармација – упутства) офсетна 60 g/m² са штампом и износи 0,32 mg/kg (графикон 3).

Највећа забележена вредност Ni у испитаним узорцима износи 5,27 mg/kg и то у узорку картон (прехранбена) умка колор 350 g/m² без штампе, а најмања утврђена вредност Ni износи 0,60 mg/kg у то узорку папир (фармација-упутства) офсетна 60 g/m² без штампе (графикон 7).

Највећа концентрација Pb је забележена у узорку картон (комерцијални) умка колор 230 g/m² са штампом и она износи 3,92 mg/kg, а најнижа концентрација је забележена у узорку папир (текстилна) кунсдрук мат 200 g/m² са штампом и она износи 0,21 mg/kg (графикон 8).



Графикон 9. Концентрација Zn (mg/kg) у узорцима папира пре и после штампе

Највећа концентрација Zn забележена је у узорку картон (комерцијални) умка колор 230 g/m² са штампом и она износи 58,30 mg/kg, а најмања концентрација је забележена у узорку етикетни – лабелсет 75 g/m² са штампом и она износи 3,06 mg/kg (графикон 9).

4.1. Упоредивање добијених резултата са законском регулативом

У Републици Србији присуство тешких метала у папиру регулисано је Правилником о граничној вредности укупног нивоа концентрације олова, кадмијума, живе и шестовалентног хрома у амбалажи или њеним компонентама, изузетима од примене и року за примену граничне вредности [8]. Овај Правилник је усклађен са Директивом Европске уније [9].

Европска Директива за паковање и амбалажни отпад 94/62/ЕС бави се проблемима амбалажног отпада и тренутно дозвољеног садржаја тешких метала у амбалажи. Директива обавезује државе чланице да испуне циљеве за обнову и рециклирање амбалажног отпада [9].

Укупни ниво контролисаних метала у материјалу амбалаже или њених компоненти не сме да прелази 100 ppm по маси, тј. 100 милиграма по једном килограму масе материјала амбалаже или њених компоненти, осим за амбалажу у целини направљену од оловног кристалног стакла [8].

Изузетно од одредбе члана 3. овог Правилника гранична вредност контролисаних метала не примењује се на стаклену амбалажу, пластичне кутије и палете који потичу од рециклираног материјала [8].

5. ЗАКЉУЧАК

На основу испитивања узорака папира за производњу амбалаже за паковање прехранбених, фармацеутских и текстилних производа утврђено је присуство тешких метала, у папирима пре штампања и у папирима који су одштампани. Концентрације које су утврђене су испод граничних вредности, једино су за Fe увећане. Код скоро свих одштампаних узорака утврђена је већа концентрација тешких метала него што је у папиру без штампе, из чега се закључује да су у бојама за штампање присутни тешки метали. Резултати добијени у овом истраживању су показали да су измерене концентрације посебно штетних тешких метала Cr, Pb и Cd у испитаним узорцима хартије са и без штампе знатно ниже од прописаних дозвољених концентрација према важећем Правилнику о граничној вредности укупног нивоа концентрације олова, кадмијума, живе и шестовалентног хрома у амбалажи или њеним компонентама, изузецима од примене и року за примену граничне вредности [8].

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Лазић, В., Новаковић, Д. (2010): Амбалажа и животна средина, Технолошки факултет, Нови Сад
- [2] Месарош, Ф. (1971): Графичка енциклопедија, Техничка књига, Загреб
- [3] Огњановић, М. (2010): Графички материјали, Висока школа струковних студија Београдска политехника, Београд
- [4] Жарковић, Д. (2009): Заштита животне средине у графичкој индустрији, скрипта, Висока школа струковних студија Београдска политехника, Београд
- [5] Јокановић, М. (2001): Токсикологија, Елит Медица, Београд
- [6] Трбојевић, Т. (2009): Примена изопропила алкохола у штампарству, Факултет техничких наука, Нови Сад
- [7] Тања, Н., Ђурчић, Н., Здравковић, Д (2013): Утицај графичких боја на радну и животну средину: примена еколошких боја, Висока школа струковних студија Београдска политехника, Београд
- [8] Правилник о граничној вредности укупног нивоа концентрације олова, кадмијума, живе и хрома у амбалажи и њеним компонентама (Службени гласник РС бр 70/09)
- [9] European Parliament and Council Directiv 94/62/EC

Аница МИЛОШЕВИЋ¹
Слађана НЕДЕЉКОВИЋ²

ОДРЖИВИ РАЗВОЈ У ФУНКЦИЈИ ОЧУВАЊА ПРИРОДНИХ РЕСУРСА

Резиме: Концепт одрживог развоја и унапређење животне средине су приоритетна питања која се тичу целокупног друштва и апелују на садашње генерације да буду одговорне и рационално користе ресурсе. Одрживи развој је повезан са економским, еколошким и друштвеним развојем. Креатори економског и друштвеног развоја на глобалном и локалном нивоу труде се да реше два на изглед супростављена проблема: захтев за квалитетнијим животом и захтев за заштитом животне средине. Интензиван привредни развој често доводи до нарушавања равнотеже у простору и изазива конфликти између различитих интересних група. Због тога је неопходно наћи начине и моделе да се развој остварује без деградирања или исцрпљивања оних ресурса на којима исти и почива. У раду ће бити указано на значај примене концепта одрживог развоја у очувању природних ресурса.

Кључне речи: одрживи развој, природни ресурси, живона средина

SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN PROTECTING NATURAL RESOURCES

Abstract: The concept of sustainable development and improvement of the environment were priority issues that concern the entire society and appeal to the present generation to responsibly and rationally use resources. Sustainable development is connected with economic, ecological and social development. Developers of economic and social development on the global and local level are trying to solve two seemingly opposed problems: the requirements for a quality life and the requirements for environmental protection. Intensive economic development often leads to disruption of the balance in the area and causes conflicts between different interest groups. It is, therefore, necessary to find ways and models to achieve the development without degradation or depletion of those resources on which it rests. The work will show the importance of applying the concept of sustainable development in the preservation of natural resources.

Key words: sustainable development, natural resources, environmental

¹ Др, ВТШ Ниш, anica_milosevic@yahoo.com

² Мр, ВТШ Ниш, sladjananedeljkovic@hotmail.com

1. УВОД

Појам одрживог развоја доводи се, најчешће, у везу са заштитом животне средине, планираног друштвеног развоја, еколошким, економским и политичким питањима. Концепт одрживог развоја представља нову развојну парадигму, нову стратегију и филозофију друштвеног развоја. Одрживи развој спаја уједно бригу за живи свет на планети Земљи и за очување капацитета природних система (природних ресурса) са друштвеним и еколошким изазовима који стоје пред сваким друштвом, државом и човечанством као целином. Један од основних концепата економике природних ресурса и животне средине јесте концепт одрживости или одрживог развоја. Упркос различитим интерпретацијама које се у литератури могу наћи, овом концепту данас припада централно место у разматрању дугорочне перспективе опстанка и напретка човечанства.

2. ОДРЖИВИ РАЗВОЈ

2.1. Историја одрживог развоја

Одрживост, или одрживи развој се јавља, како као суштински предуслов, тако и као крајњи циљ ефикасне организације бројних људских активности на Земљи. У Стокхолму, 1972. године, Конференција УН о животној средини, иницирано је оснивање Програма Уједињених Нација за животну средину, УНЕП. Затим је уследило оснивање националних агенција за животну средину у већем броју земаља. Координираном акцијом националних и међународних тела, 1980. године, прокламован је програм глобалне акције за подстицање одрживости, тзв. Светска стратегија очувања природе, од стране Међународне уније за заштиту природе. Након тога, 1983. године, од стране ОУН, установљена је Светска комисија за животну средину и развој, касније названа Брундтландова комисија, по имену председавајућег. Уочавајући опасност од потенцијалних промена климе, Светска метеоролошка организација и Програм УН за животну средину су 1988. установили Међудржавни панел о климатским променама, који има за циљ да сакупи све релевантне научне, техничке и друштвено-економске информације везане за промену климе, нарочито антропогене факторе промена. Бројне активности државних и невладиних организација широм света, довеле су 1992. до одржавања Конференције УН о животној средини и развоју, УНЦЕД у Рио де Женеиру. На овој конференцији усвојени су битни документи: Оквирна конвенција УН о климатским променама и Конвенција о биолошком диверзитету. Следеће 1993. основана је Комисија УН за одрживи развој са првенственим циљем да надгледа спровођење поменутих докумената и других аката. У августу 2002. године одржан је Светски самит о одрживом развоју у Јоханесбургу. На овом самиту државе учеснице су се сагласиле да у што краћем временском року приступе изради и усвајању националних стратегија одрживог развоја [2]. Под појмом одрживог развоја подразумева се јединство у реализацији три групе циљева: - постизања одрживости у економском смислу, тј. остварења континуираног привредног раста, без инфлације и повећања спољне задужености; - постизања одрживости на социјалном плану, кроз елиминацију сиромаштва и свих видова социјалне

патологије; - постизања одрживости на еколошком плану, у коришћењу природних ресурса и животне средине. Постоје јаки морални разлози да данашња генерација остави потомству у наслеђе ништа мање шансе за развој, него што она има сада. То значи да планета Земља, са својим потенцијалима, не сме бити деградирана. Право садашње генерације на искоришћавање ресурса и животне средине, не сме угрозити исто такво право наредним генерацијама. Друга група разлога за одрживи развој је еколошко-етичке природе. Ако природа представља вредност саму по себи, тј. ако очување био-диверзитета, или залихе природних ресурса има оправдање у ставу да је човек само део природе, те да нема права да је неповратно мења, онда је сваки вид економске активности којим се нарушава диверзитет живог света, или богатство ресурса, неприхватљив. Као трећи, могући, разлог за оправдање концепта одрживости, може се навести економски аргумент. Другим речима, непоштовање концепта одрживости, води ка неефикасном привредном развоју, у смислу све већег расипања ресурса и енергије.

2.2. Животна средина, одрживост и природни ресурси

Стратешко опредељење за заштиту животне средине подразумева:

- очување планете Земље и за будуће генерације као позив на одговорност,
- да свако људско биће има подједнако право на најшире основне слободе које не угрожавају слободу других.

Комплексни услови одржавања живота на планети Земљи, једним именом названи животна средина, могу бити угрожени како природним, тако и друштвеним чиниоцима. Савремени свет је у велико суочен са потребом глобалне, заједничке одговорности за развој у складу са потребама људи и природе, а на основу могућности које се пружају ради очувања планете Земље и њене предаје будућим генерацијама у прихватљивом стању. Право садашње генерације на искоришћавање ресурса и здраву животну средину не сме угрозити исто такво право наредним генерацијама. Оставрење дугорочних циљева одрживог развоја животне средине подразумева интеграцију и усаглашавање циљева и мера свих секторских политика.

Природни ресурси представљају изворе из којих се добијају сировине за привреду. У ресурсе спадају активна лежишта минералних сировина, воде, земљишта (као подлога за узгој биљних култура) и шуме (као извор дрвне масе за сагоревање и добијање топлотне енергије или прераду у индустрији). Природни ресурси значе исто што и природни извори и односе се на природна добра која су у функцији, тј. која се користе. Наиме, таква добра представљају резерве. Резерве су дакле потенцијали који одлуком и деловањем човека у сваком тренутку могу прећи у категорију ресурса. Ресурси са њиховим резервама чине природни потенцијал [4]. Природни ресурси представљају потенцијал на коме би се, уз постојеће људске ресурсе, требао да заснива економски привредни развој једне земље. Обновљиви ресурси имају моћ регенерације само уколико темпо коришћења не превазилази интензитет обнављања. Необновљиви ресурси формирани су у давној геолошкој прошлости и за њихово ставрање били су потребни милиони година. Код ове врсте ресурса се пре може говорити о најрационалнијем експлоатисању него о одрживом коришћењу.

Природни ресурси, земљиште, тло, и све што се налази на – и у њему, сви облици водних ресурса, ваздух и биодиверзитет, морају се користити на одржив начин. Одрживо коришћење природних ресурса подразумева строго планирање и управљање постојећим резервама у смислу потреба привредног развоја. Ефикасно управљање и контролисање представља кључ за остваривање одрживог коришћења природних ресурса. Што се необновљивих ресурса тиче, веома је важан савремени приступ у области њиховог одрживог коришћења, а углавном се сматра да је њихово одрживо коришћење немогуће. Природни ресурси су у великој мери међусобно зависни. Одрживо коришћење било ког ресурса позитивно ће утицати на очување других, а неодговорно загађивање или уништавање једног, проузроковаће деградацију и других ресурса. Све мере намењене очувању обновљивих ресурса можемо сврстати у:

- правне мере,
- квантитативна ограничења,
- ограничења количине експлоатисаних ресурса, и
- економске мере.

Један од главних приоритета за достизање одрживог развоја односи се на заштиту и унапређење животне средине и рационално коришћење природних ресурса. То подразумева интеграцију и усаглашавање циљева и мера свих секторских политика, хармонизацију националних прописа са законодавством ЕУ и њихову пуну примену. Од приоритетне важности је усвајање и спровођење Националног програма заштите животне средине уз одговарајуће акционе планове, као и усвајање и примена Националне стратегије одрживог коришћења ресурса и добара. Усвајање и примена Националне стратегије одрживог коришћења ресурса и добара утицаће на смањење непланског коришћења природних ресурса. У циљу интегрисања политике животне средине у остале секторске политике, посебно у сектор просторног и урбанистичког планирања, потребно је јачати капацитете за примену стратешке процене утицаја на животну средину, политика, планова и програма у складу са законом. Развој чистијих технологија, повећање енергетске ефикасности и коришћење обновљивих извора енергије, свакако ће утицати на смањење загађења животне средине.

Највећи потенцијал за повећање енергетске ефикасности је смањење потрошње топлотне енергије (по проценама за више од 50 %) побољшаном изолацијом у зградама и смањењем броја домаћинстава која користе електричну енергију за грејање. Велики потенцијал за побољшање енергетске ефикасности постоји и у индустријском сектору. Енергетска ефикасност у индустрији код нас је троструко нижа од сваког просека, а непропорционално је висок степен ставрања индустријског отпада по јединици производа и нерационалног коришћења ресурса-сировина. Промовисање обновљивих извора енергије захтева увођење подстицајних мера, што може охрабрити приватне инвестиције у енергетски сектор и ојачати конкурентност на пољу енергетике и економије уопште.

3. РАСТ ЕКСПЛОАТАЦИЈЕ РЕСУРСА И КОРИШЋЕЊА ЕНЕРГИЈЕ

На планети постоји фиксна количина необновљивих ресурса, укључујући металне и неметалне сировине, угаљ, нафту и природни гас. Залихе неких ресурса, као што је нпр. гвожђе су велике, док су залихе других попут живе и хелијума релативно ограничене. Глобална економија искоришћава те ресурсе често по растућим стопама. Ограничени необновљиви ресурси не могу трајати заувек, али питања њиховог коришћења су сложена и обухватају промене у понуди и тражњи ресурса, као и коришћење отпада и загађење које се ствара њиховом потрошњом [1]. Критичари ограничења раста песимистичког става истичу, да откривање нових ресурса, нове технологије експлоатације, као и све распрострањеније рециклирање, проширују хоризонте коришћења ресурса [3]. Право питање није апсолутно ограничење доступности, него утицај повећаног исцрпљивања ресурса на животну средину. Здрав разум и економске теорије кажу да ће се прво експлоатисати најквалитетније руде. Како почињемо да се ослањамо на мање квалитетне руде, потребно је све више енергије да би се добио обрађени метал, а расте и обим индустријског отпада који настаје у том процесу. Дакле, рударство неповратно оштећује животну средину док рударске активности остављају у наслеђе велика оштећења на земљиној површини и загађену воду. Експанзија коришћења ресурса зависи од понуде енергије. Енергија је од фундаменталног значаја за економску активност и сам живот и омогућава коришћење свих других ресурса. Због тога, питања извора енергије имају посебан значај.

Тренутно познате резерве енергетских сировина, као што су нафта и гас, углавном ће бити исцрпљене за 50 година. Што се тиче резерви угља, оне ће потрајати мало дуже али је угаљ „најпрљавији“ од свих фосилних горива. Сагоревање нафте, гаса и угља доприноси загађењу ваздуха као и повећању глобалне емисије угљеника. Предвиђа се да ће пораст популације и животног стандарда захтевати знатно већу употребу енергије у наредних 40 година. Из тог разлога су од суштинске важности нови извори енергије који мање загађују околину, као и смањење садашње потрошње енергије по глави становника у развијеним земљама. Светски притисак на обновљиве ресурсе постаје све очигледнији. Претерана експлоатација обновљивих ресурса узроковала је повећану стопу губитка живих врста, што представља еколошку опасност и смањује природно наслеђе будућих генерација. Економска теорија нуди објашњење претеране експлоатације, али је много теже наћи практично решење. Концепт одрживог развоја би у многоме требало да помогне у решавању овог проблема.

Када је реч о производњи, важно је направити разлику између обновљивих и необновљивих ресурса. У свакој привреди се морају користити неки необновљиви ресурси, али одрживи развој подразумева рециклирање тих ресурса као и веће ослањање на обновљиве ресурсе. У случају потрошње, мора се направити јасна разлика између потреба и жеља. За разлику од стандардне економске парадигме, према којој „новац диктира тржиште“ и одређује која ће се роба производити, одрживи развој подразумева да приоритет буде задовољење основних потреба, а не луксуза.

4. ОСНОВНИ МОДЕЛИ РЕШАВАЊА ПРОБЛЕМА ОЧУВАЊА ПРИРОДНИХ РЕСУРСА

Наведени основни принципи и изазови су многобројни и разнородни, али концепт одрживог развоја већ данас нуди основне моделе решења проблема очувања природних ресурса:

- Штедња ресурса, што подразумева рационалну употребу ресурса у сваком погледу. Пословање би требало бити такво, да нема отпада и где је излаз једног ситета увек улаз у други систем. Поготово треба обратити пажњу на рационалну употребу воде, земљишта и енергетских ресурса. Ситуација у Србији у том погледу никако се не може сматрати задовољавајућом. Вода се и даље расипа, драгоцено земљиште губи урбанизацијом и загађењем, а енергетски ресурси експлоатишу до максимума. Као једино објашњење овог парадокса може се навести низак ниво еколошке свести, да се штедња ресурса и конкретно спроведе, јер савремени човек тешко може да промени свој образац понашања и да у истој мери колико мисли на задовољавање својих потреба, мисли и на право на квалитетан живот будућих генерација.
- Обнављање ресурса, јесте још једна нужна активност у правцу поправљања еколошке слике планете. До сада су нерационалном потрошњом уништене велике количине ресурса, али треба знати да се велики број њих може осмишљеном акцијом надокнадити и чак одржавати констатним. На овом месту пре свега се мисли на могућност обнављања шумских ресурса. Шуме су изузетно угрожен екосистем данас, а њихова улога и значај за човека су огромни. Обнављање посечених шума и опустошених терена захтева свакако значајна средства и време, али је могућност обнављања шума савим реална. Нешто тежа је ситуација по питању обнављања деградираних земљишта. Земљиште које је неповратно изгубљено градњом не може се ни на који начин надокнадити, те с тога постоје покушаји да се нове површине земљишта обезбеде заузимањем мора, озелењавањем пустиња и сл. Познати су и начини враћања у живот земљишта које је постало неупотребљиво након интензивне примене пестицида. Метод рекултивације земљишта је могућ, али је изузетно скуп и веома се ограничено спроводи.
- Рециклажа, као најшире пропагиран метод заштите ресурса од даље експлоатације, а подразумева примену посебних поступака којима се већ једном утрошени ресурси прерађују и користе за добијање истог или другог производа. Процес рециклаже је разрађен за многе врсте сировина и константно се унапређује.
- Поновна употреба, као начин донекле сличан рециклажи, а подразумева поновну употребу свега што се може поново употребити (најчешће разноврсна амбалажа).
- Плаћање еколошке штете, као често први и најефикаснији разлог због којег компаније и појединци почињу да размишљају о заштити животне средине. Принцип да сваки загађивач мора да плати за сваку еколошку штету

нанету екосистему, тако и трошкове враћања екосистема у нормално стање (пречишћавање), а мора се на одређени начин надокнадити и штета нанета будућим генерацијама.

Заштита животне средине и очување природних ресурса може се успешно спроводити кроз: правна акта, интерна правила и договоре. На тај начин се постиже интегрална заштита природних ресурса и обухватају се подручја, која се деградирају услед негативних утицаја пољопривреде, рударске индустрије, водопривреде, шумске привреде, саобраћаја и др. Да би се реализовала интегрална заштита животне средине и природних ресурса потребно је обезбедити: планску експлоатацију сировина; рационално коришћење пољопривредног земљишта високих бонитетних класа, заштита еколошких подручја, спречавање ерозије земљишта и појаве клизишта, очување шума, заштиту вода и рационално коришћење, рационално/шедљиво коришћење необновљивих природних ресурса и укључивање у европску иницијативу формирања „Стаза наслеђа“.

Ради рационалног и ефикасног коришћења производног потенцијала пољопривредног земљишта потребно је радити на сталном побољшању бонитетних својстава расположивог земљишта уз задржавање квалитетних категорија бонитета, али и котролисати коришћење квалитетног пољопривредног земљишта искључиво у функцији пољопривреде. Заштита шума обухвата шумљавање, негу, заштиту од пожара, штеточина и инсеката, дивље сече, очување биодиверзитета. Требало би забранити потпуну сечу, посебно у клисурама река и потока и на теренима великог нагиба, да би се предупредила ерозија земљишта, а са истим циљем затравити и шумити оранице и пашњаке. Такође, у циљу очувања природног биљног покривача и приобалне вегетације неопходно је очувати и неговати аутохтоне шуме.

Ради заштите изворишта висококвалитетних подземних вода потребно је применити предвиђене режиме коришћења искључиво у сврхе водоснабдевања, а коришћење термоминералних вода, искључиво у функцији туризма и лечења уз обавезне мере заштите. У насељима и селима треба заштити препознатљиве делове пејзажа: потоци, приобална вегетација, дрвореди, живице и др. Посебно треба очувати природне ресурсе, који не могу да се обнове. Њихово корићење треба да буде строго контролисано и веома штедљиво. Историјски културне пределе треба да подлежу посебним мерама заштите како би могли да се уврсте у „Стазе наслеђа“, односно у мрежу природних и културних предела и историјских места, како би се обезбедила разноврсна и атрактивна туристичка понуда [5]. Процена утицаја на животну средину је значајна превентивна мера за заштиту животне средине и то: људи, флоре, фауне, земљишта, ваздуха, климе, пејзажа, материјалних и културних добара.

Проценом утицаја на животну средину идентификују се могући чиниоци деградације животне средине и доносе адекватне мере за спечавање њихових штетних утицаја.

5. ИНСТИТУЦИОНАЛНИ ОКВИРИ ЗА ОЧУВАЊЕ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ И ПРИРОДНИХ РЕСУРСА У СРБИЈИ

Без адекватне помоћи државе и одговарајућих закона из области животне средине и одрживог развоја није могуће постићи одрживо коришћење природних ресурса. Народна Скупштина Републике Србије је током маја 2009. године усвојила је тзв. „зелени пакет“ који садржи шеснаест закона из области животне средине и одрживог развоја. Законом о заштити животне средине уређује се интегрални систем заштите животне средине и обезбеђује остваривање права човека на живот и развој у здравој животној средини и уравнотежен однос привредног развоја и животне средине. По овом закону, систем заштите животне средине чине мере, услови и инструменти за:

- одрживо управљање, очување природне равнотеже, целovitости, разноврсности и квалитета природних вредности и услова за опстанак свих живих бића;
- спречавање, контролу, смањивање и санацију свих облика загађивања животне средине;
- одрживо управљање природним вредностима и заштита животне средине остварују се у складу са овим законом и посебним законом.

Законом о заштити животне средине је предвиђено доношење Националне стратегије одрживог коришћења природних ресурса и добара и Националног програма заштите животне средине. Законом о рударству се уређују услови и начин експлоатације минералних сировина у земљи и на њеној површини, на речном или језерском дну или испод њега, као и изградња, коришћење и одржавање рударских објеката. Образује се Агенција за рударство, као посебна организација за обављање стручних послова везаних за остваривање циљева утврђених стратегијом управљања минералним сировинама.

Законом о енергетици се уређују: циљеви енергетске политике и начин њеног остваривања, начин организовања и функционисања тржишта енергије, услови за уредно и квалитетно снабдевање купаца енергијом и услови за остваривање безбедне, поуздане и ефикасне производње енергије, управљање системима преноса, транспорта и дистрибуције енергије и начин обезбеђења несметаног функционисања и развоја ових система, услови и начин обављања енергетских делатности као и услови за остваривање енергетске ефикасности и заштите животне средине у обављању енергетских делатности. Овим законом оснива се Агенција за енергетику и образује се Агенција за енергетску ефикасност.

Законом о шумама се уређује очување, заштита, планирање, гајење и коришћење шума, располагање шумама и шумским земљиштем, надзор над спровођењем овог закона, као и друга питања значајна за шуме и шумско земљиште. Законом о заштити вода се уређује заштита вода, обала и водног земљишта; планирање и програмирање заштите вода, организација заштите вода, надзор, финансирање и казне за прекршаје за правна и физичка лица. Законом о пољопривредном земљишту се уређује планирање, заштита, уређење и коришћење пољопривредног земљишта. Предвиђа и мере заштите - забрана испуштања и одлагања опасних и штетних материја, противерозивне мере, контрола плодности земљишта, забрана коришћења

обрадивог земљишта у непољопривредне сврхе, заштита од мрза, града и пожара и забрана уситњавања катастарских парцела обрадивог земљишта.

Законом о управљању отпадом се уређују: врсте и класификација отпада; планирање управљања отпадом; субјекти управљања отпадом; одговорности и обавезе у управљању отпадом; организовање управљања отпадом; управљање посебним токовима отпада; услови и поступак издавања дозвола; прекогранично кретање отпада; извештавање о отпаду и база података; финансирање управљања отпадом; надзор, као и друга питања од значаја за управљање отпадом. Закон о заштити природе који предвиђа утврђивање и процену стања у природи, заштиту природних добара, успостављање система праћења природних вредности и заштићених природних добара, заштиту природе и предела у просторним плановима и пројектној документацији, доношење програма управљања природним ресурсима и развијање свести о потреби заштите природе у процесу васпитања и образовања. У плану је усвојити и предлог закона о енергетској ефикасности који би могао да доведе до уштеде 10 до 15 % потрошње енергије у Србији. Закон предвиђа успостављање система енергетских менаџера и енергетских пасоша зграда у Србији, као и економске подстицаје за рационално и ефикасно коришћење енергије и економске санкције за оне који расипају енергију, забрану изградње енергетски неефикасних објеката и слично.

У циљу заштите и очувања природних ресурса донете су и стратегије које ће укратко бити објашњене. Пројекат израде Националне стратегије одрживог развоја започет је 2005. године са циљем стварања оквира развоја Републике Србије до 2017. године. Национална стратегија одрживог развоја дефинише одрживи развој као циљно оријентисан, дугорочан, непрекидан, свеобухватан и синергетски процес који утиче на све аспекте живота (економски, социјални, еколошки и институционални) на свим нивоима. Одрживи развој подразумева израду модела који на квалитетан начин задовољава друштвено - економске потребе и интересе грађана, а истовремено уклања или знатно смањују утицаје који прете или штете животной средини и природним ресурсима. Дугорочни концепт одрживог развоја подразумева стални економски раст који осим економске ефикасности, технолошког напретка, више чистијих технологија, иновативности целог друштва и друштвено одговорног пословања обезбеђује смањење сиромаштва, дугорочно боље коришћење ресурса, унапређење здравствених услова и квалитета живота и смањење загађења на ниво који могу да издрже чиниоци животне средине, спречавање нових загађења и очување биодиверзитета.

Стратегија управљања отпадом за период 2010-2019. године представља основни документ који обезбеђује услове за рационално и одрживо управљање отпадом на нивоу Републике Србије. Стратегија мора бити подржана већим бројем имплементационих планова за управљање посебним токовима отпада (биоразградиви, амбалажни и други). Утврђивање економских инструмената и финансијских механизма је неопходно како би се осигурао систем за домаћа и инострана улагања у дугорочно одрживе активности. Такође, стратегија разматра потребе за институционалним јачањем, развојем законодавства, спровођењем прописа на свим нивоима, едукацијом и развијањем јавне свести.

Документ Стратегија дугорочног развоја енергетике Републике Србије до 2015. године, сачињен је са намером да препоручи Влади/Скупштини Републике Србије да сагласно Закону о енергетици усвоји основне циљеве нове енергетске политике, утврди приоритетне правце развоја у енергетским секторима и одобри програм доношења одговарајућих инструмената, којим се омогућује реализација кључних приоритета у раду, пословању и развоју целине енергетског система Србије.

Стратегија развоја пољопривреде Србије је настала као резултат заједничког рада Министарства пољопривреде, шумарства и водопривреде, бројних локалних експерата, представника произвођача и прерађивача, стручних служби и међународних експерата који су кроз пројекат Европске агенције за реконструкцију. Законом је предвиђено финансирање животне средине на свиом нивоима власти и оснивање Фонда за заштиту животне средине. Установљени су трошкови улагања у животну средину до 2016. године, у случају привредног раста од 5 %, који би на крају 2016. износили 2,4 % од укупно оствареног БДП у земљи.

6. ЗАКЉУЧАК

Теорија одрживог развоја, која обезбеђује уравнотежено задовољење потреба садашњих и будућих генерација, кључ је очувања природних ресурса. Концепт одрживог развоја покушава да одговори на питања: за кога развој, какав развој и како га остварити. Он мора бити одржив економски, еколошки, социјално, културно и политички. Циљ ових тежњи је побољшање квалитета живота удруживањем три фактора: економског развоја, заштите животне средине и друштвене одговорности. Неодрживи развој наступа онда када се природни капитал (скуп свих природних ресурса) користи брже, него што може да се обнови. У том смислу одрживи развој подразумева експлоатацију ресурса по оној стопи која омогућава природну обнову тих ресурса. Суштину концепта одрживог развоја чини интеракција развоја животне средине и међусобна усклађеност и комплементарност развојне политике и политике животне средине, које уважавају законитости еколошких система. Концепт одрживог развоја усмерен је на очување природних екосистема и животне средине, као и на рационално коришћење природних ресурса.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Јанићевић Н.: *Организациона култура*, Улихес, Нови Сад, Економски факултет, Београд, 1996.
- [2] Крстић, Б., Вукадиновић, Д.: *Управљање знањем као извор одрживе конкурентске предности*, Економске теме бр. 3, стр. 85-98, Ниш, 2008.
- [3] Николић В., Соколовић Д.: *Менаџмент знањем, екологија знања и развој људских ресурса у функцији одрживог развоја*, Андрагошке студије бр. 1, стр. 23-42, 2007.
- [4] Николић В., Соколовић Д.: *Основни организациони и програмски елементи управљања знањем за заштиту и одржив развој животне средине*, Теме бр. 3, стр. 457-477, Ниш, 2006.



*5. Међународна научна конференција
Безбедносни инжењеринг*

*5-7. октобар 2016.
Нови Сад*

*15. Међународна конференција
Заштите од пожара и експлозија*

- [5] Петровић Ј.: *Утицај глобализације на промене у туризму*, Економске теме бр. 3, стр. 109-118, Ниш, 2006.
- [6] Вујић, Д.: *Менаџмент људских ресурса и квалитет: људи – кључ квалитета и успеха*, Београд, 2000.

Љиљана ЛУЧИЋ¹

УЛОГА ГРАДОВА У ОЗЕЛЕЊАВАЊУ ПРИВРЕДЕ

Резиме: У раду се анализира концепт зелене привреде са акцентом на улогу градова у озелењавању привреде. Мада се концепт зелене привреде први пут помиње 1990-тих година, он привлачи посебну пажњу тек од 2008.године. Разлог је што се у њему тражио модел развоја којим ће се превазићи последице Велике светске кризе из 2008. године. Кључни циљ преласка на зелену привреду је да се омогући привредни раст и инвестирање уз истовремено побољшање квалитета животне средине и већу укљученост целог друштва. У озелењавању привреде градови имају посебан значај зато што у њима живи преко 50 % светског становништва и зато што се у њима троши преко 70% укупне потрошње енергије и емитује више од 70 % укупне емисије угљен диоксида. Процене су да ће 21 век бити урбани век и да ће градови имати стратегијски значај. У раду се наводи пример добре праксе најзеленијих градова света.

Кључне речи: озелењавање привреде, зелена привреда, одрживи град, одржива урбана трансформација, одрживи развој

THE ROLE OF CITIES IN GREENING THE ECONOMY

Abstract: The paper deals with the concept of the green economy and the role of cities in the greening of the economy. Although the green economy concept was mentioned in the 1990s, it nowadays attracts a lot of attention because it is needed as model of development that will overcome the consequences of the Great Crisis of 2008. The key objective of the transition to the green economy is to foster economic growth and investment while improving the quality of the environment and social inclusiveness. In the greening of the economy, cities have a special significance because more than half of the world population lives in urban areas and account for more than 70 % energy consumption and carbon emissions of carbon dioxide. Estimates are that the 21st century will be an urban century. The paper cites the example of good practice of some of the greenest cities in the world.

Key words: greening the economy; green economy; sustainable city; sustainable urban transformation; sustainable development

¹ Проф. др, Висока техничка школа струковних студија у Новом Саду; Школска 1 Нови Сад;
lucic@vtsns.edu.rs

1. УВОДНЕ НАПОМЕНЕ

У раду се анализира концепт зелене привреде и улога градова у озелењавању привреде. Концепт зелене привреде и процес озелењавања привреде анализира се и презентује на основу докумената Уједињених нација у којима је на глобалном нивоу договорен оквир за будући концепт привредног раста и развоја. У раду се наводе примери добре праксе данас најзеленијих градова света.

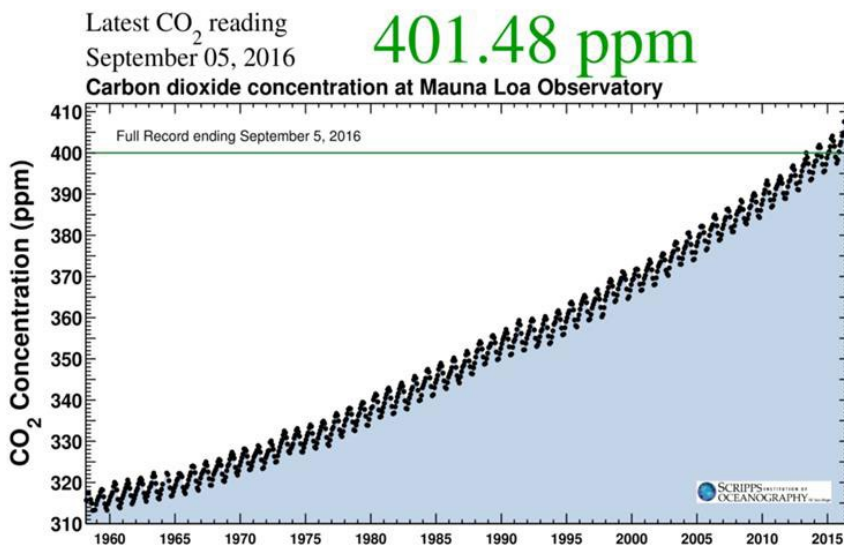
Рад се састоји од уводних напомена, два поглавља и закључних разматрања. У првом поглављу које носи назив *Озелењавање привреде* истражује се значај процеса озелењавања привреде, када и чиме је овај процес подстакнут и које политике, нивое и актере укључује. У другом поглављу под називом *Озелењавање привреде: одрживи градови* анализирају се проблеми градских средина, истиче њихова незаменљива улога у примени договорених политика зеленог развоја на наднационалном и националном нивоу и презентују нека од решења за њихово превазилажење на примеру добре праксе данас најзеленијих градова света.

2. ОЗЕЛЕЊАВАЊЕ ПРИВРЕДЕ

У 2008. години глобална финансијска криза, која је настала на простору Сједињених Америчких Држава (САД), изазвала је рецесију светских размера. Рецесија, чије размере и последице нису виђене још од Светске привредне кризе 30-тих година прошлог века, покренула је расправу на тему како у савременим условима зауставити пад привредне активности и покренути привредни раст. За заустављење тако великог пада привредне активности и повећања незапослености људи и капацитета до кога је дошло у 2008. години, било је неопходно веома велико инвестирање. У то време предложен је фискални подстицај од 3 трилиона америчких долара [1]. Проблем је био што је и без повећања привредне активности човечанство трошило, посматрано на годишњем нивоу, ресурсе животне средине преко онога што Земља може да регенерише у тој години. У 2008. години Дан прекорачења Земље био је 20. август [2]. Дан прекорачења Земље је датум од када тражња човечанства за природним капиталом – ресурсима и услугама животне средине за дату годину премашује оно што Земља може да регенерише у тој години. Истовремено један део света, и поред напора светске заједнице да помогне развој најмање развијених, и даље је живео у сиромаштву, а остварени развој постигнут је по цену деградације животне средине. Ако би се огромна средства, која је требало убацити у систем да би се покренула привреда, користила по актуелном моделу развоја који је довео до еколошке кризе (модел *business as usual* – модел не мењати ништа), неминовна последица била би повећана емисија гасова са ефектом стаклене баште, даљи раст температуре, прекомерне неодрживе потрошње и отпада.

Из графикана 1: Килингове криве може се видети концентрација CO_2 у периоду 1960-2016. година. Мерење концентрације CO_2 врши се у станици Мауна Лоа на Хавајима. Емисија CO_2 доприноси расту укупне емисије гасова са ефектом стаклене баште (GHGs) са око 78% и у чествује са око 60% у укупној емисији GHGs. Мера којом се сви GHGs преводе на CO_2 је CO_2eq . Према Стерновом Извештају: “Ако

би се концентрација CO₂eq задржала на нивоу 430 ppm (колико износи отприлике данас прим. аут.), глобална средња температура повећала би се између 1-3° изнад индустријских нивоа. Ако би се раст емисије наставио садашњим темпом емисија би се удвостручила у односу на преиндустријске нивое, а температура би се повећала између 2-5°C или више од тога. Близу средине овог опсега загревања (око 2-3°изнад данашњег) је температура која је била на земљи пре 3 милиона година у Плиоцену. Овај ниво загревања био би далеко ван искуства људске цивилизације“ [3].



Графикон 1. Емисија CO₂ у периоду 1960-2016. Извор:https://scripps.ucsd.edu/programs/keelingcurve/wp-content/plugins/sio-bluetoon/graphs/mlo_full_record.png приступљено 5. септембар 2016.

Угљен диоксид има највеће учешће од 53% у еколошком отиску. Еколошки отисак је показатељ којим се може измерити колико је појединцу, граду, држави или укупној светској популацији потребно продуктивне земље и воде да би произвео средства која потроши и апсорбовао отпад који направи, уз употребу преовлађујуће технологије. Биолошки капацитет је капацитет екосистема да се регенерише. Светски еколошки отисак се исказује у глобалним хектарима (gha) и пореди са биокапацитетом који се такође изражава у gha и представља реперну величину. Током времена оба показатеља се могу мењати. Њихова међусобна разлика може бити позитивна (постоје резерве биокапацитета) и негативна (постоји еколошки дефицит). Према последњим расположивим подацима, у 2010. години глобални еколошки отисак је 2,6 gha по особи, док је биокапацитет 1,7 gha по особи. То значи да у 2010. години постоји еколошки дефицит од - 0,9 gha по становнику земље [4]. У 2010. години, државе са највећим еколошким отиском по глави становника су: Кувајт, Катар, Уједињени арапски емирати, Тринидад и Тобаго, Сингапур, САД, Бахреин, Шведска, Канада, Холандија, Аустралија, Ирска, Финска, Уругвај,

Аустрија, Швајцарска, Чешка република [5]. У табели 1 наведене су изабране државе са еколошким дефицитом и резервама биокапацитета. Сингапур је држава са највећим еколошким дефицитом, а Гвајана са највећим резервама биокапацитета.

Табела 1. Изабране државе са еколошким дефицитом и резервама биокапацитета [6]

	Државе са резервама биокапацитета		Државе са еколошким дефицитом	
1	Гвајана	2100%	Сингапур	16000%
2	Бразил	190%	Луксембург	840%
3	Финска	130%	Јапан	600%
4	Канада	96%	Белгија	530%
5	Нови Зеланд	81%	Холандија	350%
6	Аустралија	78%	Швајцарска	340%
7	Норвешка	64%	Италија	330%
8	Естонија	54%	Велика Британија	260%
9	Шведска	47%	САД	120%
10	Руска федерација	19%	Србија	120%

Имајући у виду истовремено и проблеме које је изазвала криза и стање животне средине, Програм УН за екологију (*UNEP – United Nations Environment Program*) заједно са великим бројем његових међународних партнера и стручњака покренуо је иницијативу за опоравак привреде. Иницијатива је названа „Глобални зелени њу дил“ (*Global Green New Deal - GGND*) по узору на чувени „Њу Дил“ председника САД Френклина Рузвелта из 30-тих година прошлог века. Иницијатива је предлагала „озелењавање“ предвиђеног фискалног подстицаја. Основни циљеви Глобалног зеленог њу дила били су: „1. Допринети оживљавању светске привреде, повећању штедње и броја радних места и заштитити осетљиве групе; 2. Смањити карбонску зависност и угрожавање екосистема, извести привреде на пут чистог и стабилног развоја; 3. унапредити одрживи раст и раст који укључује широк круг људи (инклузиван раст), постићи миленијумске циљеве развоја и искоренити екстремно сиромаштво до 2015. године“ [7]. Након ове иницијативе концепт озелењавања привреде постао је предмет пажње и анализа како научне и стручне јавности тако и људи из праксе, државних органа, владиних и невладиних организација. Имајући у виду да је проблем комплексан зелена привреда тумачи се и дефинише различито.

У 2010. години UNEP у Извештају о зеленој привреди дефинише врло конкретно концепт зелене привреде и процес озелењавања привреде. Зелена привреда може се дефинисати као привреда која резултира у унапређењу људског благостања и смањењу неједнакости у дужем временском периоду, а да тиме истовремено не излаже будуће генерације значајним еколошким ризицима и оскудности у ресурсима животне средине. Зелену привреду карактерише велико повећање инвестиција у привредне секторе који граде и унапређују земљин природни капитал или умањују оскудност животне средине и еколошке ризике. У ове секторе се укључују: обновљива енергија, транспорт са малом емисијом штетних гасова, енергетски ефикасно грађевинарство, чисте технологије, унапређење управљања отпадом,

снабдевања пијаћом водом, одржива пољопривреда и управљање шумом и одрживо рибарство. Ове инвестиције су подстакнуте или подржане реформама националне политике и развојем међународне политике и тржишне инфраструктуре. UNEP истиче да је време да се изврши транзиција на зелену привреду широм света од међународног нивоа до локалних заједница и на тај начин понуди могућа алтернатива за неодрживо стање статус кво [8]. Кључни циљ преласка на зелену привреду је да се омогући привредни раст и инвестирање уз истовремено побољшање квалитета животне средине и већу укљученост целог друштва [9].

У 2012. години у завршном документу Конференције УН о одрживом развоју под називом *Будућност коју желимо* наглашено је да је зелена привреда инструмент за реализацију одрживог развоја и да се заснива на балансираној интеграцији, економске, социјалне и еколошке компоненте одрживог развоја. У 2015. години Генерална скупштина УН усвојила је Резолуцију под називом *Трансформација нашег света: Агенда за одрживи развој 2030. година* са следећих 17 циљева одрживог развоја: 1. искоренити сиромаштво; 2. искоренити глад и остварити безбедност хране и одрживу пољопривреду; 3. осигурати здрав живот и добробит за све у свим животним добрима; 4. осигурати образовање и могућност доживотног учења за свакога; 5. постићи родну равноправност; 6. осигурати одрживо управљање водом и њену расположивост за свакога; 7. осигурати приступ поузданој, одрживој и савременој енергији свакоме; 8. помоћи одржив привредни раст, пуну и продуктивну запосленост и пристојан рад за свакога; 9. изградити отпорну инфраструктуру, помоћи одрживу индустријализацију и подстаћи иновације; 10. смањити неједнакост између држава; 11. учинити да градови буду безбедни, отпорни и одрживи за свакога; 12. осигурати образац одрживе производње и потрошње; 13. предузети хитне акције у борби са климатским променама и њиховим утицајем; 14. чувати и на одрживи начин користити океане, мора и морске ресурсе; 15. чувати, поново успоставити и унапредити одрживу употребу екосистема, одрживо управљати шумама, борити се против деградације земље и губитка биодиверзитета; 16. унапредити мир и друштва за одрживи развој, обезбедити приступ правди и изградити делотворне, одговорне институције на свим нивоима за свакога; 17. ојачати инструменте за глобално пратнерство за одрживи развој [10]. У наредних петанест година предузимаће се акције и активности на реализацији постављених циљева који су из области од највећег значаја за човечанство и земљу и на тај начин извршити трансформација на зелену привреду.

Систем преласка на зеленију привреду има много делова који су у међусобној интеракцији и укључује различите актере: потрошаче, фирме, градове, државу. Они својим индивидуалним изборима, изабраним стратегијама, начином уређења и развоја, креираним политикама, могу да допринесу зеленијој привреди и остваривању циљева одрживог развоја. Процене су да ће ниво градских средина имати стратегијски значај у процесу озелењавања привреде, односно да глобалног ефекта неће бити без локалног деловања. То је разлог зашто је за 11. циљ одрживог развоја утврђена одрживост градова: учинити да градови буду безбедни, отпорни (имају капацитет да функционишу тако да у њима људи могу да раде и живе без обзира са каквим се стресовима и шоковима сусретали) и одрживи за свакога.

3. ОЗЕЛЕЊАВАЊЕ ПРИВРЕДЕ: ОДРЖИВИ ГРАДОВИ

У 2008. години Програм људских насеља Уједињених нација (UNHABITAT) објавио је податак да у градовима живи 50 % становника земље, процену да ће за 20 година ово учешће бити повећано на 60 %, и истакао да је 21. век урбани век. Градови су кључни играчи у емисији угљен диоксида и промени климе зато што је највећи део људске и привредне делатности концентрисан у урбаним областима. Градови стварају највећи део бруто домаћег производа (БДП) који се углавном преводи у високе нивое потрошње енергије за индустрију. Градови због велике концентрације грађевинских објеката за становање такође троше велики део светске енергије што доприноси глобалном загревању. У градовима је највеће загађење воде и ваздуха, акумулација отпада и утицај на земљу [11]. Истраживања показују да су многи психички поремећаји у градским срединама везани за лош квалитет животне средине и окружења [12]. На стање хроничног стреса који предиспонира појединце и породице за здравствене проблеме менталне природе посебно утичу високи трошкови живота, недостатак финансијских средстава, физичка исцрпљеност због недостатка превозних средстава (посебно када се живи далеко од радног места). На већи број менталних поремећаја градског у односу на сеоско становништво утиче пренатрпаност и гужва, бука, загађење ваздуха, недостатак животног простора, лоши услови становања, сиромаштво, висок ниво насиља, недовољна друштвена подршка [13].

Тренд урбанизације уназад неколико деценија има за последицу повећање градског становништва са 29 % од 2,5 милијарде у 1950. години на 52 % од 7 милијарди светског становништва у 2011. години. Процене су да ће у 2050 години у градовима живети 67 % од 9,3 милијарде становника Земље. У 2011. години сви градови света простиру се на 2 % од укупне површине земље, у њима се произведе 80% глобалног БДП, а само у 100 највећих градова света 30 % глобалног БДП. Градови такође потроше 70 % светске примарне енергије и емитују 70 % од укупне емисије гасова са ефектом стаклене баште. У исто време у градовима је концентрисана урбана сиротиња и живи се у веома лошим условима. Процена је да чак 1 милијарда људи по градовима станује у неодговарајућим условима, објектима који су испод прописаних стандарда. Иако градови имају велики потенцијал у њима постоје и велики ризици. Начин на који се управља градовима одређује способност за живот на већег броја становника земље. Лоше планирање, ширење града и инфраструктуре која га прати, појачава покретаче који угрожавају животну средину и има за последицу неделотворно решавање проблема руралног егзодуса [14].

Имајући у виду наведене проблеме градова, УН су поставиле у вези са једанаестим циљем одрживог развоја – одрживости градова [15] следеће задатке:

1. обезбедити одговарајући и безбедан смештај по доступној цени и побољшати услове у сиротињским четвртима;
2. обезбедити одржив систем саобраћаја, побољшати безбедност путева, повећати јавни превоз водећи рачуна о особама са посебним потребама, немоћнима и старима;
3. унапредити одрживост урбанизације;

4. повећати заштиту светског kulturnog и природног наслеђа;
5. значајно смањити економске губитке и губитке у људству услед катастрофа, посебно узрокованих водом;
6. смањити негативан еколошки утицај градова и обратити посебну пажњу на квалитет ваздуха и управљање отпадом;
7. обезбедити универзалан приступ зеленом и јавном простору;
8. подржати позитивне економске, социјалне и еколошке везе између градских и сеоских области преко планирања националног и регионалног развоја;
9. до 2020. године значајно повећати број градова и насеља која су усвојила и примењују интегрисане политике и планове за ублажавање и прилагођавање на климатске промене и отпорност на катастрофе и изградити и применити целовито управљање ризиком од катастрофалних догађаја на свим нивоима у складу са Сендајским оквиром за смањење ризика од катастрофалних догађаја за период 2015-2030;
10. преко финансијске и техничке помоћи подржати најмање развијене земље у изградњи одрживих и отпорних грађевинских објеката који користе локалне материјале.

Данас је све распрострањеније мишљења да су градови кључни покретачи транзиције на зелену привреду и одржив урбан развој. Томе су свакако допринели и добри резултати градова који су концепт одрживе урбане трансформације започели међу првима, као што су градови у скандинавским земљама. Њихово искуство је да су за одрживу урбану трансформацију кључне три области: “1. управљање и планирање; 2. иновације и пословање; 3. начин живота и потрошња. За управљање и планирање од суштинског значаја су делотворно стратегијско планирање и интеграција инструмената политике. Да би се то постигло требало би повезати различите секторе и прилагодити акта одређеним условима урбане и националне политике да би се оспособиле, ангажовале и сарађивале све релевантне заинтересоване стране (сви стејкхолдери). Да би стратегијско планирање било делотворно морају се узети у обзир три кључна изазова: 1. политике морају бити амбициозне, али политички и економски реалне; 2. политике се морају развити брзо и морају бити флексибилне за брзе промене урбаних услова; и 3. контрадикторне политике морају бити елиминисане. Иновације и пословање: постоје значајни изазови у интеграцији привредног раста и одржавања или поновног успостављања локалне или глобалне животне средине. Иновације и чисте технологије су кључни делови зелене привреде, али и за подстицање урбане конкурентности у глобализованој привреди. Одржив урбан привредни развој мора подстаћи координацију између привреде, локалне власти, универзитета и грађана да би се осигурало одрживо управљање људским, еколошким и привредним ресурсима. Начин живота и потрошња: Негативне импликације прекомерне потрошње посебно су евидентне у градовима. Хармонија унутар градова не зависи само од благостања и користи које доноси, него и од правичности и одрживости. Оквир за пројекат, подршку и руковођење више одрживим градовима у којима људи имају добар живот биће могућ ако се дефинише шта значи унапређен квалитет живота и створи визија одрживог начина живота.

Интелигентно пројектовани градови могу одговорити на главне еколошке, социјалне и економске изазове 21 века. Постоји много сјајних примера у Скандинавији попут Копенхагена и Стокхолма“ [16].

На пример Копенхаген је предузео мере којима је обезбедио привредни раст, али уз непромењену потрошњу енергије. Домаћинства су смањила потрошњу енергије за грејање за 10 % у периоду од 2005. до 2010. године. У 2010. години у односу на 1989. годину, потрошња воде по глави становника смањена је за 36 %. Градски отпад смањен је за 19 % у периоду између 2006. и 2010. године. У 2010. години 71 % отпада се потпуно спали, 27 % рециклира и само 2 % носи на депонију. Захваљујући енергетској и транспортној политици током 20 година, квалитет ваздуха је значајно побољшан. У периоду од 1991. године до 2012. године емисија угљен диоксида смањена је са 7,9 на 3.2 тоне. Копенхагеј је поставио за циљ да до 2025. године буде карбонски неутралан. За постизање циља биће потребна велика средства за улагање у инфраструктуру и иновације. Данска издваја 3,1 % БДП за истраживање и развој, и лидер је у иновацијама. Копенхаген је посебно успешан у унапређењу мобилности преко подстицања употребе јавног превоза, бицикла као превозног средства и изградњи бицикличких стаза, употреби електричних аутомобила [17]. Стокхолм са 3,5 тоне има један од најнижих нивоа емисије гасова са ефектом стаклене баште у Европи. Национална мрежа је 97 % ниско карбонска, а систем грејања базира се на спаљивању отпада и биогориву. Стокхолм се истиче по иновацијама за паметне системе и паметне стамбене објекте. Циљ је да се до 2050. године у потпуности избаци употреба фосилних горива из транспорта и из приватног грејања [18]. Осло је град у коме је развијен јавни превоз (57 %) који функционише на бази хидро енергије, а подстиче се и употреба електричних аутомобила, што је утицало на значајно побољшање квалитета ваздуха и смањење буке. Употреба обновљивих извора енергије у Ослоу достиже проценат од 64,8 %, а емисија угљен диоксида је свега 2,19 тона по глави становника. Рециклира се скоро 27 % отпада [19].

Скандинавске земље се развијају на концепту одрживог развоја већ неколико деценија. Током времена мењао се приоритет деловања. У 1990-тим годинама локалне власти су се на добровољној бази укључивале и давале допринос испуњавању обавеза према Кјото протоколу у смањивању емисије гасова са ефектом стаклене баште. Међутим у 2000-тим годинама локалне власти укључују се у акције у вези са климатским променама кроз сарадњу и размену искустава и примера добре праксе на међународном нивоу и у партнерству са приватним сектором, привредом, невладиним и организацијама цивилног друштва. У скандинавским земљама данас се интензивно ради на декарбонизацији – привредном расту и повећању благостања без употребе фосилних горива. Активности на декарбонизацији подстакло је још ширу сарадњу и укључило у акцију комуналне службе за водоснабдевање, одношење смећа, испоруку енергије и превоз. Размена идеја између великог броја учесника око питања како смањити употребу фосилних горива у разним областима живота и рада, резултирало је у мношту експеримената са свесним улажењем у ризик да ће неки пројекти успети, а неки неће. Циљ је увек пронаћи решење које најбоље одговара, а како нема готових решења она се траже док се не нађу она која су по мери. Бављење климатским променама на градском нивоу преко декарбонизације

кроз експериментисање променило је традиционални начин организације друштва и планирање урбаног развоја и резултирало у новом приступу према технолошком развоју.

Према индексу зеленог града, који је настао као резултат истраживања Economist Intelligence Unit које је спонзорисао и публиковао Siemens, главни градови скандинавских земаља налазе се на врху европске листе градова према еколошким перформансама. Истраживањем су прво утврђени критерији за формирање индекса, извршено вредновање и утврђен индекс главних европских градова и на крају сачињена ранг листа. Из табеле 2 могу се сагледати еколошке перформансе главних европских градова који у доброј мери, ако је закључивати по нашем главном граду, осликавају стање животне средине и у њиховим државама.

Табела 2. Индекс зеленог града [20]

Ранг	Град	Укупна успешност
1	Копенхаген	87,31
2	Стокхолм	86,65
3	Осло	83,98
4	Беч	83,34
5	Амстердам	83,34
6	Цирих	82,31
7	Хелсинки	79,29
8	Берлин	79,01
9	Брисел	78,01
10	Париз	73,21
11	Лондон	71,56
12	Мадрид	67,08
13	Виљнус	62,77
14	Рим	62,58
15	Рига	59,57
16	Варшава	59,04
17	Будимпешта	57,55
18	Лисабон	57,25
19	Љубљана	56,39
20	Братислава	56,09
21	Даблин	53,98
22	Атина	53,09
23	Талин	52,98
24	Праг	49,78
25	Истанбул	45,20
26	Загреб	42,36
27	Београд	40,03
28	Букурешт	39,14
29	Софија	36,85
30	Кијев	32,33

Критерији на основу којих је утврђен индекс зеленог града укључује оцену од 1 до 10 следећих елемената[21]:

1. CO₂: емисија, интензитет и стратегија смањења CO₂;
2. енергија: потрошња обновљиве, укупне енергије и њен интензитет и политике чисте и ефикасне енергије;
3. грађевинарство: потрошња енергије, стандарди и иницијативе за енергетску ефикасност у грађевинарству;
4. транспорт: употреба и величина неаутомобилског превоза, промоција зеленог транспорта и политике смањења загушења;
5. вода: потрошња, губици, третман воде и политика ефикасности;
6. отпад и употреба земље: производња, рециклажа, политика смањења отпада и употреба земље;
7. квалитет ваздуха: мерење присуства NO₂, SO₂, озона, посебних честица (PM), политике чистог ваздух;
8. управљање животном средином: Зелени акциони план, Зелено управљање, Учешће јавног сектора у зеленој политици.

4. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

Концепт зелене привреде је модел развоја од кога се неће и не може одустати. Прилагођавање захтева ангажовање целог друштва. У процесу озелењавања привреде градови и локалне власти имају и имаће суштински важну улогу. Прилагођавање захтева дугорочан приступ и стратегију која се не може мењати са променом градских власти. У решавању конкретних проблема треба користити досадашња позитивна искуства градова. То ће бити могуће ако се успостави веза и умрежи на глобалном нивоу, а на локалном нивоу повежу сви сектори и сви актери у тражењу идеја и проналажењу најбољих решења за изградњу одрживих градова и прилагођавање и борбу против климатских промена.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] UNEP (2009) Global Green New Deal: Policy brief стр.1
- [2] Дан прекорачења Земље <http://www.overshootday.org/newsroom/past-earth-overshoot-days/> 5.9.2016
- [3] Stern Review on the Economics of Climate Change, 2006 http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+http://www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/stern_review_report.cfm p.10 29.06.2015.
- [4] WWF (2014) Living Planet Report 2014 стр.33
- [5] <http://www.footprintnetwork.org/images/LPR-Figure-Data.gif> 5.09.2016.
- [6] http://www.footprintnetwork.org/ecological_footprint_nations/index.html 5.09.2016.
- [7] UNEP (2009) Global Green New Deal: Policy brief стр. 5
- [8] UNEP (2010) Green Economy Report: A Preview стр. 3-4

- [9] UNEP (2011) Towards a green economy: pathways to sustainable development and poverty eradication стр. 16
- [10] http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E 5.09.2016
- [11] UN HABITAT (2008) State of the world cities 2008/2009 Harmonious cities исто стр.132
- [12] UN HABITAT (2008) State of the world cities 2008/2009 Harmonious cities стр. iii
- [13] UN HABITAT (2008) State of the world cities 2008/2009 Harmonious cities исто стр. 128
- [14] GIZ and ICLE (2012) Discussion Paper: Green Urban Economy-Conceptual basis and courses for action стр. 25-30
- [15] http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E 5.09.2016
- [16] Lund Univesrity IIIIEE: A Compendium Greening the economy: Lessons from Scandinavia <http://lup.lub.lu.se/search/record/4986134> pg. 40-41; 5.09.2016
- [17] London School of Economics and political science (2014) Copenhagen Green Economy Leader Report str.9-10 <https://international.kk.dk/sites/international.kk.dk/files/uploaded-files/Green%20Economy%20Leader%20Report%20-%20Copenhagen.pdf> 5.09.2016
- [18] London School of Economics and political science (2013) Stockholm Green Economy Leader Report <https://files.lsecities.net/files/2013/06/LSE-2013-Stockholm-Final-Report-webhighres.pdf> 5.09.2016
- [19] Siemens AG (2009) European Green City Index: Assessing the environmental impact of Europes major cities http://www.siemens.com/entry/cc/features/greencityindex_international/all/en/pdf/report_en.pdf стр. 73
- [20] Siemens AG (2009) European Green City Index: Assessing the environmental impact of Europes major cities http://www.siemens.com/entry/cc/features/greencityindex_international/all/en/pdf/report_en.pdf стр. 10
- [21] Siemens AG (2009) European Green City Index: Assessing the environmental impact of Europes major cities http://www.siemens.com/entry/cc/features/greencityindex_international/all/en/pdf/report_en.pdf стр. 38

Петра ТАНОВИЋ¹
Јована КИТАНОВИЋ²
Татјана БОЖОВИЋ³

ИСПАРЉИВЕ ОРГАНСКЕ СУПСТАНЦЕ У ИЗДУВНИМ ГАСОВИМА АУТОБУСА

Резиме: Појава ефекта стаклене баште повезана је између осталог и са применом горива која садрже угљоводонике. Сагоревањем дизел горива настаје комплексна смеша органских и неорганских једињења која одлазе у атмосферу у облику издувних гасова. Смеша која напушта издувни систем дизел мотора представља мешавину гасова, пара, течних аеросола и честица. Емисија испарљивих органских једињења у највећој мери зависи од типа и конструкције мотора, његове опреме и од коришћеног горива. Аутобуси за превоз путника представљају изворе загађивача животне средине у градским условима. У раду је приказано како и у којој мери разни типови аутобуса утичу на животну средину на основу мерења присутних испарљивих супстанци и чађи у издувним гасовима.

Кључне речи: ваздух, нафтни деривати, издувни гасови, испарљиве органске материје

VOLATILE ORGANIC SUBSTANCES IN EXHAUST GASES OF BUSES

Abstract: The emergence of greenhouse effect is linked to, among other things, the use of fuels containing hydrocarbons. The combustion of diesel fuel produces a complex mixture of organic and inorganic compounds that goes into the atmosphere in the form of exhaust gases. The mixture leaving the exhaust system of a diesel engine is a mixture of gases, vapors, liquid aerosols and particles. Emissions of volatile organic compounds largely depend on the type and construction of the engine, its equipment and the used fuel. Buses for passenger transport are major sources of environmental pollutants in urban conditions. The paper describes how and to what extent the various types of buses affect the environment on the basis of measurements of present volatile substances or soot in the exhaust gases.

Key words: air, petroleum products, exhaust gases, volatile organic substances

¹ Проф. др, Висока техничка школа струковних студија у Новом Саду, Нови Сад,
stevanovic@vtsns.edu.rs

² Студент спец., Висока техничка школа струковних студија у Новом Саду, Нови Сад

³ Мас. инг., Висока техничка школа струковних студија у Новом Саду, Нови Сад,
bozovic@vtsns.edu.rs

1. УВОД

Сад већ преко сто година распрострањена експлоатација течних горива дизела и бензина у саобраћају довела је и до извесних непожељних последица. Прва је смањење резерве течног горива и њихов све вероватнији дефицит на тржишту, а друга је све веће загађење животне средине која потиче од издувних гасова. Дизел гориво представља сложену смешу угљоводоника, температурног интервала кључања 160-370 °C, која се користи као погонско гориво код дизел мотора у којима се директним убризгавањем горива у високо компримован ваздух (у комори за загревање) смеша самостално пали и сагорева [1]. Сагоревањем дизел горива настаје велики број једињења која негативно утичу на здравље људи и животну средину. Савременим захтевима код нових мотора и постављеним најновијим стандардима о саставу бензина и дизел горива покушава се зауставити загађивање животне средине [2]. У многим истраживањима о утицају на емисију код дизел горива указано је на потешкоће у погледу одређивања особина на које треба утицати да би се смањила емисија, јер различити мотори истог или сличног дизајна различито реагују на одређену промену у саставу горива [3]. Из ових разлога почев већ од осамдесетих година прошлог века интензивно се ради на проналазњу алтернативних горива која би заменила класична.

У последње време влада повећани интерес за природним гасом као горивом за моторе са унутрашњим сагоревањем због расположивости природног гаса. У свету постоји низ еколошких, економичних, транспортних, безбедносних критеријума помоћу којих се може извршити процена погодности алтернативних горива за употребу у саобраћајним предузећима.

2. ЗАГАЂЕЊЕ ИЗДУВНИМ ГАСОВИМА И СМАЊЕЊЕ КОЛИЧИНЕ ИЗДУВНИХ ГАСОВА

Под појмом „емисија издувних гасова мотора“ подразумева се емисија компоненти од којих су неке обухваћене законским регулативама: угљенмоноксид (CO), неметански угљоводоници (NMHC), азотни оксиди (NO_x), чврсте честице (PM), метан (CH₄), сумпор диоксид (CO₂), угљендиоксид (CO₂) и неке које нису обухваћене прописима као што су бензен, толуен, ксилен, формалдехиди, испарљива органска једињења (VOC) и слично.

Појава ефекта стаклене баште повезана је између осталог и са применом горива која садрже угљоводонике. Од свих издувних материја које се јављају као продукти коришћења горива за рад мотора, а утичу на глобално загревање Земље, угљендиоксид је најзаступљенији са 50 % . Један од критеријума за вредновање горива је коефицијент емисије CO₂, који се дефинише количином емитоване количине CO₂ по јединици утрошене енергије. Поред угљендиоксида у гасове који изазивају ефекат стаклене баште, а последица су рада мотора убрајају се и испарљива органска једињења (VOC). Могу бити метанског и неметанског типа. Садржај метанских испарљивих једињења је код конвенционалних горива мали. Емисија испарљивих органских једињења у највећој мери зависи од типа и конструкције мотора, његове опреме и наравно од коришћеног горива. Применом природног гаса, емисија неметанских VOC је осетно нижа и зависи од садржаја угљоводоника (C₂-C₅) у саставу природног гаса али је зато осетно виша емисија метана.

Садржај метана у издувним гасовима достиже чак и 95 % посматрано у оквиру несагорелих угљоводоника. Иако је метан сам по себи стакленички гас са потенцијалом глобалног загревања, он има далеко мањи утицај на глобално загревање од угљендиоксида због тога што је количина метана у атмосфери много мања од количине угљендиоксида [4]. Од издувних гасова негативан утицај имају и угљен моноксид, азотни оксиди и сумпорни оксиди.

Угљен моноксид, који настаје непотпуним сагоревањем дизел горива образује се у оним деловима цилиндра у којим богата горива смеша омогућује потпуно сагоревање. У односу на бензинске моторе, дизел мотори емитују мању количину CO. Негативно дејство угљен моноксида на људе и животиње огледа се кроз настајање стабилног комплекса са хемоглобином у црвеним крвним зрнцима, чиме се спречава пренос кисеоника крвотоком кроз цео организам. Концентрације од 0.5 запр.% угљен моноксида у ваздуху у периоду од 20-30 минута доводи до смрти [5].

Азотни оксиди (NO_x) који се емитују у атмосферу имају значајну улогу у стварању фотохемијског смога и киселих киша, смањивању озонског слоја и утичу на размену топлоте Земље са околним простором (ефекат стаклене баште. Ово је и један од разлога због којих код дизел мотора настају значајне количине азот диоксида (NO_2) [6].

Сумпорни оксиди – SO_2 настаје од сумпора присутног у гориву. Концентрације у издувним гасовима зависе од количине присутног сумпора [7]. SO_2 има најзначајнији утицај у појави киселих киша. Развој нових мотора допринео је већој редукцији SO_x и чврстих честица, поготово откако су уведени стандарди [2]. Састав дизел горива је у почетку имао малу улогу, али нова реформулисана дизел горива данас доприносе смањењу емисије. Особине горива које утичу на емисију издувних гасова и честица су: садржај сумпора, садржај аромата, густина, цетански број, карактеристике дестилације [8].

2.1. Употреба алтернативних горива

Конвенционални дизел аутобуси представљају велике изворе загађивача животне средине у градским условима, пре свега честичног загађења и азотних оксида. Поједина алтернативна решења аутобуса која се у свету већ користе за транспорт путника и која имају потенцијал да у наредном периоду постану решења и у нашим условима а то су: аутобус са погоном на биодизел, аутобус са погоном на природни гас, аутобус са погоном на течни нафтни гас, аутобус са погоном на етанол, аутобус са погоном на метанол, аутобус са електро погоном.

Аутобус са погоном на биодизел – Биодизел се може добити и рецикловањем из отпадних прехранбених уља, од пољопривредног, индустријског, комуналног и разног другог отпада као и воденог биља (микро алги). Употреба биодизела доприноси смањењу свих штетних емисија, осим NO_x [9].

3. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Методологије испитивања издувних гасова моторних возила стандардизоване су данас на интерном, националном или међународном нивоу, али се могу дефинисати и за одређене случајеве посебно, зависно од непосредног циља испитивања, примењене инсталације и мерне опреме и других фактора.

3.1. Мерење продуката издувних гасова

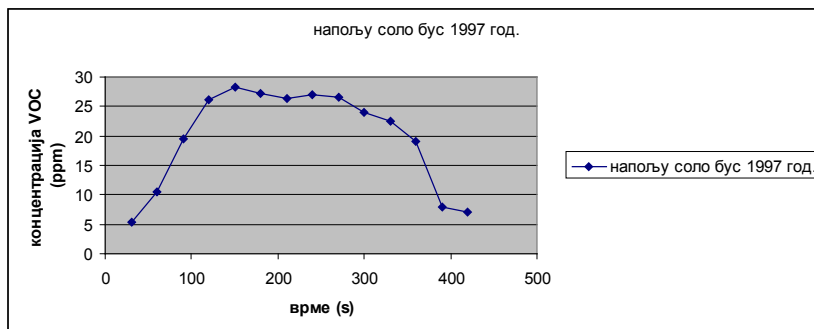


Слика 1. Мерење испарљивих органских материја издувних гасова непосредно на месту испуштања

У табели 1 приказани су резултати мерења издувних гасова само аутобуса на отвореном простору. Година производње је 1997. год. са погоном на дизел гориво. Мерење је вршено непосредно на месту испуштања издувних гасова, а последњих шест мерних тачака мерено је на удаљености од 1 m. У току мерења максимално измерена вредност VOC једињења је 47,00 ppm

Табела 1. Резултати мерења издувних гасова само аутобуса са погоном на дизел гориво на отвореном простору (1997.)

Date/Time	Min	Ave	Max
12/26/2014 11:48:40	0	5.30	6.20
12/26/2014 11:49:10	0	10.40	21.70
12/26/2014 11:49:40	0	19.60	23.20
12/26/2014 11:50:10	0	26.20	27.70
12/26/2014 11:50:40	0	28.30	47.00
12/26/2014 11:51:10	0	27.30	28.50
12/26/2014 11:51:40	0	26.30	29.20
12/26/2014 11:52:10	0	27.00	29.20
12/26/2014 11:52:40	0	26.60	28.40
12/26/2014 11:53:10	0	24.00	26.20
12/26/2014 11:53:40	0	22.40	22.90
12/26/2014 11:54:10	0	19.10	22.60
12/26/2014 11:54:40	0	7.90	13.50
12/26/2014 11:55:10	0	7.00	7.50

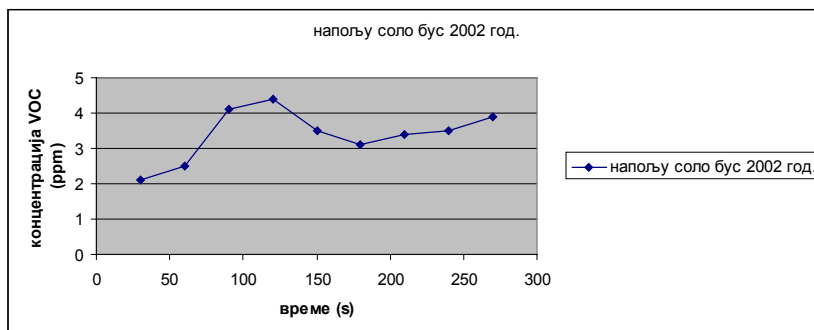


Графикон 1. Концентрација испарљивих органских супстанци соло аутобуса са погоном на дизел гориво на отвореном простору (1997.)

У табели 2 приказани су резултати мерења издувних гасова соло аутобуса на отвореном простору. Година производње је 2002. год. са погоном на дизел гориво. Мерење је вршено непосредно на месту испуштања издувних гасова. У току мерења максимално измерена вредност VOC једињења је 5,00 ppm

Табела 2. Резултати мерења издувних гасова соло аутобуса са погоном на дизел гориво на отвореном простору (2002.)

Date/Time	Min	Ave	Max
12/26/2014 11:42:44	0	2.10	2.70
12/26/2014 11:43:14	0	2.50	3.30
12/26/2014 11:43:44	0	4.10	4.60
12/26/2014 11:44:14	4	4.40	4.60
12/26/2014 11:44:44	0	3.50	4.00
12/26/2014 11:45:14	0	3.10	3.40
12/26/2014 11:45:44	0	3.40	3.50
12/26/2014 11:46:14	0	3.50	3.70
12/26/2014 11:46:44	0	3.90	4.20
12/26/2014 11:47:14	0	4.50	5.00

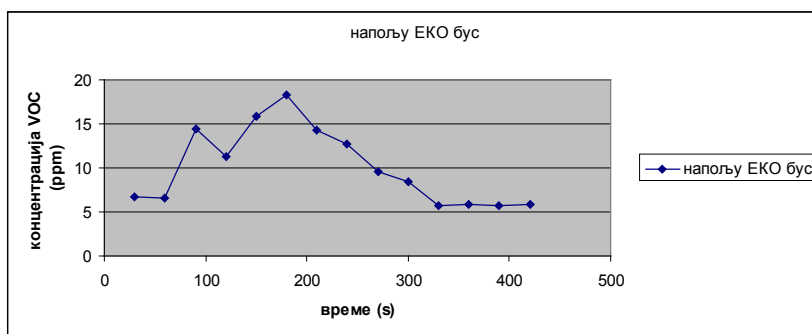


Графикон 2. Концентрација испарљивих органских супстанци соло аутобуса са погоном на дизел гориво на отвореном простору (2002.)

У табели 3 приказани су резултати мерења издувних гасова соло аутобуса на отвореном простору са погоном на природни гас метан, године производње 2011. год. Мерење је вршено непосредно на месту испуштања издувних гасова, а затим, последње четири мерне тачке, на удаљености од 1м. У току мерења максимално измерена вредност VOC једињења је 19,80 ppm.

Табела 3. Резултати мерења издувних гасова соло аутобуса у отвореном простору са погоном на природни гас метан (2011.)

Date/Time	Min	Ave	Max
12/26/2014 11:27:44	0	6.70	6.90
12/26/2014 11:28:14	0	6.60	9.90
12/26/2014 11:28:44	0	14.50	18.90
12/26/2014 11:29:14	6	11.30	18.40
12/26/2014 11:29:44	6	15.80	19.80
12/26/2014 11:30:14	0	18.30	19.70
12/26/2014 11:30:44	0	14.30	19.30
12/26/2014 11:31:14	6	12.70	17.40
12/26/2014 11:31:44	0	9.60	16.80
12/26/2014 11:32:14	0	8.40	16.50
12/26/2014 11:32:44	0	5.70	5.80
12/26/2014 11:33:14	0	5.90	7.10
12/26/2014 11:33:44	0	5.70	5.80
12/26/2014 11:34:14	0	5.80	6.00

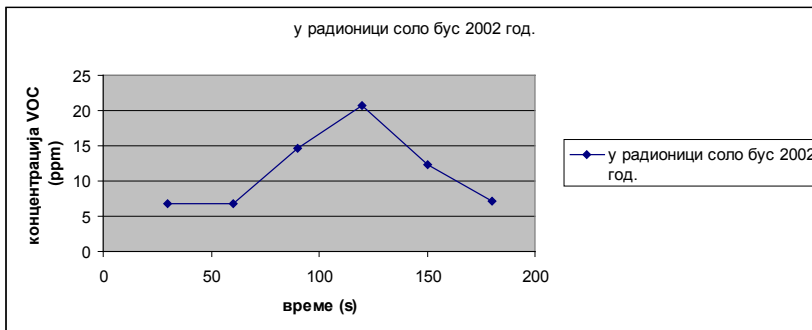


Графикон 3. Концентрација испарљивих органских супстанци соло аутобуса на отвореном простору са погоном на природни гас метан (2011.)

У табели 4 приказани су резултати мерења издувних гасова соло аутобуса у затвореном простору. Година производње је 2002. год. са погоном на дизел гориво. Мерење је вршено непосредно на месту испуштања издувних гасова. У току мерења максимално измерена вредност VOC једињења је 24,80 ppm

Табела 4. Резултати мерења издувних гасова соло аутобуса са погоном на дизел гориво у затвореном простору (2002.)

Date/Time	Min	Ave	Max
12/26/2014 11:57:26	0	6.70	6.80
12/26/2014 11:57:56	0	6.70	6.90
12/26/2014 11:58:26	0	14.60	20.60
12/26/2014 11:58:56	0	20.80	24.80
12/26/2014 11:59:26	0	12.40	22.40
12/26/2014 11:59:56	0	7.10	12.90

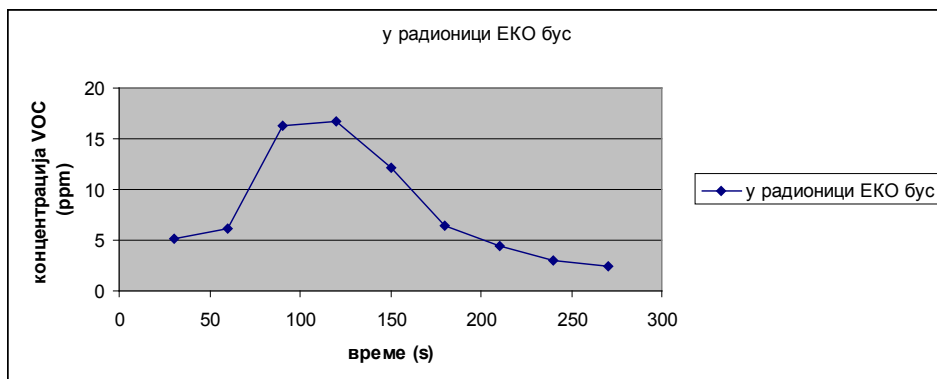


Графикон 4. Концентрација испарљивих органских супстанци соло аутобуса у затвореном простору са погоном на дизел гориво (2002.)

У табели 5 приказани су резултати мерења издувних гасова соло аутобуса у затвореном простору. Година производње је 2002. год. са погоном на природни гас метан. Мерење је вршено непосредно на месту испуштања издувних гасова. У току мерења максимално измерена вредност VOC једињења је 17,30 ppm

Табела 5. Резултати мерења издувних гасова соло аутобуса у затвореном простору са погоном на природни гас метан (2002.)

Date/Time	Min	Ave	Max
12/26/2014 11:36:12	0	5.20	5.80
12/26/2014 11:36:42	0	6.20	10.50
12/26/2014 11:37:12	0	16.30	17.30
12/26/2014 11:37:42	0	16.70	17.50
12/26/2014 11:38:12	0	12.20	15.70
12/26/2014 11:38:42	0	6.40	8.60
12/26/2014 11:39:12	0	4.40	5.40
12/26/2014 11:39:42	0	3.00	3.80
12/26/2014 11:40:12	0	2.50	2.80



Графикон 5. Концентрација испарљивих органских супстанци соло аутобуса у затвореном простору са погоном на природни гас метан (2002.)

4. ЗАКЉУЧАК

На основу резултата мерења може се закључити да добијене вредности концентрација VOC (испарљивих органских супстанци) које су мерене у издувним гасовима аутобуса су знатно испод граничних вредности. Из резултата се види да концентрација VOC (испарљивих органских супстанци) зависи од старости аутобуса и код аутобуса са погоном на дизел гориво и са погоном на природни гас метан. На основу резултата мерења види се да су концентрације лако испарљивих органских супстанци ниже код аутобуса са погоном на дизел гориво у односу на аутобусе са погоном на природни гас. Разлог томе је што се у издувним гасовима од дизел горива налазе друга испарљива једињења, (више има неорганских), а у издувним гасовима са погоном на гас има више органских (метанских) компоненти. Разлог овако малих испарења је и што се аутобуси редовно одржавају чак на период много краћи него што је законски предвиђено. У оквиру саобраћајног предузећа раде се мерења и редовно прати садржај издувних гасова, тако да ако и дође до неког повећања концентрације одређених материја аутобуси се упућују на сервисирање. Редовно се прати и зацрњеност дима, која је такође испод граничних вредности.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Живковић М., Мотори са унутрашњим сагоревањем, Машински факултет, Београд, 1988.
- [2] www.chevron.com
- [3] John P.A., Michiel Makkee, Jacob A. Moulijn, Diesel particulate emission control, Fuel Processing Technology, 1996
- [4] Ивковић И., Истраживање перформанси аутобуса са погоном на компримовани природни гас са аспекта безбедности и утицаја на животну средину, докторска дисертација, Саобраћајни факултет Универзитета у Београду, Београд, 2012.

- [5] N. Hochart, N. Jeuland, X. Montagne, S. Roux, G. Belot, B. Cahill, R. Faucon, A. Petit and S. Michon, Present Day Engines Pollutant Emissions : Proposed Model for Refinery Bases Impact, paper presented at the 200 CEC/SAE International Spring Fuels, held in Paris, 2000
- [6] Глигоријевић Р., Јевтић Ј., Борак Ђ., ИМП институт Београд; Благојевић С., Маљукановић Н., Босиљков Б., Утицај аромата у гориву на издувне гасове дизел мотора, НИС Раф. Нафте Панчево, Нови Сад, 2002.
- [7] www.adb.org/documents/guidelines/Vehicle_Emissions/reducing_vehicle_emissions.pdf: Reducing Vehicle Emissions in Asia, Policy Guidelines for Reducing Vehicle Emissions in Asia, Report 2003
- [8] Предојевић З., Соколовић С., Карактеристике течних горива, Технолошки факултет, Нови Сад
- [9] www.soypower.net/Biodiesel/pdf/BiodieselEmissions.pdf - Biodiesel Emissions Compared to Conventional diesel

Љубица КРЊАИЋ¹

ОБУКА ДЕЦЕ И УЧЕНИКА ИЗ ОБЛАСТИ ЗАШТИТЕ ОД ПОЖАРА

Резиме: Безбедности људи и имовине од пожара највише доприносе људи. Њихова знања, васпитање, одговорно понашање односно дисциплина, организованост и друге особине урођене или стечене у веома високом проценту утичу на безбедност од пожара. Обучавање деце и ученика треба да буде адекватно и стално и да се спроводи у свим узрастима и кроз све облике васпитања и образовања.

Кључне речи: пожар, безбедност, деца и ученици, обучавање и васпитање.

TRAINING OF CHILDREN AND STUDENTS IN THE FIELD OF FIRE PROTECTION

Abstract: Safety of people and property from fire mostly depends on the people themselves. Their knowledge, education, responsible behavior and discipline, organization and other characteristics, congenital or acquired, affect fire safety in a very high percentage. Training of children and students should be adequate and continuous, and implemented at all ages and through all forms of education.

Key words: fire safety, children and students, training and education

¹ Струк. инж. заштите животне средине-заштите од пожара, Ватрогасни савез града Новог Сада, Нови Сад, Јована Суботића 11, vsngns@eunet.rs

1. УВОД

У Србији су последњих година учестали пожари, а у неким од њих животе је изгубило неколико деце и младих. Околности у којима су пожари настајали и њихове последице јесу различити али, заједничко им је то што су углавном настајали људском грешком. Смањење људских грешака може се постићи озбиљним радом на васпитању и образовању свих слојева друштва, а посебно деце и омладине. За рад који би дао добре резултате није довољна појединачна жеља и акција. То мора бити свеобухватна и стална активност, како државних и јавних органа и установа, тако и свих других и наравно, породице. Помодарски се указује на одговорност породице или је то смишљено амнестирање одређених органа и установа од одговорности. Пожар и заштита од пожара једнако су стари колико и ватра, те стога свака генерација мора понети део активности на развоју и унапређењу заштите од пожара. Прописи, наставни програми, организација рада предшколских и школских установа али и других институција, морају бити у функцији стварања високог степена безбедности од пожара.

2. ПРОГРАМ ЕДУКАЦИЈЕ ИЗ ЗАШТИТЕ ОД ПОЖАРА

Изменама Закона о заштити од пожара („Службени гласник РС”, бр. 111/2009 и 20/2015), школске и предшколске установе обавезане су да у оквиру школских и предшколских програма утврде и спроведу програм едукације из заштите од пожара.

У члану 6а Закона стоји да се ти програми доносе и спроводе у циљу стицања знања, вештина и навика неопходних за унапређење и учвршћивање позитивних ставова и понашања значајних за заштиту од пожара деце и ученика.

Надзор над утврђивањем и спровођењем програма едукације о заштити од пожара, како стоји у Закону, спроводи министарство надлежно за послове просвете. Иако је прошло више од годину и по дана откако је Скупштина Републике Србије дала ову обавезу предшколским и школским установама, али и просветној инспекцији, на овом пољу није се далеко одмакло. Да ли је ова законска одредба промакла просветарима или се о њу свесно оглушују? Чињеница је да законодавац није предвидео санкције за неспровођење ове одредбе Закона, али, ваљда су васпитачи и наставници свесни колику улогу има и лични пример. Ипак, њима треба помоћи да сазнају за ову обавезу и да то на што лакши и бољи начин извршавају. Ватрогасни савез града Новог Сада је од 25. маја 2012. године, после пожара у дискотеци „Контраст“, у којој је животе изгубило шесторо младих људи, углавном са завршеним факултетима, самоиницијативно организовао неколико хиљада часова предавања и вежби са циљем да укаже на опасности од пожара и на последице које често указују на незнање и неувежбаност. Значај ове активности препознала је Висока техничка школа струковних студија у Новом Саду, и упућивањем студената заштите од пожара на стручну праксу у Савез помогла спровођење ових предавања. Савез је школама понудио помоћ у изради програма али, до озбиљније сарадње није дошло. Градској управи за образовање сугерисано је да утиче на школе и на Министарство образовања да се обезбеди примена члана 6а Закона. Очекивало се да министри,

унутрашњих послова и просвете, по овим питањима остваре сарадњу и да из те сарадње изрони добар програм, или оквир по коме би свака школа могла израдити свој програм. Сарадња органа и установа на нижим нивоима треба допринети да деца заиста у најранијем добу, али и кроз цело школовање стичу потребна знања, вештине и навике.

Предавања у школама која организују ватрогасни активисти, доприносе бољој информисаности, размени знања и искустава, буђењу интересовања и стицању знања. Сигурно је да ће то дати одређене резултате. Од значаја је и то што деца посећују ватрогасну јединицу, виде ватрогасну опрему, разговарају са ватрогасцима. Ипак, није то довољно. Када би сваки наставник, у току школске године, само десет минута посветио заштити од пожара, био би то озбиљан напредак.

Предшколске и школске установе треба да свој редован рад обогате садржајима на тему заштите од пожара на једноставан начин који не би оптерећивао постојеће наставне програме и програме рада, а који би био у циљу стицања знања, вештина и навика неопходних за унапређивање и учвршћивање позитивних ставова и понашања значајних за заштиту од пожара деце и ученика.

Предшколске установе у оквиру свог редовног рада са децом могу да планирају и реализују следеће теме:

- Опасности од пожара и мере заштите – према узрасту деце причати приче о пожарима и ватрогасцима, опасностима при игрању шибицама и упаљачима, правилном и опасном коришћењу електричних уређаја, учити их песмице и изреке и певати песме у којима се говори о ватрогасцима, учити их пословице и слично;
- Основни појмови о ватри и пожару (како настаје ватра, за шта се ватра користи, како настаје пожар);
- Продукти горења и дејство ватре (дим, топлота, горивост материјала, примери горивих и негоривих материјала, понашање материјала у пожару);
- Поступање у случају пожара (обавештавање старијих, позивање ватрогасне јединице, евакуација, гашење пожара);
- Учење минималног фода речи и појмова на знаковном језику у циљу остваривања комуникације са глувим и наглувим лицима ради преношења информација о настанку пожара, што може користити и у ванредним ситуацијама када би изговарање речи могло додатно угрозити безбедност;
- Сусрет са ватрогасцима – посета ватрогасној јединици или/и посета ватрогасаца предшколској установи;
- Играње деце – за игру обезбедити сликовнице, бојанке, пузле, игру меморије, фигурице ватрогасаца и ватрогасне опреме, организовати вежбе са ватрогасном опремом и такмичење у цртању, игри меморије и извођењу вежби са ватрогасном опремом;
- Увежбавање евакуације – најмање два пута годишње извршити пробну евакуацију.

Програм едукације ученика треба да предвиди да се у оквиру сваког наставног предмета кроз редовно градиво, повремено спомињу горење, ватра, пожар, ватрогасци, опасности од пожара, штетне последице пожара, поступак у случају пожара, али треба научити и минимални фонд речи и појмова на знаковном језику ради остваривања комуникације са глувим и наглувим лицима.

У наставку су дати примери активности које се могу спроводити током наставе, на одређеним предметима:

- Српски, матерњи и страни језик – читати приче, песме, изреке, пословице и загонетке, тумачити их и за писмени рад у току школске године једна тема да буде о ватрогасцима или пожару, или на приредби или другим облицима забаве извести перформанс, скеч, рецитацију и слично;
- Математика – у тексту математичких задатака споменути ватрогасце или пожар са задатком да се израчуна време доласка ватрогасаца на место пожара, утрошак количине средства за гашење пожара, број радних часова утрошених за гашење пожара, утрошак горива за рад ватрогасног возила приликом гашења пожара, кроз унију и скупове објаснити формацијски састав ватрогасне јединице, математичким операцијама из скупова и интеграла одређивати најбржу путању до пожара;
- Историја – навођење карактеристичних пожара који су се десили у периоду који се обрађује, размере пожара, последице, оштећења значајних објеката или насеља и градова који су горели, године оснивања добровољних ватрогасних друштава и ватрогасних јединица, имена значајних личности која су оснивачи ватрогасних друштава или који су учествовали у гашењу или су биле жртве пожара;
- Географија – географска подручја и климатски услови који погодују настанку и ширењу пожара, промене и штете које пожари изазивају на шумама, земљишту, ваздуху, води;
- Свет око нас/природа и друштво – гориви и негориви материјали, понашање материјала у пожару, утицај пожара на животну средину;
- Хемија – хемијски процес горења и гашења, оксидација, особине карактеристичних хемијских елемената и једињења, физичке и хемијске промене, који материјали су посебно опасни у условима пожара, количина пенила за постизање одређене концентрације и количина добијене пене;
- Физика – електрицитет, зрачење топлоте, промене услед термичког деловања;
- Биологија – дејство продуката горења на људски и животињски организам, карактеристична понашања у условима пожара;
- Техничко – израда макете ватрогасне станице, ватрогасног возила или друге ватрогасне опреме, увежбавање руковања ватрогасним апаратима и другом ватрогасном опремом;
- Музичко – песма о ватрогасцима, заштита музичких уређаја и инструмената од пожара, историјат и улога ватрогасних оркестара;
- Физичко – телесне вежбе и савладавање препрека при гашењу и спасавању људи и имовине, евакуација и спасавање, помагање лицима са инвалидитетом

или повређенима да напусте угрожени простор;

- ЧОС, Грађанско васпитање и Веронаука – врста и распоред опреме и средстава за гашење пожара којима школа располаже, значај чувања и одржавања опреме у исправном стању, план евакуација и поступак у случају пожара, начин узбуњивања и обавештавања о пожару, место окупљања.

И други наставни предмети стручне наставе треба да кроз редовно градиво обухвате теме из области заштите од пожара.

Познавање горе споменутог знаковног језика јесте јако важно, мада је код нас занемарено. Овладавање знањем и вештином употребе знаковног језика стварају се предуслови разумевања и комуникације са лицима која из одређених здравствених разлога нису у могућности да остварују вербалну комуникацију. Када је реч о глувим и наглувим лицима, запрепашћујуће је то што се њиховој немоћи да позову у помоћ или да укажу на опасност, не посвећује пажња. Глувим и наглувим лицима, или лицима која због здравствених разлога не могу јасно и гласно да кажу ватрогасцима где и шта се дешава, није омогућено да изврше дојаву ватрогасној јединици. Чујући људи не смеју бити глуви на потребе глувих. Ако глува и наглува лица не могу да са чујућим људима остваре вербалну комуникацију, онда чујући људи могу научити знаковни језик и приближити се овој често занемареној групи људи којих у Србији није мало. Такође, могуће су и ситуације у којима би гласовним говором могли угрозити безбедност, на пример код терористичких напада када би се оглашавањем одао положај или слично.

У циљу стицања навика за спровођење заштите од пожара у току школске године треба програмом предвидети и најмање два пута извршити вежбу евакуације ученика и запослених из одређених делова школе/из целог објекта, спасавања одређене опреме и важне документације, увежбавање и провера знања у руковању справама и опремом за гашење пожара и спасавање. Организовањем и учешћем деце и ученика на ватрогасним такмичењима у школи или на ватрогасним такмичењима која организује добровољно ватрогасно друштво и ватрогасни савези, доприносило би се не само стицању знања и вештина код деце и ученика, него и код запослених у предшколским и школским установама, а тиме и укупном развоју и унапређењу заштите од пожара. Програмом који на једноставан начин уводи заштиту од пожара као тему остварила би се вишеструка корист, деца и ученици али и њихови васпитачи и наставници, развијали би свест и обогаћивали знање о заштити од пожара. Допринос изради програма могу дати стручна лица која раде на пословима заштите од пожара у школи али мало школа у Србији има таква лица.

3. ОРГАНИЗОВАЊЕ ЗАШТИТЕ ОД ПОЖАРА У ШКОЛАМА

У школама систематизацијом нису предвиђена радна места лица за заштиту од пожара, иако велики број школа спада у другу категорију угрожениости од пожара. Оваквом категоризацијом школе су обавезне да организују спровођење превентивних мера заштите од пожара са потребним бројем лица стручно оспособљеним за спровођење заштите од пожара. Стручно оспособљено лице, према тумачењима

Сектора за ванредне ситуације значи, лице са положеним стручним испитом. Разврставање у категорију угрожености врши Министарство унутрашњих послова, које тим решењем треба да одреди и колико тих стручно оспособљених лица треба за спровођење заштите од пожара. То пише у члану 24. Закона, али то у пракси не иде тако. Где су проблеми? Да ли све школе могу да испуне све законом прописане обавезе и од кога, односно чега то зависи? Колико и на који начин би локалне самоуправе могле помоћи школама да ову законску обавезу, али и важну безбедносну меру спроведу?

Реално, у већини школа нема толико посла за „противпожарца” да би их запошљавали, па се послови заштите од пожара најчешће додају домарима (школском мајстору и слично) и секретару школе. Секретар као правник углавном обавља онај део посла који се односи на нормативна акта и администрацију, а домар се стара о роковима сервисирања ватрогасних апарата, испитивању хидрантске мреже и других инсталација. За основну обуку запослених из области заштите од пожара углавном се ангажују други правни субјекти. И код израде нормативних аката ангажују се други субјекти. Правила и планове евакуације школе могу израдити саме, али планове заштите од пожара морају поверити правним субјектима који имају овлашћења за израду главног пројекта или групи стручњака са одговарајућом лиценцом. Овде треба нагласити и да има оних школа које међу запосленима немају лица са техничким образовањем, на пример уметничке школе као што је музичка, тако да њима није лако из редова запослених пронаћи лица која би могла обављати послове заштите од пожара. Други проблем је и то што није остављена могућност да школа запосленом коме дода послове заштите од пожара повећа плату спрам тих послова и одговорности.

Можда би се решење могло наћи у удруживању школа и запошљавању лица за заштиту од пожара која би послове заштите од пожара обављала за више школа. Такве стручне службе би могле оснивати и локалне самоуправе. Све ово законом није предвиђено, али би у пракси могло дати добре резултате. Стручњаци за заштиту од пожара, пре свега они који су школовани за ове послове, поред тога што би доприносили већој безбедности од пожара школе, могли би значајно допринети изради и спровођењу програма едукације ученика. Такође, веома важно је увежбавање евакуације. Планирање и руковођење евакуацијом и гашењем (до доласка ватрогасаца) било би лакше када би у школи било лице стручно за заштиту од пожара. Поред тога, сваки запослени у предшколској и школској установи мора бити свестан своје обавезе и одговорности за безбедност деце и ученика. Стога треба системски радити на јачању професионалне улоге васпитача и наставника и у области заштите од пожара.

4. ЗАКЉУЧАК

Законска обавеза школских и предшколских установа да у оквиру школских и предшколских програма донесу програм едукације деце и ученика о заштити од пожара, углавном се не спроводи. Ни организација заштите од пожара у школама није усаглашена са Законом.



Заштита од пожара у предшколским и школским установама треба да буде стално присутна као тема, али и добро организована, да служи као добар пример. Тиме се обезбеђује да деца у најранијој доби свога живота добију потребна знања, вештине и навике којима се доприноси безбедности од пожара.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Закон о заштити од пожара („Сл. Гласник РС”, бр. 111/2009 и 20/2015)

*5. Међународна научна конференција
Безбедносни инжењеринг*



*5-7. октобар 2016.
Нови Сад*

*15. Међународна конференција
Заштите од пожара и експлозија*

СУОРГАНИЗАТОРИ КОНФЕРЕНЦИЈЕ



**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 TEHNIČNIH 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



Technical University in Zvolen is the only university in the Slovak Republic providing university education in the field of forestry, wood sciences, ecology and environmental and manufacturing technology in Slovakia. The university engineering studies are carrying on the rich tradition of forestry university studies which started in our territory among the first ones in the world at the Mining Academy in Banská Štiavnica as part of the mining studies in 1770. Currently, it has 4 faculties, with different study branches and study programmes: Faculty of Forestry, Faculty of Wood Sciences and Technology, Faculty of Ecology and Environmental Sciences, Faculty of Environmental and Manufacturing Technology.

Also the Faculty of Wood Sciences and Technology of the Technical University in Zvolen is the only one of this kind in the Slovak Republic. The scientific and research activities of the Faculty of Wood Sciences and Technology are aimed at complex utilisation of wood raw material, technology and techniques, fire safety and economics. Main attention is focused on valuation of wood, its transformation into products of new generation creating a complex interior – the human microenvironment. The aim of the instruction process is to educate highly qualified specialists (in BSc, MSc, PhD-degree programmes) both for the needs of Slovakia and foreign countries for the whole field of wood and wood products, namely wood technologists, designers, economists, interior consultants as well as specialists in the area of fire protection and safety.





*5. Међународна научна конференција
Безбедносни инжењеринг*

*5-7. октобар 2016.
Нови Сад*

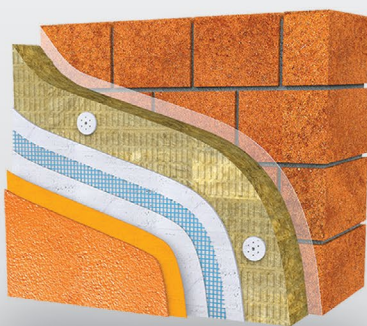
*15. Међународна конференција
Заштите од пожара и експлозија*

ПОКРОВИТЕЉИ И СПОНЗОРИ

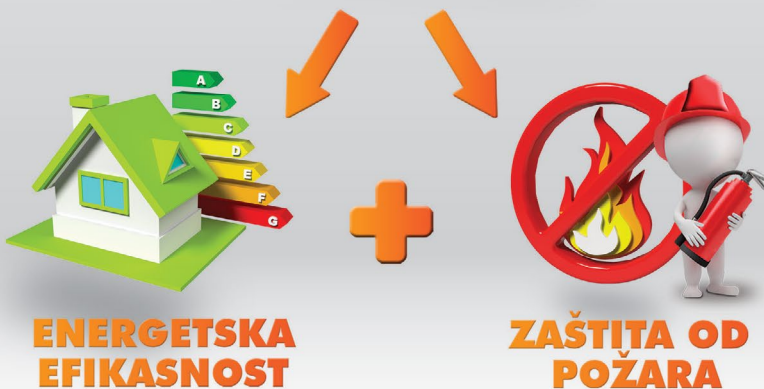
KNAUFINSULATION

Vreme je za štednju energije!

Ove jeseni želite da izolujete svoju kuću?



FASADA SA KAMENOM VUNOM



www.knaufinsulation.rs

 www.facebook.com/knaufinsulationserbia

 www.twitter.com/KISerbia

 www.youtube.com/KISerbia

+381 11 33 10 800



ВАТРОГАСНИ САВЕЗ ГРАДА НОВОГ САДА

Нови Сад, Јована Суботића 11 021/520-996
e-mail: vsgns@EUnet.rs 021/529-595

Асоцијација добровољних ватрогасних друштава

- обучавање и увежбавање ватрогасног подмлатка
- обучавање деце и ученика
- едукација грађана и рад са скупштинама станара
- заштита од пожара стрних усева и жетве
- стручно оспособљавање чланова добровољних ватрогасних друштава
- неговање традиције добровољног ватрогаштва и чување историјске грађе и старе ватрогасне опреме
- организовање јавних вежби, ватрогасних смотри и такмичења и квизова знања
- ватрогасне страже и обезбеђења
- превентивни прегледи домачинстава
- консалтинг из заштите од пожара



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



DOO

HELIOS - CO

**SERVIS APARATA I OPREME ZA GAŠENJE POŽARA
TRGOVINA NA VELIKO I MALO**

Dalibora Francistija 19, Petrovaradin

Tel: 021/6431-097; 063/643407

Kontakt osoba: Ivana Pejački, direktor 060-6434-737

E-mail: helios.co@neobee.net; ivanaldp@gmail.com

- PRODAJA I SERVIS APARATA ZA GAŠENJE POŽARA
- PRODAJA HIDRANTSKE OPREME, PREGLED HIDRANTSKE MREŽE, PREGLED HIDROCELA
- POSTAVLJANJE, POPRAVKA I MERENJE GROMOBRANSKE INSTALACIJE
- PREGLED ELEKTROINSTALACIJE
- PREGLED I UGRADNJA PANIK RASVETE
- PREGLED SISTEMA ZA DOJAVU POŽARA
- IZRADA DOKUMENTACIJE ZAŠTITE OD POŽARA - PRAVILA ZAŠTITE OD POŽARA SA PLANOM EVAKUACIJE I DR.
- OBUKA RADNIKA IZ OBLASTI ZAŠTITE OD POŽARA
- PRODAJA HTZ OPREME I APOTEKA ZA PRVU POMOĆ
- OSTALE USLUGE ZAŠTITE OD POŽARA

PREDUZEĆE USPEŠNO POSLUJE OD 1990. GODINE



SUPERLAB je osnovan 1994. godine kao privatno preduzeće sa 100% domaćeg kapitala. Osnovna delatnost **SUPERLAB** je zastupanje inostranih kompanija koje proizvode laboratorijsku opremu, opremu za kontrolu kvaliteta i hemikalije i reagense za laboratorijsku namenu.

Za manje od jedne decenije svog postojanja, **SUPERLAB** je uspeo da zauzme lidersku poziciju na našem tržištu. Danas, **SUPERLAB** reprezentuje i prodaje proizvode više od 100 najrenomiranijih svetskih kompanija iz oblasti laboratorijuma, i to sa iskluzivnim pravom od 22 ino-kompanije.

SUPERLAB nije organizovan samo kao klasična zastupnička, uvoznička i trgovačka kuća, ona je mnogo više od toga. Tim naših stručnjaka je u mogućnosti da pomogne korisniku da odgovori na izazov savremene laboratorijske analitike kako u pogledu izbora optimalne konfiguracije ili tipa laboratorijskih instrumenata, izboru aplikacija, tehničkoj podršci i posleprodajnom servisu, tako i u pogledu permanentnog snabdevanja neophodnim potrošnim materijalom!

POSLOVNI PRINCIPI

Da bi se maksimalno približili korisničkim zahtevima i želji da na njih odgovorimo, organizovali smo rad **SUPERLAB**-a po najnovijim principima savremenog poslovanja.

Za razliku od drugih, nama sličnih kompanija, koje svoje poslovanje isključivo zasniavaju na regionalnom pokrivanju tržišta, **SUPERLAB** je svoju poslovnu aktivnost organizovala po sektorima:

DISPOLABHEM (Sektor prodaje potrošnog laboratorijskog materijala, laboratorijskih hemikalija i filter papira), **GENERAL-LAB** (Sektor prodaje laboratorijskih aparata i instrumenata), **ANALYTICALAB** (Sektor prodaje spektroskopskih i hromatografskih instrumenata, prateće opreme i potrošnog materijala), **INGLAB** (Sektor prodaje laboratorijskog nameštaja, sigurnosnih ormara i projektovanja laboratorija), **WATERLAB** (Sektor koji nudi celokupan asortiman opreme za pijaće i industrijske vode), **FOODLAB** (Sektor prodaje laboratorijske opreme i potrošnog materijala za kontrolu kvaliteta hrane i napitaka), **MEDILAB** (sektor prodaje opreme i reagenasa za medicinske laboratorije), **MED&MED** (Sektor prodaje opreme za medicinsku dijagnostiku), **MICROBIOGENLAB** (Sektor prodaje potrošnog materijala i opreme za mikrobiološke, genetske i molekularno-biotehnoške laboratorije (industrijska i bela biotehnologija), **PHARMALAB** (Sektor prodaje laboratorijske opreme i potrošnog materijala za farmaceutske i apotekarske (galenske) laboratorije), **VETLAB** (Sektor prodaje opreme i instrumenata za veterinarsku medicinu), **BALCANLAB** (Sektor koji objedinjuje ponudu **SUPERLAB**-a na tržištu zapadnog Balkana), **SERVICELAB** (Sektor servisnog održavanja i tehničke podrške) i **METROLAB** (Laboratorija za etaloniranje merila).

Poštujući tradiciju i rukovodeći se aktuelnim trendovima i zahtevima tržišta, putokaz za budućnost biće nam zahtevi i potrebe naših poslovnih partnera!

MISIJA

SUPERLAB treba da obezbedi najsavremeniju laboratorijsku opremu, pribor i potrošni materijal svim zainteresovanim klijentima / kupcima po pristupačnim cenama, poštujući visoke standarde u pogledu kvaliteta proizvoda i usluga.



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



www.arsmedija.rs