



ISSN 1895-8443
Vol. 34 Issue 2
June 2014

BiTP

Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza
Safety & Fire Technique



Wydawnictwo CNBOP-PIB

BiTP

Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza

Safety & Fire Technique

Kwartalnik CNBOP-PIB

CNBOP-PIB Quarterly



**Wydawnictwo Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwpożarowej
im. Józefa Tuliszkowskiego
Państwowego Instytutu Badawczego**

**Publishing House of Scientific and Research Centre for Fire Protection
National Research Institute**

Czytelnia.cnbop.pl

Józefów 2014

Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza

BiTP Vol. 34 Issue 2, 2014

IX rok wydawania

KOMITET REDAKCYJNY

Redaktor Naczelny

ml. bryg. dr inż. Dariusz Wróblewski
Komenda Główna Państwowej Straży Pożarnej

Przewodniczący Komitetu Redakcyjnego

Redaktor Działu Organizacja i Zarządzanie Strategiczne
dr inż. Eugeniusz W. Roguski – Polskie Centrum Akredytacji

Redaktor Działu Badania i Rozwój

dr hab. inż. Ewa Rudnik, prof. nadzw. – Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowarowej im. Józefa Tuliszkowskiego Państwowy Instytut Badawczy

Redaktor Działu Technika i Technologia

dr inż. Stefan Wilczkowski – Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowarowej im. Józefa Tuliszkowskiego Państwowy Instytut Badawczy

Redaktor Działu Certyfikacja, Aprobaty i Rekomendacje

bryg. dr inż. Jacek Zboina – Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowarowej im. Józefa Tuliszkowskiego Państwowy Instytut Badawczy

Redaktor Działu Partnerstwo dla Innowacyjności na Rzecz Bezpieczeństwa
st. bryg. mgr inż. Krzysztof Biskup – Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowarowej im. Józefa Tuliszkowskiego Państwowy Instytut Badawczy

Redaktor Działu Studium Przypadku – Analiza Akcji
nadbryg. Janusz Skulich – Rządowe Centrum Bezpieczeństwa

Redaktor Działu Szkolenia i Propagowanie Wiedzy
st. bryg. dr inż. Grzegorz Stankiewicz – Szkoła Aspirantów Państwowej Straży Pożarnej w Poznaniu

Redaktor Działu Z Praktyki dla Praktyki
nadbryg. w st. spocz. Maciej Schroeder

Redaktor Działu Nauki Humanistyczne i Społeczne na Rzecz Bezpieczeństwa
dr hab. Bernard Wiśniewski, prof. WSPOL – Wyższa Szkoła Policji w Szczytnie

Redaktor Działu Postacie Pożarnictwa
mgr inż. Jan Kielin – Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowarowej im. Józefa Tuliszkowskiego Państwowy Instytut Badawczy

Sekretarz Redakcji, Redaktor Językowy – język polski
mgr Julia Pinkiewicz

Redaktor Językowy – język angielski
mgr Jan Stanisław Łopata

Redaktor Językowy – język rosyjski
mgr inż. Yuliya Mazur

Redaktor Statystyczny
dr Tomasz Węsierski

Przygotowanie do wydania:

mgr Anna Golińska
Elżbieta Muszyńska

© by Wydawnictwo Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwpowarowej
im. Józefa Tuliszkowskiego
Państwowego Instytutu Badawczego
Nakład 500 egzemplarzy
Wersja papierowa jest wersją pierwotną.

RADA NAUKOWA

Przewodnicząca:

dr hab. inż. Ewa Rudnik, prof. nadzw.,
Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowarowej im. Józefa Tuliszkowskiego Państwowy Instytut Badawczy (Scientific and Research Centre for Fire Protection – National Research Institute), Polska

prof. Bogdan Z. Długogórski,
Murdoch University in Perth, Australia

prof. dr inż. Aleš Dudáček,
Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
(Technical University of Ostrava), Czechy

prof. 范维澄 (Fan Weicheng),
中国科学技术大学 (State Key Laboratory of Fire Science – University of Science and Technology of China), Chiny

gen. major dr Виктор Иванович Климин (Wiktor Iwanowicz Klimkin),
Федеральное государственное бюджетное учреждение. Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России (FGU VNIPO – Federal State Establishment The All-Russian Research Institute for Fire Protection), Rosja

prof. dr inż. Rainer Koch,
Universität Paderborn, Institut für Feuer- und Rettungstechnologie der Stadt Dortmund (the University of Paderborn, Institute for Fire and Rescue Technology in Dortmund), Niemcy

prof. Jesús Ignacio Martínez Paricio,
Universidad Complutense de Madrid (The Complutense University of Madrid), Hiszpania

dr inż. Hauke Speth,
Institut für Feuer- und Rettungstechnologie der Stadt Dortmund (Institute for Fire and Rescue Technology in Dortmund, Germany), Niemcy

dr hab. inż. Lech Starczewski – prof. WITPiS,
Wojskowy Instytut Techniki Pancernej i Samochodowej (Military Institute of Armoured and Automotive Technology), Polska

prof. Asif Usmani – BRE Centre for Fire Safety Engineering – The University of Edinburgh, Wielka Brytania

ISSN 1895-8443

DOI: 10.12845

Projekt okładki:

Barbara Dominowska

Redakcja:

ul. Nadwiślańska 213; 05-420 Józefów k/Otwocka
tel. 22 769 32 20
e-mail: kwartalnik@cnbop.pl
Czytelnia.cnbop.pl

Czasopismo „Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza/ Safety & Fire Technique” jest pismem kierowanym do kadr kierowniczych ochrony przeciwpowarowej, pracowników jednostek administracji państwowej i samorządowej zajmujących się problematyką zarządzania kryzysowego, pracowników naukowych i dydaktycznych uczelni i instytutów badawczych zainteresowanych tą problematyką. Artykuły publikowane w Kwartalniku przechodzą proces recenzyjny.

Kwartalnik „BiTP. Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza” jest publikowany w darmowym i otwartym dostępie tzn. każdy użytkownik ma prawo czytać, kopiować, drukować, rozpowszechniać, cytować i przeszukiwać zasoby otwarte, w tym pełne teksty artykułów, z zachowaniem praw autorskich ich twórców.

Użytkownik korzysta z zamieszczonych w Kwartalniku artykułów zgodnie z obowiązującymi przepisami o dozwolonym użytku, podając na kopii utworu informację o źródle i autorze/ach.



Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego

9 pkt

IC Journals Master List

5,32 pkt

Na podstawie decyzji Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego (Komunikat z dnia 17 grudnia 2013 roku) za artykuły naukowe opublikowane na łamach czasopisma przyznawane jest 9 punktów do dorobku naukowego.

EDITORIAL COMMITTEE/РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ ЖУРНАЛА

Editor-in-Chief/Главный Редактор

ml. bryg. Dariusz Wróblewski, PhD/младший бригадир Дариуш Врублевски, д-р инж.

National Headquarters of the State Fire Service, Poland/
Штаб-квартира Государственной противопожарной службы, Польша

Chairman of Editorial Committee/Возглавляющий Редакционного Совета

Section Editor: Organization and Strategic Management/

Redaktor Otdela: Organizacja i Strategiczne Rukowodstwo

Eugeniusz W. Roguski, PhD/Эугениуш В. Рогуски, д-р инж.

Polish Centre for Accreditation/Польский Центр Аккредитации

Section Editor: Research and Development/

Redaktor Otdela: Issledovaniya i razvitiye

prof. Ewa Rudnik, PhD/проф. Ева Рудник, д-р инж., – Scientific and Research Centre for Fire Protection – National Research Institute, Poland/Научно-Исследовательский Центр Противопожарной Охраны - Государственный Исследовательский Институт, Польша

Section Editor: Technique and Technology

Redaktor Otdela: Tekhnika i tekhnologiya

Stefan Wilczkowski, PhD/Стефан Вильчковски, д-р инж. – Scientific and Research Centre for Fire Protection – National Research Institute, Poland/Научно-Исследовательский Центр Противопожарной Охраны – Государственный Исследовательский Институт, Польша

Section Editor: Certification, Approvals and Recommendations/

Redaktor Otdela: Serтификация, одобreniya i rekomendatsii

bryg. Jacek Zboina, PhD/бригадир Яцек Збоина, д-р инж. – Scientific and Research Centre for Fire Protection – National Research Institute, Poland/Научно-Исследовательский Центр Противопожарной Охраны - Государственный Исследовательский Институт, Польша

Section Editor: Partnership for Safety Innovation/

Redaktor Otdela: Partnirstvo dlya razvitiya v tselya bezopasnosti

st. bryg. Krzysztof Biskup, M.Eng./старший бригадир Кшиштоф Бискуп, магистр инж. – Scientific and Research Centre for Fire Protection – National Research Institute, Poland/Научно-Исследовательский Центр Противопожарной Охраны - Государственный Исследовательский Институт, Польша

Section Editor: Case Study – Analysis of Actual Events/

Redaktor Otdela: Analiz realnykh sobytiy nadbryg. Janusz Skulich/надбригадир Януш Скулич – Government Centre for Security, Poland/Правительственный центр безопасности, Польша

Section Editor: Training and Knowledge Promotion

Redaktor Otdela: Obucheniye i propagandirovaniye znaniy

st. bryg. Grzegorz Stankiewicz, PhD/старший бригадир Григорий Станкевич д-р инж. – The Fire Service College of the State Fire Service in Poznan, Poland

Section Editor: The Best Practice in Action/

Redaktor Otdela: Spraktiki dlya praktiki

nadbryg. w st. spocz. Maciej Schroeder/надбригадир в отставке Мацей Шредер

Section Editor: Humanities and Social Sciences for Safety/ Редактор Otdela:

Гуманитические и общественные науки на благо безопасности

Bernard Wiśniewski, PhD, prof. WSPOL/Бернард Висьневски, д-р, проф.- Police Academy in Szczepno/Высшая школа полиции в г. Щитно

Section Editor: People Involved in Firefighting/Редактор Otdela: Liца пожарной охраны

Jan Kielin, M.Eng. / Ян Киелин, магистр инж. – Scientific and Research Centre for Fire Protection – National Research Institute, Poland/Научно-Исследовательский Центр Противопожарной Охраны - Государственный Исследовательский Институт, Польша

Editorial Secretary, Language Editor – Polish Language/

Секретарь Редакции, языковой редактор – польский язык:

Julia Pinkiewicz, M.A./ Юлия Пинкевич, магистр

Language Editor – English Language/языковой редактор – английский язык:

Jan Stanisław Łopata, M.Eng./ Ян Станислав Лопата, магистр

Language Editor – Russian Language/языковой редактор – русский язык:

Yuliya Mazur, M.Eng./ Юлия Мазур, магистр инж.

Statistical Editor/Статистический редактор:

Tomasz Węsierski, PhD/Томаш Венсерски, д-р

Prepared for editing by/Подготовили к печати:

Anna Golińska, M.A./ Анна Голинська, магистр

Elżbieta Muszyńska/Эльжбета Мушиньска

EDITORIAL ADVISORY BOARD/НАУЧНЫЙ СОВЕТ

Chairman/Председатель:

prof. Ewa Rudnik, PhD/проф. Эва Рудник, д-р инж.

Scientific and Research Centre for Fire Protection – National Research Institute, Poland/Научно-Исследовательский Центр Противопожарной Охраны – Государственный Исследовательский Институт, Польша

prof. Bogdan Z. Długogórski/проф. Богдан З. Длугогурски

Murdoch University in Perth, Australia/Университет Мердока в городе Перт, Австралия

prof. Aleš Dudáček, PhD/проф. Аlesh Дудачек, д-р инж. Technical University of Ostrava, Czech Republic/Остравский Технический Университет, Чехия

prof. Fan Weicheng/проф. Фан Вейченг

State Key Laboratory of Fire Science – University of Science and Technology of China/Государственная лаборатория пожарной техники – Университет наук и технологий в Китае

gen. mayor Viktor Ivanovich Klimkin, PhD/ген. майор Виктор Иванович

Климкин, д-р
FGU VNIPO – Federal State Establishment The All-Russian Research Institute for Fire Protection, Russia/Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»

prof. Rainer Koch, PhD/проф. Райнер Кох, д-р инж.

The University of Paderborn, Institute for Fire and Rescue Technology in Dortmund, Germany/Университет Падерборн, Институт Пожарной и Спасательной Технологии в г. Дортмунд, Германия

prof. Jesús Ignacio Martínez Paricio/проф. Гесус Игнасио Мартинес

Парицио
The Complutense University of Madrid, Spain/Мадридский Университет в г. Комплутенс, Испания

Hauke Speth, PhD/Хауке Спет, д-р инж.

Institute for Fire and Rescue Technology in Dortmund, Germany/Институт Пожарной и Спасательной Технологии в г. Дортмунд, Германия

Lech Starczewski, PhD, prof. WITPiS/проф. Лех Старчевский, д-р инж.

Military Institute of Armoured and Automotive Technology, Poland/Военный Институт Броневой и Автомобильной Техники, Польша

prof. Asif Usmani/проф. Асиф Усмани

BRE Centre for Fire Safety Engineering – The University of Edinburgh (UK)/ Центр BRE Техники Пожарной Безопасности – Эдинбургский Университет (Великобритания)

ISSN 1895-8443

DOI: 10.12845

© by Scientific and Research Centre for Fire Protection - National Research Institute Publishing House (Wydawnictwo CNBOP-PIB)/Научно-Исследовательский Центр Противопожарной Охраны им. Иосифа Тулишковского - Государственный Исследовательский Институт, Польша
Circulation/Тираж: 500 copies/ экзemplяров
Paper version constitutes a primary version of the journal.
Печатная версия ежеквартальника является первичной версией.

Cover design/Проект обложки:

Barbara Dominowska/Барбара Доминовска

Editorial Office/Издательский дом:

ul. Nadwiślańska 213; 05-420 Józefów k/Otwocka

tel. 22 769 32 20

e-mail: kwartalnik@cnbop.pl

Czytelnia.cnbop.pl

The quarterly journal *Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza/Safety & Fire Technique* is addressed to fire protection managers, state and local government employees, researchers and tutors from universities and research institutes interested in the issues of fire protection, civil protection and crisis management. Articles in the quarterly go through a peer review process.

Журнал «Безопасность и Пожарная Техника» является журналом, который адресован к руководящим кадрам противопожарной охраны, работникам государственных и местных исполнительных органов власти, занимающимся проблематикой кризисного управления, работникам научно-педагогических университетов и исследовательских институтов, заинтересованных этой проблематикой. Журнал содержит только рецензированные статьи.

The Quarterly "Safety & Fire Technique" is published in free and open access, i.e., each user can read, copy, print, spread, cite and search open resources, including full texts of articles, respecting the copyright of its authors. A user can take advantage of articles published in the Quarterly in accordance with binding law on permitted use, indicating on the copy of the material information about the source and authors. Политика открытого доступа: Ежеквартальник BiTP «Безопасность и Пожарная Техника» публикуется в открытом и бесплатном доступе т.е. каждый пользователь в праве читать, копировать, печатать, распространять, цитировать и пересматривать открытые ресурсы, в том полные тексты статей с сохранением авторских прав их создателей. Пользователь использует помещенные в Ежеквартальнике статьи согласно действующим правилам допустимого использования, указывая на копии произведения информацию об источнике и авторе/авторах.



Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego

9 points/9 баллов

IC Journals Master List

5,32 points/баллов

Under decision of the Minister of Science and Higher Education (The announcement of December 17, 2013) there are 9 points attributed to the author's academic achievements for publishing scientific articles in the Quarterly/На основе решения Министра Науки и Высшего Образования (Сообщение от 17 декабря 2013 года) за статьи, опубликованные в Ежеквартальнике авторы получают 9 баллов, прибавляемых к их научным достижениям.

SPIS TREŚCI

ORGANIZACJA I ZARZĄDZANIE
STRATEGICZNE

Rola jednostek krajowego systemu ratowniczo-gaśniczego w funkcjonowaniu systemu Państwowe Ratownictwo Medyczne w rejonach wiejskich w Polsce	15
R. Gałązkowski, A. Pawlak, K. Pszczółowski	

Zmiany w doktrynie zarządzania kryzysowego w Stanach Zjednoczonych po ataku huraganu Katrina	27
M. Iwańska, A. Kowalczyk	

Zarządzanie zasobami i prognozowanie strat w projekcie organizacyjnym systemu obrony cywilnej	39
Yu. Rak, V. Kvashuk	

BADANIA I ROZWÓJ

Ocena stopnia bezpieczeństwa w aspekcie statystyk zdarzeń za lata 2000-2012. Czasowo-przestrzenna charakterystyka zagrożeń pożarowych obiektów mieszkalnych w systemie informacji przestrzennej (GIS) na przykładzie m.st. Warszawa	47
R. Mazur	

Badania porównawcze wyników analizy granulometrycznej ziaren proszku gaśniczego przeprowadzonej różnymi metodami	57
J. Rakowska, K. Radwan, Z. Śłosorz	

Zagrożenie pożarowe lasu od transportu kolejowego i ocena efektywności pasów przeciwpożarowych	65
R. Szczygieł, M. Kwiatkowski, B. Kołakowski, J. Piwnicki	

Gaszenie procesów spalania katalizatora metaloorganicznego przy użyciu ziemi okrzemkowej – diatomitu	79
S. Wilczkowski	

TECHNIKA I TECHNOLOGIA

Przykład kwantyfikacji gotowości operacyjnej środków transportowych użytkowanych akcyjnie	85
Z. Kruk, W. Kupiec	

Metoda projektowania bazy wiedzy oraz regul segmentatora regulowego oparta o formalną analizę pojęć	93
M. Mirończuk	

Możliwość wykorzystania lotniczego systemu „AVIS” w celu zdalnego monitorowania sytuacji nadzwyczajnych	105
Beliaev B.I., Sosenko V.A., Beliaev Y.V., Chumakov A.V., Sizikov A.S.	

Urządzenie do wciągania się w rurociąg w celu podania powietrzno-mechanicznej piany gaśniczej do płonącego zbiornika	115
Malashenko S.M., Smilovenko O.O., Emelyanov V.K., Chernevich O.V.	

SZKOLENIA I PROPAGOWANIE WIEDZY

Zatrucie tlenkiem węgla – zadania ratownika na miejscu zdarzenia	123
K. Grobelska, A. Królikowska, E. Zieliński, E. Nurczyńska, J. Telak	

Z PRAKTYKI DLA PRAKTYKI

Badania eksperymentalne wibracji odśrodkowej pompy pożarniczej z defektem (luz między gniazdem łożyska a wałem)	133
A.N. Larin, A.A. Larin, I. L. Ushapivsky	

Patronaty BiTP	143
Wytyczne dla autorów	145
Nagrody CNBOP-PIB	159
Najważniejsze wydarzenia	169

TABLE OF CONTENT СОДЕРЖАНИЕ

ORGANIZATION AND STRATEGIC MANAGEMENT ОРГАНИЗАЦИЯ И СТРАТЕГИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО

The role of the National Rescue and Firefighting System in the National Emergency Medical System Functioning in Rural Areas in Poland
Роль подразделений Государственной Спасательно-Гасящей Системы в функционировании Национальной Системы Неотложной Медицинской Помощи в сельских районах Польши 15
R. Gałązkowski, A. Pawlak, K. Pszczołowski

Changes in Emergency Management Doctrine in The United States after Hurricane Katrina
Изменения в доктрине кризисного управления в США после атаки урагана Катрина 27
M. Iwańska, A. Kowalczyk

Resource Management and Forecasting Losses within the Project Organisational Structure of the Civil Protection System
Управление ресурсами и прогнозирование потерь в проектно-организационных системах гражданской защиты 39
Yu. Rak, V. Kvashuk

RESEARCH AND DEVELOPMENT ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗВИТИЕ

Assessment of Safety Level in the Aspect of 2000-2012 Fire Statistics. Temporal And Spatial Characteristics Of Residential Buildings Fires in Geographical Information System. Warsaw Case Study
Оценка степени безопасности в отношении статистики событий за 2000-2012 годы. Временно-пространственная характеристика пожарной опасности жилых зданий в Геоинформационной системе (ГИС) на примере города Варшавы 47
R. Mazur

Comparative Study of the Results of the Extinguishing Powder Grain Size Analysis Carried out by Different Methods
Сравнительные исследования результатов гранулометрического анализа частиц огнетушащего порошка, проведённого различными методами 57
J. Rakowska, K. Radwan, Z. Ślosorz

Forest Fire Risk Related to the Railway Traffic and the Evaluation of Fire Breaks' Efficiency
Угроза возникновения лесного пожара от железнодорожного транспорта и оценка эффективности противопожарных полос 65
R. Szczygieł, M. Kwiatkowski, B. Kołakowski, J. Piwnicki

Extinguishing Fires of Organometallic Catalysts with Diatomaceous Earth – Diatomite
Тушение процессов горения металлоорганического катализатора с использованием инфузорной земли – диатомита 79
S. Wilczkowski

TECHNIQUE AND TECHNOLOGY ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

Quantification of Operational Readiness of Vehicles Utilized in Actions
Пример квантификации готовности транспортных средств, использованных для выполнения аварийно-спасательных работ 85
Z. Kruk, W. Kupicz

The Method of Designing the Knowledge Database and Rules for a Text Segmentation Tool Based on Formal Concept Analysis
Метод проектирования базы знаний и правил правового сегментатора на основе формального анализа понятий 93
M. Mirończuk

The Possibility of Using the Aviation Spectra-Zonal System «Avis» for the Remote Monitoring of Emergencies
Возможность использования авиационной спектрозональной системы «АВИС» для дистанционного мониторинга ЧС 105
Beliaev B.I., Sosenko V.A., Beliaev Y.V., Chumakov A.V., Sizikov A.S.

A Device for Cutting Holes in the Pipelines in Order to Supply a Burning Storage Tank with Air-Mechanical Firefighting Foam
Устройство врезки в продуктопровод для подачи воздушно-механической огнетушащей пены в горящий резервуар 115
Malashenko S.M., Smilovenko O.O., Emelyanov V.K., Chernevich O.V.

TRAINING AND KNOWLEDGE PROMOTION ОБУЧЕНИЕ И ПРОПАГАНДИРОВАНИЕ ЗНАНИЙ

Carbon Monoxide Poisoning – Rescue Procedures
Отравление угарным газом - задачи спасателя на месте происшествия 123
K. Grobelska, A. Królikowska, E. Zieliński, E. Nurczyńska, J. Telak

BEST PRATICE IN ACTION С ПРАКТИКИ ДЛЯ ПРАКТИКИ

Experimental Investigations of Vibrations of a Centrifugal Fire Pump with the Defect (Unfastened Shaft in a Bearing Seat)

**Экспериментальные исследования вибраций
центробежного пожарного насоса с дефектом
(прослабленная посадка вала в подшипниках) 133**
A.N. Larin, A.A. Larin, I.L. Ushapivsky

BiTP's Patronage / Под патронатом BiTP	143
Guide for authors / Правила для авторов	145
CNBOP-PIB Achievements /	
Достижения CNBOP	159
Major events / Самые важные события	169

Szanowni Czytelnicy,

Przekazujemy Państwu nowy numer czasopisma naukowego „BiTP. Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza”. W niniejszym wydaniu znajdziecie Państwo zbiór trzynastu artykułów prezentujących problematykę bezpieczeństwa z wielu perspektyw.

Wśród opublikowanych prac znajdują się artykuły dotyczące między innymi zarządzania kryzysowego, struktur organizacyjnych ratownictwa medycznego w Polsce, a także zagrożenia pożarem lasów, jak również zatrucie tlenkiem węgla.

Chcielibyśmy polecić Państwa uwadze artykuł pt. *Metoda projektowania bazy wiedzy oraz reguł segmentatora regułowego oparta o formalną analizę pojęć* autorstwa Pana Michała Mirończuka, w którym zaprezentowane zostało rozwiązanie problemu segmentacji tekstu dziedzinowego z raportów sporządzanych po akcjach ratowniczo-gaśniczych przez jednostki Państwowej Straży Pożarnej.

Natomiast godnym polecenia artykułem z zakresu nowych technologii przeciwpożarowych jest opracowanie naukowców z Białorusi pt. *Urządzenie do wcięcia się w rurociąg w celu podania powietrzno-mechanicznej piany do płonącego zbiornika*. W artykule opisano udoskonalenie taktyki gaszenia metodą podpowierzchniową pożarów w zbiornikach z ropą i substancjami ropopochodnymi.

Prace badawcze na rzecz ochrony przeciwpożarowej to nie tylko opracowywanie nowoczesnych wyrobów w tym środków gaśniczych, ale również alternatywnych i skutecznych metod ich stosowania. Stąd w kwartalniku nie mogło zabraknąć zarówno sprawozdań z prac badawczych przeprowadzanych w laboratoriach chemicznych, jak i prac prezentujących nowoczesne technologie i zastosowanie armatury pożarniczej. Pracą wpisującą się w tę tematykę jest artykuł zespołu autorskiego z CNBOP-PIB – dr inż. Joanny Rakowskiej, mgr inż. Katarzyny Radwan i mgr inż. Zuzanny Śłosorz pt. *Badania porównawcze wyników analizy granulometrycznej ziaren proszku gaśniczego przeprowadzonej różnymi metodami*. Autorki to współtwórczynie środka przeznaczonego do usuwania zanieczyszczeń i skażeń z infrastruktury drogowej i przemysłowej opracowanego w konsorcjum z Instytutem Ciężkiej Syntezy Organicznej „Blachownia” Kędzierzyn-Koźle oraz P.P.H. CHEMKONFEKT. Za jego opracowanie, w czerwcu tego roku, CNBOP-PIB nagrodzone zostało prestiżową nagrodą gospodarczą – godłem „Teraz Polska”.

Z przyjemnością i satysfakcją pragniemy również Państwa poinformować, że CNBOP-PIB zostało uhonorowane w drugiej edycji ogólnopolskiego konkursu „Lider Bezpieczeństwa Państwa”, nad którym patronat objął Szef Biura Bezpieczeństwa Narodowego minister prof. dr hab. Stanisław Koziej. Nagrodę główną – diamentową statuetkę Lidera Bezpieczeństwa Państwa – za innowacyjną koncepcję tworzonego narzędzia oraz wysoką wartość przedsięwzięcia na rzecz umacniania bezpieczeństwa zbiorowego naszego kraju uzyskał realizowany przez CNBOP-PIB projekt pt. *Zintegrowany system budowy planów zarządzania kryzysowego w oparciu o nowoczesne technologie informatyczne*. Z wynikami jednego z etapów prac zespołu projektowego mogli się Państwo zapoznać w trakcie lektury pierwszego tegorocznego wydania kwartalnika.

W imieniu całej redakcji zapraszamy również na konferencję naukową organizowaną w CNBOP-PIB pt. „Bezpieczeństwo na lądzie, morzu i w powietrzu w XXI wieku”, która odbędzie się 10 października 2014 r. Nad tym wydarzeniem nasze czasopismo objęło patronat medialny. Organizatorami przedsięwzięcia są Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego Państwowy Instytut Badawczy, Akademia Marynarki Wojennej im. Bohaterów Westerplatte, Instytut Lotnictwa, Regionalne Centrum Badań nad Bezpieczeństwem. Na konferencji prelegenci przedstawiają ważne zagadnienia związane z bezpieczeństwem w ruchu lądowym, bezpieczeństwem przeciwpożarowym obiektów budowlanych, bezpieczeństwem na akwenach, morzu oraz w ruchu lotniczym. Spotkanie przedstawicieli różnych dyscyplin naukowych jest szczególnie cenne i z pewnością sprzyjać będzie wieloaspektowej dyskusji oraz stanowić będzie wstęp do nowych interdyscyplinarnych badań z zakresu bezpieczeństwa.

Zachęcamy Państwa do zapoznania się ze wszystkimi artykułami opublikowanymi w tym numerze kwartalnika i życzymy przyjemnej lektury.

Komitet Redakcyjny

Dear Readers,

We are honoured to present you a new issue of the Quarterly “BiTP. Safety & Fire Technique”. In this issue you can find a collection of thirteen articles presenting safety questions from many perspectives.

Among the articles there are papers concerning e.g. crisis management, organizational structures of the emergency medical services in Poland, forest fire risk, as well as carbon monoxide poisoning.

We would like to recommend to your attention the article “The Method of Designing the Knowledge Database and Rules for a Text Segmentation Tool Based on Formal Concept Analysis” by Michał Mirończuk. The article presents a solution to the problem of specialist text segmentation on the example of the reports prepared by the rescue units of the State Fire Service after firefighting and rescue operations.

As regards the field of new firefighting technologies, a recommendable article is the paper entitled “A Device for Cutting Holes in the Pipelines in Order to Supply a Burning Storage Tank with Air-Mechanical Firefighting Foam”, written by the scientists from Belarus. The article describes the improvement of the sub-surface extinguishing technique of oil and oil products fires in storage tanks.

Research for the purposes of fire protection includes not only development of modern products as for example extinguishing agents, but also alternative and effective methods of their application. Reports on chemical research as well as articles on modern technologies and application of firefighting equipment are equally important, thus both of them are present in the Quarterly. The paper written by the authors from CNBOP-PIB – Joanna Rakowska (PhD), Katarzyna Radwan (M.Eng.) and Zuzanna Ślosorz (M.Eng.) entitled “Comparative Study of the Results of the Extinguishing Powder Grain Size Analysis Carried out by Different Methods”, focuses on one of these issues. The authors are co-founders of an innovative agent designed to remove pollution and contaminations from road and industrial infrastructure developed in the consortium with the Institute of Heavy Organic Synthesis “Blachownia” in Kedzierzyn-Kozle and P.P.H CHEMKONFEKT. In July CNBOP-PIB received a prestigious business award – the emblem “Teraz Polska” (“Poland Now”) for innovative products.

We are also very pleased and satisfied to inform you that CNBOP-PIB was honored in the second edition of the contest „Lider bezpieczeństwa państwa” (“State safety leader”), under the honorary patronage of the Head of the National Security Bureau, Prof. Stanisław Koziej, PhD, Secretary of State.

The main award – a diamond statuette of “Lider bezpieczeństwa państwa” (“State safety leader”) – for the innovative conception of the created tool and high value of a project for strengthening the collective security of our country, was awarded to the project “Integrated system of creating emergency management plans based on modern information technologies”, realised by CNBOP-PIB. The results of one of the project phases were presented to our readers in the previous issue of the Quarterly.

On behalf of the editorial board we also invite you to a scientific conference „Safety on the land, on the sea and in the air in the XXI century” organized at CNBOP-PIB on the 10th of October 2014, over which CNBOP-PIB took the media patronage. The conference organizers are: Scientific and Research Centre for Fire Protection – National Research Institute, Polish Naval Academy, Aviation Institute, Regional Centre for Security Research. The conference speakers will present many important issues related to overland traffic safety, fire safety of buildings, safety in the waters, on the sea and in the air. It will be a valuable opportunity for the representatives of various scientific disciplines to participate in a multifaceted discussion which undoubtedly will constitute the beginning of new interdisciplinary research in the field of safety.

We also invite you to read all the articles published in this issue of the Quarterly and wish you a pleasant reading.

Editorial Committee

Уважаемые Читатели!

Передаём Вам новый номер научного журнала BiTP „Безопасность и Пожарная Техника”. В этом выпуске найдёте 13 статей, представляющих проблематику широко понимаемой безопасности из различных перспектив.

Среди опубликованных работ находятся статьи, связанные, в особенности, с кризисным управлением, организационными структурами спасательной службы в Польше, а также угрозой возникновения лесных пожаров и отравлением угарным газом.

Мы хотели бы рекомендовать Вашему вниманию статью под названием „Метод проектирования базы знаний и правил правового сегментатора на основе формального анализа понятий” автора Михаила Мирончука, в которой была представлена проблема сегментации специализированного текста с отчётов составляемых после завершения спасательно-гасящих действий подразделениями Государственной Пожарной Службы.

Рекомендуемой статьёй связанной с областью новых противопожарных технологий является разработка учёных из Беларуси, под названием „Устройство врезки в продуктопровод для подачи воздушно-механической огнетушащей пены в горящий резервуар”. В статье описано совершенствование тактики послойного тушения пожаров в резервуарах с нефтью и нефтепродуктами.

Исследовательские работы в пользу пожарной охраны заключаются не только в разработке современных изделий, включая гасящие средства, но также альтернативных и эффективных методов их применения. Поэтому в ежеквартальнике не могут отсутствовать как отчёты из исследовательских работ проведённых в химических лабораториях, так и работы указывающие новые технологии и применение пожарной арматуры. Разработкой, которая вписывается в эту тематику есть статья авторской группы CNBOP-PIB – кандидата техн. наук Йоанны Раковской, магистра инж. Катажины Радван и магистра инж. Зузанны Слёсож под названием „Сравнительные исследования результатов гранулометрического анализа частиц огнетушащего порошка, проведённого различными методами”. Авторши это соавторы средства, предназначенного для ликвидации загрязнений и контаминации из дорожной и промышленной инфраструктур, разработанного в рамках консорциума с Институтом Тяжелого Органического Синтеза „Блаховня” Кендзежин-Козле и Р.Р.Н. CHEMKONFEKT. За его разработку, в июне текущего года, CNBOP-PIB был награжден престижной в стране, экономической премией – рекламной эмблемой „Польша Сегодня”.

С большим удовольствием хотим сообщить Вам, что CNBOP-PIB был также удостоен почёта во втором выпуске конкурса „Лидер безопасности государства”. Медийный патронаж над конкурсом осуществлял Шеф Бюро Национальной Безопасности, министр проф. доктор Станислав Козей. Главную награду – алмазную статуэтку Лидера Безопасности Государства – за инновационную концепцию разрабатываемой технологии и высокую значимость мероприятия на благо укрепления общественной безопасности нашего государства получил реализуемый CNBOP-PIB проект „Интегрированная система построения планов кризисного управления на основе современных информационных технологий”. С результатами одного из этапов работ проектной группы можно познакомиться в первом номере ежеквартальника за текущий год.

От имени всей редакции приглашаем Вас принять участие в научной конференции организованной в CNBOP-PIB под названием „Безопасность на суше, море и в воздухе в XXI веке”, которая состоится 10 октября 2014 года. Над этим событием наш журнал взял медийных патронаж. Организаторы мероприятия это: Научно-Исследовательский Центр Противопожарной Охраны им. Иосифа Тулишковского Государственный Исследовательский Институт, Академия Военно-Морского Флота имени Героев Вестерплатте в Гдыне, Институт Авиации, Региональный Центр Испытаний Безопасности. На конференции докладчики представят важные вопросы, связанные с безопасностью в сухопутном движении, пожарной безопасностью строительных объектов, безопасностью на водоёмах, море, а также в воздушном движении. Встреча представителей разных научных дисциплин особенно ценная и наверно будет способствовать многоаспектной дискуссии, а также станет началом новых междисциплинарных исследований в сфере общественной безопасности.

Приглашаем Вас ознакомиться со всеми статьями опубликованными в этом номере ежеквартальника. Желаем приятного чтения.



General Brygadier Zbigniew Meres
Senator RP
Wiceprezes ZGZOSP RP w Warszawie
Prezes ZOW ZOSP RP w Katowicach

Szanowni Państwo,

Bezpieczeństwo jest jedną z podstawowych potrzeb człowieka, dlatego jego zapewnienie a w tym ochrona zdrowia, życia i mienia obywateli stanowi nadrzędny cel dla władz każdego demokratycznego państwa.

Gwałtowny w ostatnich latach rozwój techniki i technologii daje człowiekowi możliwość korzystania z różnorodnych udogodnień w życiu codziennym zarówno w miejscu pracy, jak i w miejscu zamieszkania. Wiąże się to jednak z licznymi zagrożeniami dla życia, zdrowia i mienia ludzi, co w konsekwencji przekłada się na złożone wymagania wobec systemu ratowniczego, a w szczególności wobec jednostek Państwowej Straży Pożarnej, która jest trzonem tego systemu.

Aby tym zadaniom podolać niezbędny jest rozwój inżynierii bezpieczeństwa pożarowego oraz konieczność pogłębiania wiedzy, wymiana doświadczeń oraz współpraca specjalistów i naukowców z różnych krajów świata, związanych z różnymi dziedzinami nauki. Agorą dla wymiany takich doświadczeń, źródłem wiedzy z zakresu ochrony przeciwpożarowej, bezpieczeństwa powszechnego oraz ochrony ludności jest kwartalnik naukowy „Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza” wydawany przez Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowy Instytut Badawczy w Józefowie.

Dzięki ujmowaniu tematyki bezpieczeństwa z różnych perspektyw kwartalnik przedstawia bezpieczeństwo, jako dziedzinę łączącą dorobek wielu nauk. Każdy numer czasopisma stanowi zbiór wartościowych artykułów pozwalających na realizację nadrzędnych celów wydawnictwa, jakimi są transfer wiedzy w Polsce i za granicą, promowanie wyników badań oraz edukacja na rzecz bezpieczeństwa.

Wszystkim zainteresowanym tematyką bezpieczeństwa i techniki pożarniczej polecam właśnie to wydawnictwo.

General Brygadier Zbigniew Meres



Senator RP

Wiceprezes ZGZOSP RP w Warszawie

Prezes ZOW ZOSP RP w Katowicach

dr n. med. **Robert GAŁĄZKOWSKI¹**
mgr **Agata PAWLAK²**
dr n. med. **Konrad PSZCZOŁOWSKI³**

Przyjęty/Accepted/Принят: 04.06.2013;
Zrecenzowany/Reviewed/Рецензирована: 03.06.2014;
Opublikowany/Published/Опубликована: 30.06.2014;

ROLA JEDNOSTEK KRAJOWEGO SYSTEMU RATOWNICZO-GAŚNICZEGO W FUNKCJONOWANIU SYSTEMU PAŃSTWOWE RATOWNICTWO MEDYCZNE W REJONACH WIEJSKICH W POLSCE

**The role of the National Rescue and Firefighting System in the National
Emergency Medical System Functioning in Rural Areas in Poland**

**Роль подразделений Национальной Спасательно-Гасящей Системы
в функционировании Государственной Системы Неотложной Медицинской
Помощи в сельских районах Польши**

Abstrakt

Wprowadzenie: Nawet w najlepiej finansowanych i zorganizowanych systemach ratownictwa medycznego czas dotarcia na miejsce zdarzenia bywa zbyt długi, najczęściej na tereny pozamiejskie. Kluczową rolę odgrywają w tej sytuacji osoby umiejące udzielać pierwszej pomocy, zwłaszcza kwalifikowanej. Należy więc dążyć do usprawnienia współdziałania systemu Państwowe Ratownictwo Medyczne (PRM) z Krajowym Systemem Ratowniczo-Gaśniczym (KSRG).

Material i metody: Celem pracy było wykonanie analizy działań prawnych i organizacyjnych systemów PRM oraz KSRG w zakresie udzielania pomocy osobom znajdującym się w stanie nagłego zagrożenia zdrowotnego, dokonanie podsumowania potencjału KSRG w zakresie KPP, a także zbadanie za pomocą ankiety opinii pracowników systemu PRM o jakości działań ratowników KSRG w zakresie udzielania KPP. Badaniem objęto grupę 98 pracowników systemu Państwowego Ratownictwa Medycznego, w tym lekarzy systemu, ratowników medycznych i pielęgniarów systemu z obszaru kraju. W badaniu posłużono się metodą sondażu diagnostycznego, wykorzystując anonimową ankietę własnego autorstwa. 22 pytania ankietowe miały na celu zbadanie poziomu udzielania kwalifikowanej pierwszej pomocy przez jednostki KSRG oraz ocenę zaangażowania tych jednostek w udzielanie KPP.

Wyniki: Badania ankietowe, w których pracownicy ZRM ocenili dotychczasową współpracę, wykazały, że w wielu przypadkach zespoły włączone do KSRG, jako pierwsze na miejscu zdarzenia, podejmują właściwe działania, jednak umiejętności strażaków w zakresie KPP wymagają poprawy. Potrzebne są stałe praktyczne ćwiczenia zwłaszcza w zakresie resuscytacji krążeniowo-oddechowej (RKO), aby uzyskać optymalną współpracę OSP i PSP dla uzupełnienia systemu PRM.

Wnioski: Udzielanie przez ratowników KSRG KPP osobom znajdującym się w stanie nagłego zagrożenia zdrowotnego przed przybyciem zespołu ratownictwa medycznego zwiększa szanse na przeżycie pacjentów. Szkolenie ratowników KSRG z zakresu KPP wpływa na podniesienie poziomu merytorycznego przygotowania do udzielania pomocy osobom znajdującym się w stanie nagłego zagrożenia zdrowotnego. Należy wprowadzić regulacje prawne umożliwiające dyspozytorowi medycznemu wykorzystanie potencjału KSRG do udzielania KPP przed przybyciem zespołu ratownictwa medycznego. Należy dopracować wymagania dotyczące zasad utrwalania i okresowej kontroli umiejętności po 66-godzinnym kursie KPP, pomimo określonej przepisami recertyfikacji, która odbywa się w cyklach 3-letnich.

¹ Zakład Ratownictwa Medycznego Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego, ul. Żwirki i Wigury 81a, 02-091 Warszawa/Medical University of Warsaw, Poland; adres e-mail: r.galazkowski@lpr.com.pl; wkład merytoryczny/percentage contribution – 50%

² Dział Ratownictwa Medycznego w SP ZOZ Lotnicze Pogotowie Ratunkowe; 01-934 Warszawa, ul. Książycowa 5/Polish Medical Air Rescue, Poland; wkład merytoryczny/percentage contribution – 40 %

³ Katedra i Zakład Zdrowia Publicznego Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego/Medical University of Warsaw, Poland; wkład merytoryczny/percentage contribution – 10%

Słowa kluczowe: kwalifikowana pierwsza pomoc, współpraca systemów, optymalizacja działań ratowniczych

Typ artykułu: artykuł przeglądowy

Abstract

Introduction: Even in the best funded and organised emergency medical units the time of reaching the scene of an accident by rescue units, especially in rural areas, can be too long. People who can provide first aid, especially qualified first aid (QFA), play a key role in such cases. Thus, we should strive to improve the cooperation between the National Emergency Medical System (NEMS) and the National Rescue and Firefighting System (NRFS).

Materials and methods: The aim of this survey was to analyse the organisational and legal actions of both the NEMS and NRFS systems in the scope of providing the first aid to people in a sudden life threatening situation. What is more, the goals of the survey were to make general conclusions about the potential of the NRFS in the scope of providing QFA and, finally, with the use of the questionnaires, examine the opinions of the NEMS workers on the quality of the QFA provided by NRFS rescuers. A group of 98 workers of the NEMS took part in the survey, including doctors, paramedics and nurses from the whole country. The study involved a diagnostic survey in the form of an anonymous questionnaire of own authorship. There were 22 questions prepared to study the quality of QFA provided by the NRFS units and their engagement in providing help.

Results: Medical rescue units employees rated the foregoing cooperation. The results showed that in many cases the units included in the NRFS, which were first at the scene of an accident, undertook proper actions, but the abilities and skills of fire rescuers in the range of QFA still need some improvement. Constant practical trainings are necessary, especially in the scope of CPR in order to achieve the optimal cooperation of Volunteer Fire Brigade and State Fire Service, which will complement the NEMS.

Conclusions: Providing the QFA by NRFS rescuers to people in a sudden life threatening situation, before reaching the scene of an accident by an emergency medical rescue unit, increases the chance of survival of these patients. The QFA training given to NRFS rescuers improves the essential preparation to provide the aid to people in a sudden life threatening situation. Law regulations that allow the medical dispatcher to use the potential of NRFS units to provide the QFA, before the scene of accident is reached by emergency medical rescuers. Furthermore, the requirements for the rules of perpetuation and periodical control of skills after 66 hour of QFA course should be improved, despite the legally regulated recertification, which is held in a 3-year cycle.

Keywords: the qualified first aid, systems coordination, optimization of rescue operations

Type of article: review article

Аннотация

Введение: Даже в наиболее успешно финансируемых и организованных системах неотложной медицинской помощи время приезда на место происшествия бывает слишком долгое, чаще всего касается это загородных территорий. В такой ситуации ключевую роль имеют люди, которые умеют оказать первую помощь, особенно квалифицированную. Следовательно, надо стремиться к улучшению сотрудничества между Государственной Системой Неотложной Медицинской Помощи (PRM) и Национальной Спасательно-Горящей Системой (KSRG).

Материал и методы: Цель данной работы заключалась в проведении анализа правовых и организационных действий систем PRM и KSRG по предоставлению помощи людям находящимся в состоянии внезапно возникшей угрозы здоровью; обзоре потенциала KSRG в области проведения квалифицированной первой помощи; а также исследовании с помощью опроса мнения сотрудников системы PRM о качестве выполнения спасательных работ спасателями KSRG в сфере предоставления квалифицированной первой помощи. В исследовании приняло участие 98 сотрудников системы PRM, в том числе врачи, фельдшера системы и медсестры системы с территории страны. В исследовании был использован метод диагностического обследования с помощью анонимной анкеты собственного авторства. 22 анкетных вопроса были разработаны с целью изучения уровня предоставления квалифицированной первой помощи подразделениями KSRG и проведения оценки ангажирования этих подразделений в предоставлении квалифицированной первой помощи.

Результаты: Анкетные исследования, в которых сотрудники ZRM оценивали существующее сотрудничество показали, что во многих случаях команды включённые в KSRG, как первые на месте происшествия, принимают соответствующие меры, но практические умения пожарных в области первой медицинской помощи нуждаются в улучшении. Необходимы постоянные практические упражнения, особенно в области сердечно-легочной реанимации (RKO) для достижения оптимального сотрудничества Добровольной пожарной службы (OSP) и Государственной пожарной службы (PSP), чтобы усовершенствовать систему PRM.

Выводы: Предоставление спасателями KSRG первой помощи, лицам в состоянии внезапной угрозы здоровью до приезда медицинской спасательной команды увеличивает шансы больных на выживание. Обучение спасателей KSRG в области квалифицированной первой помощи повышает уровень основной подготовки к предоставлению помощи человеку находящемуся в состоянии внезапной угрозы здоровью. Следует ввести правовые регулирования, позволяющие диспетчерам использовать потенциал KSRG для предоставления квалифицированной первой помощи до приезда медицинско-спасательной команды. Надо усовершенствовать требования по закреплению знаний, и их периодических проверок после 66-часового курса квалифицированной первой помощи, несмотря на установленную законом повторную сертификацию, которая проходит каждые 3 года.

Вид статьи: обзорная статья

Ключевые слова: квалифицированная первая помощь, сотрудничество систем, оптимизация спасательных действий

1. Cel pracy

Celem pracy jest analiza działań prawnych i organizacyjnych systemów PRM oraz KSRG w zakresie udzielania pomocy osobom znajdującym się w stanie nagłego zagrożenia zdrowotnego, dokonanie podsumowania potencjału KSRG w zakresie KPP, a także zbadanie za pomocą ankiety opinii pracowników systemu PRM na temat jakości działań ratowników KSRG w zakresie udzielania KPP.

2. Materiał i metody

Badaniem objęto grupę 98 pracowników systemu Państwowe Ratownictwo Medyczne w tym lekarzy systemu, ratowników medycznych i pielęgniarzek systemu z całego kraju. Ankieta była umieszczona w Internecie. Badanie wykonano w okresie od marca do kwietnia 2013 roku. W badaniu posłużono się metodą sondażu diagnostycznego, wykorzystując anonimową ankietę. 22 pytania ankietowe miały na celu zbadanie poziomu udzielania kwalifikowanej pierwszej pomocy przez jednostki KSRG oraz ocenę zaangażowania tych jednostek w udzielanie KPP. Analiza wyników miała stanowić realizację celu pracy. Do obliczeń statystycznych użyto programu Microsoft Office Excel 2007.

3. Wstęp

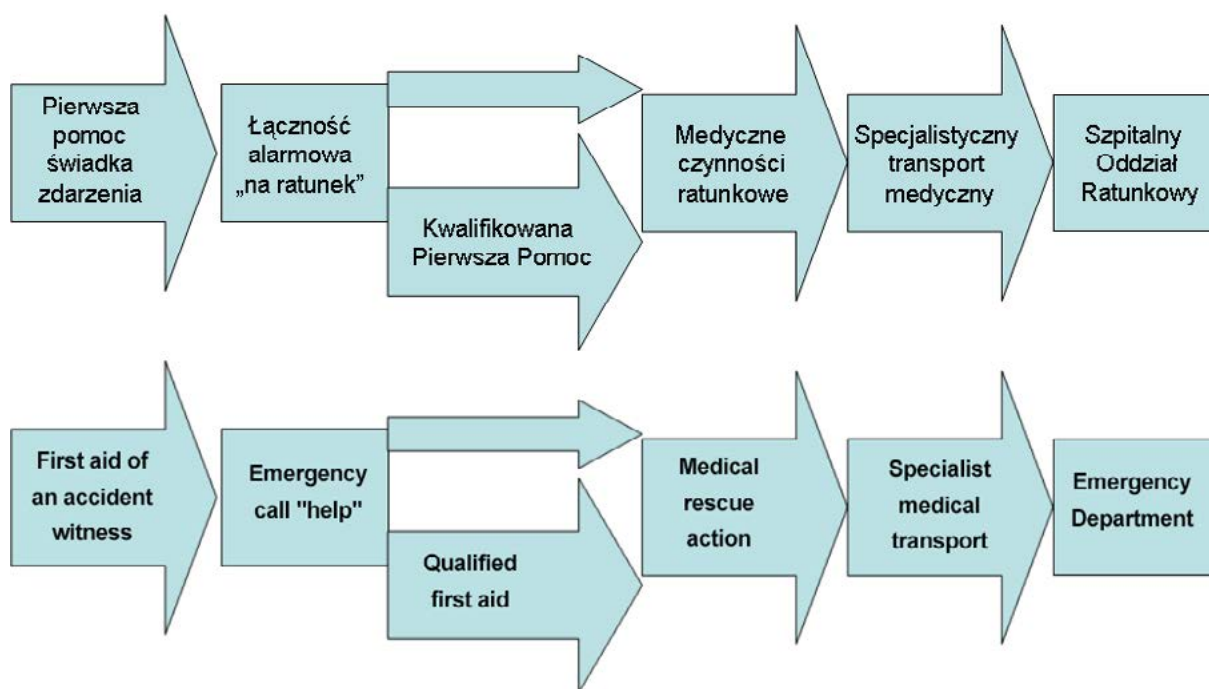
Ratownictwo medyczne jako system organizacyjny ukierunkowane jest przede wszystkim na udzielanie pomocy medycznej osobom znajdującym się w stanie nagłego zagrożenia zdrowotnego. Działania te wykonywane są przez jednostki systemu ratownictwa medycznego, a więc: naziemne zespoły ratownictwa medycznego, lotnicze zespoły ratownictwa medycznego oraz szpitalne oddziały ratunkowe i centra urazowe.

Dla utrzymania efektywności systemu niezbędna jest ciągła kontrola jakości. W tym celu przeprowadzane są

liczne badania, których wyniki stanowią podstawę do poprawy organizacji i funkcjonowania działań. System jako struktura dynamiczna ulega ciągłym zmianom, m.in. przez rozszerzanie swoich możliwości dzięki współpracy z jednostkami krajowego systemu ratowniczo-gaśniczego. Kadra pozostających w stałej gotowości ratowników KSRG dysponuje standaryzowanym wyposażeniem i jest jednolicie przeszkolona do udzielania kwalifikowanej pierwszej pomocy.

Odpowiednio zorganizowane współdziałanie systemów, dodatkowo wsparte powszechną znajomością udzielania pierwszej pomocy, może realnie zwiększać szanse osób poszkodowanych na przeżycie i wyzdrowienie. Dyskusja nad organizacją najskuteczniejszej pomocy medycznej osobom znajdującym się w stanie nagłego zagrożenia zdrowotnego trwa od wielu lat. Systemy ratownicze na świecie podlegają ciągłej analizie i modyfikacji, różniąc się w zależności od obowiązujących w danym kraju regulacji prawnych. W ujęciu planistycznym i organizacyjnym w większości opierają się jednak na tak zwanym schemacie „Łańcucha przeżycia” [7].

„Łańcuch przeżycia” ukazuje optymalny układ kolejnych ogniw działań ratunkowych, w tym pierwszą pomoc, elementy medyczne i transport specjalistyczny. Ich efektem finalnym powinno być dostarczenie do szpitalnego oddziału ratunkowego (SOR) osoby, która znalazła się w stanie nagłego zagrożenia zdrowotnego. W wymiarze systemowym elementy te są realizowane przez państwo za pomocą jego służb i poszczególnych podmiotów ratowniczych. Wytaczone są również działania obywatela/świadka zdarzenia w zakresie powiadamiania o nagłym zdarzeniu oraz samej pierwszej pomocy. Obecny stan organizacyjno-prawny polskiego systemu ratownictwa pozwala na skuteczną realizację założeń schematu „łańcucha przeżycia”, co nie znaczy, że nie powinien on podlegać dalszym usprawnieniom.



Ryc. 1. Schemat łańcucha przeżycia
Fig. 1. The chain of survival diagram

W strukturach systemu Państwowe Ratownictwo Medyczne w Polsce funkcjonuje: 14 centrów urazowych, 207 szpitalnych oddziałów ratunkowych, 1450 zespołów ratownictwa medycznego, 17 baz stałych i jedna baza sezonowa Śmigłowiec Służby Ratownictwa Medycznego, w których stacjonują lotnicze zespoły ratownictwa medycznego. W wojewódzkich planach działania systemu określona jest również sieć szpitali wyspecjalizowanych w zakresie usług medycznych niezbędnych dla potrzeb ratownictwa medycznego oraz jednostek współpracujących z systemem. W przepisach prawa polskiego określono zadania świadka zdarzenia. Przygotowano wytyczne, na podstawie których planowana jest lokalizacja zespołów ratownictwa medycznego. Analizowane są ich minimalne i maksymalne czasy dotarcia do miejsca zdarzenia. W wyniku przeprowadzanych analiz zmienia się miejsce wyczekiwania zespołu ratownictwa medycznego, czyli prowadzony jest faktyczny nadzór nad funkcjonowaniem systemu na terenie danego województwa. Trwają prace nad udoskonaleniem systemów powiadamiania ratunkowego i łączności.

Pomimo tych działań i stosunkowo dużej liczby zakontraktowanych w Polsce zespołów ratownictwa medycznego, nie zawsze możliwe jest szybkie udzielenie pomocy przez zawodowych ratowników medycznych. Taka sytuacja to nie tylko problem polski. Nawet w najbogatszych krajach świata, zwłaszcza na terenach wiejskich, słabiej zaludnionych zdarza się, że karetka dociera do poszkodowanego później niż po upływie 4-5 minut. To właśnie jest czas, w którym w przypadku zatrzymania akcji serca należy podjąć działania resuscytacyjne. Może je skutecznie prowadzić każdy, kto został w tym zakresie przeszkolony, podtrzymując podstawowe czynności życiowe osoby ratowanej do czasu przybycia pomocy medycznej. Zatem warunkiem zapewnienia jak najszybszej pomocy osobom znajdującym się w stanie nagłego zagrożenia zdrowotnego jest powszechne nauczanie zasad pierwszej pomocy.

Można również wykorzystać jak najlepiej potencjał innych służb ratowniczych (niemedycznych) przygotowanych już do udzielania tzw. kwalifikowanej pierwszej pomocy. Należy w tym celu zmodyfikować istniejące procedury i regulacje prawne. Niniejsza praca wykazuje potrzebę i możliwość sformalizowania włączania innych służb ratowniczych, np. jednostek KSRG, w udzielanie pomocy osobom w stanie nagłego zagrożenia zdrowotnego, zwłaszcza na obszarach wiejskich. Nad takimi rozwiązaniami od lat dyskutuje się, realizuje się je i doskonali w różnych krajach [6, 9, 2].

W Polsce oprócz systemu Państwowe Ratownictwo Medyczne funkcjonuje również krajowy system ratowniczo-gaśniczy powołany na mocy rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji. Tworzą go między innymi jednostki zawodowe Państwowej Straży Pożarnej oraz jednostki Ochotniczych Straży Pożarnych. Jednym z zadań KSRG opisanych w rozporządzeniu jest: dotarcie i wykonanie dostępu do zagrożonych lub poszkodowanych osób wraz z udzieleniem im kwalifikowanej pierwszej pomocy i ewakuacją poza strefę zagrożenia [8].

Pojęcie i zakres KPP zostały zdefiniowane w ustawie z dnia 8 września 2006 roku o Państwowym Ratownictwie Medycznym. Kwalifikowana pierwsza pomoc to czynności podejmowane przez ratownika wobec osoby w stanie nagłego zagrożenia zdrowotnego. Ratownikiem może być osoba, która posiada pełną zdolność do czynności prawnych, będąca członkiem, zatrudniona lub pełniącą służbę w jednostkach współpracujących z systemem, posiadająca ważne zaświadczenie o ukończeniu kursu w zakresie KPP i uzyskaniu tytułu ratownika, której stan zdrowia pozwala na udzielanie KPP [12]. Wśród jednostek współpracujących z systemem, które zostały zdefiniowane w ustawie, są jednostki zawodowe PSP oraz jednostki OSP włączone do KSRG.

Zadania, które w ramach KPP może wykonywać ratownik, obejmują następujący zakres: resuscytację krążeniowo-oddechową, bezprzryłową i przerywalą, z podaniem tlenu oraz zastosowaniem według wskazań defibrylatora zautomatyzowanego; tamowanie krwotoków zewnętrznych i opatrywanie ran; unieruchamianie złamań i podejrzeń złamań kości oraz zwichnięć; ochronę przed wychłodzeniem lub przegrzaniem; prowadzenie wstępnego postępowania przeciwwstrząsowego; ochronę termiczną; stosowanie tlenoterapii biernej; ewakuację z miejsca zdarzenia; wsparcie psychiczne oraz prowadzenie wstępnej segregacji medycznej [12].

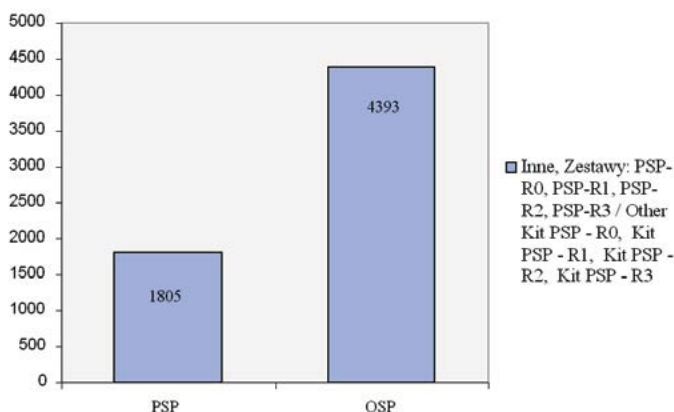
Jak najszybsze rozpoczęcie udzielania pierwszej pomocy przez świadka nagłego zdarzenia lub wdrożenie czynności z zakresu KPP przez jednostki współpracujące z systemem obecne przed przybyciem zespołu ratownictwa medycznego mogą ponad wszelką wątpliwość przyczynić się do poprawy skuteczności medycznych czynności ratunkowych, udzielanych osobie znajdującej się w stanie nagłego zagrożenia zdrowotnego.

Biorąc pod uwagę szerszy niż w pierwszej pomocy zakres kompetencji KPP udzielony ratownikom oraz potrzebę utrzymania na wysokim poziomie wiedzy i umiejętności ratowników, ustawodawca szczegółowo określił zasady przeprowadzania kursu z zakresu KPP, opisując wymogi organizacyjne i sprzętowe dla podmiotów realizujących szkolenia, skład osobowy komisji egzaminacyjnej, zasady przeprowadzania egzaminu, a także wzór zaświadczenia o ukończeniu kursu i zdaniu egzaminu. Określono również szczegółowy plan nauczania KPP, który został wypracowany przez ekspertów i zamieszczony w rozporządzeniu Ministra Zdrowia.

Z danych statycznych Komendy Głównej PSP na 2013 rok stan osobowy wyszkolenia w zakresie KPP strażaków włączonych do KSRG wynosi ok. 6800 strażaków PSP oraz ok. 2500 strażaków OSP (ważności szkolenia 2013 rok, wg danych SWDST na dzień 18.03.2013 r.). Obecnie działania KPP realizują wszystkie jednostki ratowniczo-gaśnicze (zawodowe) PSP oraz jednostki ochrony przeciwpożarowej OSP, włączone do KSRG, posiadające gotowość operacyjną do podjęcia działań ratownictwa medycznego przez co najmniej dwóch ratowników (w rozumieniu ustawy o PRM) w składzie zastępu ratowniczego [14]. Docelowo zdolność do podjęcia działań w zakresie KPP mają mieć wszyscy strażacy wszystkich jednostek KSRG.

W zakresie organizacji KSRG w ostatnich latach przyjęto kilka istotnych założeń. Wśród nich takie, że dla każdej jednostki KSRG utrzymującej gotowość do podjęcia działań ratowniczych z zakresu KPP ustalono obszar chroniony – zdefiniowany jako obszar niezależny od podziału administracyjnego kraju i PSP, w którym dana jednostka podejmie działania ratownicze, w czasie do 15 min, 20 min, 25 min i do 30 min, zależnie od rodzaju poziomu gotowości, określając tym samym dostępność jednostek KSRG dla potrzeb współpracy z jednostkami systemu PRM. Określono szczegółowo 3 poziomy gotowości – A, B, C. Zależnie od poziomu gotowości opracowano minimalny standard wyposażenia dla jednostki OSP włączonej do KSRG, który zakłada między innymi posiadanie przez taką jednostkę zestawu ratunkowego PSP-R1. Jednocześnie dla każdego poziomu gotowości określono standard osobowy. Przy podstawowym poziomie gotowości typu A przyjęto, że jednostka OSP włączona do KSRG musi posiadać co najmniej 8 ratowników z przeszkoleniem w zakresie KPP, w tym przynajmniej 2 ratowników może podjąć interwencję w czasie nie dłuższym niż 15 minut (z prawdopodobieństwem 80%) [15].

Aktualnie w zakresie wyposażenia ratownictwa medycznego, zgodnie z *Zasadami organizacji ratownictwa medycznego w krajowym systemie ratowniczo-gaśniczym* [15], obowiązuje zestaw ratownictwa medycznego R1, respirator transportowy dla grup specjalistycznych oraz zautomatyzowane defibrylatory (AED). Na ryc. 2 przedstawiono liczbę zestawów ratownictwa medycznego w jednostkach KSRG będących na wyposażeniu do 2013 roku. Zestawy te różniły się między sobą zawartością. Podstawowym rodzajem wyposażenia był zestaw PSP-R1 i stanowił zdecydowaną większość – 87,25% wyposażenia jednostek KSRG. Z danych PSP wynika, iż istniały również zestawy rozszerzone i specjalistyczne: inne, PSP-R0, PSP-R2, PSP-R3 [3].



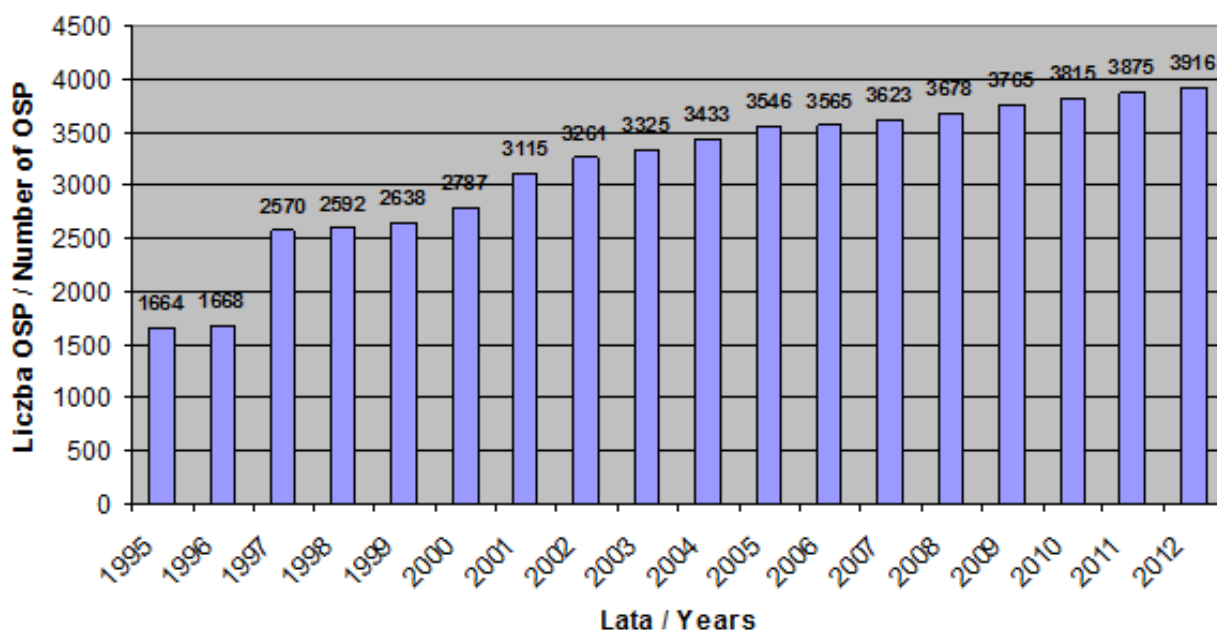
Ryc. 2. Liczba zestawów ratownictwa medycznego w jednostkach KSRG wg danych SWDST na dzień 18.03.2013 r. [3]

Fig. 2. The number of first aid sets in NRFS units according to the data Decision Support System-ST as for March 18, 2013 [3]

W trakcie dalszej analizy współpracy jednostek KSRG z systemem PRM w rejonach wiejskich w Polsce nie sposób pominąć danych liczbowych, które wskazują zwyżkową tendencję włączania jednostek OSP do KSRG oraz ukazują potencjał sprzętowy i ludzki, jakim dziś dysponuje KSRG [1]. W 2013 roku system KSRG skupiał 500 JRG PSP oraz 3916 jednostek OSP [13].

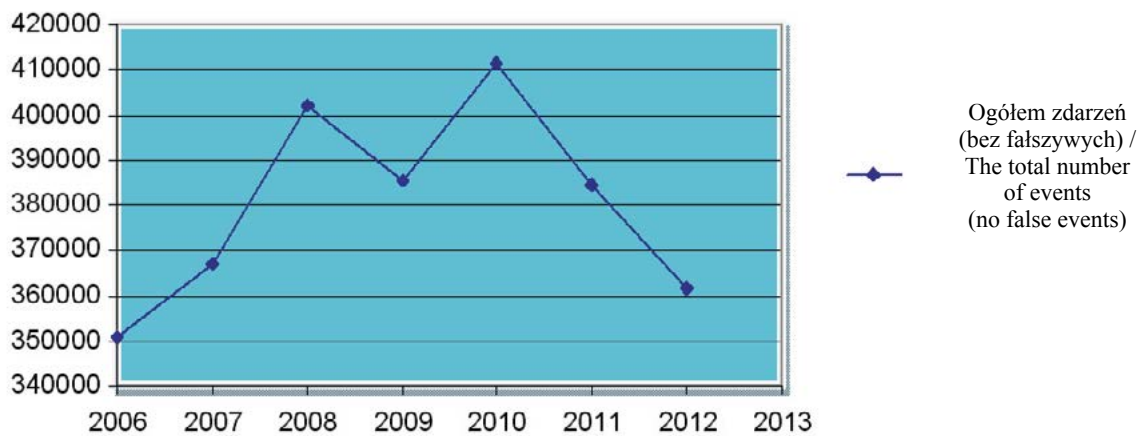
Liczba zdarzeń, z udziałem tylko PSP lub OSP włączonych do KSRG, w latach 2006-2012 oscylowała na poziomie 350-411 tys. (ryc. 4. Ogólna liczba zdarzeń z udziałem tylko PSP lub OSP w KSRG) [3].

Liczba osób poszkodowanych w tych zdarzeniach stale rosła niezależnie od liczby samych zdarzeń. Liczba osób, którym udzielona została „pomoc medyczna” (według nomenklatury statystycznej PSP) przez różne służby porządku i bezpieczeństwa publicznego, w 2012 roku wyniosła już ponad 51 tys. przypadków. Porównując to z danymi o liczbie osób, którym udzielona została pomoc

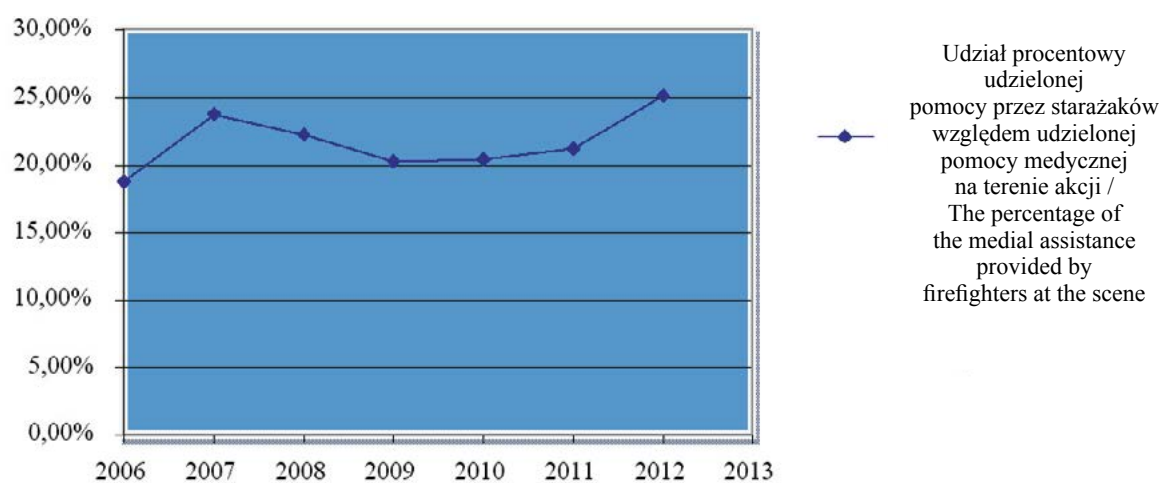


Ryc. 3. Stan jednostek OSP włączonych do KSRG w latach 1995-2012

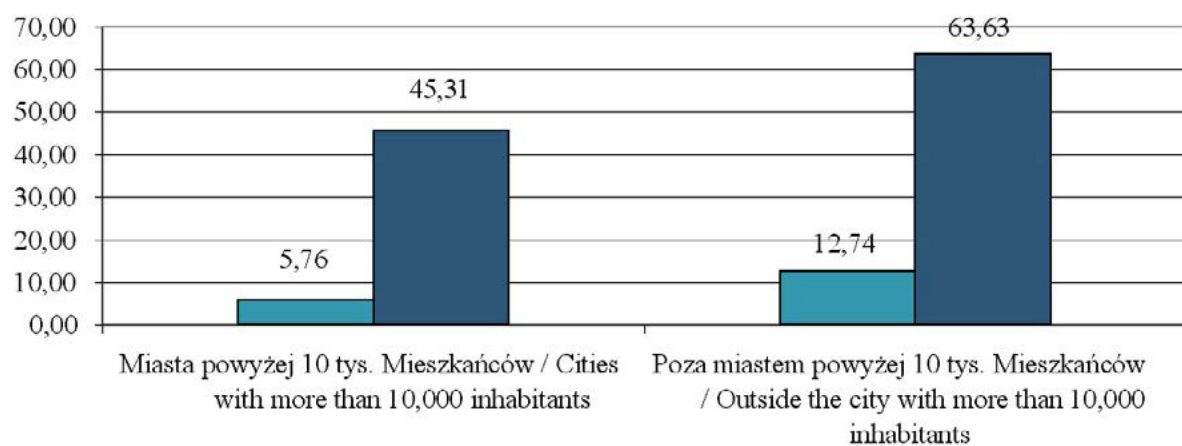
Fig. 3. Volunteer Firefighting Units included in NRFS in 1995-2012



Ryc. 4. Ogólna liczba zdarzeń z udziałem tylko PSP lub OSP w KSRG
Fig. 4. Total number of accidents with only SFS or VFU participation, in NRFS



Ryc. 5. Pomoc medyczna udzielona przez strażaków
Fig. 5. First aid provided by the firefighters



- Mediana czasu dotarcia zespołów na miejsce zdarzenia (min) / Average time that takes a medical rescue unit to arrive at the scene (in minutes)
- Maksymalny średni czas dotarcia zespołów na miejsce zdarzenia (min) / The maximum average time that takes a medical rescue unit to arrive at the scene (in minutes)

Ryc. 6. Czasy dotarcia ZRM w Polsce w 2011 roku
Fig. 6. The arrival time of Medical Rescue Units in 2011

przez samych strażaków włączonych do KSRG, można spostrzec wysoką i stałą tendencję wzrostową na średnim poziomie powyżej 21% (Ryc. 5. Pomoc medyczna udzielona przez strażaków) [3]. Średni czas dotarcia do zdarzenia w 2012 roku przez jednostki PSP i OSP w KSRG wynosił 6,18 minuty [3].

Liczba zespołów ratownictwa medycznego (ZRM) w 2011 roku w Polsce wynosiła średnio 1448,47. W tym czasie ZRM zrealizowały blisko 3 mln wyjazdów, w tym ponad 80% do stanów nagłego zagrożenia zdrowotnego [4]. Dodatkowo w 2011 roku lotnicze zespoły ratownictwa medycznego zrealizowały loty ratownicze do 7311 pacjentów [5].

Dla pogotowia ratunkowego w 2011 roku mediana czasu dotarcia ZRM na miejsce zdarzenia w Polsce wynosiła dla miast powyżej 10 tys. mieszkańców 5,76 minuty zaś poza miastami powyżej 10 tys. mieszkańców 12,74 minuty (ryc. 6. czasy dotarcia ZRM w Polsce w 2011 roku) [4]. Są to wyjazdy zespołów ratownictwa medycznego, licząc od chwili przyjęcia zgłoszenia przez dyspozytora medycznego do przybycia zespołu ratownictwa medycznego na miejsce zdarzenia.

4. Wyniki

Na potrzeby oceny roli jednostek włączonych do KSRG została opracowana przez autorów ankieta internetowa „Współpraca jednostek KSRG z systemem PRM”. Ankieta skierowana była do pracowników zespołów ratownictwa medycznego – lekarzy systemu, pielęgniarek systemu oraz ratowników medycznych. Najliczniejsza grupa zawodowa, która wzięła udział w badaniu, to ratownicy medyczni – 69,39%. Celem przeprowadzenia ankiety była próba zbadania poziomu udzielania KPP przez jednostki KSRG oraz próba oceny zaangażowania jednostek KSRG w udzielanie KPP. Liczba respondentów wyniosła 98 osób.

Do wypełnienia ankiety przystąpiły osoby z każdego województwa Polski. Największy odsetek (29,59% respondentów) to pracownicy ochrony zdrowia z województwa mazowieckiego (głównie Warszawa i okolice: powiat warszawski zachodni, Legionowo, Grodzisk Mazowiecki oraz Płock).

W pytaniu 4 ankiety zapytano o to, jak często przed przyjazdem ZRM jednostka KSRG jest już na miejscu zdarzenia. Ponad połowa ankietowanych wskazała, że często, a 1/5, że bardzo często.

Tabela 1.

Pytania i odpowiedzi do ankiety – pytanie nr 4

Table 1.

The survey questions and answers – question no. 4

4. Jak często przed przyjazdem ZRM, którego jesteś członkiem, jednostka KSRG jest już na miejscu? / How often before the arrival of your MRU unit, is the NRFS unit already at the scene?	
Odpowiedzi / Answers	Liczba / Number
1 - wcale / not at all	1
2 - bardzo rzadko / very rarely	9
3 - rzadko / rarely	15
4 - często / often	53
5 -bardzo często / very often	20
6 - zawsze / always	0

W pytaniach od 5 do 8 zawarto oceny zaangażowania jednostek KSRG w KPP oraz w pomoc ZRM (tabela nr 2).

Według sześciostopniowej skali 46,39% osób uznało, że jednostka KSRG będąca na miejscu zdarzenia przed przybyciem ZRM często (odp. 4) podejmuje jakiejkolwiek czynności w zakresie KPP. ¼ stwierdziła, że rzadko, bardzo rzadko i wcale (odp. 3, 2, 1), więcej, bo 28,87% osób uznało, że bardzo często i zawsze (odp. 5, 6).

W przypadku pomocy zespołowi RM w udzielaniu medycznych czynności ratunkowych prawie 30% osób stwierdziło, że następuje to zawsze (odp. 6). Zdecydowanie najwyżej zaangażowanie straży pożarnej oceniane jest przy pomocy w transporcie pacjenta do karetki/śmigłowca – prawie 45% ankietowanych uważa, że zawsze (odp. 6), a 38,14%, że bardzo często (odp. 5).

44,33% respondentów uznało, że jednostki włączone do KSRG zawsze (odp. 6) wymieniają deski ortopedyczne z ZRM (w przypadku użycia swojej dla pacjenta), stosując tym samym zasadę „jednych noszy”.

Tabela 2.

Pytania i odpowiedzi do ankiety – od pytania 5 do 8

Table 2.

The survey questions and answers –questions 5-8

5. Jak często jednostka KSRG będąca na miejscu zdarzenia przed przybyciem ZRM, którego jesteś członkiem, podejmuje jakiejkolwiek czynności w zakresie KPP? / How often does the NRFS unit present at the scene before the arrival of your MRU team take any of the actions related to qualified first aid?

Uwagi: jeżeli w pytaniu 4 zaznaczyłaś (-eś) odpowiedź 1 – zaznacz odpowiedź ND (nie dotyczy) / Note: If in question 4 you have selected the answer 1 - select the answer NA (not applicable)

Odpowiedzi / Answers	Liczba / Number
1 - wcale / not at all	2
2 - bardzo rzadko / very rarely	9
3 - rzadko / rarely	13
4 - często / often	45
5 -bardzo często / very often	16
6 - zawsze / always	12
ND / NA - nie dotyczy / not applicable	1

6. Jak często jednostka KSRG będąca na miejscu zdarzenia pomaga zespołowi ZRM, którego jesteś członkiem, w medycznych czynnościach ratunkowych? / How often does the NRFS unit present at the scene help the MRU team, which you belong to, in providing emergency medical operations?

Uwagi: jeżeli w pytaniu 4 zaznaczyłaś (-eś) odpowiedź 1 – zaznacz odpowiedź ND (nie dotyczy) / Note: If in question 4 you have selected answer 1 - select the answer NA (not applicable)

Odpowiedzi / Answers	Liczba / Number
1 - wcale / not at all	4
2 - bardzo rzadko / very rarely	5
3 - rzadko / rarely	12
4 - często / often	26
5 -bardzo często / very often	21
6 - zawsze / always	29
ND / NA- nie dotyczy / not applicable	1

7. Jak często jednostka KSRG będąca na miejscu zdarzenia pomaga ZRM, którego jesteś członkiem, w transporcie pacjenta do karetki/śmigłowca? / How often does the NFRS unit which is on the scene help your MRU team to transport a patient to the ambulance or helicopter?

Uwagi: jeżeli w pytaniu 4 zaznaczyłaś (-eś) odpowiedź 1 – zaznacz odpowiedź ND (nie dotyczy) / Note: If in question 4 you have selected answer 1, select the answer NA (not applicable)

Odpowiedzi / Answers	Liczba / Number
1- wcale / not at all	1
2- bardzo rzadko / very rarely	1
3- rzadko / rarely	2
4- często / often	13
5-bardzo często / very often	37
6- zawsze / always	43
ND / NA- nie dotyczy / not applicable	1

8. Jak często jednostka KSRG będąca na miejscu zdarzenia wymienia sprzęt medyczny taki jak deska ortopedyczna z ZRM, którego jesteś członkiem, w przypadku użycia swojej deski przez jednostkę KSRG dla pacjenta, stosując tym samym zasadę „jednych noszy”? / How often does the NFRS unit, being at the scene exchange medical equipment e.g. an orthopedic board with your MRU team, when using their board for the patient, applying thereby the principle of “one stretcher”?

Uwagi: jeżeli w pytaniu 4 zaznaczyłaś (-eś) odpowiedź 1 – zaznacz odpowiedź ND (nie dotyczy) / Note: If in question 4 you have selected answer 1 - select the answer NA (not applicable)

Odpowiedzi / Answers	Liczba / Number
1- wcale / not at all	8
2- bardzo rzadko / very rarely	3
3- rzadko / rarely	3
4- często / often	27
5-bardzo często / very often	13
6- zawsze / always	43
ND / NA- nie dotyczy / not applicable	1

Kolejne pytania ankiety dotyczyły realizacji podstawowych czynności z zakresu KPP, realizowanych przez ratowników jednostek KSRG wraz z próbą oceny jakości ich wykonania (tabela 3).

Tabela 3.

Pytania i odpowiedzi do ankiety – od 9 do 16 pytania

Table 3.

The survey questions and answers – questions 9-16

Jak często jednostka KSRG podejmująca czynności w zakresie KPP na miejscu zdarzenia przed przyjazdem ZRM, którego jesteś członkiem wykonuje u pacjenta udrożnienie dróg oddechowych? / How often does the NFRS unit undertake first medical aid action at the scene before the arrival of the MRU you belong to and clear the patient's airway?

Uwagi: jeżeli w pytaniu 4 lub 5 zaznaczyłaś (-eś) odpowiedź 1 – zaznacz odpowiedź ND (nie dotyczy) / Note: If in questions 4 or 5 you have selected answer 1 - select answer NA (not applicable)

Odpowiedzi / Answers	Liczba / Number
1- wcale / not at all	3
2- bardzo rzadko / very rarely	22
3- rzadko / rarely	28
4- często / often	24
5-bardzo często / very often	12

6- zawsze / always	6
ND / NA- nie dotyczy / not applicable	3

10. Jak oceniasz poziom wykonywanych czynności KPP przez jednostkę KSRG w zakresie udrożnienia dróg oddechowych? / How would you rate the level of the qualified first aid (QFA) activities consisting in clearing patient's airway performed by NFRS?

Uwagi: jeżeli w pytaniu 4, 5 lub 9 zaznaczyłaś (-eś) odpowiedź 1 – zaznacz odpowiedź ND (nie dotyczy) / Note: If in questions 4, 5 or 9 you have selected answer 1- select answer NA (not applicable)

Odpowiedzi / Answers	Liczba / Number
1 - niedostatecznie / inadequately	2
2 – miernie / poorly	26
3 - dostatecznie / enough	34
4 - dobrze / good	25
5 - bardzo dobrze / very good	4
6 - celująco / perfectly	1
ND / NA - nie dotyczy / not applicable	6

11. Jak często jednostka KSRG podejmująca czynności w zakresie KPP na miejscu zdarzenia przed przyjazdem ZRM, którego jesteś członkiem stosuje u pacjenta tlenoterapię? / How often does the NFRS unit undertaking QFA activities at the scene before the arrival of MRU you're a member of provide oxygen therapy to a patient?

Uwagi: jeżeli w pytaniu 4 lub 5 zaznaczyłaś (-eś) odpowiedź 1 – zaznacz odpowiedź ND (nie dotyczy) / Note: If in question 4 or 5, you have selected answer 1 - select the answer NA (not applicable)

Odpowiedzi / Answers	Liczba / Number
1- wcale / not at all	1
2- bardzo rzadko / very rare	14
3- rzadko / rarely	15
4- często / often	27
5-bardzo często / very often	25
6- zawsze / always	13
ND / NA- nie dotyczy / not applicable	3

12. Jak oceniasz poziom wykonywanych czynności KPP przez jednostkę KSRG w zakresie stosowania tlenoterapii? / How would you rate the level of the oxygen therapy QFA activities performed by the NFRS units?

Uwagi: jeżeli w pytaniu 4, 5 lub 11 zaznaczyłaś (-eś) odpowiedź 1 – zaznacz odpowiedź ND (nie dotyczy) / Note: If in questions 4, 5 or 11 you have selected answer 1 - select the answer NA (not applicable)

Odpowiedzi / Answers	Liczba / Number
1 - niedostatecznie / inadequately	0
2 – miernie / poorly	13
3 - dostatecznie / enough	24
4 - dobrze / good	36
5 - bardzo dobrze / very good	19
6 - celująco / perfectly	2
ND / NA - nie dotyczy / not applicable	4

13. Jak często jednostka KSRG podejmująca czynności w zakresie KPP na miejscu zdarzenia przed przyjazdem ZRM, którego jesteś członkiem stosuje u pacjenta pozycje ułożeniowe? / How often does the NFRS unit undertaking activities in the scope of QFA at the scene, before the arrival of MRU (you are a member of) apply the postural positions?

Uwagi: jeżeli w pytaniu 4 lub 5 zaznaczyłaś (-eś) odpowiedź 1 – zaznacz odpowiedź ND (nie dotyczy) / Note: If in questions 4 or 5 you have selected the answer no. 1- select the answer NA (not applicable)

Odpowiedzi / Answers	Liczba / Number
1- wcale / not at all	6
2- bardzo rzadko / very rare	18
3- rzadko / rarely	26
4- często / often	30
5-bardzo często / very often	10
6- zawsze / always	5
ND / NA- nie dotyczy / not applicable	3

14. Jak oceniasz poziom wykonywanych czynności KPP przez jednostkę KSRG w zakresie stosowania pozycji ułożeniowych? / How would you rate the level of QFA activities performed by the NFRS in the application of postural positions?

Uwagi: jeżeli w pytaniu 4, 5 lub 13 zaznaczyłaś (-eś) odpowiedź 1 – zaznacz odpowiedź ND (nie dotyczy) / Note: If in questions 4, 5 or 13 you have selected the answer no. 1- select the answer NA (not applicable)

Odpowiedzi / Answers	Liczba / Number
1 - niedostatecznie / inadequately	5
2 – miernie / poorly	17
3 - dostatecznie / enough	23
4 - dobrze / good	33
5 - bardzo dobrze / very good	9
6 - celująco / perfectly	2
ND / NA - nie dotyczy / not applicable	9

15. Jak często jednostka KSRG podejmująca czynności w zakresie KPP na miejscu zdarzenia przed przyjazdem ZRM, którego jesteś członkiem, stosuje u pacjenta zabezpieczenie termiczne? / How often does the NFRS unit undertaking activities in the scope of QFA at the scene before the arrival your MRU team provide thermal protection to a patient?

Uwagi: jeżeli w pytaniu 4 lub 5 zaznaczyłaś (-eś) odpowiedź 1 – zaznacz odpowiedź ND (nie dotyczy) / Note: If in questions 4 or 5 you have selected answer 1- select the answer NA (not applicable)

Odpowiedzi / Answers	Liczba / Number
1 - wcale / not at all	1
2 - bardzo rzadko / very rare	9
3 - rzadko / rarely	17
4 - często / often	37
5 -bardzo często / very often	23
6 - zawsze / always	8
ND / NA - nie dotyczy / not applicable	3

16. Jak oceniasz poziom wykonywanych czynności KPP przez jednostkę KSRG w zakresie zabezpieczenia termicznego? / How would you rate the level of the QFA performed by the NFRS in the aspect of providing thermal protection?

Uwagi: jeżeli w pytaniu 4, 5 lub 15 zaznaczyłaś (-eś) odpowiedź 1 – zaznacz odpowiedź ND (nie dotyczy) / Note: If in questions 4, 5 or 15 you have selected the answer no. 1 – select the answer NA (not applicable)

Odpowiedzi / Answers	Liczba / Number
1 - niedostatecznie / inadequately	1
2 – miernie / poorly	13
3 - dostatecznie / enough	16
4 - dobrze / good	32
5 - bardzo dobrze / very good	25
6 - celująco / perfectly	7
ND / NA - nie dotyczy / not applicable	4

Ostatnie pytania zawarte w ankiecie dotyczyły realizacji pozostałych, wybranych czynności z zakresu KPP

przez ratowników jednostek KSRG i podobnie jak we wcześniejszych pytaniach – wraz z próbą oceny jakościowej wykonania tych czynności (tabela 4).

Tabela 4.

Pytania i odpowiedzi do ankiety – od pytania 17 do 22

Table 4.

The survey questions and answers – questions 17-22

17. Jak często jednostka KSRG podejmująca adekwatne czynności w zakresie KPP na miejscu zdarzenia przed przyjazdem ZRM, którego jesteś członkiem, stosuje u pacjenta unieruchomienia kończyn? / How often does the NFRS unit undertaking appropriate action in the scope of QFA at the scene before the arrival the MRU that you are a member perform in the course of treatment limbs immobilization?

Uwagi: jeżeli w pytaniu 4 lub 5 zaznaczyłaś (-eś) odpowiedź 1 – zaznacz odpowiedź ND (nie dotyczy) / Note: If questions 4 or 5 you have selected the answer no. 1- select the answer NA (not applicable)

Odpowiedzi / Answers	Liczba / Number
1- wcale / not at all	13
2- bardzo rzadko / very rare	17
3- rzadko / rarely	30
4- często / often	25
5-bardzo często / very often	8
6- zawsze / always	2
ND / NA- nie dotyczy / not applicable	3

18. Jak oceniasz poziom wykonywanych czynności KPP przez jednostkę KSRG w zakresie unieruchomienia kończyn? / How would you rate the level of the QFA actions related to limbs immobilization carried out by the NFRS unit?

Uwagi: jeżeli w pytaniu 4, 5 lub 17 zaznaczyłaś (-eś) odpowiedź 1 – zaznacz odpowiedź ND (nie dotyczy) / Note: If in questions 4, 5 or 17 you have selected the answer no. 1- select the answer NA (not applicable)

Odpowiedzi / Answers	Liczba / Number
1 - niedostatecznie / inadequately	3
2 – miernie / poorly	15
3 - dostatecznie / enough	26
4 - dobrze / good	30
5 - bardzo dobrze / very good	7
6 - celująco / perfectly	1
ND / NA - nie dotyczy / not applicable	16

19. Jak często jednostka KSRG podejmująca adekwatne czynności w zakresie KPP na miejscu zdarzenia przed przyjazdem ZRM, którego jesteś członkiem, stosuje u pacjenta stabilizację kręgosłupa za pomocą deski ortopedycznej z wykorzystaniem pasów oraz stabilizatorów głowy z jednoczesnym zastosowaniem stabilizacji odcinka szyjnego kręgosłupa za pomocą kołnierza ortopedycznego? / How often does the NFRS unit undertaking an appropriate QFA action at the scene before the arrival of your MRU team use the stabilization of the spine with orthopedic boards using belts and stabilizers of the head with the combined stabilization of the cervical spine with neck brace in their patients treatment?

Uwagi: jeżeli w pytaniu 4 lub 5 zaznaczyłaś (-eś) odpowiedź 1 – zaznacz odpowiedź ND (nie dotyczy) / Note: If in questions 4 or 5 you have selected the answer no. 1- select the answer NA (not applicable)

Odpowiedzi / Answers	Liczba / Number
1- wcale / not at all	1
2- bardzo rzadko / very rare	7
3- rzadko / rarely	15

4- często / often	25
5-bardzo często / very often	32
6- zawsze / always	15
ND / NA- nie dotyczy / not applicable	3

20. Jak oceniasz poziom wykonywanych czynności KPP przez jednostkę KSRG w zakresie unieruchomienia na desce ortopedycznej? / How would you rate the level of KPP activities carried out by the NRFS unit in the field of orthopedic immobilization on the board?

Uwagi: jeżeli w pytaniu 4, 5 lub 19 zaznaczyłaś (-eś) odpowiedź 1 – zaznacz odpowiedź ND (nie dotyczy) / Note: If in questions 4, 5 or 19 you have selected the answer no. 1- select the answer NA (not applicable)

Odpowiedzi / Answers	Liczba / Number
1 - niedostatecznie / inadequately	0
2 – miernie / poorly	13
3 - dostatecznie / enough	24
4 - dobrze / good	31
5 - bardzo dobrze / very good	21
6 - celująco / perfectly	5
ND / NA - nie dotyczy / not applicable	4

21. Jak często jednostka KSRG podejmująca adekwatne czynności w zakresie KPP na miejscu zdarzenia przed przyjazdem ZRM, którego jesteś członkiem, stosuje u pacjenta RKO? / How often does the NRFS unit, which is undertaking an appropriate qualified first aid action at the scene before the arrival of MRU you are a member, perform the cardiopulmonary resuscitation on a patient?

Uwagi: jeżeli w pytaniu 4 lub 5 zaznaczyłaś (-eś) odpowiedź 1 – zaznacz odpowiedź ND (nie dotyczy) / Note: If in the question 4 or 5 you have selected the answer no. 1- select the answer NA (not applicable)

Odpowiedzi / Answers	Liczba / Number
1- wcale / not at all	6
2- bardzo rzadko / very rare	14
3- rzadko / rarely	18
4- często / often	27
5-bardzo często / very often	11
6- zawsze / always	19
ND / NA- nie dotyczy / not applicable	3

22. Jak oceniasz poziom wykonywanych czynności KPP przez jednostkę KSRG w zakresie RKO? / How would you rate the level of cardiopulmonary resuscitation carried out by the NRFS unit?

Uwagi: jeżeli w pytaniu 4, 5 lub 21 zaznaczyłaś (-eś) odpowiedź 1 – zaznacz odpowiedź ND (nie dotyczy) / Note: If in questions 4, 5 or 21 you have selected the answer no. 1 - select the answer NA (not applicable)

Odpowiedzi / Answers	Liczba / Number
1 - niedostatecznie / inadequately	2
2 – miernie / poorly	9
3 - dostatecznie / enough	31
4 - dobrze / good	33
5 - bardzo dobrze / very good	13
6 - celująco / perfectly	1
ND / NA - nie dotyczy / not applicable	9

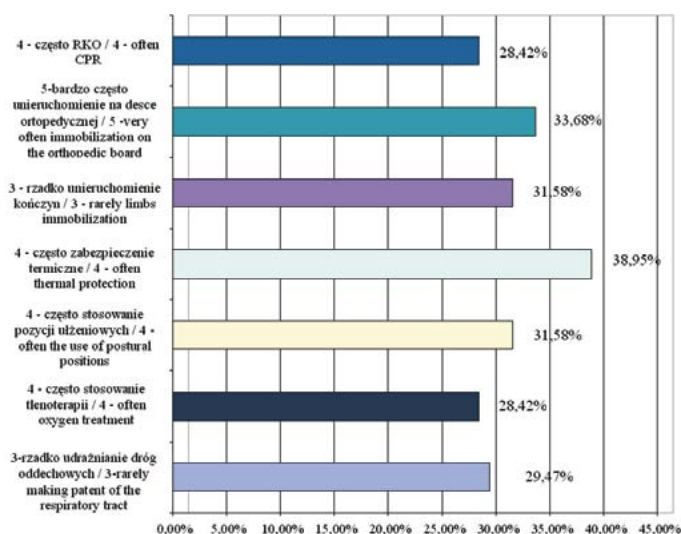
Wykresy przedstawione na ryc. 7 i 8 obrazują wyniki zawarte w tabelach 3 i 4. Ankietowani uznali, iż w większości przypadków ratownicy rzadko (odp. 3) stosują u poszkodowanych udrożnienie dróg oddechowych

(pytanie nr 9) i jednocześnie wykonują tę czynność na poziomie dostatecznym (odp. 3).

31,58% ankietowanych wskazało, że ratownicy rzadko (odp. 3) wykonują unieruchomienie kończyn (pytanie nr 17), przy czym ocena jakościowa tej czynności w większości wypadła na poziomie dobrym (odp. 4). Warto jednak zauważyć, iż 13,68% respondentów stwierdziło, że strażacy wcale (odp. 1), a 17,89%, że bardzo rzadko (odp. 2) wykonują unieruchomienia kończyn.

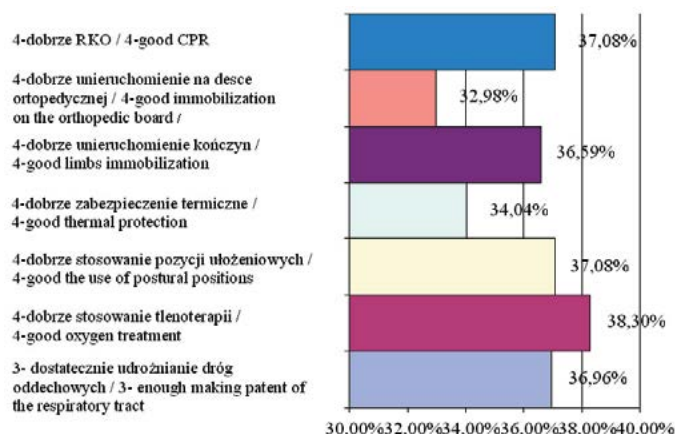
Stosowanie tlenoterapii (28,42%), pozycji ułożeniowych (31,58%), zabezpieczenie termiczne (38,95% – najwyższa wartość) oraz RKO (28,425%) oceniono najwyżej na poziomie wykonywania 4 (często). Jednocześnie strażacy wykonują te czynności na poziomie dobrym (odp. 4 w 6-cio stopniowej skali). Najwięcej osób wysoko oceniło w tej grupie jakość stosowania tlenoterapii – na poziomie 38,30%.

Bardzo często (odp. 5) według oceny respondentów, z udziałem procentowym 33,68%, ratownicy wykonują unieruchomienie na desce ortopedycznej. Natomiast 26,32% osób uważa, że często – odp. 4 (pytanie nr 19). Z udzielonych odpowiedzi wynika, że 32,98% ankietowanych uznało poziom stosowania unieruchomienia na desce ortopedycznej jako dobry (odp. 4), a 25,53% jako dostateczny (odp. 3).



Ryc. 7. Porównanie wyników odpowiedzi zawartych w tabeli 3

Fig. 7. The comparison of results in table 3

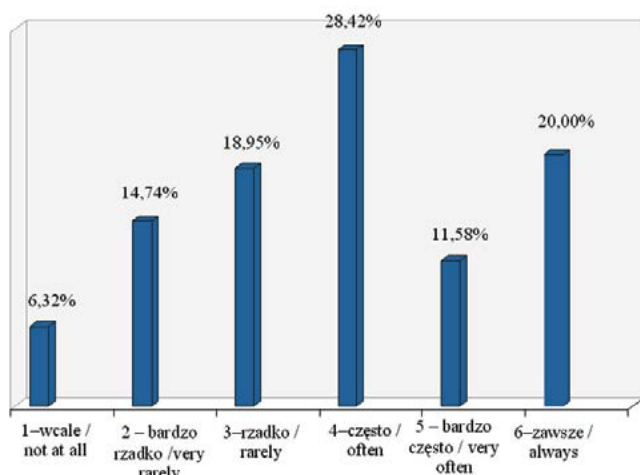


Ryc. 8. Porównanie wyników odpowiedzi zawartych w tabeli 4

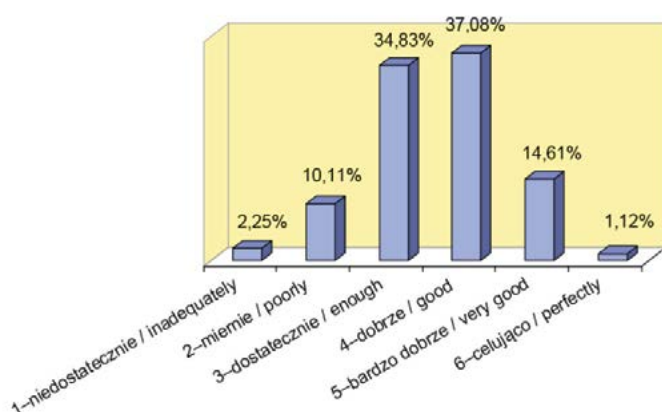
Fig. 8. The comparison of results in table 4

Ryciny 9 i 10 przedstawiają procentowy rozkład odpowiedzi udzielonych na pytania dotyczące RKO. Pomimo że najwięcej osób wysoko oceniło podejmowanie przez jednostki KSRG adekwatnych czynności w zakresie KPP na miejscu zdarzenia przed przyjazdem ZRM, uznając, że stosują u pacjenta RKO często (odp. 4), to w sumie 40% ankietowanych oceniło częstość podejmowania RKO u pacjentów poniżej tej oceny – w tym 6,32% ankietowanych uznało, że RKO nie jest w ogóle podejmowana. Najwięcej respondentów wskazało, że RKO wykonywana jest na poziomie dobrym (odp. 4), niemal 35% kolejnych uznało, że jest to już poziom dostateczny (odp. 3).

21. Jak często jednostka KSRG podejmująca adekwatne czynności w zakresie KPP na miejscu zdarzenia przed przyjazdem ZRM, którego jesteś członkiem stosuje u pacjenta RKO? How often does the KSRG unit which is undertaking an appropriate qualified first aid action at the scene before the arrival of ZRM you are a member of perform the cardiopulmonary resuscitation on a patient?



22. Jak oceniasz poziom wykonywanych czynności KPP przez jednostkę KSRG w zakresie RKO? / How would you rate the level of CPR carried out by the NRFS unit?



Ryc. 9, 10. Procentowy rozkład udzielonych odpowiedzi na pytania dotyczące resuscytacji krążeniowo-oddechowej

Fig. 9, 10. The answers percentage about CPR

5. Podsumowanie wyników

Celem przeprowadzenia ankiety było zbadanie poziomu udzielania KPP przez jednostki KSRG oraz ocena zaangażowania jednostek KSRG w udzielanie KPP.

W ankiecie zapytano między innymi o to, jak często przed przyjazdem ZRM jednostka KSRG jest już na miejscu zdarzenia. Ponad połowa ankietowanych wskazała, że często, a 1/5, że bardzo często. Wobec podanych wcześniej czasów dojazdów ZRM i jednostek KSRG potwierdza się założenie, że w większości przypadków (zwłaszcza poza obszarami dużych aglomeracji miejskich) jednostki KSRG będą w pierwszej kolejności na miejscu zdarzenia, przed pogotowiem ratunkowym.

Blisko połowa respondentów uznała, że jednostki włączone do KSRG zawsze wymieniają deski ortopedyczne z ZRM (w przypadku użycia swojej dla pacjenta), stosując tym samym zasadę „jednych noszy”. Może to świadczyć o zwiększonej świadomości znaczenia podstawowych standardów ratownictwa medycznego. Wymiana sprzętu medycznego między służbami czy samymi zespołami, choć w sposób oczywisty korzystna dla pacjentów, nie jest jeszcze powszechna.

Wyniki ankiety wskazują, iż zaangażowanie jednostek KSRG w pomoc zespołom systemu PRM jest znacząca. Równie istotna jest także świadomość wagi podejmowanych przez ratowników KSRG działań.

Ankietowani uznali, iż w większości przypadków ratownicy rzadko stosują u poszkodowanych udrożnienie dróg oddechowych i jednocześnie wykonują tę czynność na poziomie dostatecznym. Biorąc pod uwagę, iż samo udrożnienie dróg oddechowych jest podstawowym elementem oceny parametrów życiowych pacjenta, wyniki są niepokojące.

Grupa czynności takich jak: stosowanie tlenoterapii, stosowanie pozycji ułożeniowych, zabezpieczenie termiczne oraz RKO została ogólnie oceniona przez respondentów dobrze w zakresie częstości podejmowania działań, jak również samej oceny jakościowej.

W zakresie unieruchomienia na desce ortopedycznej wyniki ankiety nasuwają wniosek, iż ratownicy KSRG bardzo chętnie stosują stabilizację kręgosłupa za pomocą deski ortopedycznej z wykorzystaniem pasów oraz stabilizatorów głowy z jednoczesnym zastosowaniem stabilizacji odcinka szyjnego kręgosłupa za pomocą kołnierza ortopedycznego. Jednakże w ocenie respondentów poziom wykonania tych czynności nie jest celujący ani bardzo dobry.

Ze względu na rangę wdrażania RKO u osób z nagłym zatrzymaniem krążenia (NZK), warto zastanowić się szczególnie nad wynikami w zakresie podejmowania przez jednostki KSRG resuscytacji krążeniowo-oddechowej. Te wyniki najbardziej zaskakują, gdyż w kształceniu ratowników KPP są to tematy priorytetowe. Właśnie tu spodziewano się najwyższych ocen. Pomimo iż najwięcej osób wysoko oceniło podejmowanie przez jednostki KSRG adekwatnych czynności w zakresie KPP na miejscu zdarzenia przed przyjazdem ZRM, uznając, że stosują u pacjenta RKO często, to blisko połowa ankietowanych oceniła częstość podejmowania RKO u pacjentów poniżej tej oceny – w tym część uznała, że RKO nie jest w ogóle podejmowana. Najwięcej respondentów wskazało, że RKO wykonywana jest na poziomie dobrym, niemal kolejnych 35% uznało, że jest to już poziom dostateczny.

teczny. Zatem ocena jakościowa też nie wypadła najlepiej.

Przed badaniem przeważał pogląd, że ocena poziomu udzielania KPP przez jednostki KSRG oraz zaangażowanie jednostek KSRG w udzielanie KPP będzie na bardzo wysokim lub nawet celującym poziomie. Wyniki pokazują jednak, że tak nie jest. Może na to wpływać dystans zespołów ratownictwa medycznego wobec jednostek KSRG, w tym brak zaufania do stopnia opanowania przez nich zasad KPP. Z drugiej zaś strony może to właśnie ratownikom jednostek KSRG brakuje krytycyzmu w stosunku do swoich umiejętności? Trudno te kwestie rozstrzygnąć jednoznacznie, analiza tego zagadnienia wymaga dalszych szczegółowych badań, niemniej nasuwa się wstępny wniosek – samo odbycie szkolenia nie świadczy o wysokich zdolnościach praktycznych w zakresie KPP. Bez możliwości ćwiczenia i sprawdzania praktycznej znajomości zasad KPP oraz praktycznego wykorzystywania zdobytych umiejętności w codziennych działaniach ratowniczych, zarówno wiedza teoretyczna, jak i praktyczna ratownika staje się mniej wartościowa. Zdaniem autorów w dotychczasowym systemie kształcenia ratowników i późniejszym działaniu zawodowym brakuje elementu utrwalania umiejętności, czyli doskonalenia ustawicznego. Według autorów dopracowania wymagają zasady utrwalania i okresowej kontroli umiejętności po 66-godzinym kursie KPP, pomimo określonej przepisami recertyfikacji, która odbywa się w cyklach 3-letnich.

6. Wnioski

1. Udzielanie przez ratowników KSRG kwalifikowanej pierwszej pomocy osobom znajdującym się w stanie nagłego zagrożenia zdrowotnego przed przybyciem zespołu ratownictwa medycznego zwiększa szanse na przeżycie pacjentów.
2. Szkolenie ratowników KSRG z zakresu KPP wpływa na podniesienie poziomu przygotowania do udzielania pomocy osobom znajdującym się w stanie nagłego zagrożenia zdrowotnego.
3. Należy wprowadzić regulacje prawne umożliwiające dyspozytorowi medycznemu wykorzystanie potencjału KSRG do udzielania KPP przed przybyciem zespołu ratownictwa medycznego.
4. Należy dopracować wymagania dotyczące zasad utrwalania i okresowej kontroli umiejętności po 66-godzinym kursie KPP, pomimo określonej przepisami recertyfikacji, która odbywa się w cyklach 3-letnich.

Literatura

1. *Analiza potencjału ratowniczego Ochotniczych Straży Pożarnych włączonych do krajowego systemu ratowniczego-gaśniczego*, Warszawa, marzec 2011.
2. Craig AM, Verbeek PR, Schwartz B., *Evidence-based optimization of urban firefighter first response to emergency medical services 9-1-1 incidents*, "Prehosp Emerg Care", Jan-Mar; Vol. 14 Issue 1, 2010, pp. 109-17.
3. Dane statyczne Komendy Głównej PSP. Dane dotyczą pożarów (P) i miejscowych zagrożeń (MZ) za rok 2012.
4. Dane statystyczne Ministerstwa Zdrowia.
5. Dane statystyczne SP ZOZ Lotnicze Pogotowie Ratunkowe.
6. Hu SC, Kao WF, Tsai J, Chern CH, Yen D, Lo HC, Lee CH. *Analysis of prehospital ALS cases in a rural community*, Zhonghua Yi Xue Za Zhi, „Taipei”, 1996, Vol. 58 Issue 3, 2014, pp. 171-6.
7. Jakubaszko J., *Kierunek ratownicz-medyczny: studia licencjackie pierwszego stopnia*, Polskie Towarzystwo Medycyny Ratunkowej, Wrocław, 2007.
8. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 18 lutego 2011 r. w sprawie szczegółowych zasad ekranizacji krajowego systemu ratowniczego-gaśniczego (Dz. U. z dnia 3 marca 2011 r.).
9. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 19 marca 2007 roku w sprawie kursu w zakresie kwalifikowanej pierwszej pomocy.
10. Smith K., Rich D., Pinol J.P., Hankin J., McNeil J., *Acceptance of a medical first-responder role by fire fighters*, „Resuscitation”, Vol. 51 Issue 1, 2001, pp. 33-8.
11. Sosnowski Z., Odpowiedź podsekretarza stanu w Ministerstwie Spraw Wewnętrznych i Administracji - z upoważnienia prezesa Rady Ministrów – na interpelację nr 21205 w sprawie rozwoju sieci jednostek ochrony przeciwpożarowej w krajowym systemie ratowniczego-gaśniczym, Warszawa, 4 kwietnia 2011 r.
12. Ustawa z dnia 8 września 2006 roku o Państwowym Ratownictwie Medycznym (Dz. U. Nr 191, poz. 1410).
13. www.straz.gov.pl [dostęp: 31.12.2012].
14. *Zasady organizacji ratownictwa medycznego w krajowym systemie ratowniczego-gaśniczym*, Warszawa, 26 lipca 2013 r.
15. *Zasady organizacji ratownictwa medycznego w krajowym systemie ratowniczego-gaśniczym. Załącznik nr 3 Standard wyposażenia podmiotów KSRG w zestawy ratownictwa medycznego*, Warszawa, 26 lipca 2013 r.

dr n. med. Robert Gałązkowski – jest adiunktem w Zakładzie Ratownictwa Medycznego Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego.

mgr Agata Pawlak – jest kierownikiem Działu Ratownictwa Medycznego w SP ZOZ Lotnicze Pogotowie Ratunkowe, a także strażakiem OSP Zawady.

dr n. med. Konrad Pszczółowski – jest starszym wykładowcą w Katedrze i Zakładzie Zdrowia Publicznego Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego.

mgr **Marta IWAŃSKA**¹mgr **Agnieszka KOWALCZYK**²

Przyjęty/Accepted/Принят: 07.08.2013;

Zrecenzowany/Reviewed/Рецензирована: 05.06.2014;

Opublikowany/Published/Опубликована: 30.06.2014;

ZMIANY W DOKTRYNIE ZARZĄDZANIA KRYZYSOWEGO W STANACH ZJEDNOCZONYCH PO ATAKU HURAGANU KATRINA

Changes in Emergency Management Doctrine in The United States after Hurricane Katrina

Изменения в доктрине кризисного управления в США после атаки урагана Катрина

Abstrakt

Cel: Głównym celem artykułu jest omówienie funkcjonowania systemu zarządzania kryzysowego w Stanach Zjednoczonych, jak również wyjaśnienie pojęcia *emergency management* (zarządzanie w sytuacji zagrożenia) oraz *disaster management* (zarządzanie kryzysowe).

Wprowadzenie: W artykule omówiono przekształcenia w funkcjonowaniu systemu zarządzania kryzysowego w Stanach Zjednoczonych po atakach terrorystycznych oraz klęskach żywiołowych (w szczególności atak na WTC oraz huragan Katrina). Autorki wskazują zakres potrzeb, jakim musiały sprostać władze USA w obliczu katastrof oraz w jaki sposób podzielone zostały odpowiedzialności za poszczególne etapy niesienia pomocy potrzebującym. Ponadto artykuł obrazuje pięć etapów katastrofy, dzięki którym można zdecydować, jakie kroki należy podjąć po jej wystąpieniu. Zostały one szczegółowo omówione w oparciu o wytyczne określone w standardach dotyczących zarządzania w sytuacjach kryzysowych, takich jak NFPA 1600 i Program Akredytacji Zarządzania Kryzysowego (EMAP). Przedstawiono również ogólne pojęcia zarządzania w sytuacjach zagrożenia oraz zarządzania kryzysowego, uwzględniając zmiany w zwrocie *Nine-one-one. What's your emergency?* W związku z faktem, iż kiedyś Amerykanie postrzegali sytuacje kryzysowe jako tzw. katastrofy nieintencjonalnie wywołane siłami natury lub awariami technicznymi (w tym błędami ludzkimi), opisano sytuacje kryzysowe umyślnie spowodowane przez człowieka (czynnik ludzki) – szczególnie terroryzm, które stały się stałym elementem w postrzeganiu świata przez przeciętnego Amerykanina (szczególnie po atakach na WTC).

Metodologia: W artykule przeanalizowano literaturę przedmiotu. Szczególną uwagę poświęcono publikacjom związanym z tematyką zarządzania kryzysowego w Stanach Zjednoczonych i wpływem katastrof na zmiany w systemie reagowania na sytuacje kryzysowe.

Wnioski: Podsumowując, autorki zwracają uwagę na fakt, iż coraz częściej występujące sytuacje kryzysowe, jak również świadomość zagrożenia wymusza na władzach USA ciągle rewidowanie doktryny ochrony ludności cywilnej, wynikiem czego plan reagowania kryzysowego ulega ustawicznej modyfikacji. W związku z tym władze amerykańskie stosują środki i metody ratownicze adekwatne do obecnych zagrożeń, co w praktyce oznacza, że opracowywane plany działań czy programy nie są dokumentami zamkniętymi. Władze amerykańskie wyciągają wnioski z zaistniałych sytuacji, braków i niedoskonałości, co prowadzi do ciągłego dostosowywania i doskonalenia zarządzania kryzysowego. Autorki sugerują w podsumowaniu, iż taka praktyka i działania mogą mieć również zastosowanie do doskonalenia i zmian w zakresie rozwiązań narodowych Rzeczypospolitej Polskiej.

Słowa kluczowe: zarządzanie w sytuacji zagrożenia, zarządzanie kryzysowe, incydenty o znaczeniu krajowym, Krajowy System Zarządzania Kryzysowego

Typ artykułu: artykuł przeglądowy

¹ Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowarowej Państwowy Instytut Badawczy, ul. Nadwiślańska 213, Józefów/Scientific and Research Centre for Fire Protection National Research Institute, Poland; miwanska@cnbop.pl; wkład procentowy/percentage contribution – 75%

² Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowarowej Państwowy Instytut Badawczy/Scientific and Research Centre for Fire Protection National Research Institute, Poland; wkład procentowy/percentage contribution – 25%

Abstract

Purpose: The main aim of this article is to discuss the crisis management system in the United States, as well as to explain the terms ‘emergency management’ and ‘disaster management’.

Introduction: The article discusses the transformation in the functioning of the crisis management system in the United States after terrorist attacks and natural disasters (particularly the attack on the World Trade Center and hurricane Katrina). The authors define the scope of needs, which the U.S. authorities had to challenge in the face of disasters. Moreover, the authors describe how responsibilities for the various stages of helping the people in need are divided. Furthermore, the article illustrates the five stages of a disaster, which are helpful in making appropriate decisions after its occurrence. The five stages are discussed in detail in accordance with the guidelines set out in standards related to the emergency management, such as NFPA 1600 and Emergency Management Accreditation Program (EMAP). Presented were also general concepts of management in emergency and crisis management, taking into account changes in the phrase ‘Nine-one-one. What’s your emergency?’. Due to the fact that once Americans perceived emergencies as so-called natural disasters caused unintentionally by the forces of nature or technical failures (including human errors), the article describes emergencies caused intentionally by man (human factor) – especially terrorism, which became a regular feature in the perception of the world by an average American (especially after the attacks on WTC).

Methods: The authors carried out an analysis of the literature on the subject. A special attention was drawn to the books related to disaster management practices in the USA and the influence of catastrophes on the emergency response system.

Conclusions: In conclusion, the authors draw attention to the fact that constantly increasing number of disasters as well as threat awareness force the U.S. authorities to constantly review the doctrine regarding civil protection. In consequence the response plan is continually modified. Therefore, the U.S. authorities apply measures and rescue methods adequate to current threats, what in practice means that the developed action plans or programmes are living documents. The U.S. authorities draw conclusions from already occurred situations, from gaps and imperfections, which lead to the continuous adaptation and improvement of crisis management. In the summary the authors suggest that such practices and measures may also be applied to improve and change the national solutions applied in Poland.

Keywords: emergency management, disaster management, incidents of national significant, National Incident Management System

Type of article: review article

Аннотация

Цель: Главной целью статьи является обсуждение принципов функционирования системы кризисного управления в США, а также объяснение понятий *emergency management* (управление в чрезвычайных ситуациях) и *disaster management* (кризисное управление).

Введение: В статье были рассмотрены преобразования в функционировании системы кризисного управления в США после террористических атак и стихийных бедствий (в частности теракт на Всемирный торговый центр (WTC) и ураган Катрина). Авторы указывают на диапазон потребностей, с которыми властям США пришлось справиться в последствии катастроф, а также, каким образом была разделена ответственность за отдельные этапы предоставления помощи нуждающимся. Кроме того, статья показывает пять этапов катастрофы, благодаря которым можно решить какие шаги необходимо принять после её появления. Они были подробно рассмотрены в соответствии с руководствами, указанными стандартах касающихся управления во время кризисных ситуаций, таких как NFPA 1600 и Программа Аккредитации Кризисного Управления (EMAP). Представлены также общие понятия управления в ситуации угрозы и кризисного управления, учитывая изменения значения термина „Nine-one-one. What’s your emergency?”. В связи с фактом, что в прошлом Американцы воспринимали кризисные ситуации как так непреднамеренные катастрофы, вызванные природными силами или техническими авариями (в том числе ошибками людей), авторы обратили внимание на кризисные ситуации преднамеренно вызванные человеком (человеческим фактором) – особенно терроризмом, которые стали постоянным элементом в восприятии мира обычным Американцем (особенно после теракта 11 сентября 2001 года).

Методология: В статье было использовано исследование предметной литературы. Особенное внимание было посвящено анализу позиций, связанных с тематикой кризисного управления в США и влиянием катастроф на изменения в системе реагирования на кризисные ситуации.

Выводы: В заключение авторы обращают внимание на факт, что растущее число кризисных ситуаций, а также сознание угрозы заставляет власти США постоянно пересматривать доктрину защиты гражданского населения, вследствие чего, план реагирования на чрезвычайные ситуации, подвергается закономерной модификации. В связи с тем, власти США принимают спасательные меры и методы, адекватные современным угрозам, это значит в практике, что разрабатываемые планы действий или программы не являются закрытыми документами. Американские власти делают выводы из косвенных ситуаций, недостатков и несовершенства. Это приводит к постоянному адаптированию и совершенствованию кризисного управления. В суммировании статьи авторы считают, что такая практика и действия могут также быть применены с целью совершенствования, улучшения и изменения в сфере национальных решений в Республике Польша.

Ключевые слова: управление в ситуации угрозы, кризисное управление, инциденты государственного значения, Государственная Система Кризисного Управления

Вид статьи: обзорная статья

1. Wprowadzenie

Huragan Katrina³ okazał się testem dla funkcjonowania zarządzania kryzysowego w Stanach Zjednoczonych, ale również wskazał zakres potrzeb, jakim musiały sprostać władze USA w obliczu katastrofy na taką skalę. To nie pierwsza i nie ostatnia klęska żywiołowa, która dotknęła USA, ale pomogła ona wykonać milowy krok w obszarze zarządzania dostępnymi zasobami (środkami i ekipami ratowniczymi). Zarządzanie kryzysowe w ujęciu amerykańskim to umiejętność praktycznego reagowania władz państwowych – wraz z zaangażowaniem społeczeństwa obywatelskiego i sektora biznesowego – na katastrofy naturalne i techniczne. Uświadomienie potrzeby niesienia pomocy oraz dostarczenie procedur w obliczu katastrofy czy ataku terrorystycznego jest podstawą sprawnego niesienia pomocy oraz ograniczania powstałych szkód. Współpraca lokalnych urzędników (gubernatorów stanowych, burmistrzów, zarządców miast itp.) odpowiedzialnych za podejmowanie kluczowych decyzji powinna mieć wsparcie władz federalnych oraz pełne zrozumienie, akceptację i zaangażowanie ze strony ludności cywilnej, bo tylko wspólne działania mogą zapewnić efektywną ewakuację, pomoc, odbudowę, utrzymanie stanu gotowości [2].

2. *Nine-one-one. What's your emergency?*

Jest to standardowy zwrot, który słyszał każdy Amerykanin, nawet jeżeli sam nie korzystał z tego numeru. Patrząc na wydarzenia związane z sytuacjami kryzysowymi, które miały miejsce w ostatnich latach w Stanach Zjednoczonych, zwrot ten nabiera nowego znaczenia. Kiedyś Amerykanie postrzegali sytuacje kryzysowe jako tzw. katastrofy nieintencjonalnie wywołane siłami natury lub awariami technicznymi (w tym błędami ludzkimi). Obecnie rozszerzyło się to o sytuacje kryzysowe umyślnie spowodowane przez człowieka (czynnik ludzki) – szczególnie terrorystyczny. Oczekuje się, iż osoby zarządzające w trakcie sytuacji kryzysowych odpowiednio dostosują swoje priorytety do nowo napotkanych wyzwań. Osoby zarządzające w sytuacjach kryzysowych są świadome faktu, iż w Ameryce główny nacisk kładziony jest na terrorystyczny, co wydaje się zrozumiałe, gdyż terroryści obierają na swoje cele duże aglomeracje miejskie oraz symbole kultury zachodniej.

Osoby zarządzające w sytuacjach kryzysowych muszą dostosować strategię działania do nowych wymagań, które zostały ukształtowane przez otaczającą rzeczywistość. Urzędnicy na gęsto zaludnionych obszarach są zaniepokojeni stopniem zagrożenia atakiem na infrastrukturę krytyczną w tym: obiekty rządowe, porty, systemy masowego tranzytu i potencjalne inne cele, które mogą być celem terrorystów. Natomiast na obszarach wiejskich urzędnicy nadal koncentrować się będą przede wszystkim na sytuacjach kryzysowych wywołanych

1. Introduction

Hurricane Katrina¹⁵ showed how emergency management functions. It also showed the scope of needs which the U.S. government has to cope with in the face of a disaster of such magnitude. Hurricane Katrina is not the first and not the last disaster of national magnitude which occurred in the U.S., but most of all it is a milestone in the ability to manage the accessible resources (funds and rescue teams). Emergency management for Americans is the ability to respond to natural and technical disasters by the national authorities while engaging civil society and the business sector. The necessity to bring help and prepare procedures in the face of a disaster or a terrorist attack is the foundation for efficient help and restricting the scope of damages. The cooperation of local authorities (state governors, mayors, city managers, etc.) responsible for making key decisions should be supported by federal authorities and have full understanding, acceptance and involvement of the local community, because only joint forces can lead to effective evacuation, help, restoration and maintenance of the “standby mode” [2].

2. „Nine-one-one. What's your emergency?”

It is a standard phrase which every American has heard, even if he has never used this number himself. Looking at emergency situations which have occurred in the United States in recent years, this phrase takes on a new meaning. Once Americans perceived emergencies as so-called natural disasters caused by the unintentional forces of nature or technical failures (including human error). Recently this shifted to intentional man-made disasters (human factor) – terrorism in particular. Thus emergency managers are expected to shift their priorities accordingly. Emergency managers are aware of the fact that in today's America greater emphasis is placed on terrorism, which seems reasonable, given that terrorists have selected large urban centres and symbols of Western culture as their targets.

Emergency managers need to adjust their planning to new requirements which are shaped by the surrounding reality. Officials in heavily populated areas are mainly concerned about the vulnerability of critical infrastructure including: government facilities, port facilities, mass transit systems and potential other targets, which might can be a target for terrorists. However, in rural areas, officials will still continue to focus primarily on emergency situations caused by nature, such as floods, large fires (including those of densely wooded areas¹⁶), tornadoes, hurricanes, earthquakes which, for small communities, pose a much more imminent and direct threat than terrorist attacks.

³ Huragan Katrina to jeden z trzydziestu najbardziej śmiertelnych huraganów, jakie kiedykolwiek nawiedziły Stany Zjednoczone. Miał miejsce w sierpniu 2005 r. W wyniku huraganu zginęło ponad 1800 osób, a ok. 700 zostało uznanych za zaginione. W samym Nowym Orleanie zniszczenia wyniosły ponad 81 miliardów dolarów.

¹⁵ Hurricane Katrina was one of thirty most deadly hurricanes which has ever hit the United States. It occurred in August of 2005. As the result of the hurricane over 1800 people lost their lives, and approximately 700 were reported missing. Only in New Orleans the damages amounted to over 81 million dollars.

¹⁶ Recent media report – 19 fire fighters were killed in forest fires in Arizona.

nych przez naturę, jak na przykład powodzie, duże pożary (w tym lasów⁴), tornada, huragany, trzęsienia ziemi, które w małych wspólnotach stwarzają o wiele bardziej realne i bezpośrednie zagrożenie, niż ataki terrorystyczne.

Pomimo tego, iż terroryzm jest nadal postrzegany, jako ważne zagrożenie dla społeczeństwa, to ataki terrorystyczne nie zdarzają się tak często, jak katastrofy naturalne, w ostatnich kilkunastu latach. Huragany Katrina i Rita w 2005 roku wykazały, że narodowy system zarządzania kryzysowego działa poniżej oczekiwanej skuteczności. Urzędnicy zmuszeni byli odbudować stan pierwotny i wzmocnić regionalny potencjał ludzki w celu szybszego reagowania w razie zagrożenia. W trakcie huraganu Katrina osoby ubogie, starsze i przewlekłe chore potrzebowały nadzwyczajnej pomocy, którą otrzymały, ale w zakresie węższym niż się jej spodziewały. Pomimo faktu, że ewakuacja w poszczególnych regionach odbywała się skutecznie, zarówno zakres potrzeb, jak i obrazy⁵ nieskutecznych działań (w tym oczekiwania na pomoc, czy radzenia sobie z mieszkańcami, którzy nie mogli lub nie chcieli się ewakuować) były dowodem na złe, czy niewystarczające działanie systemu ratowniczego.

3. Emergency management vs. disaster management

Aby wyjaśnić pojęcia *emergency management* (zarządzanie w sytuacji zagrożenia) oraz *disaster management* (zarządzanie kryzysowe) należy na początku wyjaśnić pojęcia *emergency* oraz *disaster*. Według dr Richarda A. Rotanza⁶ zagrożenie (*emergency*) „jest stosunkowo rutynowym wydarzeniem, które nie ma wpływu na całą społeczność i nie wymaga nadzwyczajnego wykorzystania zasobów lub procedur do przywrócenia pierwotnego stanu rzeczy. Zatem może być z powodzeniem zarządzane lokalnie i jest możliwe do opanowania w szybkim czasie, a na ogół zaangażowani są ratownicy, którzy się nawzajem znają” [1; s. 144]. Podczas usuwania skutków zdarzenia jasny jest podział odpowiedzialności, a struktura kierowania lub dowodzenia jest wyraźnie zarysowana. Jednakże w momencie, gdy zagrożenie wywoła sytuację negatywnie oddziałującą na poziom bezpieczeństwa ludzi, mienia lub środowiska w znacznych rozmiarach, powodując ograniczenia w działaniu organów administracji publicznej ze względu na nieadekwatność sił

⁴ Ostatnie doniesienia prasowe – 19 strażaków zginęło w pożarach lasów w Arizonie (źródło: <http://edition.cnn.com/2013/07/01/us/arizona-firefighter-deaths/>).

⁵ Obrazy mieszkańców Nowego Orleanu ewakuowanych do centrum konferencyjnego New Orleans Superdome (doniesienia medialne/prasowe z Nowego Orleanu po huraganie Katrina, sierpień-wrzesień 2005 r.).

⁶ Dr Richard Rotanz jest dyrektorem i współprojektantem Fundacji Stosowana Nauka (Applied Science Foundation) w Departamencie Bezpieczeństwa Narodowego w Stanach Zjednoczonych. Pełnił funkcję zastępcy dyrektora nowojorskiego Biura Zarządzania Kryzysowego podczas rządów byłego burmistrza Rudolpha W. Giulianiego. Jego doświadczenie w dziedzinie zarządzania kryzysowego obejmuje 40 lat, w tym 25 lat jako członek Departamentu Straży Pożarnej miasta Nowy Jork. Specjalizuje się w ratownictwie, wydarzeniach z wykorzystaniem materiałów niebezpiecznych, pielęgniarstwie chirurgicznym i planowaniu strategii działania podczas zagrożeń naturalnych, cywilnych i technologicznych, w tym aktów terroryzmu.

Despite the fact that terrorism is still viewed as an important threat to the public, terrorist attacks do not happen as often as natural disasters in the past few years. In 2004 numerous hurricanes hit the U.S. Hurricanes Katrina and Rita, which occurred in 2005, revealed that the nation's emergency management system operates below the expected effectiveness. Officials were forced to restore the original state and reinforce regional human potential in order to respond to disasters in a more efficient manner. During Hurricane Katrina, the poor, the elderly and chronically ill needed extraordinary assistance they did receive, but in a narrower range than they expected. Despite the fact that regional evacuation was effective, the extend of needs as well as disturbing images¹⁷ of ineffective actions (including anticipation of help or dealing with citizens who could not or would not evacuate) were proof enough of bad or insufficient functioning of the rescue system.

3. Emergency management vs. disaster management

In order to explain the terms “emergency management” and “disaster management”, it is essential to, first of all, explain the terms “emergency” and “disaster”. According to Richard A. Rotanz¹⁸ an emergency “is a relatively routine incident that does not have community-wide impact, does not require the extraordinary use of resources or procedures to bring conditions back to normal, can be successfully handled by local management responders, is manageable and clearly defined, is brought under control quickly and generally involves responders who know each other” [1; p. 144]. While removing the effects of an event, there is a clear division of responsibilities and there is a recognizable structure of power control or command. However, when a threat results in a situation negatively affecting the level of security of people, property or the environment, causing limitations in the operation of public authorities because of the inadequacy of manpower and resources, the severity of such an event begins to be defined as a crisis, disaster.

According to a definition prepared by the New York State “a disaster is defined as an event that involves the occurrence or imminent threat of widespread or severe damage, injury or loss of life or property resulting from any natural or man-made causes” [1; p. 144], for instance during a fire, a flood, a hurricane, an explosion, etc. In order to take necessary steps, it is crucial for local governments to be able to distinguish between a routine emergency, a jurisdiction-wide emergency and an event that

¹⁷ Images of New Orleans citizens evacuated to New Orleans Superdome conference center (media releases/press releases from New Orleans after Hurricane Katrina, August-September 2005).

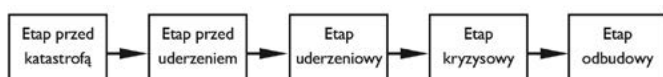
¹⁸ Richard Rotanz, Ph.D., is the executive director and co-designer of the Applied Science Foundation in Homeland Security. He served as deputy director of New York City's Office of Emergency Management under former Mayor Rudolph W. Giuliani. His emergency management experience spans 40 years, including 25 years as a member of the New York City Fire Department. He specializes in rescue, hazardous materials incidents, surgical nursing, and planning for natural, civil, and technological hazards including acts of terrorism.

i środków, wówczas nasilenie takiego zdarzenia zaczyna być definiowane, jako kryzys, katastrofa (*disaster*).

Zgodnie z definicją opracowaną przez stan Nowy Jork „katastrofa to zdarzenie, które wiąże się z występowaniem rozległych, ciężkich obrażeń, uszkodzeniem ciała lub utratą życia i mienia wynikającym z powodów naturalnych, a także spowodowanych przez człowieka” [1; s. 144], na przykład podczas pożaru, powodzi, huraganu, wybuchu, itp. Aby przedsięwziąć odpowiednie kroki, istotne jest, aby lokalne samorządy były w stanie odróżnić rutynowe zagrożenie występujące w granicach danego stanu od wydarzenia, które może lub nawet przewyższy dostępne stanowe zasoby. W momencie rozpoznania charakteru zagrożenia, można określić, które agencje będą reagować, kto będzie kierował i kto będzie wsparciem w uporaniu się z konsekwencjami danego zdarzenia. Na przykład w przypadku wybuchu bomby saperzy będą odgrywać wiodącą rolę w lokalizacji ewentualnych innych materiałów wybuchowych, policja zajmie się kierowaniem ruchem i prowadzeniem działań śledczych, a ratownictwo medyczne będzie odpowiedzialne za zajęcie się ewentualnymi rannymi. Takie rozróżnienie pomaga również w określeniu, kiedy uruchomić porozumienia o wzajemnej pomocy, kiedy stworzyć sztaby zadaniowe oraz kiedy aktywować ośrodki działań nadzwyczajnych. Gdy to rozróżnienie jest dokonane, jasne staje się, czy miejscowy dyrektor naczelny lub gubernator są powiadamiani w celu wypełnienia przez nich swoich obowiązków prawnych i politycznych w razie zagrożenia.

4. Etapy katastrofy

W celu podjęcia odpowiednich kroków po wystąpieniu katastrofy, ważne jest, aby zrozumieć, jak katastrofa zazwyczaj się rozwija. Rycina 1 przedstawia pięć etapów katastrofy.



Ryc. 1. Etapy katastrofy

Źródło: oprac. na podstawie [1; s. 145]

„Etap przed katastrofą” to czas, kiedy organizacje i agencje zajmujące się zarządzaniem kryzysowym prowadzą działalność profilaktyczną, która obejmuje analizę zagrożeń, ocenę zasobów ludzkich i materialnych, rozwoju i wykonywania planów działań nadzwyczajnych, jak również prowadzenie szkoleń. „Etap przed uderzeniem” jest etapem ostrzeżenia o zbliżającej się katastrofie. Jest to ważny moment, ponieważ odpowiednia wstępna ocena wydarzenia określi, jak szybko zmobilizowane zostaną zasoby i gdzie mogą się pojawić trudności w realizacji planów. Rządy, obywatele i wszelkie branże muszą zrozumieć, że łatwy dostęp do odpowiednich środków finansowych, materialnych i wykwalifikowanych specjalistów są niezbędne do podjęcia koniecznych kroków w momencie wystąpienia kryzysu. „Etap uderzeniowy”, który jest początkiem kryzysu, może być nagły lub następować stopniowo. Podczas tego szczególnego etapu urzędnicy muszą ponownie ocenić skalę zdarzenia i odpowiednio rozlokować zasoby. Podczas „etapu kryzysowego” sku-

might or will overwhelm state resources. Once the nature of a threat is recognized, it is possible to pinpoint which agencies will respond, which will lead and which will provide support in dealing with the event. For instance, in the event of a bomb explosion, the bomb squad will take the leading role in locating any other explosives, the police will take the lead for traffic and investigative operations, while emergency medical services will take lead in taking care of any casualties or the wounded. Such a distinction also helps in indicating when to activate mutual aid agreements, when to establish command areas, and when to activate emergency operations centres. Once this distinction is made it is also clear whether the local chief executive or the governor is notified in order for them to fulfil their political as well as legal responsibilities.

4. Phases of disaster

In order to take appropriate steps once a disaster occurs, it is crucial to understand how a disaster typically develops.



Fig. 1. Phases of disaster

Source: [1; p. 145]

“Pre-disaster phase” is the time when organizations and agencies dealing with emergency management carry out preventive activities, which include hazard analysis, evaluation of human and financial resources, development and execution of emergency operations plans, as well as organizing training courses. “Pre-impact phase” is the warning phase of an approaching disaster. It is a crucial moment because appropriate initial evaluation of the incident will define how fast resources can be mobilized and where difficulties may arise in the implementation of the plans. Governments, private citizens and various businesses need to understand that easy access to appropriate financial, material and skilled resources is essential to take necessary steps once a disaster occurs. “The impact phase” which is the beginning phase of a disaster can occur suddenly or gradually. During this particular phase officials need to reassess the scale of the event and organize resources accordingly. During the “emergency phase” the effectiveness of the response will reflect how well planning was carried out and how effective the efforts were to prepare for the disaster. In case of disasters occurring suddenly, such as a terrorist attack or industrial accident, it may not be easy to clearly distinguish between the first three phases, however the response strategy should be organized in such a manner as to anticipate response needs and to facilitate taking the necessary steps during a disaster. The first priority in response is always to save lives, meaning actions aimed at searching and rescuing those in need, to provide them with emergency medical care, and evacuate, when necessary. If not simultaneous, then the next step is to reduce exposure to hazardous materials or to restore critical infrastructure. Finally, the emergency phase will transform to “the recovery phase” where, as the term indicates, the priority is placed on re-

teczność reakcji odzwierciedla, jak dobrze przeprowadzono planowanie oraz jak skuteczne były wysiłki, aby przygotować się do kryzysu. W przypadku zagrożeń następujących szybko, takich jak na przykład atak terrorystyczny lub wypadek przy pracy, pierwsze trzy etapy mogą być trudne do rozróżnienia, jednak strategia reagowania powinna być zorganizowana w taki sposób, aby przewidzieć potrzeby i ułatwić podjęcie kroków w trakcie kryzysu. Pierwszym planowanym działaniem jest zawsze ratowanie życia, czyli działanie polegające na szukaniu i ratowaniu osób potrzebujących w celu zapewnienia im doraźnej pomocy medycznej lub ewakuacji, gdy jest to konieczne. Jeśli nie jednocześnie, to kolejnym krokiem, który należy wykonać, jest zredukowanie działania materiałów niebezpiecznych lub przywrócenie istotnej infrastruktury. Następnie „etap zagrożenia” przechodzi w „etap odbudowy”, w którym nacisk kładziony jest na powrót do stanu sprzed kryzysu i określenie środków zapobiegawczych, które mają pomóc w uniknięciu przyszłych katastrof. Wtedy również osoby zarządzające w sytuacjach kryzysowych przyglądają się wszystkim problemom organizacyjnym, które powstały w trakcie etapu zagrożenia, aby ocenić podjęte działania, znaleźć miejsce na wprowadzenie ulepszeń i wprowadzić zmiany, co może pomóc w uniknięciu podobnych sytuacji.

W celu skutecznego zareagowania na katastrofę o dużej skali niezbędne jest uaktywnienie współpracy na wszystkich poziomach organizacyjnych, w tym międzyrządowym i wielosektorowym. Przygotowanie się do katastrofy i powrót do normalności po jej wystąpieniu angażuje społeczeństwo obywatelskie, gdzie „władza jest wspólna, odpowiedzialność jest rozproszona, a zasoby są szeroko rozpowszechnione” [1; s. 9]. W Stanach Zjednoczonych taki układ jest określany jako „rząd współpracujący” lub „zarządzanie sieciowe”. Dyrektor wykonawczy ICMA¹⁹, Bob O’Neill tego typu działania nazywa „pracą wspólną”, co celnie oddaje ideę funkcjonowania tego szczególnego systemu, w którym podejmowanie decyzji nie jest scentralizowane, a władza i odpowiedzialność są faktycznie wspólne.

Jak określono w Krajowym Planie Reagowania Kryzysowego (National Response Plan – NRP) istnieją trzy dokumenty, które zapewniają obszerne podejście związane ze wszystkimi rodzajami ryzyka: 1) Ustawa Bezpieczeństwo Narodowe z 2002⁸, Dyrektywa Prezydenc-

turning to the state before the crisis and to identifying preventive measures which are to help avoid future disasters. It is also then when emergency managers look closely at all organizational problems which arose during the emergency phase in order to evaluate the taken steps, find room for improvement and introduce changes to avoid similar situations from occurring again.

In order to respond to a large-scale disaster, it is necessary to activate collaboration on all levels, including multiorganizational, intergovernmental, and multisector. Preparing for a disaster and recovering once it occurs engages civil society where “authority is shared, responsibility is diffused, and resources are widely distributed” [1; p. 9]. In the United States such a system is referred to as “collaborative government” or “network management”. Executive director of ICMA¹⁹, Bob O’Neill referred to it as the “working together” approach which is an accurate way of defining this particular system where decision making is not centralized, but authority and responsibility are actually shared.

As stated by the National Response Plan (NRP) there are three documents which provide an extensive approach to domestic incident management: 1) Homeland Security Act of 2002²⁰, Homeland Security Presidential Directive 5²¹ and the Stafford Act of 1988. NRP was in force before hurricane Katrina stroke, however since 2006, based on the experience of that event, works were commenced in order to modify it. As a result, National Response Framework (NRF) was worked out. NRF is composed of numerous coherent guidelines which are the basis for making decisions by representative of the authorities on all levels of management. Its aim is to present the operational framework, as well as show the scope and possibilities of flexible changes in procedures in terms of emergency situations which took place, together with defining responsibilities and roles of each official on every administration level. NRF is a document which can be universally applied on the national level. Applied can also be its specific elements during local rescue actions. The effectiveness of disaster management also assumes preparing the civil so-

⁷ International City/County Management Association (ICMA) – organizacja non-profit, która oferuje szeroki zakres usług dla swoich członków oraz lokalnej społeczności. ICMA zapewnia pomoc techniczną dla samorządów w tworzących się demokracjach, pomaga im w rozwijaniu praktyk zawodowych i etycznych, tworzeniu przejrzystych rządów. ICMA rozwija i wspiera lokalne profesjonalne zarządzanie, które ma na celu stworzenie trwałych społeczności, co może poprawić poziom życia na całym świecie (<http://icma.org/en/icma/home>).

⁸ Ustawa Bezpieczeństwo Narodowe [Homeland Security Act (HSA)] z 2002 r. została wprowadzona w następstwie ataków z 11 września i późniejszych mailingów zarodników węgla. Głównym zadaniem Departamentu Bezpieczeństwa jest zapobieganie atakom terrorystycznym w Stanach Zjednoczonych; ograniczanie podatności na terroryzm Stanów Zjednoczonych oraz minimalizowanie szkód, jak również pomoc w zapobiega-

¹⁹ International City/County Management Association – non-profit organization that offers a wide range of services to its members and the local government community. ICMA provides technical assistance to local governments in emerging democracies, helping them to develop professional practices and ethical, transparent governments. ICMA, the International City/County Management Association, develops and advances professional local government management to create sustainable communities that improve lives worldwide (<http://icma.org/en/icma/home>).

²⁰ The Homeland Security Act (HSA) of 2002 was introduced in the aftermath of the September 11 attacks and subsequent mailings of anthrax spores. The primary mission of the Department is to prevent terrorist attacks within the United States; reduce the vulnerability of the United States to terrorism; and minimize the damage, and assist in the recovery, from terrorist attacks that do occur within the United States.

²¹ Presidential Directives, better known as Presidential Decision Directives (or PDDs) are a form of an executive order issued by the President of the United States with the advice and consent of the National Security Council. The directives articulate the executive’s national security policy and carry the full force and effect of law.

ka 5⁹ i Ustawa Stafforda z 1988. Plan NRP obowiązywał przed uderzeniem huraganu Katrina, jednak od 2006 roku, na bazie wyniesionych doświadczeń, rozpoczęto jego modyfikacje – w wyniku czego powstał Krajowy Ramowy Plan Reagowania Kryzysowego (NRF). Plan NRF zawiera szereg spójnych wytycznych będących fundamentem przy podejmowaniu decyzji przez przedstawicieli władz na wszystkich szczeblach zarządzania. Ideą dokumentu jest przedstawienie struktur operacyjnych oraz ukazanie skali i możliwości elastycznych zmian procedur w stosunku do zaistniałych sytuacji kryzysowych z określeniem obowiązków i ról poszczególnych urzędników na każdym szczeblu administracyjnym. NRF to dokument, który ma uniwersalne zastosowanie w skali kraju, natomiast poszczególne jego elementy wspierają lokalne działania ratownicze. Skuteczność zarządzania kryzysowego zakłada też przygotowanie społeczeństwa obywatelskiego do oddolnych działań wspomagających działania ratunkowe i aktywnej współpracy z władzami na poszczególnych szczeblach administracji państwowej [2].

Obecnie nowe przepisy i dyrektywy prezydenckie wydane po 11 września 2001 r. postrzegane jako sprawy związane z zarządzaniem kryzysowym określane są jako „incydenty o znaczeniu krajowym (INS)” [1; s. 12]. Według NRF – INS jest „rzeczywistym lub potencjalnym wydarzeniem o wysokim wpływie na otoczenie, które wymaga koordynacji podmiotów federalnych, stanowych, lokalnych, pozarządowych i/lub podmiotów sektora prywatnego, w celu ratowania życia i zminimalizowania szkody” [1; s. 12].

5. Praktyczne zastosowanie dokumentów

Aby zaplanować i przygotować się do potencjalnych katastrof/sytuacji kryzysowych, prowincje i społeczności lokalne stosują wytyczne określone w standardach dotyczących zarządzania w sytuacjach kryzysowych, takich jak NFPA 1600 i Program Akredytacji Zarządzania Kryzysowego (EMAP). Zawarto w nich wskazówki dotyczące sposobów przygotowania i organizowania zasobów, zachowania w czasie zdarzenia niekorzystnego i radzenia sobie z konsekwencjami. Jednak co ważniejsze, takie normy nakładają odpowiedzialność na określone osoby urzędowe za podejmowanie danych działań – lokalni urzędnicy mogą ponieść konsekwencje prawne i polityczne za brak działań minimalizujących istniejące ryzyka co najmniej do poziomów akceptowalnych społecznie. Urzędnicy zobowiązani są do co najmniej: (1) przeglądu historii, częstotliwości i dotkliwości potencjalnych zagrożeń, (2) oceny podatności danej społeczności, (3) określenia czynności, które mogą być podjęte w celu ograniczenia zagrożenia oraz (4) na podstawie oceny ryzyka i podatno-

ciety for grass-roots actions supporting rescue as well as active cooperation with the authorities at various levels of national administration [2].

Currently, new laws and presidential directives issued after 9/11, perceived as matters related to crisis management, are defined as “incidents of national significance (INS)” [1; p. 12]. According to NRF, an INS is “an actual or potential high-impact event that requires coordination of Federal, State, local, tribal, nongovernmental and/or private sector entities in order to save lives and minimize damage” [1; p. 12].

6. Practical application of documents

In order to plan and prepare for potential disasters/emergencies, states and local communities apply guidelines defined in standards for emergency management such as NFPA 1600 and the Emergency Management Accreditation Program (EMPA).

They provide guidance on how to prepare and organize resources, how to act during an adverse event and how to deal with the consequences. However, more importantly, such standards in reality are an obligation: local officials may be held legally as well as politically liable for failing to take action to minimize the existing risk at least to socially acceptable levels. At a minimum, the officials are obliged to: (1) review the history, frequency and severity of potential hazards; (2) assess the vulnerability of a given community; (3) define steps that can be taken to mitigate the hazards; and (4) based on risk and vulnerability assessments, define how resources can best be allocated to reduce losses [1; p. 13].

However, when it comes to standards regarding emergency management, conflicts between national priorities and state and local priorities occur on a daily basis. The environment where local emergency managers work is definitely politically oriented [1; s. 13] and available funding based on available resources. Since 9/11 federal policy makers have been focused on threats which are the result of terrorist attacks and federal funding was mainly reserved for issues regarding this particular threat. Despite the fact that this approach has been frustrating for many emergency managers, there is a positive side to it as well. For instance, adopting the National Incident Management System (NIMS)²² may be a challenge due to the fact that dominance is assigned to the role of federal agencies, but NIMS is a source of guidelines for finding a common language and a common framework in order to respond to a disaster. The attacks on WTC and the Pentagon were the cause for financing the needs of the local federal budget. Even though this particular funding might not support local priorities, it has been used to improve and expand already available local resources [3]. Currently, local managers have the possibility to organize and participate in training courses, as well as acquire equipment and other

niu atakom terrorystycznym, które mogą dotknąć Stany Zjednoczone.

⁹ Dyrektywy Prezydenckie, lepiej znane jako Decyzyjne Dyrektywy Prezydenckie (lub PDD) są formą dekretu wydanego przez prezydenta Stanów Zjednoczonych za radą i zgodą Rady Bezpieczeństwa Narodowego. Niniejsze Dyrektywy określają politykę wykonawczą bezpieczeństwa narodowego i posiadają pełną moc prawną.

²² The National Incident Management System (NIMS) is a system used in the United States to coordinate emergency preparedness and incident management among various federal, state, and local agencies. The NIMS is a structured framework used nationwide for both governmental and nongovernmental agencies to respond to natural disasters or terrorist attacks at the local, state, and federal levels of government.

ści, określenia, jak zasoby mogą być najlepiej przydzielone w celu zmniejszenia strat [1; s. 13].

Jednak jeśli chodzi o standardy dotyczące zarządzania w sytuacjach zagrożenia, konflikty między priorytetami krajowymi, stanowymi i lokalnymi są bardzo powszechne. Środowisko, w którym pracują osoby lokalne odpowiedzialne za zarządzanie w sytuacjach kryzysowych, jest zdecydowanie upolitycznione [1; s. 13], a priorytety określa się na podstawie dostępnych środków. Od ataku z 11 września krajowi ustawodawcy koncentrują się na zagrożeniach, jakie niesie ze sobą terroryzm, a fundusze krajowe są przeznaczane głównie na rozwiązywanie problemów związanych z tym szczególnym zagrożeniem. Mimo że takie podejście jest źródłem frustracji dla wielu osób zarządzających w sytuacjach zagrożenia, ma to również aspekt pozytywny. Na przykład przyjęcie Krajowego Systemu Zarządzania Kryzysowego (NIMS)¹⁰ może być wyzwaniem ze względu na fakt, że dominująca jest w nim rola agencji krajowych. W konsekwencji stanowi on platformę porozumienia i reguluje działanie wspólnych struktur reagowania w czasie kryzysu. Atak na WTC i Pentagon stał się przyczynkiem do dofinansowania potrzeb lokalnych z budżetu federalnego. Pomimo iż finansowanie może nie wspierać lokalnych priorytetów, zostało wykorzystane do poprawy i rozszerzenia zasobów lokalnych [3]. Obecnie lokalni menedżerowie kryzysowi mają możliwość nabycia sprzętu, pozyskania innych zasobów, które są cenne w czasie klęsk żywiołowych i katastrof technologicznych, jak również katastrof związanych z terroryzmem. Mają też możliwość uczestniczenia w szkoleniach. Nazywa się to strategią „dwustronnego zastosowania”.

W 2006 roku prezes Międzynarodowego Stowarzyszenia Menedżerów Kryzysowych (IAEM)¹¹ zaproponował, aby przyjrzeć się bliżej zarządzaniu kryzysowemu. W 2007 roku z pomocą Instytutu Zarządzania Kryzysowego FEMA¹², zorganizowano spotkanie, na które zostali

resources which are valuable during natural and technological disasters, as well as in disasters related to terrorism. It is called a “dual-use” strategy.

In 2006 the president of the International Association of Emergency Managers (IAEM)²³ proposed to review current emergency management. In 2007 with the help of FEMA²⁴ Emergency Management Institute, a meeting was organized that included representatives of IAEM, EMAP²⁵, the National Emergency Management Association²⁶, NFPA 1600 committee, the private sector, the academic community and other interested parties. The objectives of the meeting were as follows: (1) to define emergency management and its goal and (2) to identify the basic principles of emergency management and the practice of this profession [1; p. 16]. Based on literature such as the CEM program (Certified Emergency Manager program), NFPA 1600 and EMAP standards certain principles were defined which currently serve as organizing principles for programs which are being prepared for managers and for emergency management agencies.

According to set principles, emergency management should be *comprehensive* which means it should consider all hazards, all phases, and functions and all sectors. It should not be limited only to “consequence management” related to a disaster, but it should focus on resources which can prevent or limit the consequences of such an event. Emergency management should also be *progressive* which means that managers must predict and prepare for a future disaster. The long-term objective is to develop communities resilient to disasters where, in this process, managers must actively pursue that objective and not focus only on a single-type of disaster. Such an approach only limits both strategic and tactical options. Emergency management must be *risk-driven* which means that decisions must be made based risk analysis, rather than on worst-case scenarios where there is no estimations of probability. Although assessing potential hazards may be challenging, making decisions without at least trying to prepare a full evaluation may be rather risky.

¹⁰ The National Incident Management System (NIMS) to system stosowany w Stanach Zjednoczonych w celu koordynacji gotowości i zarządzania wypadkami wśród różnych federalnych, stanowych i lokalnych agencji. NIMS jest zorganizowaną siecią stosowaną w całym kraju, zarówno dla agencji rządowych i pozarządowych, w celu reagowania na klęski żywiołowe lub zamachy terrorystyczne na lokalnych, stanowych i federalnych szczeblach administracji.

¹¹ The International Association of Emergency Managers (IAEM), które ma ponad 5000 członków na całym świecie, jest międzynarodową organizacją non-profit zrzeszającą specjalistów w dziedzinie zarządzania kryzysowego. Działania IAEM poświęcone są promowaniu „Zasad Zarządzania Kryzysowego” i reprezentowaniu specjalistów, których celem jest ratowanie życia i ochrona mienia oraz środowiska podczas katastrof i klęsk żywiołowych.

¹² Federalna Agencja Zarządzania Kryzysowego (*Federal Emergency Management Agency*) jest agencją ukierunkowaną na raportowanie zagrożeń, planowanie i zarządzanie działaniami związanymi z zapobieganiem katastrofom i klęskom żywiołowym oraz łagodzeniem ich skutków. FEMA połączyła więc pod jednym kierownictwem rozproszone obowiązki innych organizacji w zakresie działań w przypadku katastrof lub klęsk żywiołowych. W swej działalności FEMA współpracuje z wieloma innymi agencjami federalnymi oraz organizacjami pozarządowymi między innymi z Amerykańskim Czerwonym Krzyżem.

²³ The International Association of Emergency Managers (IAEM), which has more than 5,000 members worldwide, is the preeminent international non-profit organization of emergency management professionals. IAEM is dedicated to promoting the “Principles of Emergency Management” and representing professionals whose goals are saving lives and protecting property and the environment during emergencies and disasters.

²⁴ Federal Emergency Management Agency is an agency which reports hazards, plans and manages activities related to disaster prevention and mitigation of natural disasters and their consequences. FEMA merged under one management fragmented responsibilities of other organizations in the field of actions taken in case of emergencies or natural disasters. In doing so, FEMA cooperates with many other federal agencies and non-governmental organizations including the American Red Cross.

²⁵ The Emergency Management Accreditation Program (EMAP), an independent non-profit organization, is a standard-based voluntary assessment and peer review accreditation process for government programs responsible for coordinating prevention, mitigation, preparedness, response, and recovery activities for natural & human-caused disasters.

²⁶ It is a professional organization of state emergency management directors.

zaproszeni m.in. przedstawiciele IAEM, EMAP¹³, Narodowego Stowarzyszenia Zarządzania Kryzysowego¹⁴, komitetu NFPA 1600, sektora prywatnego, środowisk akademickich i innych zainteresowanych grup. Cele spotkania były następujące: (1) zdefiniowanie zarządzania kryzysowego i jego misji oraz (2) zidentyfikowanie podstawowych zasad zarządzania kryzysowego i praktykowania tej profesji [1; s. 16]. Na podstawie lektury takich materiałów jak program CEM (program Certyfikowanego Menedżera Kryzysowego), NFPA 1600 i standardów EMAP określono pewne reguły, które służą jako zasady organizacyjne dla powstających programów dla menedżerów oraz dla agencji zajmujących się zarządzaniem kryzysowym.

Zgodnie z ustanowionymi zasadami zarządzanie kryzysowe powinno być kompleksowe, czyli powinno brać pod uwagę wszelkie zagrożenia, wszystkie etapy, funkcje oraz wszystkie sektory. Nie powinno ograniczać się do „zarządzania skutkami” związanymi z katastrofą, ale powinno koncentrować się na środkach, które mogą zapobiec lub ograniczyć skutki takiego zdarzenia. Zarządzanie kryzysowe powinno być progresywne, co oznacza, że menedżerowie muszą przewidzieć i przygotować się do przyszłej katastrofy. Długofalowym celem jest stworzenie „społeczności odpornej na klęski żywiołowe” (*society resilience*). Proces tworzenia wymaga od menedżerów aktywnego dążenia do tego celu i nie koncentrowania się tylko na jednym rodzaju katastrofy, ponieważ takie podejście ogranicza możliwości zarówno strategiczne, jak i taktyczne. Zarządzanie w sytuacjach kryzysowych musi opierać się na ocenie ryzyka, co oznacza, że decyzje muszą być podejmowane na podstawie analizy ryzyka, a nie na podstawie najgorszego scenariusza, co pozbawione jest oszacowania prawdopodobieństwa. Chociaż ocena potencjalnego zagrożenia może być problematyczna, podejmowanie decyzji bez przynajmniej próby opracowania pełnej oceny może być wręcz niebezpieczne.

Efektywne zarządzanie kryzysowe wymaga współpracy, a nie podejścia nakazowo-kontrolnego. Współpraca pozwala na budowanie relacji, konsensusu i opiera się na wzajemnym zaufaniu i otwartej komunikacji. Menedżerowie kryzysowi powinni umożliwić integrację, która w rzeczywistości oznacza, łączenie wszystkich szczebli rządowych z sektorem prywatnym, sektorem non-profit i z wolontariuszami, co w konsekwencji pozwala im aktywnie uczestniczyć we wszystkich etapach zarządzania kryzysowego. Jednocześnie menedżerowie kryzysowi muszą koordynować wysiłki organizacyjne. Organizują oni pracę w taki sposób, iż odmienne podmioty mają w rzeczywistości wspólny cel. Istotny jest fakt, iż centra działań nadzwyczajnych (*Emergency Operations Centers* – EOC) zapewniają zarówno miejsce, jak i mechanizmy

In order for emergency management to be effective, it needs to be based on *collaboration* rather than take on a command-and-control approach. Collaboration allows to build relationships, consensus and it is based on open communication and mutual trust. Emergency managers are also responsible for making *integration* possible which, in reality, means that they bring together the following: the government, the private sector, the non-profit sector as well as volunteers. This then allows them to actively participate in all phases of emergency management. Simultaneously emergency managers are obliged to *coordinate* organizational efforts. They are to organize work in such a manner that disparate parties in reality have a common goal. What's important here is the fact that emergency operations centres (EOC) provide a location as well as mechanisms to make communication and collaboration easier. In order for emergency management to be effective it also needs to be *flexible*. Emergency managers need to understand that rigid plans and organizational frameworks should be avoided because plans need to be adapted to given circumstances, and managers very often need to demonstrate creative improvisation, when necessary. Emergency management must also be *professional* since it is a profession based on science and knowledge. Emergency managers make decisions and take actions based on evidence and analysis, and education and training programs help them improve their technical skills and expand their knowledge in order to increase effectiveness of emergency management programs.

Threat awareness (terrorist attacks) and problems related to the restoration of devastated areas force the U.S. government to permanently revise doctrines regarding civil protection, which in effect means that National Response Framework (NRF) is constantly being modified. Such an approach makes it possible for the authorities to apply resources and rescue methods which are appropriate to the existing threats, assuming that these threats intensify and modify – thus NRF is not a closed document. The latest guidelines of NRF define universal procedures for rescue actions dedicated to federal officials regardless of the type and scope of the threats. These procedures make it possible to manage and lead on the federal level. Importance is placed on procedures related to rapid restoration of devastated areas [2].

6. Summary

Experience and conviction of insufficient organization of help during disaster situations, placing response rank on the local level while including the support of federal agencies was considerably revised in the U.S. in the face of hurricane Katrina disaster. Despite the fact that NRP was tested and its deficiencies were exposed, it is important to emphasize that the disaster itself brought in something positive – modifications of National Response Plan, aimed at removing deficiencies exposed by the disasters that no one was aware of before Katrina hit. Estimating the need for action in the face of a disaster is only possible in a situation when we draw a conclusion for the ensuing disasters. Thus, practical knowledge resulted in the improvement of NRP [2]. Does it mean that if today Ameri-

¹³ *The Emergency Management Accreditation Program* (EMAP), niezależna organizacja non-profit, odpowiedzialna za koordynowanie działań zapobiegawczych, łagodzenie skutków, przygotowanie, reagowanie i prowadzenie działań naprawczych po klęskach żywiołowych oraz katastrofach spowodowanych przez człowieka.

¹⁴ *National Emergency Management Association* – jest to profesjonalna organizacja zrzeszająca dyrektorów stanowych ds. zarządzania kryzysowego.

do ułatwienia komunikacji i współpracy. Aby zarządzanie kryzysowe było skuteczne – musi być również elastyczne. Menedżerowie kryzysowi muszą zrozumieć, iż należy unikać sztywnych planów i struktur organizacyjnych ze względu na fakt, iż w rzeczywistości plany muszą być dostosowane do okoliczności i menedżerowie bardzo często, gdy jest to konieczne, muszą wykazać się twórczą improwizacją. Zarządzanie kryzysowe musi być profesjonalne, ponieważ jest to zawód, który opiera się na nauce i wiedzy. Menedżerowie kryzysowi podejmują decyzje i działania na podstawie dowodów i analiz, a programy edukacyjne i szkoleniowe pozwalają im doskonalić swoje umiejętności techniczne oraz poszerzać swoją wiedzę w celu zwiększenia skuteczności programów zarządzania kryzysowego.

Świadomość zagrożenia (ataki terrorystyczne) oraz problematyka odbudowy terytoriów zdewastowanych wymusza na władzach USA ciągle rewidowanie doktryny ochrony ludności cywilnej, wynikiem czego plan reagowania kryzysowego ulega ustawicznym zmianom. Takie podejście umożliwia władzom stosowanie środków i metod ratowniczych dostosowanych do obecnych zagrożeń przy założeniu, iż zagrożenia te ulegają intensyfikacji i modyfikacji – dlatego też program NRF nie jest dokumentem zamkniętym. Najnowsze założenia planu NRF przedstawiają uniwersalne procedury działań ratowniczych dedykowane urzędnikom federalnym bez względu na rodzaj i skalę zagrożeń – dające możliwość zarządzania i prowadzenia akcji na poziomie federalnym. Co ważne, w planie położono również nacisk na procedury szybkiej odbudowy terenów zniszczonych [2].

6. Podsumowanie

Doświadczenia i przeświadczenie o niewystarczającym zakresie organizacji pomocy w sytuacjach kryzysowych, oparcie głównego szczebla reagowania na poziomie lokalnym z uwzględnieniem wsparcia władz federalnych zostało w znacznym stopniu zrewidowane w USA w obliczu klęski huraganu Katrina. Mimo że NRP został przetestowany w trudnych warunkach i wyszły na jaw istotne jego braki, należy podkreślić, że sama katastrofa wniosła wartość dodaną – zmiany w krajowym systemie reagowania mające na celu wyeliminowanie uchybień, których nie uświadamiano sobie przed katastrofą. Oszacowanie potrzeby podjęcia działań w obliczu katastrofy jest możliwe tylko w sytuacji, gdy jesteśmy w stanie wyciągnąć wnioski na wypadek kolejnych katastrof. Tak więc praktyczna wiedza wpłynęła na poprawę planu NRP [2]. Czy zatem słysząc dziś w słuchawce „*Nine-one-one. What's your emergency?*”, Amerykanie mają zagwarantowany dostęp do lepszego, a zatem bardziej efektywnego systemu zarządzania kryzysowego? Prawdopodobnie tak.

Przedstawione fakty, praktyka i działania mogą również mieć zastosowanie w procesie doskonalenia i wprowadzania zmian w zakresie rozwiązań narodowych Rzeczypospolitej Polskiej. Godne dostrzeżenia i szczególnego wyróżnienia jest podejście władz amerykańskich, które potrafią wyciągać wnioski z zaistniałych sytuacji, braków i niedoskonałości. Ta praktyka, jak dowodzi po-

cans hear in their phone the phrase “*Nine-one-one. What's your emergency?*” they are guaranteed access to a more efficient emergency management system? Probably so. The presented facts, practices and actions can also be applied to improve and change national solutions applied in Poland. Worth noticing and emphasizing is the approach of the U.S. authorities which is based on drawing conclusions from already occurred situations, from gaps and imperfections. This practice, as proved by the above example, is effective for the continuous adjustment and improvement of disaster management.

Bibliography

1. Waugh Jr. W., K. Tierney, *Emergency Management: Principles and Practice for Local Government*, ICMA Press, Washington, 2007.
2. Peterson W., *Redefining a national strategy for successful response to catastrophic incidents: lessons learned from hurricane Katrina*, BiTP Vol. 21, Issue 1, 2011, pp. 9-20.
3. Roguski E., *Regionalne i lokalne zarządzanie kryzysowe w standardach UE*, BiTP Vol. 5, Issue 1, 2007 [electr. doc.] <http://czytelnia.cnbop.pl/czytelnia/15/68>.

Marta Iwańska (M.A.) is a graduate of Collegium Civitas in Warsaw, the Department of Sociology (specializing in management of non-governmental organizations). For over a year she has been working in CNBOP-PIB in the Certification Department as a specialist in standardization.

Agnieszka Kowalczyk (M.A.) is a graduate of Uczelnia Łazarskiego in Warsaw, the Department of Law and Administration (specializing in administration). For over 16 years, she has been working in CNBOP-PIB, and for the past eight years she has been working in the Certification Department as a specialist of quality management systems.

wyższy przykład, jest pomocna w ciągłym dostosowywaniu i doskonaleniu zarządzania kryzysowego

Literatura

1. Waugh Jr. W., K. Tierney, *Emergency Management: Principles and Practice for Local Government*, ICMA Press, Washington, 2007.
2. Peterson W., *Nowa wersja krajowej strategii skutecznego reagowania kryzysowego w przypadku wystąpienia kataklizmu: wnioski z przebiegu Huraganu Katrina*, BiTP Vol. 21, Issue 1, 2011, pp. 9-20.
3. Roguski E., *Regionalne i lokalne zarządzanie kryzysowe w standardach UE*, BiTP Vol. 5, Issue 1, 2007 [dok. elektr.] <http://czytelnia.cnbop.pl/czytelnia/15/68>.

mgr Marta Iwańska jest absolwentką Collegium Civitas w Warszawie na wydziale socjologii, kierunek zarządzanie organizacjami pozarządowymi. Od ponad roku pracuje w CNBOP-PIB w Jednostce Certyfikującej jako specjalista ds. normalizacji.

mgr Agnieszka Kowalczyk jest absolwentką Uczelni Łazarskiego w Warszawie na wydziale prawa i administracji, kierunek administracja. Od ponad 16 lat pracuje w CNBOP-PIB, a od 8 lat pracuje w Jednostce Certyfikującej jako specjalista ds. zarządzania systemami jakości.

Yu.P. Rak, PhD / докт. техн. наук Ю.П. Рак¹**V.P. Kvashuk / В.П. Квашук²****Przyjęty/Accepted/Принят: 31.01.2014;****Zrecenzowany/Reviewed/Рецензирована: 05.06.2014;****Opublikowany/Published/Опубликована: 30.06.2014;**

RESOURCE MANAGEMENT AND FORECASTING LOSSES WITHIN THE PROJECT ORGANISATIONAL STRUCTURE OF THE CIVIL PROTECTION SYSTEM

**Управление ресурсами и прогнозирование потерь
в проектно-организационных системах гражданской защиты**

**Zarządzanie zasobami i prognozowanie strat w projektowej strukturze
organizacyjnej systemu obrony cywilnej**

Abstract

Objective: To develop a method, based on Pareto principles, for increasing resource management effectiveness with prediction and minimisation of losses arising from emergency situations, both industrial and natural within the project-based organisation structure of the civil protection system.

Methods: Theoretical research of an effective management process, with the aid of Pareto distribution, was applied to project organisational structures through the Office of Civil Protection. Current project management tools such as: PMBOK, P2M, PRINCE2, ICB, etc. provided a basis for scientific research. During the research process various methods were applied such as: systems theory, systems analysis, statistical analysis, cognitive analysis theory, mathematical modelling, information technology and management.

Results: Presentation of theoretical and experimental data allowed for the calculation of losses during emergency situations. These were determined with the aid of Pareto distributions and statistical methods, with a focus on minimising and estimating losses more accurately. The developed technique allows for the control of singular as well as global losses, at all phases as well as levels of management within the project office, simultaneously ensuring the mitigation of losses and attainment of a high level of functional effectiveness of the civil protection system. The basis for the developed technique was a mathematical description of characteristic indicators and maximum as well as total losses for the Pareto distribution. This approach revealed credible data which will help to increase the effectiveness of performance in a unified system of civil protection. Results allow for better management decisions, improved predictions and minimisation of losses arising from environmental disasters.

Conclusions: Results from research allowed, on the basis of long term statistical data, to achieve a high degree of convergence. The developed technique, using Pareto distributions, demonstrated that its application to resource management in the civil protection system leads to minimisation of losses during emergency situations and optimisation of the project management process, simultaneously making it possible to anticipate resource losses at all stages. Furthermore, research was harnessed to address current and applied research challenges, which impact on the improvement of project and programme management; optimal allocation of losses and creation of the most favourable conditions for the organisational management of a unified system of civil protection under the auspices of The Office of Civil Protection. The proposed method describes characteristic values of total and maximum losses, which may be used to obtain most accurate and relevant data, which in turn make it possible to minimise errors during management decision making, and significantly enhance the research base for projects and programme management methods. Obtained results will afford an opportunity to consider the unified system of civil protection in Ukraine in context of a project organisation structure.

¹ Lviv State University of Life Safety; address: Ukraine, 79000, Lviv, Kleparivska St., 35; e-mail: jurarak2012@gmail.com; percentage contribution – 60%. / Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности. Адрес: Украина, 79000, Львов, ул. Клепаровская, 35; электронная почта: jurarak2012@gmail.com; фактический вклад – 60 %.

² Lviv State University of Life Safety; address: Ukraine, 01601, Kiev, O. Gonchara St., 55-a; e-mail: kvashuk@mns.gov.ua; percentage contribution – 40%. / Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности. Адрес: Украина, 01601, м. Киев, ул. О.Гончара 55-а.; фактический вклад – 40 %.

Keywords: method, maximum and total loss, Pareto, programmes, projects, crisis situations, project management oriented, Office, unified civil protection system

Type of article: original scientific article

Аннотация

Цель: Разработка метода основанного на распределении Парето для целей повышения эффективности управления ресурсами при минимизации и прогнозировании потерь от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в проектах, программах и портфелях проектов проектно-организационных систем гражданской защиты.

Методы: Теоретический метод исследования процесса эффективного управления проектно-организационной структурой через офис гражданской защиты с использованием распределения Парето. В основу проведенных научных исследований была применена современная методология управления проектами, программами и портфелями проектов: PMBOK, P2M, PRINCE2, ICB и др. При выполнении исследований использовались методы: теории систем и системного анализа, статистические исследования, теории когнитивного анализа, математическое моделирование, информационные технологии, менеджмент.

Результаты: Существующие подходы и инновационные механизмы информационной поддержки при принятии проектных решений руководителями системы гражданской защиты не разрешают выявить степень и характер неопределенности при выполнении будущих работ в начале фазы цикла реализации проекта. Поэтому возникает необходимость учитывать эти условия неопределенности на стадиях планирования, выполнения или программирования будущих работ которые, в свою очередь требуют разработки надежной методики расчета и управления потерь. В основу разработанной методики должны быть заложены теоретические основы оценки и прогнозирования величины потерь от чрезвычайных ситуаций для цели оперативного принятия управленческих решений и успешной реализации проектов через офис единой системы гражданской защиты Украины. Приведенные теоретические и экспериментальные данные позволили, на основе распределения Парето и статистики, создать универсальную методику расчета потерь, обеспечить их минимизацию и более точное прогнозирование, которые возникают от чрезвычайных ситуаций. Разработанный метод позволяет контролировать как единичные, так и глобальные потери на всех фазах и ярусах, при офисном управлении проектами, программами и портфелями проектов, обеспечивая при этом минимизацию потерь и высокую эффективность функционирования системы гражданской защиты. В основу разработанной методики заложено математическое описание соотношений характерных, максимальных и суммарных потерь для распределения Парето, с целью получения наиболее достоверных данных повышающие эффективность реализации проектов, программ и портфелей проектов через офис единой системы гражданской защиты, и, как результат принимать оптимальные управленческие решения, и, соответственно, более точно прогнозировать и минимизировать потери от возникающих ЧС.

Выводы: Результаты проведенных исследований позволили, на базе многолетних данных статистики, получить высокую сходимость результатов. Разработанный метод с использованием распределения Парето показал, что применения методологии офисного проектно-организационного управления системой гражданской защиты обеспечивает процесс минимизации потерь от чрезвычайных ситуаций и оптимизацию управления проектами, программами и портфелями проектов, обеспечивая при этом возможность прогнозировать ресурсные потери на всех стадиях реализации проектов, программ и портфелей проектов. Кроме того проведено теоретическое исследование в плане выполнения актуальной научно-прикладной задачи повышения эффективности управления проектами и программами: оптимального распределения потерями и создать максимально благоприятные условия управления через Офис единой системы гражданской защиты. Предложенный метод описывающий характеристику значений суммарных и максимальных потерь позволяет получать наиболее достоверные и оперативные данные, что приведет к минимизации ошибок при принятии управленческих решений, существенно расширит научную базу методологии управления проектами и программами, и даст возможность рассматривать единую систему гражданской защиты Украины как проектно-организационную структуру.

Ключевые слова: метод, максимальные и суммарные потери, Парето, программы, проекты, портфель проектов, чрезвычайные ситуации, проектно-ориентированное управление, офис, единая система гражданской защиты

Вид статьи: оригинальная научная работа

Abstrakt

Cel: Opracowanie metody, która opiera się na zasadzie Pareto w celu zwiększenia efektywności zarządzania zasobami przy prognozowaniu i minimalizacji strat wynikających z sytuacji nadzwyczajnych klęsk i katastrof spowodowanych przez człowieka w projektach, programach i portfelach w projektowej strukturze organizacyjnej systemu ochrony cywilnej.

Metody: Badania teoretyczne procesu efektywnego zarządzania za pomocą rozkładu Pareto stosowanego w projektowych strukturach organizacyjnych biura ochrony ludności. Podstawą metodologii badań naukowych jest nowoczesne zarządzanie projektami, programami i portfelami projektów: PMBOK, P2M, PRINCE2, ICB, itp. Podczas badań stosowano metody: teorii systemów i analizy systemów, badania statystyczne, teorii analizy poznawczej, modelowanie matematyczne, informacje technologia oraz zarządzanie.

Wyniki: Zaprezentowane dane teoretyczne i doświadczalne umożliwiły stworzenie na podstawie zasady Pareto i metod statystycznych uniwersalnej metodologii obliczania strat powstałych w sytuacjach kryzysowych w celu zapewnienia ich minimalizacji i bardziej dokładnej prognozy. Opracowana metoda pozwala na kontrolę zarówno pojedynczych jak i globalnych strat we wszystkich fazach i na wszystkich etapach zarządzania biurem projektów, programów i portfeli projektów, jednocześnie zapewniając minimalizację strat i wysoką efektywność funkcjonowania systemu ochrony cywilnej. Podstawą opracowanej techniki był matematyczny opis charakterystycznych wskaźników oraz maksymalnych i całkowitych strat dla rozkładu Pareto, dzięki któremu uzyskano wiarygodne dane zwiększające efektywność projektów, programów i portfeli w jednolitym systemie ochrony cywilnej. Uzyskane wyniki umożliwią podejmowanie lepszych decyzji w zakresie zarządzania, przewidywania i minimalizacji strat wynikających z klęsk żywiołowych.

Wnioski: Wyniki tych badań pozwoliły na podstawie statystyk długoterminowych uzyskać wysokie wyniki konwergencji. Metoda opracowana z wykorzystaniem rozkładu Pareto wykazała, że stosowanie metodologii w zarządzaniu biurem projektów

w systemie ochrony cywilnej stanowi proces minimalizacji strat w sytuacjach kryzysowych i optymalizacji zarządzania projektami, programami i portfelami projektów, jednocześnie zapewniając możliwość przewidzenia strat zasobów na wszystkich etapach projektów, programów i portfeli realizacji projektów. Ponadto, badania teoretyczne opierały się na realizacji bieżących i stosowanych problemów naukowych, które wpływają na poprawę zarządzania projektami i programami: optymalną alokację strat i tworzenie jak najkorzystniejszych warunków dla organizacyjnego zarządzania jednolitym systemem ochrony ludności za pośrednictwem Urzędu Ochrony Cywilnej. Proponowana metoda opisuje charakterystyczne wartości całkowitych i maksymalnych strat, dzięki którym możliwe będzie uzyskanie najbardziej dokładnych i aktualnych danych, które będą minimalizować błędy w podejmowaniu decyzji zarządczych, znacznie wzbogacą bazę naukową projektu i metodykę zarządzania programami. Uzyskane wyniki będą również okazać do rozważenia jednolitego systemu ochrony ludności Ukrainy jako projektowej struktury organizacyjnej.

Słowa kluczowe: metoda, maksymalna i całkowita strata, Pareto, programy, projekty, portfolio projektów, sytuacje kryzysowe, zarządzanie zorientowane na projekt, biuro, jednolity system ochrony ludności

Typ artykułu: oryginalny artykuł naukowy

1. Introduction

The fast growth of the company is accompanied by the rise of a number of emergency situations (ES), which cause the huge economic losses and casualties. To anticipate and minimize them it is required to introduce a modern methodology of project-oriented management of projects, programmes and portfolios of projects on the basis of a single office of civil protection. The emergencies occur under the conditions of uncertainty due to incomplete information, inaccuracy or ambiguity of data, availability of accidents factors, subjectivity, etc. Therefore, assessing the material, financial or other losses is very difficult and it requires the development of reliable calculating methods.

The existing approaches and mechanisms of information support in making design decisions of civil protection leaders (SCD) does not allow to reveal the extent and nature of the uncertainty of future work by the beginning of the implementation phase of the project, so we must take into account this uncertainty in the process of planning, implementation and programming of the future work, what in turn requires a reliable methodology for calculating losses.

The research of the different aspects of describing the disaster parameters confirmed that their losses in the different phases of the implementation of projects, programmes or portfolios of projects devoted to the work of many scientists, are significantly different from each other. The issues of the projecting, building models and management of projects, programs and portfolios of projects, in the context of complex systems under uncertainty, engaged following domestic and foreign scientists: V.N. Burkov, S.D. Bushuyev, O.P. Ratshteyn, V.A. Rach, O.S. Ponomaryev, R.R. Yager, P.L. Vylensky, S.D. Shtovba, K.V. Koshkin, S.K. Chernov and other. However, there are still many insoluble problems related to the impact of uncertainties detailed study of the structural elements of the project on the accuracy of estimation and forecasting losses from disasters. Thus, evaluation and prediction of losses in the managing office SCD with a view to the successful and effective implementation of projects, programs and project portfolios is an urgent task.

2. Problem setting

Management effectiveness of civil protection uniform system is possible by creating the necessary preconditions on the basis of established office; manage projects, programmes and portfolios, while ensuring a systematic ap-

proach to minimize losses, both on stage and in the prediction of emergency elimination.

Implementation of the above mentioned problems is possible while the developing a reliable method of calculating losses. When it is considered that the existing methods and approaches estimates predict the magnitude of losses from disaster are built on averages of data are inefficient, so we propose to develop a fairly reliable and versatile technique, which is based on Pareto and give mathematically correct and consistent results when they are calculated.

3. Purpose of research

The aim of the development has the most universal method for assessing and predicting the magnitude of disaster losses, which is based on the Pareto distribution in order to increase the effectiveness of projects, programmes and project portfolios which are based on the uniform system of civil defense office consisting of the Ukrainian experts, who are able to provide optimal decisions.

4. Main part of the research

In the researches [1-4], it is described the use of different types of distributions, mathematically describing parameters and disaster losses produced by them. Divergence get most of their values, which complicates the process of making optimal management decisions to manage projects, programmes and portfolios more effectively by the office of the uniform system of civil defense. Carl Gauss found that the probability distribution of random variables is often described by the same mathematical expression, which is called the Gauss distribution. Differential distribution function has the form of Gauss:

$$y = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}}$$

This type of distribution is well studied and is also called normal and it shows that more deviations can be ignored from the mean values (more than 3σ). Today there are quite a few other probability distributions "tails" which fall off much slower than a normal distribution, they are called "fat tails" [2;3;4]. The using of the probability distributions «heavy tails» that describes the slow decay among of the rarest situations, especially to determine the number of human casualties and material losses that arises from the disaster [4;5;6].

Such distribution is theoretically an infinite mean and therefore the calculations of the average values with the limited samples reveal high instability of these estimates [7]. Therefore, the existing mathematical relationships that defines the magnitude of disaster losses has greater divergence in values and, accordingly, there is no possibility of making optimal management decisions as in all phases of the project and in carrying out the projects, programmes and portfolios as a whole, in the context of obtaining assessment and prediction of losses.

If it is considered that saying above, the basis of our mathematical description of the method of laying of the characteristic ratio, the maximum and the total loss for the Pareto distribution, in order to obtain the most reliable data increase the efficiency of projects, programmes and portfolios through the office of the unified system of civil protection, and as a result, to take certain management decisions, and thus anticipate and minimize losses from disasters.

We assume a certain approximation, that the ES is the Poisson distribution with intensity λ events per year. Then arbitrary number ES n will happen over T years, subject to the Poisson distribution with parameters λ , T . Now we analyze the maximum loss ratio in the time T , m_T and the total losses $\sum_T$ for the same period of time. For the case of fast (not slower than $\exp(-\delta x)$, where $\delta > 0$) decrease of the probability density can be represented by the form

$$m_T \cong \ln T \pm \delta \quad (1)$$

As $T \rightarrow \infty$ where: δ – dispersion boundary distribution medians; $\mathcal{G}$ – Constanta. Thus total loss $\sum_T$ time-dependent T view:

$$\sum_T \cong T \left(a + \frac{\sigma \xi_T}{\mathcal{G}_T} \right) \quad (2)$$

Where a – expectation annual losses; σ – its variance; ξ_T – Gauss standard random variables with zero mean and unit variance.

Thus, in the absence of “severe degree of tails”, the distribution ratio of the total and maximum individual losses are described with some approximate linear increase with time T

$$R(T) = \frac{\sum_T}{m_T} \cong \frac{aT}{\mathcal{G} \ln(T)} \quad (3)$$

Quite different picture is observed in the case of “heavy tails” of the distribution. For them, the ratio of $R(T)$ is not growing as fast and it can be assumed constant, which is independent of T , that is total and maximum single loss melts comparable in magnitude. For such cases, the actual distribution of the behaviour of such losses are satisfied for large values of T , which exceeds the recurrence of events x , and corresponds to a threshold level $x > A$. For large T , the total losses are defined by the maximum single loss. This approach provides a theoretical justification

for the use of the maximum single loss in time T as a simple, theoretically sound assessment of the total loss distribution with “heavy tails”.

We give [5] a precise relation between the total and maximum losses in the time T for the case of a Pareto distribution. For this purpose, derived explicit upper and lower bounds for the total loss $\sum_T$ and made the transition from the distribution of the maximum and the total loss to the distribution of their logarithms.

Such distribution of single loss which is described in the field of Pareto’s enough big distributions, after logarithming of losses, is transformed to exponential distribution with parameter β that has all elements of distribution, as well as distribution of logarithms of total loss of $\ln \sum_T$.

We will give now exact ratios between total and maximum losses during T for a case of Pareto distribution.

Upper bound. For $\ln \sum_T$ we have:

$$\ln \sum_T = \ln R(T) + \ln m_T \quad (4)$$

Where m_T – maximum loss for the period $(0, T)$, provided that during this period was not less than a disaster. Take the expectation of the right and left side of the formula (4) we obtain:

$$E \ln \sum_T = E \ln R(T) + E \ln m_T \quad (5)$$

Now it is used a roughness for Jensen concave functions [7], which applies a logarithmic function and obtain the following dependence:

$$E \ln R(T) < \ln E R(T) \quad (6)$$

As it is shown in [5]

$$E \{ \ln R(T) \} = \begin{cases} \frac{\left\{ 1 - (\lambda T)^{\frac{1}{\beta}} \gamma\left(\frac{1}{\beta}; \lambda T\right) \right\}}{1 - \beta}, & \beta \neq 1 \\ \ln(\lambda T) - \exp(-\lambda T)(\ln \lambda T - 1), & \beta = 1 \end{cases} \quad (7)$$

Where $\gamma(\varepsilon, \varphi)$ – incomplete gamma function [8]; at $\lambda T \rightarrow \infty$ incomplete gamma function tends to the usual range of functions $\Gamma\left(\frac{1}{\beta}\right)$ then

$$\gamma\left(\frac{1}{\beta}; \lambda T\right) = \int_0^{\lambda T} x^{\frac{1}{\beta}-1} \exp(-x) dx \rightarrow \int_0^{\infty} x^{\frac{1}{\beta}-1} \exp(-x) dx = \Gamma\left(\frac{1}{\beta}\right) \quad (8)$$

For $E \ln(m_T)$ can obtain the following expression [5]

$$E \ln(m_T) = \frac{\{\ln(\lambda T) + c - Ei(-\lambda T)\}}{\beta} \quad (9)$$

Where c – Euler constant ($c \approx 0,577$); $Ei(-\lambda T)$ – integral of function declining [8];

$$Ei(x) = \int_{-\infty}^x \left\{ \exp \frac{(z)}{z} \right\} dz, x \leq 0$$

We combine the expressions (5 and 6), and obtain an upper bound for $E \ln \sum_T$, then

$$E \ln \sum_T \leq \left[\frac{1}{1-\beta} \left\{ 1 - (\lambda T)^{\frac{1}{1-\beta}} \gamma \left(\frac{1}{\beta}; \lambda T \right) \right\} \right] + \frac{\{\ln(\lambda T) + c - Ei(-\lambda T)\}}{\beta} \quad (10)$$

At $\lambda T > 1$, expression (10) is simplified

$$E \ln \sum_T \leq \begin{cases} \frac{\ln \left\{ 1 - (\lambda T)^{\frac{1}{1-\beta}} \Gamma \left(\frac{1}{\beta} \right) \right\} + \frac{\{\ln(\lambda T) + c\}}{\beta}}{(1-\beta)}, & \beta \neq 1 \\ \ln(\gamma T) + \ln(\ln \lambda T) + c, & \beta = 1 \end{cases} \quad (11)$$

With estimate for $R(T)$ (7) shows that when $\beta < 1$ and $\lambda T > 1$

$$E \{ R(T) \} \cong (\beta - 1)^{-1} (\lambda T)^1 \quad (12)$$

When $\beta < 1$ and $\lambda T > 1$

$$E \{ R(T) \} \cong (\beta - 1)^{-1} (\lambda T)^{\frac{1}{1-\beta}} \Gamma \left(\frac{1}{\beta} \right) \quad (13)$$

Thus, when $\beta < 1$ random variables $\sum_T$ and m_T are comparable, and their logarithms grow about as $\frac{\ln(\lambda T)}{\beta} = \ln(\lambda T)^{\frac{1}{\beta}}$. This can be interpreted as a linear increase in most units $\sum_T$ and m_T proportional $(\lambda T)^{\frac{1}{\beta}}$. We recall that in this case $\beta - 1$ these are exactly the random $\sum_T$ and m_T that has an infinite expectation.

At $\beta > 1$ and $\lambda T > 1$ $\ln E \{ R(T) \}$ and $E(\ln m_T)$ increase with increasing T thus

$$\ln E \left\{ R(T) \cong \left(1 - \frac{1}{\beta} \right) \ln(\lambda T) \right\} \quad (14)$$

$$E \ln \{ m_T \} \cong \frac{1}{\beta} \ln(\lambda T), \quad (15)$$

From (14) and (15) it is shown that when β is much larger than unity, $E \{ R(T) \}$ grows approximately linearly with T , and $E m_T$ depends rather weakly, as the root of β -th degree of T .

The lower boundary. For the lower limit losses $R(T)$ can be represented in the form

$$R(T) = \frac{\sum_T}{m_T} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{m_T} \quad (16)$$

Where n - Poisson random number within emergencies $(0, T)$, and x_i - the respective values of losses.

Since the arithmetic mean value is always less than the geometric mean, then from (16) we obtain the following expression

$$\begin{aligned} \ln R(T) &= \ln \left\{ \frac{\dots}{n \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{m_T}} \right\} = \ln(n) + \ln \left(\frac{1}{n \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{m_T}} \right) \geq \\ &\geq \ln(n) + \ln \left(\prod_{i=1}^n \frac{x_i}{m_T} \right)^{\frac{1}{n}} = \ln(n) + \frac{1}{n \sum_{i=1}^n \ln x_i - \ln m_T} \end{aligned} \quad (17)$$

Taking the expectation of both sides of unequal (17) and making the transformation, respectively, to the Pareto distribution function, we obtain

$$f(x) = \begin{cases} \left(\frac{\beta}{x^{1+\beta}} \right); & x \geq 1, \beta > 0 \\ 0; & x < 1 \end{cases}$$

$$F(x) = 1 - \frac{1}{x^\beta}$$

For any fixed value $x_0 = A \cong 1$, where density distribution; $F(x)$ - distribution function, $A > 0$ and $\beta > 0$ - parameters that affect the continuous probability of distribution the density. Averaging the second term on the right-hand side, we obtain

$$E \{ \ln R(T) \} \geq E \ln(n) + \frac{1}{\beta} - E \ln m \quad (18)$$

Substituting (18) into (5) we obtain a lower bound for $E \ln \sum_T$

$$E \ln \sum_T \geq E \ln(n) + \frac{1}{\beta} \quad (19)$$

For the case of a Poisson process, the mean values of $E \ln(n)$ has the form

$$E \ln(n) = \sum \frac{\ln(r) \exp_{r=1}^{\infty} (-\lambda T) (\lambda T)^k}{k} \quad (20)$$

On the basis of (20) with $\lambda T > 1$, we can get a simple approximate expression for the lower limit $E \ln \sum_T$. This approach is based on the fact that the distribution of the

random variable $\frac{(n - \lambda T)}{g(\lambda T)}$ approaches as $T \rightarrow \infty$ to the standard Gaussian distribution of the form

$$n \cong \lambda T + \sqrt{(\lambda T) \xi_T} = \lambda T \left\{ \frac{1 + \xi}{(\lambda T)} \right\} \quad (21)$$

Where ξ_T – the standard value of Gause. Hence we obtain the following expression

$$\ln(n) \cong \ln(\lambda T) + \ln \left\{ \frac{1 + \xi}{(\lambda T)} \right\} \cong \ln(\lambda T) + \frac{\xi_T}{\sqrt{(\lambda T)}} \quad (22)$$

Now taking expectations of both sides of (22), we obtain

$$E \{ \ln(n) \} \cong \ln(\lambda T)$$

Substituting this approximation in (19) we obtain a simple estimate of the lower limit $E \ln \sum_T$ for $\lambda T > 1$

$$E \ln \sum_T \geq \ln(\lambda T) + \frac{1}{\beta} \quad (23)$$

This approximation can be used only when $\beta > 1$, otherwise, when $(\beta < 1)$ the expression $E \ln \sum_T$ grows at $T \rightarrow \infty$ as about $\ln(\lambda T)^{\frac{1}{\beta}}$.

For $\beta < 1$ value $E \ln \sum_T$ can be estimated from below using $E(\ln m_T)$ (as there is always the condition $R(T) \geq 1$)

$$E \{ \ln \sum_T \} \geq E \{ \ln m_T \} = \frac{\{ \ln(\lambda T) + c - Ei(-\lambda T) \}}{\beta} \quad (24)$$

As a result, the lower bound of the logarithm expectation of the total loss $E \ln \sum_T$ is estimating relations (19) and (23) for $\beta > 1$ and (24) for $\beta < 1$.

The obtained expressions allow estimating the magnitude $\ln \sum_T$ with reasonable accuracy. If the distributions in large losses are fairly well approximated by a Pareto distribution, than the zone approximation gives a fairly accurate estimate of the parameter β . It can be monitored uncertainty, by knowing the error estimates of this parameter, substituting the upper and lower boundaries of the parameter β (where $\beta = \beta(1 \pm 1, 64 \vartheta_n)$) in the formula to estimate the amount of loss.

It should be noted that the approximation of the Pareto distribution should be choosing a fairly large threshold value A , and thus neglect the loss is less than this threshold, can make a significant error in calculations. This error will be greater, than the forecast horizon T is shorter, in such cases it is advisable to calculate losses separately, smaller threshold A . Herewith limitations of all statistical moments are guaranteed and can take advantage of the central limit theorems of probability theory, which gives a Gaussian distribution for the loss. Distribution losses below the threshold A may be thus arbitrary. Described technique can be used to predict and evaluate the

maximum and the total losses caused by emergencies at any stage (phase) of projects, programs and portfolios.

For example, we apply the proposed methodology for assessing and predicting the losses caused by floods, earthquakes and hurricanes for (1952-2011 years). Losses are expressed as the number of residents that have lost your home due to an emergency. Accumulated $\sum_T$ and current maximum loss m , are shown on Fig. 1.

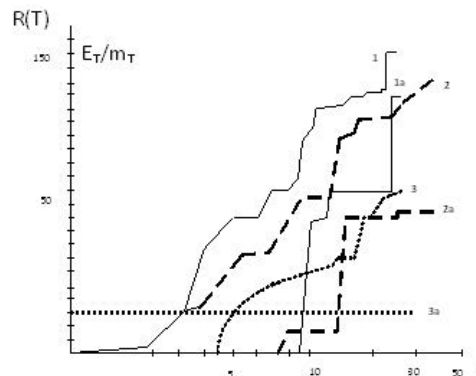


Fig. 1. Accumulation total $\sum_T$ and maximum m_T losses (based on the number of people left without a roof), depending on the statistical data for T : 1 - flood, 2 - hurricanes, 3 - earthquakes, where 1, 2, 3 – values E_T/m_T , 1_a, 2_a, 3_a – values of $R(T)$

The Image 1 shows that the ratio of these losses in 2011 takes the value 2.29, 6.44, and 4.5 to floods, hurricanes and earthquakes. Number of emergencies (have left more than 50 000 homeless inhabitants) for 60 years was respectively 89.68 and 45 events. Comparing the given relationships E_T/m_T with the theoretical values $R(T)$ with Table 1 (that based on equations (6), (9) and (10) can be obtained preliminary conclusions about the nature of the distributions of the test and the importance of β . To do this (at $\lambda T = n$) must be chosen such β , at which table value R most closely meets the empirical relation of total and maximum losses. To obtain the data being analyzed: $\beta_n \cong 0,6$; $\beta_y \cong 1,2$; $\beta_z \cong 1,1$; where the indices "n", "y" and "z" correspond respectively to the flood, hurricanes, earthquakes. In interpreting the β must be considered that the empirical values of the total ratios and maximum losses are random component, and thus, the value of β is estimated with some error.

Table 1.

Values of $R(T)$ ratio of total losses to the characteristic depending on the parameters λT and β

β	λT					
	10	50	100	300	500	1000
3	5,77	17,93	28,82	60,7	60,7	136,62
2	4,6	11,52	16,7	29,7	38,8	54,97
1,3	3,48	6,55	8,26	11,62	13,49	16,42
1,1	3,1	5,16	6,15	7,85	7,85	9,91
1,0	2,88	4,49	5,18	6,28	6,78	7,48
0,9	2,59	3,81	4,26	4,92	5,2	5,56
0,8	2,45	3,29	3,57	3,91	4,01	4,19
0,6	2,02	2,33	2,4	2,45	2,46	2,48

For comparison, now it is defined the parameters β for the Pareto distribution that approximates the "heavy-tailed" distributions that are analyzed. For this purpose

we construct in a double logarithmic scale (Fig. 2) graphics “heavy tails” aforesaid distributions that is the dependence of $N(x_i > x)$ from x , where $N(x_i > x)$ – the number of observations $x_1, \dots, x_n$ that exceed x .

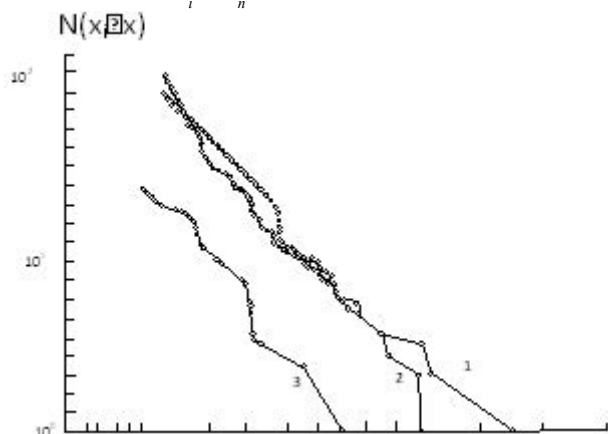


Fig. 2. A graph of the disasters number $N(x_i > x)$, where the losses x_i exceed the values x , for these statistics: 1 - floods, 2 - hurricanes, 3 – earthquakes

In the case of flood the loss values well lie on a straight line. Linear approximation for hurricanes over the entire range of loss does not stick and is performed only for the tail of the distribution at large x , $A = 280\,000$. Used data for the earthquakes does not provide a reliable approximation of the Pareto law. In this case, we use $A = 200\,000$, but the appraisal β comes unreliable due to the small numbers and large scatter losses that exceed a chosen threshold. Value β and its error for all three distributions must be calculated according to the formulas

$$\hat{\beta} = \left(\frac{1}{n} \sum \ln \left(\frac{x_i}{A} \right)^{-1} \right)$$

$$\beta = \hat{\beta} (1 \pm 1,64/\mathcal{G}_n) \quad (25)$$

Whereby we obtain:

$$\beta_n = 0,84 \pm 0,09, n = 89, A = 50000$$

$$\beta_y = 1,22 \pm 0,22, n = 32, A = 280000 \quad (26)$$

$$\beta_3 = 1,11 \pm 0,29, n = 12, A = 20000$$

The obtained β values correspond for fairly well defined on the basis of the Table 1 analysis, but the second

method allows estimating β . We noted that the data used are examples of all possible types of β : $\beta < 1$, $\beta > 1$ and $\beta \approx 1$.

Now we turn to the definition of median maximum losses. Taking into account of the duration the output data sets, we define μ_1 and μ_{20} (where μ – unit losses). The results of evaluations conducted after the calculations are given in Table 2. For typical values of flood μ_1 and μ_{20} is calculated from the respective Pareto distribution by the formula:

$$\mu_T \cong A (\lambda T / \ln(2))^{1/\beta} \quad (27)$$

For hurricanes and earthquakes agreement with the distribution of Pareto is noticeably worse. Therefore, the corresponding values μ_1 and μ_{20} is not evaluated by the parametric method, and based on the use of data that exceed the value above the boundary values of A .

Comparing μ_1 and μ_{20} from Table 2 we watch that the flood has been a significant increase in non-linear characteristic values of losses. For hurricanes and earthquakes nonlinearity are significantly weaker, if at all it takes place. This discrepancy corresponds to the difference in the values of the parameter β – for hurricanes and earthquakes, where $\beta \approx 1$ or even $\beta > 1$.

In the last two columns of Table 2 presents the estimates of the total loss in 20 years, as well as actually observed data loss values. Divergence of estimates and sampling (random) loss values showed a high convergence results.

5. Conclusions

The carried out researches helped to create a universal methodology for calculating losses that arise when an emergency occurs. The proposed technique allows controlling both single and global loss in all phases of project management, programmes and portfolios through the office of uniform system of civil defense. Furthermore the proposed method, which is based on Pareto, allows performing forecasting, both the initialization phase of projects, programs and portfolios of projects and in their implementation, and therefore minimize potential losses from occurring emergencies.

The proposed method is based on the Pareto distribution extending the methodology in the management of projects, programmes and portfolios, and allows you to treat Ukraine as uniform system of civil defense project and organizational structure.

Table 2.

Results of the losses calculation for specific cases
(for example floods, hurricanes and earthquakes)

Type of disaster	Years	Border A thou.	Number of disasters $> A$	λ	μ_1 thou.	μ_{20} thou.	β	$R(20)$	Rating thou.	Observation Σ_{20} thou.
Floods	1960-1961	50	89	2,78	80	9250	0,84	3,56	33000	30000
Hurricanes	1952-2011	280	32	0,8	670	4650	1,22	4,0	18600	18000
Earthquakes	1960-2011	200	12	0,375	447	11000	1,11	2,84	3200	5000

Literature

1. *Modeling economic dynamics: risk, optimization, forecasting [Text]: monograph*, V.N. Burkov, O.G. Golichenko, O.F. Kwon, D.A. Kononov (red.) Nizhegorodtseva; MSU of Lomonosov, Center societies. Sciences. Moscow: Dialog-MGU, 1997, p.15.
2. *Creative technologies of project and program management: monograph*, Bushuyev S.D., Bushueva N.S., Babaev I.A., Yakovenko V.B., Grisha E.S., Dziuba S.V., Voytenko A.S., in: *K.: Summit-Book*, 2010, p. 768.
3. Azarov N.Ya., Yaroshenko F.A., Bushuyev S.D., *Innovative governance mechanisms*, Archibald R. Managing high-tech programs and projects / R. Archibald [In. from English. EV Mamontov; under red. Bazhenova A.D., Aref'eva A.O.]. - M.: IT Co., DMK Press, 2004. - 472 p.
4. *Management of innovative activity of enterprises and organizations of the sea economic complex [Text]*, S.I. Bai, V.S. Blintsov, S.D. Bushuev, O.N. Voznyy, A.Yu. Haida, I.M. Zaporozhets, B.Yu. Kozyr, A.V. Kosenko, K.V. Koshkin, M.V. Maslak, P. G. Pererva, I.P. Pokotylov, S.S. Ryzhkov, M.V. Fateev, S.K. Chernov, L.S. Chernova, V.S. Shovkalyuk, H. Tanaka, Nikolaev: publisher Torubara A.S., 2013, p. 448.
5. Rodkyn M., Shebalin N., *The mode of natural disasters*, "Nature" Issue 6, 1993.
6. Pisarenko V., Rodkin M., *About the types of apportionment parameters of natural disasters*, "Geoecology" Issue 6 1996.
7. Pisarenko V., *On the best statistical evaluation of the maximum possible magnitude of the earthquake*, "Reportsof RAN" Volume 344 Issue 2
8. Pisarenko V., Shapiro M., *The types of parameters distribution of natural disasters*, "Geoecology" Issue 6 1996.
9. Turcotte D., *Modeling Geomorphic Processes*, "Physica D" Volume 77 1994, pp. 229-237.
10. Kuznetsov I., Pisarenko V., Rodkin M., *Methods for calculating the damage from various types of disasters*, "Economics and Mathematical Methods", Volume 33 Issue 4, pp. 39-45.
11. Risk Management: Risk. Sustainable development. Synergetics, "Kibernetika: unlimited possibilities and potential limitations"), Moscow: Nauka, 2000, p. 431.
12. Rao S., *Linear statistical methods and their application*, Moscow: Nauka, 1968.

Rak Yuri (Ph.D.) – head of project management, information technologies and telecommunications department in Lviv State University of Life Safety, PhD, Professor, Honored educational worker of Ukraine, Academician of the International Academy of Computer Science and Systems. Sphere of scientific interests: project management, information technologies, cybernetics, automatic control system, modernization of the life safety and civil protection, geometric modeling. The author (co-author) of more than 150 scientific publications.

Kvashuk Vasil – postgraduate of Lviv State University of Life Safety. Sphere of scientific interests: project management, information technologies, modernization of the life safety and civil protection.

mł. bryg. mgr inż. **Robert MAZUR**¹

Przyjęty/Accepted/Принят: 29.03.2013;

Zrecenzowany/Reviewed/Рецензирована: 20.05.2014;

Opublikowany/Published/Опубликована: 30.06.2014;

OCENA STOPNIA BEZPIECZEŃSTWA W ASPEKCIE STATYSTYK ZDARZEŃ ZA LATA 2000-2012. CZASOWO-PRZESTRZENNA CHARAKTERYSTYKA ZAGROZEŃ POŻAROWYCH OBIEKTÓW MIESZKALNYCH W SYSTEMIE INFORMACJI PRZESTRZENNEJ (GIS) NA PRZYKŁADZIE M.ST. WARSZAWA

**Assessment of Safety Level in the Aspect of 2000-2012 Fire Statistics.
Temporal And Spatial Characteristics of Residential Buildings
Fires in Geographical Information System. Warsaw Case Study**

**Оценка степени безопасности в отношении статистики событий
за 2000-2012 годы. Временно-пространственная характеристика
пожарной опасности жилых зданий в Геоинформационной системе
(ГИС) на примере города Варшавы**

Abstrakt

Cel: Celem artykułu, będącego trzecią częścią cyklu publikacji pt. Ocena stopnia bezpieczeństwa w aspekcie statystyk zdarzeń Państwowej Straży Pożarnej (PSP), jest czasowa i przestrzenna charakterystyka pożarów jedno- i wielorodzinnych obiektów mieszkalnych (POM) Warszawy. Poprzez charakterystykę czasową należy rozumieć rozkłady pożarów w funkcji godzin, dni tygodnia, miesięcy, kwartałów, zaś charakterystykę przestrzenną metody budowy map zagrożeń poparte analizą i dyskusją wyników badań.

Wprowadzenie: Badania częstości występowania pożarów, miejscowych zagrożeń (MZ) oraz poszkodowanych odnotowanych w raportach Państwowej Straży Pożarnej (PSP) za lata 2007-2012 wskazują, jak istotną problematyką w działalności służb ratowniczych są zagrożenia generowane w obiektach mieszkalnych [1], [4]. Wprowadzenie zawiera najistotniejsze wnioski z poprzedzającej bieżący artykuł publikacji nt. oceny stopnia bezpieczeństwa w aspekcie statystyk pożarów [1] i MZ [4]. Wynika z nich, że częstość pojawiania się POM oscyluje w granicach 17% wszystkich pożarów, zaś współczynniki rannych i ofiar śmiertelnych kilkudziesięciokrotnie przewyższają współczynniki wypadkowości innych klas obiektów, osiągając odpowiednio 75% i 81% wszystkich poszkodowanych [1]. Koncentracja MZ w obiektach mieszkalnych sięga 31% wszystkich MZ z odsetkiem rannych na poziomie 8% oraz ofiar śmiertelnych 22% [4]. Dodatkowo autor przedstawia najważniejsze postulaty z przeglądu 14 wybranych anglojęzycznych pozycji literaturowych w zakresie metod i technik identyfikacji, szacowania, oceny zagrożeń pożarowych, uzasadniające podjęcie problematyki badawczej.

Metodologia: Badania przeprowadzono w oparciu o informacje ze zdarzeń za lata 2000-2012 wyselekcjonowane z baz danych Komendy Głównej PSP. W części dotyczącej analizy danych przedstawiono wnioski w zakresie jakości bezpośredniego (współrzędne geograficzne) i pośredniego (dane adresowe) odniesienia przestrzennego raportów. Opisano procedurę generowania map wektorowych w systemie ArcGIS, którymi posłużono się podczas charakterystyki czasowo-przestrzennej. Przedstawiono dwie metody budowy map. Pierwsza na podstawie przynależności pożarów do obszarów miejskiego systemu informacji o osiedlach (MSI) – pożary ograniczone podziałem administracyjnym miasta, druga w oparciu o estymację gęstości skupień zdarzeń metodą KDE (ang. *Kernel Density Estimation*) – zdarzenia nieograniczone obszarem administracyjnym miasta.

¹ Komenda Główna Państwowej Straży Pożarnej, ul. Podchorążych 38, 00-463 Warszawa, rmazur@kgpsp.gov.pl/National Headquarters of the State Fire Service (KG PSP), Poland;

Wnioski: We wnioskach podkreślono, że POM mają tendencję do budowy wzorców czasowo-przestrzennych. Ich liczba nasila się w godzinach 7-20, z maksimum w godz. 18-20, po czym jednostajnie spada pomiędzy 21-4. W sezonie grzewczym (grudzień, styczeń luty) oraz miesiącach o wzmożonym ruchu dzieci i młodzieży (czerwiec, lipiec, sierpień) zauważa się zwiększoną ich liczbę. Gęstość pożarów jest większa dla obszarów o zwartej zabudowie mieszkalnej, z przewagą starych budynków mieszkalnych. Wnioski w zakresie metodyki budowy map zagrożeń to lepsze dopasowanie stopnia zagrożenia pożarowego poprzez zaimplementowanie metody KDE. Podkreślono, że warunkiem koniecznym podczas generowania map zagrożeń jest dokładne uzupełnianie raportów służb w zakresie współrzędnych geograficznych podczas zakładania kart zdarzeń zgłoszeń alarmowych (wybór, w miarę możliwości, danych adresowych zaimplementowanych w postaci rejestru TERYT [24] – system SWD-ST PSP) oraz tworzenia raportów.

Słowa kluczowe: pożary, bezpieczeństwo pożarowe, zagrożenia pożarowe, pożary obiektów mieszkalnych, statystyka pożarowa, mapy zagrożeń pożarowych, systemy informacji przestrzennej, GIS, Kernel Density Estimation, KDE, charakterystyka czasowa pożarów, charakterystyka przestrzenna pożarów

Typ artykułu: oryginalny artykuł naukowy

Abstract

Purpose: This is the third in a series of four articles entitled “Assessment of Safety Level Based on the State Fire Service Statistics (SFS)”. The paper refers to the experimental research on spatial-temporal analysis of residential building fires that occurred in Warsaw. The temporal analysis means that the author described percentage distribution of residential building fires by categories of hours, days of week, months and quarters. Spatial characteristics should be understood as the techniques of residential building fires hazard maps development proven by the research and discussion on its results.

Introduction: Research on the frequency of fires, local emergencies and injuries in residential buildings class definitely demonstrates that the issue of risks in residential buildings is very important for the emergency services [1], [4]. The introduction includes the essential conclusions from the previous papers on the assessment of safety level in the aspect of fires [1] and local emergencies [4].

According to the State Fire Service statistics for 2007-2012, residential fires constituted 17% of all fires. Injury (75%) and fatality rates (81%) related to this class of buildings are a few dozen times higher than in case of other classes [1]. The percentage of local emergencies emerging in residential buildings amounts to 31% of all local emergencies with the coefficients of injuries and fatalities constituting 8% and 22% respectively [4]. In addition, the introduction contains the most important postulates from the literature review of 14 selected English language papers on fire hazards identification, estimation and assessment methods, that motivated the author to carry out the research and write this article.

Methodology: Research includes a selection of detached house fires and blocks of flats fires that had been registered in the National Headquarters of State Fire Service database between 2000 and 2012. The paper includes summaries on the quality of direct spatial reference (coordinates) and indirect spatial reference (address data) found in the fire reports. The methodology of geo-processing fire statistic into point class vector map that is suitable in geographical information system (GIS) is described too.

GIS analysis of temporal characteristics of residential fires by the way of classification of the events by hours, days of the week and months is presented. The author compiled house fire hazard maps on the basis of 2 methods. The first one shows classification of cartography grid based on polyline estate vector map, where each cell's grid has a parameter of the number of residential fires. The second one based on residential fire density vector map created by Kernel Density Estimation mapping method.

Conclusions: It is underlined that residential buildings fires are characterised by spatial and temporal dependencies. The number of residential buildings fires rises between 7-20 o'clock, and is peaking at 18-20. Then the number declines between 21-4. It is proved that the number of house fires is the highest in November, December, January and during the time of holidays such as June, July and August. When the density of dwelling estates rises, the residential fire hazard rises too. One of the hint in the field of residential building hazard maps is to implement KDE GIS method. The method is based on the density of point class vector map (e.g. fires) and it does not involve administrative boundaries. The better coordinates and address data, the better quality of the hazard maps. It is suggested to fill in the emergency calls forms and fire reports with the address data from the registry (if possible). There is an example of registry called TERYT [24] that is kept in SWDST, Polish State Fire Service system.

Keywords: fires, fire safety, fire hazards, housing fires, fire statistics, fire hazards maps, geographical information system, GIS, Kernel Density Estimation, KDE, temporal fire characteristic, spatial fire characteristic

Type of article: original scientific article

Аннотация

Цель: Целью статьи, являющейся третьей частью цикла публикаций под названием „Оценка степени безопасности в отношении статистики событий Государственной Пожарной Службы (PSP)”, является временная и пространственная характеристика пожаров жилых зданий (ПОМ) (одно - и многосемейных) в г. Варшава. Временную характеристику надо понимать – как разделение пожаров в зависимости от времени, дней недели, месяцев, кварталов, а пространственную характеристику – как методы разработки карт риска, подтвержденные анализом и дискуссиями результатов исследований.

Введение: Исследования частоты возникновения пожаров, местных угроз² (МЗ) и потерпевших, зафиксированных в Отётах о событиях PSP за 2007-2012 годы показывают насколько важным вопросом для деятельности спасательных служб являются угрозы, возникающие в жилых объектах [1], [4]. Введение содержит самые важные выводы из предыдущей статьи на тему оценки степени безопасности в соотношении статистик о пожарах [1] и МЗ [4]. Согласно им, частота выступления пожаров жилых зданий (ПОМ) – колеблется в границах 17% всех пожаров, а показатели раненых и смертных жертв несколько десятков раз превышают показатели случаев других классов объектов, составляя соответственно 75% и 81% всех пострадавших [1]. Концентрация МЗ в квартирах достигает 31% всех МЗ с процентом раненых на уровне 8% и жертв – 22% [4]. Кроме того,

² Местную угрозу следует понимать как: происшествие, которое не является пожаром, возникает в результате цивилизационного развития и воздействия природных сил, создает угрозу для жизни, окружающей среды или имущества.

автор представляет самые важные постулаты из обзора 14 избранных, англоязычных литературных позиций в сфере методов и техник идентификации, оценки пожарной опасности, объясняющие рассмотрение этого исследовательского вопроса.

Методология: Исследования были проведены на основе Сведений о событиях за 2000-2012 годы избранных из баз данных Главной Комендатуры ГПС. В части касающейся анализа данных представлены выводы в сфере качества непосредственного (географические координаты) и посредственного (адрес) пространственного отношения отчётов. Описана процедура разработки векторных карт в системе ArcGIS, которые были использованы при временно-пространственной характеристике. Представлены два метода разработки карт. Первый – на основе принадлежности пожаров к городской системе информации о жилых массивах – пожары, ограниченные административным разделением города, второй – на основе оценки плотности концентрации событий методом KDE – события, неограниченные административным разделением города.

Выводы: В выводах было подчеркнуто, что пожары жилых зданий (ПОМ) имеют тенденцию к построению временно-пространственных образцов. Их число растёт между 7-20 часами, достигает максимум около 18-20 часам, после чего равномерно снижается между 21-4. В отопительном сезоне (декабрь, январь, февраль) и месяцах характеризующихся повышенным движением детей и молодёжи (июнь, июль, август) наблюдается рост их числа. Плотность пожаров является большей на территории со сжатой жилой застройкой, с преимуществом старых жилых зданий. Выводы в области методики разработки карт угроз это лучшее определение степени пожарной опасности благодаря внедрению методики KDE. Подчёркнуто, что необходимым условием во время разработки карт угроз является верное заполнение рапортов служб в области географических координат во время приготовления бланков тревог (выбор, по мере возможности, адресных данных введенных в виде реестра TERYT [25] – система SWD-ST PSP), а также создания отчётов.

Ключевые слова: пожары, пожарная безопасность, пожарная угроза, пожары жилых объектов, пожарная статистика, карты пожарных угроз, Геоинформационная система, GIS, Kernel Density Estimation, KDE, временная характеристика пожаров, пространственная характеристика пожаров

Вид статьи: оригинальная научная статья

1. Wprowadzenie

Artykuł jest trzecią częścią z cyklu czterech publikacji pt. „Ocena stopnia bezpieczeństwa w aspekcie statystyk zdarzeń PSP”. W części pierwszej autorzy oceniają poziom bezpieczeństwa przez pryzmat zagrożeń pożarowych [1], w drugiej – miejscowych zagrożeń³ [4] (badania w skali kraju), zaś w czwartej – na podstawie analizy statystycznej przypuszczalnych przyczyn pożarów obiektów mieszkalnych w skali kraju i miasta (Warszawy). Poniżej przedstawiono najistotniejsze wnioski z poprzedzających bieżący artykuł publikacji.

Według statystyk Państwowej Straży Pożarnej liczba pożarów w ostatnich trzech latach wzrosła ze 135,5 tys. (2010) do 183,8 tys. (2012), co oznacza wzrost o 36% [1]. Najliczniejszą grupę⁴ stanowią pożary śmietników, zsyków, wysypisk śmieci, traw, poboczy dróg, szlaków komunikacyjnych – pożary przypisane do klasy innych obiektów (47% wszystkich pożarów). Drugą grupę stanowią pożary traw, nieużytków, łąk, rzysk, stogów, brogów – znajdujące się w klasie pożarów „uprawy i rolnictwo” (22% pożarów). Pożary jedno- i wielorodzinnych obiektów mieszkalnych – zaklasyfikowano do pożarów obiektów mieszkalnych, które stanowią 17% wszystkich pożarów. Pomimo że dla okresu 2010-2012 zauważa się spadek liczby uszkodzanych w przeliczeniu na liczbę zdarzeń (ranni z $31,4 \cdot 10^{-3}$ do $22,8 \cdot 10^{-3}$; ofiary śmiertelne $3,9 \cdot 10^{-3}$ do $3,1 \cdot 10^{-3}$), to i tak średni odsetek uszkodzanych w pożarach jest w dalszym ciągu wysoki. Według statystyk PSP w latach 2007-2012 odnotowano 23443 rannych i 3449 ofiar śmiertelnych, z czego 75% osób zo-

stało rannych i 81% straciło życie w wyniku pożarów powstałych właśnie w obiektach mieszkalnych [1].

W przypadku MZ liczba interwencji w ostatnich trzech latach spadła z 355,6 tys. (2010) do 236,8 tys. (2012), co oznacza 33-proc. spadek [4]. Najliczniejszą grupę stanowią następujące rodzaje interwencji: usuwanie skutków anomalii pogodowych (zwisające konary drzew, powalone drzewa blokujące ciągi komunikacyjne, wypompowywanie wody), płam oleju z jezdni i poboczy dróg, owadów błonkoskrzydłych (osy, szerszenie), zabezpieczanie ładowań Lotniczego Pogotowia Ratunkowego i innych środków komunikacji lotniczej – należące do klasy „inne obiekty” (39% wszystkich MZ); udzielanie pomocy policji przy otwarciu mieszkań, zabezpieczaniu interwencji w przypadku zdarzeń z udziałem osób niepełnosprawnych, uwalnianiu osób zatrzaśniętych w mieszkaniach, windach; wypompowywanie wody z zalanych piwnic, garaży, interwencje związane z zatruciem tlenkiem węgla (innych gazów) – interwencje znajdujące się w klasie „obiekty mieszkalne” (31% MZ) oraz wypadki w komunikacji drogowej, kolejowej, lotniczej – dział „środki transportu”. Pomimo spadku liczby MZ w okresie 2010-2012, zauważa się wzrost liczby uszkodzanych w przeliczeniu na liczbę zdarzeń (ranni z $138,4 \cdot 10^{-3}$ w 2010 do $197,9 \cdot 10^{-3}$ w 2012; ofiary śmiertelne z $12,1 \cdot 10^{-3}$ w 2010 do $20,7 \cdot 10^{-3}$ w 2012). Statystyki PSP pokazują, że w latach 2007-2012 odnotowano 273219 rannych i 25576 ofiar śmiertelnych, z czego 8% rannych i 22% ofiar śmiertelnych odnotowano w obiektach mieszkalnych [4].

Wysokie wartości indeksów przedstawione w badaniach [1], [4] skłaniają do przeprowadzenia bardziej wnikliwych analiz w zakresie identyfikacji, szacowania i oceny zagrożeń pożarowych, w szczególności z wykorzystaniem metod analitycznych GIS⁵.

³ Zdarzenie niebędące pożarem ani klęską żywiołową, wynikające z rozwoju cywilizacyjnego, naturalnych praw przyrody, stanowiące zagrożenie dla życia, zdrowia, mienia lub środowiska [3].

⁴ Obowiązująca norma prawna uwzględnia klasyfikację zdarzeń PSP do klas obiektów: użyteczności publicznej, mieszkalnych, produkcyjnych, magazynowych, środków transportu, lasów, upraw i rolnictwa, innych [2].

⁵ GIS (*Geographical Information Systems*) – nazywane wymiennie systemami informacji przestrzennej (SIP), systemami

Implementacja GIS, szczególnie rozwinięta w ochronie przeciwpożarowej lasów [9], [10], [11], [12] oraz w badaniach wzorców przestępstw [13], [14], zyskuje coraz większą popularność w badaniach czasowo-przestrzennej natury pożarów. Spośród dużej liczby metod i technik analitycznych na uwagę zasługuje metoda COMAP⁶, obrazująca przestrzenny rozkład dwóch zmiennych uwarunkowanych trzecią lub czwartą [15], [16]. Przykład zastosowania metody znajduje się w badaniach czasowo-przestrzennej natury pożarów południowo-wschodniego regionu Queensland (Australia) w odniesieniu do wartości indeksu SEIFA⁷ [18]. Zgeokodowane do obszaru siatki kartograficznej (100 m) dane pożarowe Queensland Fire Rescue Service podzielono na klasę pożarów: własności (*property fires*), pojazdów (*vehicles*), pożarów drugorzędnych (*secondary fires*) i alarmów fałszywych (*malicious calls*). Z opracowanych rozkładów wynikają:

- silna czasowo-przestrzenna zależność pożarów własności w stosunku do wskaźnika SEIFA;
- związek pożarów drugorzędnych z porą roku;
- większa liczba pożarów pojazdów wzdłuż szlaków komunikacyjnych łączących gęsto zamieszkane ośrodki;
- zwiększająca się w soboty i niedziele na obszarach o wysokiej koncentracji pubów i klubów nocnych (godz. 24-12) liczba alarmów fałszywych.

Kolejne zastosowanie GIS to badania wpływu zmiennych socjoekonomicznych, ujętych w formie wskaźnika Townsend Index 2001⁸, na liczbę pożarów w południowej Walii [20]. Zagregowane do czterech klas pożary mieszkań, obiektów użyteczności publicznej (FDR1), pojazdów (FDRIV), pustostanów, ogrodzeń, śmieci, itp. (FDR3), alarmy fałszywe (FAM) przeniesiono do GIS. Dla powyższych kategorii obliczono względne ryzyko pożarowe przypadające na milion mieszkańców oraz ryzyko powierzchniowe, ilustrujące rozkłady zdarzeń nieograniczone podziałem administracyjnym. Przy szacowaniu ryzyka powierzchniowego posłużono się metodą KDE⁹. Roz-

informacji o terenie (SIT, LIS, *Land Information Systems*). Złożone ze sprzętu (komputery, sieć itp.), oprogramowania (bazy danych, systemy operacyjne itp.), danych (wektorowe, rastrowe, itp.), ludzi (użytkownicy, administratorzy, specjaliści GIS, itp.) oraz procedur (specyfikacje, standardy, itp.). GIS przeznaczony jest do zbierania, przechowywania, analizowania, wizualizacji danych, przestrzennie odniesionych do powierzchni Ziemi ([5] w oparciu o [6], [7], [8]).

⁶ COMAP (*Conditional MAP*) – mapa uwarunkowana. Narzędzie GIS działające na bazie zmodyfikowanej idei wykresu warunkowego COPLLOT (*COnditional PLOT*). Wykres warunkowy składa się z wielu małych wykresów ilustrujących rozkład badanej zmiennej w funkcji innych zmiennych. COMAP stanowi rozwinięcie pomysłu zaproponowanego przez Clevelanda w 1993 r. [15], [16].

⁷ Zdarzenie niebędące pożarem ani klęską żywiołową, wynikające z rozwoju cywilizacyjnego, naturalnych praw przyrody, stanowiące zagrożenie dla życia, zdrowia, mienia lub środowiska [3].

⁸ Obowiązująca norma prawna uwzględnia klasyfikację zdarzeń PSP do klas obiektów: użyteczności publicznej, mieszkalnych, produkcyjnych, magazynowych, środków transportu, lasów, upraw i rolnictwa, innych [2].

⁹ GIS (*Geographical Information Systems*) – nazywane wymiennie systemami informacji przestrzennej (SIP), systemami informacji o terenie (SIT, LIS, *Land Information Systems*). Złożone ze sprzętu (komputery, sieć itp.), oprogramowania (bazy

szerzeniem badań [20] jest analiza porównawcza wpływu wskaźników SEIFA, Townsend Index na liczbę pożarów obszarów metropolitalnych w Brisbane (Australia) i Cardiff (Walia) [21]. Z baz danych straży pożarnych z Cardiff i Queensland (2000-2004) wyselekcjonowano i zgeokodowano do GIS klasy zdarzeń FDR1, FDRIV, FDR3, FAM. Zauważono, że zmienne indeksów wykazują wysoki stopień korelacji, dlatego też ograniczono ich liczbę algorytmem PCA¹⁰, a następnie oszacowano wielkość wpływu zmiennych na liczbę zdarzeń. Zaobserwowano, że zmienne zakwaterowanie (powierzchnia mieszkalna na osobę), posiadanie samochodu, prawo własności mieszkania oraz poziom wykształcenia są predyktorami mającymi istotny wpływ na liczbę pożarów [21].

Powyższe publikacje poruszały problematykę przestrzennej lokalizacji pożarów, podczas gdy badania Asgary'ego i innych [21] dodatkowo poruszają ich aspekt czasowy. Dla pożarów konstrukcji¹¹ w mieście Toronto (Kanada) za okres 2000-2006 opracowano rozkłady zdarzeń w funkcji pory dnia, dni tygodnia, miesięcy i roku w GIS.

Wnioski płynące z analizy literaturowej, będące jednocześnie inspiracją do przeprowadzenia badań, to przede wszystkim:

- niewielki stopień wykorzystania metod i technik analitycznych GIS do budowy map zagrożeń, w tym generowanych przez obiekty mieszkalne;
- przeprowadzanie obliczeń na zagregowanych klasach pożarowych składających się np. z pożarów w obiektach mieszkalnych, użyteczności publicznej itp., co wprowadza błędy i zniekształcenia w analizie i ocenie danych;
- tendencje pożarów do budowy wzorców przestrzenno-czasowych [21].

2. Metodologia badań

Celem badań jest konstrukcja, analiza i ocena stopnia zagrożenia POM na przykładzie Warszawy. Poprzez zagrożenia pożarowe definiuje się tu pożary wywołane działalnością człowieka, wadami, usterkami elementów technologiczno-instalacyjnych obiektów mieszkalnych jedno- i wielorodzinnych lub lokali stanowiących ich części, których skutki wywołały konieczność interwencji zastępów PSP i podjęcie działań ratowniczo-gaśniczych (def. własna).

danych, systemy operacyjne itp.), danych (wektorowe, rastrowe, itp.), ludzi (użytkownicy, administratorzy, specjaliści GIS, itp.) oraz procedur (specyfikacje, standardy, itp.). GIS przeznaczony jest do zbierania, przechowywania, analizowania, wizualizacji danych, przestrzennie odniesionych do powierzchni Ziemi ([5] w oparciu o [6], [7], [8]).

¹⁰ COMAP (*Conditional MAP*) – mapa uwarunkowana. Narzędzie GIS działające na bazie zmodyfikowanej idei wykresu warunkowego COPLLOT (*COnditional PLOT*). Wykres warunkowy składa się z wielu małych wykresów ilustrujących rozkład badanej zmiennej w funkcji innych zmiennych. COMAP stanowi rozwinięcie pomysłu zaproponowanego przez Clevelanda w 1993 r. [15], [16].

¹¹ SEIFA (*Index of Relative Socio-Economic Advantage/Disadvantage*) – jeden z czterech indeksów socjoekonomicznych stosowanych w Australii, uwzględniający stopień dochodów, wykształcenie, zatrudnienie, stan zdrowia i warunki bytowe [18].

Table

pożary_obiektow_mieszkalnych_2000_2012

nr_meld	data_godz	ul_um_wawa	irq	zastepcy	straty	ewid_x	ewid_y	met_x	met_y	opis_ewid
0701004-0046	14-01-2006 19:49	Aleja Jana Pawła II 102	4	1	0	20.96868	52.25	7498759.19	5791488.611	Warszawa, ul. Al. Jana Pawła II 102, Budynek mieszkalny 9p
0701004-0655	08-06-2000 23:05	Aleja Jana Pawła II 18	4	1	0	21	52.23888	7499903.41	5788921.039	Warszawa, ul. Jana Pawła II 18, Budynek mieszkalny, 15 piętro (śmieci w zypcie na 6 piętrze)
0701004-1043	11-09-2000 19:19	Aleja Jana Pawła II 18	4	3	0	21	52.23327	7499903.41	5788921.039	Warszawa, ul. Al. Jana Pawła II 18/86, Budynek mieszkalny, 15p - lokal na 9 piętrze
0701004-0290	15-01-2007 16:30	Aleja Jana Pawła II 18	4	3	0	20.99719	52.2325	7499903.41	5788921.039	Warszawa, ul. Jana Pawła II 18/82, Budynek mieszkalny 10p - zdarzenie na 9p
0701004-1301	27-10-2000 17:06	Aleja Jana Pawła II 18	4	3	0	21	52.23608	7499903.41	5788921.039	Warszawa, ul. Jana Pawła II 18, Bud. mieszkalny 15p
0701004-1595	08-12-2005 17:07	Aleja Jana Pawła II 20	4	1	0	21	52.23608	7499893.58	5788995.799	Warszawa, ul. Al. Jana Pawła II 20/116, Budynek mieszkalny 15p - zdarzenie na 1p
0701004-1365	14-11-2000 10:18	Aleja Jana Pawła II 20	4	1	10	21.00138	52.2375	7499893.58	5788995.799	Warszawa, ul. Jana Pawła II 20, Bud. mieszkalny 15p
0701004-1390	14-11-2003 01:42	Aleja Jana Pawła II 20	4	1	0	21	52.23469	7499893.58	5788995.799	Warszawa, ul. Al. Jana Pawła II 20, Budynek mieszkalny 15p - śmieci w szybie windy
0701004-0474	19-03-2007 21:13	Aleja Jana Pawła II 20	4	1	1	20.99658	52.23438	7499893.58	5788995.799	Warszawa, ul. Jana Pawła II 20, Budynek mieszkalny 15
0701004-0181	20-02-2004 06:28	Aleja Jana Pawła II 20	4	1	0	20.98608	52.23327	7499893.58	5788995.799	Warszawa, ul. Al. Jana Pawła II 20, mieszkanie na 5 p. w budynku 15 p.
0701004-0819	20-07-2005 14:34	Aleja Jana Pawła II 20	4	1	0	21	52.23327	7499893.58	5788995.799	Warszawa, ul. Al. Jana Pawła II 20, Budynek mieszkalny 15p - zdarzenie w szybie windowym
0701004-0373	2011-04-11 00:00	Aleja Jana Pawła II 20	4	1	1	20.99905	52.23511	7499893.58	5788995.799	Warszawa, ul. aleja Jana Pawła II 20/207, Budynek Mieszkalny 15p
0701004-0096	2012-01-29 00:00	Aleja Jana Pawła II 20	4	3	0	20.99944	52.23416	7499893.58	5788995.799	Warszawa, ul. Jana Pawła II 20/910, Budynek mieszkalny 15 p.
0701004-1228	03-12-2001 17:24	Aleja Jana Pawła II 26	4	1	0	21	52.23608	7499812.50	5789283.844	Warszawa, ul. Jana Pawła II 26, Budynek murowany 15p
0701004-0364	06-04-2000 14:49	Aleja Jana Pawła II 26	4	3	0	21	52.2375	7499812.50	5789283.844	Warszawa, ul. Jana Pawła II 26/1309, Bud. mieszkalny 15p
0701004-1018	10-06-2007 16:09	Aleja Jana Pawła II 26	4	1	0	21	52.23327	7499812.50	5789283.844	Warszawa, ul. Al. Jana Pawła II 26/1123, Budynek mieszkalny 15p - mieszkanie na 11p
0701004-2125	15-12-2007 20:45	Aleja Jana Pawła II 26	4	1	0	22.11688	52.68888	7499812.50	5789283.844	Warszawa, ul. Jana Pawła II, al. 26, Budynek mieszkalny, 16p
0701004-0288	18-03-2002 20:45	Aleja Jana Pawła II 26	4	1	1	21	52.2375	7499812.50	5789283.844	Warszawa, ul. Jana Pawła II 26, Bud. mieszkalny 16p
0701004-0875	20-08-2002 19:09	Aleja Jana Pawła II 26	4	3	0	21	52.21938	7499812.50	5789283.844	Warszawa, ul. Al. Jana Pawła II 26/913, Budynek mieszkalny 16-p. lokal na 9-p
0701004-0709	21-07-2001 18:09	Aleja Jana Pawła II 26	4	4	0	21.99858	52.2375	7499812.50	5789283.844	Warszawa, ul. Jana Pawła II 26/805, Murowany 15p
0701004-0252	27-03-2001 16:26	Aleja Jana Pawła II 26	4	1	0	20.99658	52.23608	7499812.50	5789283.844	Warszawa, ul. Al. Jana Pawła II 26, Budynek mieszkalny 15p

Ryc. 1. Wyciąg z tabeli atrybutowej warstwy wektorowej pożarów obiektów mieszkalnych

[Badania własne na podstawie danych statystycznych Komendy Głównej PSP (KGPSP), danych GIS Biura Geodezji i Katastru Urzędu m.st. Warszawa (BGiK)]

Fig. 1. Attribute table abridgment from residential building fires vector map

[Own research based on the National Headquarters of the State Fire Service (NHoSFS) statistical data, Warsaw Geodesy and Cartography Bureau's (GCB) GIS data]

Dane do badań pozyskano z systemu SWD-ST¹² [22], [23]. Analizie i ocenie poddano pożary występujące we wszystkich dzielnicach Warszawy, za wyjątkiem Rembertowa i Warszawy-Wesoła. Liczba wszystkich pożarów zarejestrowanych w okresie 2000-2012 w skali kraju wynosi 2078208, z czego 273935 przypisano do działów 208, 209 oznaczających odpowiednio pożary budynków jedno- i wielorodzinnych¹³. Dla Warszawy wynosi to odpowiednio 75809 i 19429. Oznacza to, że udział pożarów obiektów mieszkalnych w stosunku do wszystkich pożarów wynosi 13% w skali kraju i 26% w stolicy.

3. Analiza danych

Informacje ze zdarzeń PSP, w szczególności za lata 1993-1999, zawierają dużo nieścisłości w zakresie przestrzennej lokalizacji zdarzeń. Dotyczy to zarówno bezpośredniego odniesienia przestrzennego (współrzędne geograficzne), jak i pośredniego (nazwy ulic). Ówczesny brak lub ograniczony dostęp stanowisk kierowania do SIP, działających obecnie w oparciu o serwisy mapowe (Geoportal, Targeo, Google maps, itp.), czy też profesjonalne systemy GIS (ArcGIS, GeoMedia, MapInfo, itp.) spowodowały, że współrzędne geograficzne w latach 1993-1999 pobierano głównie z map sztabowych. Przy braku systemowej automatycznej weryfikacji poprawności koordynat wprowadzało to rozbieżności w stosunku do ich rzeczywistej lokalizacji. Stąd też odstąpiono od analizy danych za lata 1993-1999. Zauważono również, że wraz z popularyzacją SIP jakoś koordynat poprawiła się.

Inny aspekt wprowadzający utrudnienia w analizie danych to nazewnictwo ulic występujących w raportach. W wielu przypadkach nie jest ono zbieżne z formalnie przyjętym przez radę miasta zapisem, dołączonym do badań w postaci bazy referencyjnej punktów adresowych¹⁴. Na przykład ulica „Al. Jana Pawła II”, „Jana Pawła II”

różni się od wzoru zapisu ulicy zawartego w bazie danych BGiK, gdzie widnieje jako „Aleja Jana Pawła II”. Obecnie problem rozwiązywany jest w sposób systemowy, na podstawie rejestru TERYT¹⁵ dołączonego do SWD-ST stanowisk kierowania PSP.

Reasumując, z uwagi na nieścisłości w zakresie odniesienia przestrzennego danych proces mapowania zagrożeń pożarowych poprzedziła korekta lokalizacji zdarzeń, zgodnie z poniższą procedurą:

1. Pobierz nazwę ulicy wraz z numerem budynku z informacją ze zdarzenia PSP.
2. Odszukaj w bazie referencyjnej BGiK nazwę punktu adresowego, którego podobieństwo ciągów znakowych z wartością punktu 1 jest największe.
3. Dla istniejących połączeń pobierz współrzędne metryczne (met_x, met_y) punktu adresowego bazy BGiK.
4. Zgeokoduj dane z pkt. 3 w SIP na podstawie met_x, met_y.

Przyjęta procedura zakładała, że każda interwencja PSP sprowadzała się do pożaru obiektu mieszkalnego z przypisanym adresem. Reguła nie dotyczyła pożarów budynków w trakcie budowy lub pustostanów. W sytuacjach gdy dla parzystych punktów adresowych znajdujących się w raportach PSP nie istniało odniesienie w bazie BGiK, wówczas przyjmowano najbliższy parzysty punkt adresowy BGiK, zaś dla nieparzystych – najbliższy nieparzysty. Dla przypadków, gdzie procedura z różnych względów nie zadziałała poprawnie, wprowadzono ręczną korektę nazw ulic. W rezultacie otrzymano warstwę wektorową POM liczącą 18588 rekordów. Do danych dołączono informację na temat numeru zgłoszenia, datę, godzinę zgłoszenia pożaru do stanowiska kierowania PSP, numer jednostki ratowniczo-gaśniczej (JRG), na której terenie zaistniało zdarzenie, liczbę zastępów uczestniczących w akcji, szacunkowe straty oraz opis zdarzenia z bazy ewidencji pożarów PSP, liczbę poszkodowanych (Ryc. 1).

¹² Wielowymiarowy indeks „wykluczenia” uwzględniający: stopień bezrobocia, zaludnienia mieszkań, liczbę osób nieposiadających własnego mieszkania, samochodu, itp. [19].

¹³ KDE (Kernel Density Estimation) – opis metody w części „Estymacja gęstości pożarów metodą KDE”.

¹⁴ Baza referencyjna w postaci warstwy wektorowej GIS pozyskana z Biura Geodezji i Katastru Urzędu Miasta Stołecznego Warszawa (BGiK).

¹⁵ TERYT – Krajowy Rejestr Urzędowy Podziału Terytorialnego Kraju zawierający katalogi: TERC (wykaz jednostek podziału terytorialnego), SIMC (wykaz miejscowości), ULIC (wykaz ulic), WMRODZ (wykaz symboli i nazw rodzajów miejscowości) [24].

4. Rezultaty i dyskusja

Spośród blisko 18,5 tys. zdarzeń odpowiadających definicji pożarów przyjętej na potrzeby badań analiza statystyczna pola „opis_ewid” (Ryc. 1) przeprowadzona za pomocą wyrażeń regularnych wykazała, że ok. 14% wszystkich interwencji stanowią:

- pożary śmieci w zspach, szybach windowych, kłatkach schodowych, kanałach wentylacyjnych, itp. (8% – 1490 interwencji);
- pożary pustostanów (4% – 706);
- pożary potraw pozostawionych bez nadzoru (2% – 392)¹⁶.

Blisko 5% (915) stanowią pożary z odnotowanymi rannymi bądź ofiarami śmiertelnymi (Ryc. 2), zaś ich lokalizacja pokrywa się z obszarami wysokiego lub bardzo wysokiego stopnia zagrożenia pożarowego (Ryc. 7).

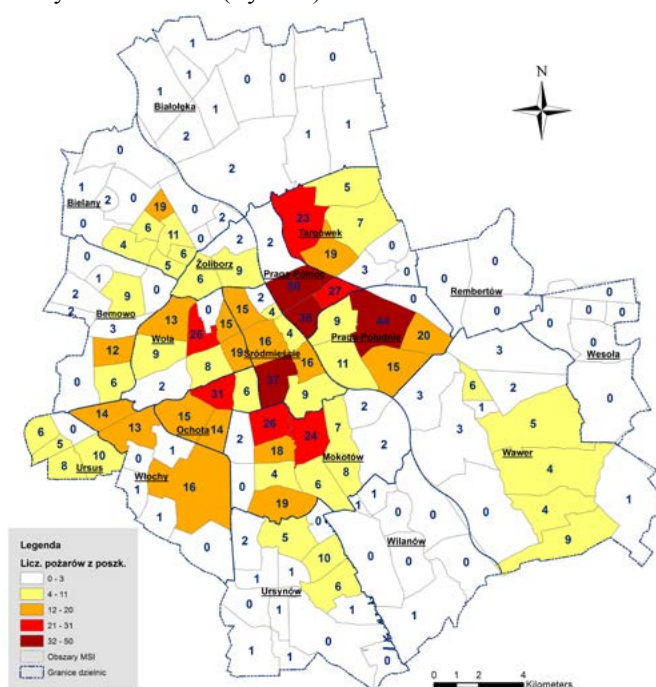
4.1. Charakterystyka czasowa

Analizując pożary pod względem godzin występowania, zauważono, że częstość zdarzeń osiąga minimum w przedziale godziny 5-6. Sukcesywny wzrost następuje w granicach 7-20, osiągając maksimum pomiędzy 18 a 20. Godziny 21-4 to okres jednostajnego spadku. Rozkład odpowiada wielomianowi stopnia 3, osiągając przy tym bardzo wysokie dopasowanie modelu, na poziomie współczynnika determinacji $R^2=0,99$ (Ryc. 3).

Rozkład zdarzeń w funkcji dnia tygodnia ma zasadniczo stały charakter. Trudno wyróżnić dni, w których częstość zdarzeń ma charakter dominujący. Jednakże zauważa się niewielki wzrost ich liczby w czwartki, piątki, soboty i niedziele. Rozkładowi najbardziej odpowiada wielomian stopnia 5 ze współczynnikiem $R^2=0,86$ (Ryc. 4).

W przypadku rozkładu pożarów według miesięcy zauważono dopasowanie danych do modelu wielomianu stopnia 4 ze współczynnikiem $R^2=0,81$. Funkcja przyjmuje największe wartości dla października, listopada, grudnia, stycznia. Ma to związek z okresem grzewczym. Zapewne liczba zdarzeń zwiększyłaby się, gdyby do pożarów dodano interwencje PSP dotyczące usuwania skutków nieprawidłowo funkcjonujących systemów grzewczych (tlenki węgla) rejestrowane jako miejscowe zagrożenia (Ryc. 5a.). Wysoką liczbę zdarzeń notuje się również dla okresu letniego (czerwiec, lipiec, sierpień), co związane jest m.in. ze wzmożonym ruchem dzieci i młodzieży w okresie wakacyjnym, wzmożonym ruchem osób bezdomnych, a tym samym wzrostem liczby pożarów śmieci, zspów, szybów windowych, klatek schodowych, kanałów wentylacyjnych, pustostanów, itp. (12% ogółu interwencji). Potwierdzeniem wniosków jest rozkład zdarzeń według miesięcy zagregowanych do pozio-

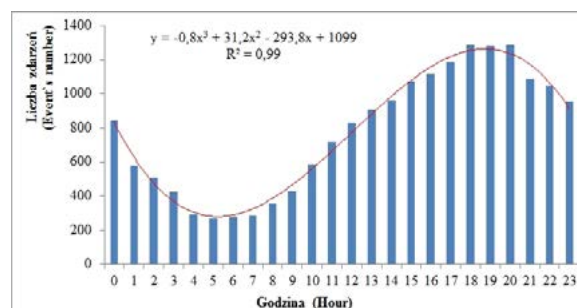
mu kwartałów opisany wielomianem stopnia 3 ze współczynnikiem $R^2=1$ (Ryc. 5b).



Ryc. 2. Liczba pożarów obiektów mieszkalnych w latach 2000-2012 z odnotowanymi rannymi lub ofiarami śmiertelnymi [Badania własne na podstawie danych statystycznych KG PSP, danych GIS BGiK]

Fig. 2. The number of residential building fires with victims or injured in 2000-2012

[Own research based on NHoSFS statistical data, GCB's GIS data]

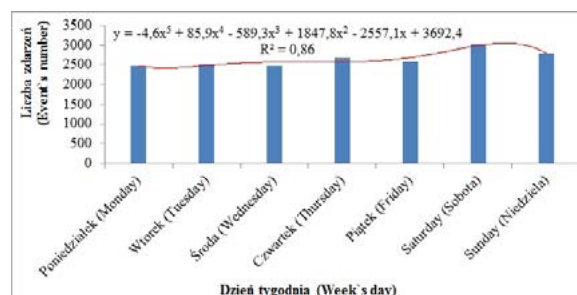


Ryc. 3. Rozkład pożarów obiektów mieszkalnych w latach 2000-2012 wg godzin

[Badania własne na podstawie danych statystycznych KG PSP]

Fig. 3. Residential building fires distribution by hours (for 2000-2012)

[Own research based on NHoSFS statistical data]

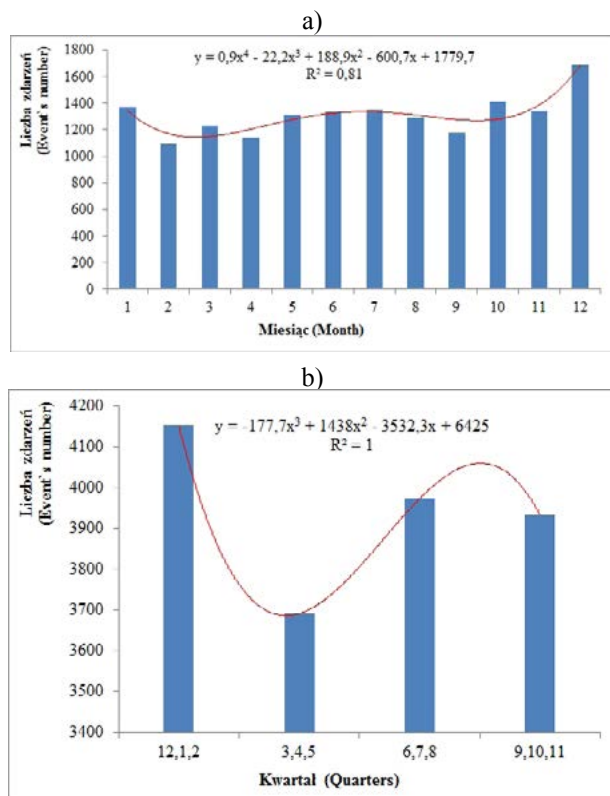


Ryc. 4. Rozkład pożarów obiektów mieszkalnych w latach 2000-2012 wg dni tygodnia

[Badania własne na podstawie danych statystycznych KG PSP]
Fig. 4. Residential building fires distribution by days of the week (for 2000-2012)

[Own research based on NHoSFS statistical data]

¹⁶ Wyrażenia regularne - metoda opisu cech wspólnych zbiorów łańcuchów znakowych. Działanie opiera na teorii zbiorów. Jest silnym narzędziem przetwarzania tekstów, wyszukiwania, modyfikowania, analizy składniowej [27]. Obliczono na podstawie: a) „opis_ewid” LIKE '%mieci%' OR „opis_ewid” LIKE '%zsp%' OR „opis_ewid” LIKE '%mietnik%'; b) „opis_ewid” LIKE '%ustostan%'; c) „opis_ewid” LIKE '%i_so%' OR „opis_ewid” LIKE '%otrawa%' OR „opis_ewid” LIKE '%arnku%' OR „opis_ewid” LIKE '%osi_ek%'.



Ryc. 5. Rozkład pożarów obiektów mieszkalnych w latach 2000-2012 wg miesięcy (a.), kwartałów (b.)

[Badania własne na podstawie danych statystycznych KGSPSP]

Fig. 5. Residential building fires distribution by months (a.), quarters (b.) (for 2000-2012)

[Own research based on NHoSFS statistical data]

4.2. Charakterystyka przestrzenna

Warstwę wektorową pożarów obiektów mieszkalnych przeniesiono do systemu ArcGIS¹⁷, a następnie zobrażono na podkładzie warstw dzielnic, osiedli MSI, budynków¹⁸. Platforma ArcGIS umożliwia tworzenie, edytowanie, analizowanie informacji geograficznej pod kątem rozmieszczenia przestrzennego danych, relacji i tendencji, których nie można odczytać wprost z tabelarycznego zapisu danych [25].

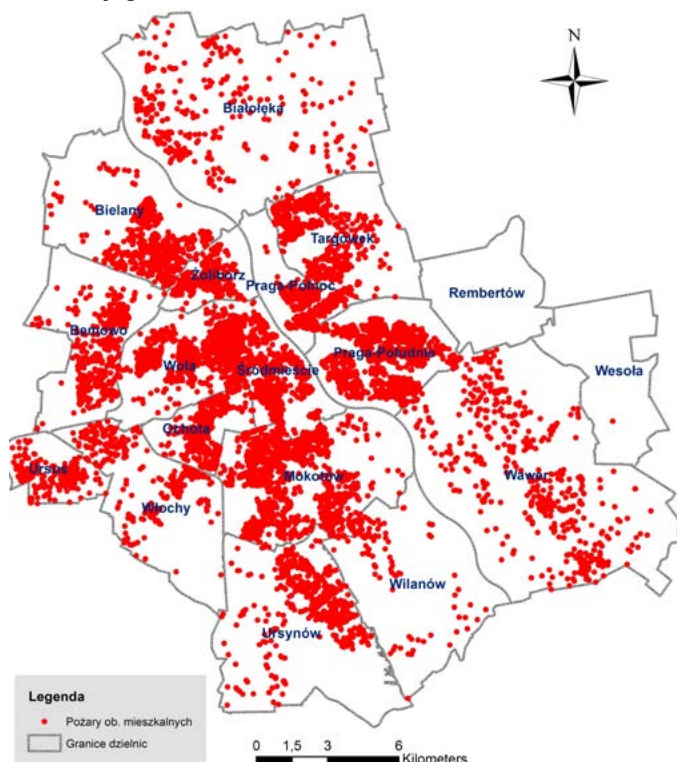
Wstępna analiza danych wykazuje, że pożary mają tendencję do występowania w „skupiskach” przede wszystkim tam, gdzie gęstość zabudowy jest dominująca. Zaliczamy do nich dzielnice: Targówek, Praga-Północ, Praga-Południe, Bielany, Żoliborz, Śródmieście, Mokotów, Wola, Ochota. Obszary o rzadkiej zabudowie takie jak Białoleka, Włochy, Wawer, daleki Ursynów, Wilanów charakteryzują się wizualnie mniejszą gęstością zdarzeń (Ryc. 6.). Dzielnice Rembertów i Warszawa-Wesoła wyłączono z analizy.

Przedstawiony na rycinie 6 rozkład zdarzeń poddano przestrzennej agregacji, korzystając z funkcji łączenia danych na podstawie ich przestrzennej lokalizacji. Do projektu dołączono warstwę wektorową JRG, utworzoną na podstawie danych teleadresowych KG PSP, pobranych z systemu SWD-ST. Do każdego elementu MSI (osiedla)

¹⁷ Badania przeprowadzono w oparciu o wersję 60 dniowa ArcGIS Desktop [25].

¹⁸ Warstwy wektorowe GIS pozyskane dzięki uprzejmości Biura Geodezji i Katastru Urzędu Miasta Warszawa.

dodano parametr opisujący liczbę pożarów zawierających się w jego obrębie.



Ryc. 6. Pożary obiektów mieszkalnych w Warszawie w latach 2000-2012.

[Badania własne na podstawie danych statystycznych KGSPSP, danych GIS BGiK]

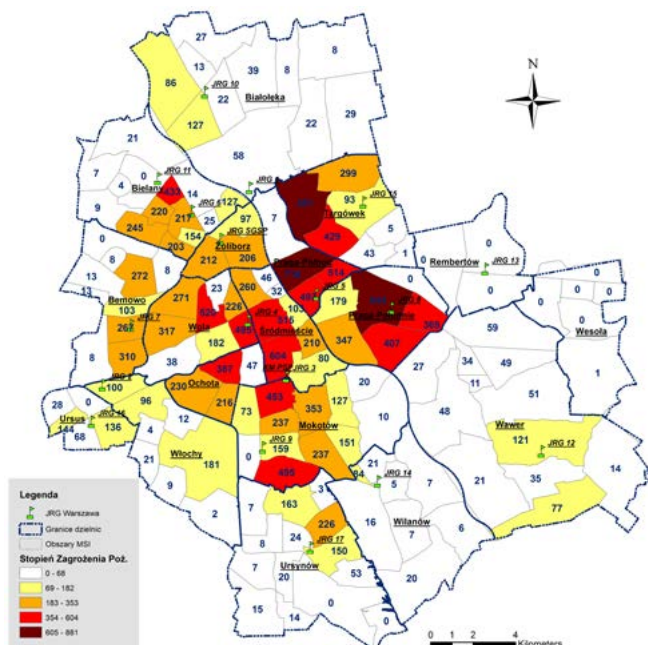
Fig. 6. Warsaw residential building fires in 2000-2012. [Own research based on NHoSFS statistical data, GCB's GIS data]

4.3. Mapa zagrożeń pożarowych

Otrzymany w ten sposób atrybut sklasyfikowano według pięciostopniowej skali stopnia zagrożenia pożarowego (SZP), zgodnie z kryteriami: znikomy (SZP I: 0-68 pożarów), niski (SZP II: 69-182), średni (SZP III: 183-353), wysoki (SZP IV: 354-604), bardzo wysoki (SZP V: 605-881). Mapa zagrożeń pożarowych wskazuje, że do osiedli o bardzo wysokim SZP należą: Bródno (dzielnica Targówek, 881), Grochów (Praga-Półn., 844) i Nowa Praga (Praga-Półn., 716). Wśród osiedli o wysokim SZP znalazły się z kolei: Śródmieście Półn. (Śródmieście, 604), Młocznik (Wola, 520), Śródmieście Półn. (Śródmieście, 515), Szmulowizna (Praga Półn., 514), Stara Praga (Praga Półn., 497), Służew (Mokotów, 495), Mirów (Wola, 495), Stary Mokotów (Mokotów, 453), Wrzeciono (Bielany, 433), Targówek Mieszkaniowy (Targówek, 429), Gocław (Praga Półn., 407), Stara Ochota (Ochota, 387), Gocławek (Praga Półn., 369) (Ryc. 7).

Miejsca te charakteryzuje bardzo gęsta zabudowa mieszkalna z przewagą starych kamienic, zaś w przypadku Grochowa i Bródna gęsto zabudowane osiedla wykonane „z wielkiej płyty”. Potwierdzeniem powyższego jest rozkład gęstości pożarów wykonany metodą KDE, na tle którego zobrażowano bloki budynków w układzie 3D. Budynki podzielono na 4 klasy wysokościowe. Poprzez wysokość budynku należy rozumieć tu wysokość nad poziomem morza odniesioną do układu wysokościowego Kronsztad 1986 – dlatego nie należy jej mylić z normą

prawną ujętą w warunkach technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie¹⁹ (Ryc. 9). Oszacowanie ma jedynie charakter poglądowy i przedstawia jedynie gęstość zabudowy mieszkalnej.



Ryc. 7. Mapa zagrożeń pożarowych obiektów mieszkalnych Warszawy za lata 2000-2012

[Badania własne na podstawie danych statystycznych KGSP, danych GIS BGiK]

Fig. 7. Warsaw residential building fires hazard map for 2000-2012

[Own research based on NHOFS statistical data, GCB's GIS data]

4.4. Estymacja gęstości pożarów metodą KDE

Opisana powyżej metoda budowy map zagrożeń zakłada przestrzenną agregację pożarów do poziomu administracyjnego miasta bądź systemu informacji o osiedlach. Nieco inaczej przedstawia się ich konstrukcja metodą KDE, zaliczającą się do grupy przestrzennych metod analizy danych.

Naukowe podstawy KDE mają odzwierciedlenie w nieparametrycznej metodzie estymacji jądrowej lub wymiennie nazywanej jądrową estymacją gęstości, służącej do wyznaczania gęstości rozkładu zmiennej losowej na podstawie wartości z uzyskanej próby (realizacji). Nieparametryczna metoda charakteryzuje się tym, że przy jej zastosowaniu nie jest wymagana wcześniejsza znajomość typu rozkładu. KDE działa w oparciu o równanie 1 (opracowano na podstawie [26], [27], [28], [29], [30]).

$$\hat{f}(x) = \frac{1}{mh^n} \sum_{i=1}^m K\left(\frac{x-x_i}{h}\right) \quad \text{Równanie 1}$$

¹⁹ Według zapisów rozporządzenia budynki dzielą się na: niskie (N) – do 12 m włącznie nad poziomem terenu lub mieszkalne o wysokości do 4 kondygnacji nadziemnych włącznie; średnio-wysokie (SW) – ponad 12 m do 25 m włącznie nad poziomem terenu lub mieszkalne o wysokości ponad 4 do 9 kondygnacji nadziemnych włącznie; wysokie (W) – ponad 25 m do 55 m włącznie nad poziomem terenu lub mieszkalne o wysokości ponad 9 do 18 kondygnacji nadziemnych włącznie; wysokościowe (WW) – powyżej 55 m nad poziomem terenu [32].

gdzie:

m – liczba elementów próby;

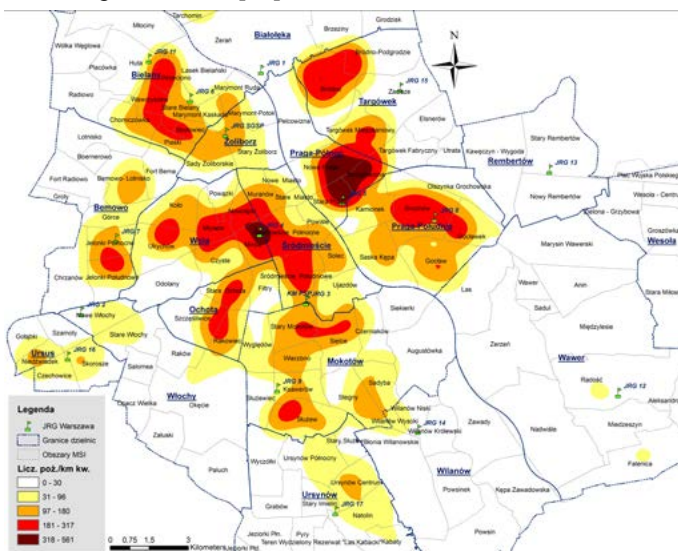
h – współczynnik wygładzania (szerokość pasma);

n – wymiar zmiennej losowej.

K – jądro, funkcja gęstości np. $f(x) = (2\Pi)^{-\frac{d}{2}} \exp(-\frac{1}{2} X^T X)$

mierzalna, symetryczna względem zera i posiadająca w nim słabe maksimum globalne, spełniająca warunki $K: R^n \rightarrow [0, \infty)$, $\int_{R^n} K(x) dx = 1$, $K(-x) = K(x)$.

W uproszczeniu – metoda działa na zasadzie szacowania gęstości pożarów zawierających się w komórkach rastra wyjściowego, a nie obszarów administracyjnych miasta. Wartość powierzchni jest najwyższa w miejscu lokalizacji zdarzeń i zmniejsza się wraz ze wzrastającą odległością promienia przeszukiwania. Osiąga zero przy odległości równej wartości promienia. Wielkość komórki rastra wyjściowego, promień przeszukiwania, miara gęstości są parametrami funkcji KDE systemu ArcGIS, określanymi na etapie obliczeń [30].



Ryc. 8. Gęstość pożarów obiektów mieszkalnych za lata 2000-2012 wyznaczona metodą KDE. Obszary MSI – widok 2D.

[Badania własne na podstawie danych statystycznych KGSP, danych GIS BGiK]

Fig. 8. Residential building fires density for 2000-2012 - KDE estimation. 2D view with housing estates.

[Own research based on NHOFS statistical data, GCB's GIS data]

Szacowanie gęstości rozkładu zdarzeń metodą KDE nie jest uwarunkowane administracyjnym podziałem miasta, a jedynie gęstością skupień zdarzeń (Ryc. 8). Ma to zasadnicze znaczenie przy kwalifikacji osiedli lub ich części do odpowiedniego SZP. O ile poprzednia metoda warunkowała przynależność całych osiedli do określonego SZP, na przykład Bródno, Nowa Praga, Grochów – V SZP (Ryc. 7), o tyle w metodzie KDE jedynie część osiedli charakteryzujących się dużą gęstością zdarzeń kwalifikuje się do odpowiedniego SZP, np. część Szmulowizny, Starej Pragi włączone do V SZP. Ponadto niektóre osiedla, np. Grochów, Bródno zmieniły poziom zagrożenia z V na IV. W dodatku niecałe obszary osiedli należą do jednego SZP, np. Nowa Praga – V, IV, III, II SZP (Ryc. 8). Wniosek jest jednoznaczny – metoda KDE daje dokładniejsze dopasowanie obszarów osiedli do SZP.

Kolejnym uzasadnieniem celowości stosowania metody są wyniki analizy przestrzennej, przedstawiające infrastrukturę budowlaną miasta na tle gęstości pożarów (Ryc. 9). Na potrzeby badań infrastrukturę podzielono na 4 stopnie wysokości, tj. zabudowę niską (0-4 kondygnację), średniowysoką (5-9), wysoką (10-18) i wysokosciową (19-49). Zauważamy, że osiedla o wysokim SZP pokrywają się z obszarami o dużej gęstości infrastruktury budowlanej, np. Bródno, Nowa i Stara Praga, Mokotów, Śródmieście Płn. i Płd. Analiza wpływu gęstości infrastruktury mieszkalnej na SZP stanowi odrębny temat badawczy.

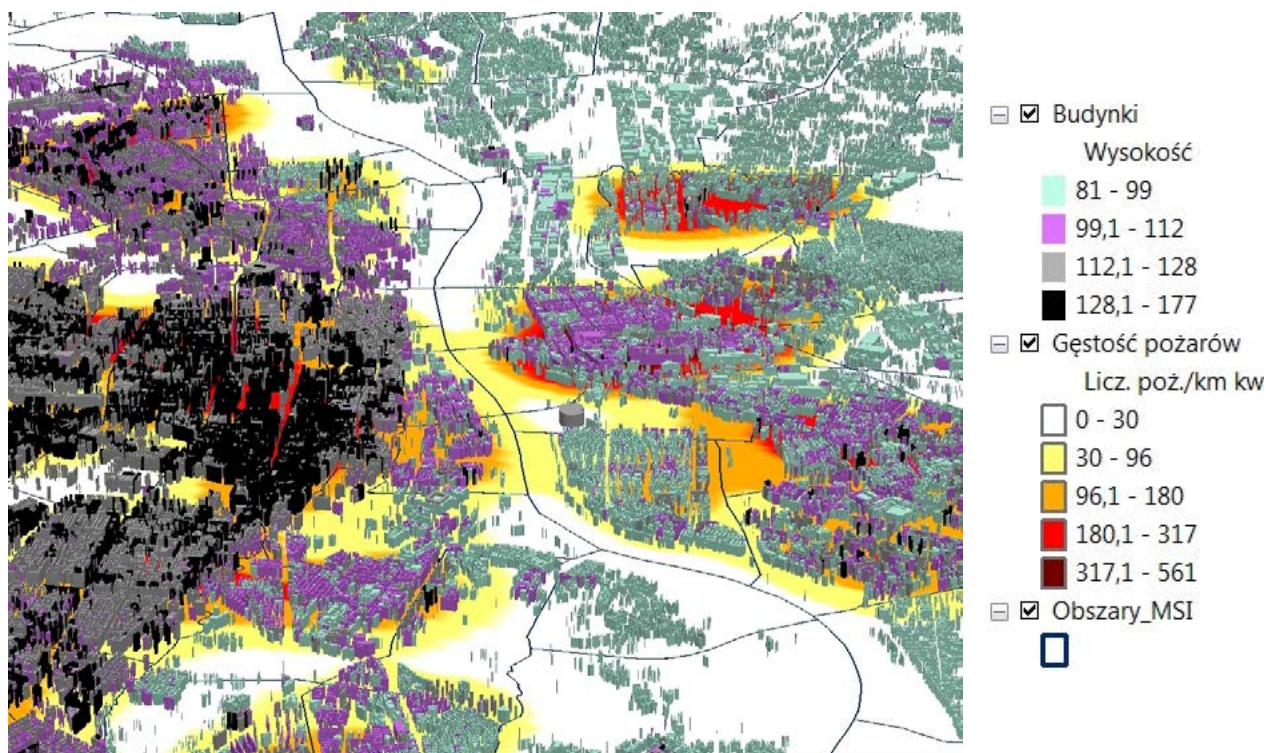
5. Podsumowanie

Celem artykułu była czasowo-przestrzenna charakterystyka zagrożeń pożarowych generowanych w obiektach mieszkalnych w środowisku GIS na przykładzie Warszawy. Motywem przewodnim badań były wysokie wskaźniki poszkodowanych w obiektach mieszkalnych [1], [4], jak również wnioski z przeglądu literatury wskazujące na stosunkowo niewielką implementację GIS w czasowo-przestrzennym badaniu natury pożarów. Jako podsumowanie przedstawia się wnioski w zakresie czasowo-przestrzennej charakterystyki pożarów, w rozumieniu częstości ich występowania w funkcji godzin, dni tygodnia, miesięcy, jak również wybranych metod generowania map zagrożeń pożarowych. Badania wskazują, że POM mają tendencję do nasilania się w godzinach 7-20 (maksimum w godz. 18-20) oraz jednostajnego spadku pomiędzy 21-4. W przypadku rozkładu zdarzeń w funkcji dni tygodnia trudno wyróżnić dni, w których częstość zdarzeń ma charakter dominujący, jednakże w czwartki,

piątki, soboty i niedziele zauważa się niewielką tendencję wzrostową. Miesiące o największej liczbie interwencji to grudzień, styczeń, luty – mające związek z okresem grzewczym oraz czerwiec, lipiec, sierpień – miesiące o wzmożonym ruchu dzieci i młodzieży (pożary śmieci, zsyków, szybów windowych, klatek schodowych, kanałów wentylacyjnych, pustostanów, itp.)

Postulat w zakresie budowy map zagrożeń dotyczy w głównej mierze wniosków z porównania tradycyjnej metody generowania map zagrożeń z metodą KDE. Pierwsza uwzględnia agregację cech (np. liczby pożarów) do elementów siatki kartograficznej, zbudowanej np. na bazie elementów miejskiego systemu informacji o osiedlach lub podziału administracyjnego (dzielnica, gmina, powiat). Podejście to determinuje stopień zagrożenia pożarowego dla całych osiedli, dzielnic, gmin, itp., a nie faktycznych miejsc koncentracji badanych cech. Druga metoda zakłada oszacowanie gęstości cech metodą KDE. Nieparametryczna metoda KDE, pochodząca z rodziny analitycznych metod GIS, szacuje np. stopień zagrożenia pożarowego na podstawie gęstości skupień pożarów. W praktyce daje to dokładniejsze dopasowanie wyników do fragmentów osiedli, dzielnic, gmin czy powiatów. Warunkiem otrzymania poprawnych wyników jest prawidłowe odniesienie przestrzenne badanych cech, w sensie ich współrzędnych geograficznych lub danych adresowych.

Wnioski przedstawione w artykule, jak również te wynikające z publikacji [1], [4], wskazują, że problematyka charakterystyki zagrożeń pożarowych obiektów mieszkalnych infrastruktury miejskiej stanowi ciekawy obszar badawczy, zaś implementacja systemów informacji przestrzennej umożliwia zaobserwowanie cech niewidocz-



Ryc. 9. Gęstość pożarów obiektów mieszkalnych za lata 2000-2012 wyznaczonych metodą KDE. Infrastruktura budowlana z podziałem na klasy wysokościowe n.p.m. – widok 3D

[Badania własne na podstawie danych statystycznych KGPS, danych GIS BGiK]

Fig. 9. Residential building fires density for 2000-2012 - KDE estimation. Building's storey 3D view classification according to their height above sea level. [Own research based on NHoSFS statistical data, GCB's GIS data]

nych przy tabelarycznym systemie zapisu. Dodatkowo badania doskonale wpisują się w zakres i rozszerzają problematykę badań modeli zagrożeń aglomeracji miejskiej wraz z systemem zarządzania kryzysowego na przykładzie miasta stołecznego Warszawy [31], jak również profilaktyki minimalizacji ryzyka pożarowego. Ostatnią publikacją kończącą cykl badań nt. *Ocena stopnia bezpieczeństwa w aspekcie statystyk zdarzeń* jest *Analiza przypuszczalnych przyczyny pożarów obiektów mieszkalnych w skali kraju i miasta (Warszawa)*.

Literatura

- Mazur R., Kwasiborski A., *Ocena stopnia bezpieczeństwa w aspekcie statystyk zdarzeń za lata 2007-2012. Pożary*, BiTP Vol. 29 Issue 1, 2013, pp. 17-22.
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 18 lutego 2011 r. w sprawie szczegółowych zasad organizacji krajowego systemu ratowniczo-gaśniczego [Dz. U. z 2011, Nr. 46, poz. 239 z póź. zm.].
- Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o Ochronie Przeciwpowodzi (Dz. U. z 1991, Nr 81, poz. 351 z póź. zm.).
- Mazur R., Marzec M., *Ocena stopnia bezpieczeństwa w aspekcie statystyk zdarzeń za lata 2007-2012. Miejskowe zagrożenia*, BiTP Vol. 31 Issue 3, 2013, pp. 49-58.
- Mazur R., Tyrańska K., *Materiały do zajęć laboratoryjnych z przedmiotu Systemy Informacji Przestrzennej*, Szkoła Główna Służby Pożarniczej (materiały niepublikowane), Warszawa, 2010.
- Bielecka E., *Systemy informacji geograficznej – teoria i zastosowania*, Wydawnictwo Polsko-Japońskiej Wyższej Szkoły Technik Komputerowych, Warszawa, 2006.
- Myrda G., Litwin L., *Systemy Informacji Geograficznej. Zarządzanie danymi przestrzennymi w GIS, SIP, SIT, LIS*, Wydawnictwo Helion, Gliwice, 2005.
- Longley P. A., Goodchild M. F., Maguire D. J., Rhind D. W., *GIS. Teoria i praktyka*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2008.
- Pew K. L., Larsen C. P. S., *GIS Analysis of Spatial and Temporal Patterns of Human-Caused Wildfires in the Temperate Rainforest of Vancouver Island*, "Forest Ecology and Management", Vol. 140 Issue 1, 2001.
- Vakalis D., Sarimveis H., Kiranoudis C. T., Alexandridis A., Bafas G., *A GIS Based Operational System for Wildland Fire Crisis Management I Mathematical Modelling and Simulation*, "Applied Mathematical Modeling", Volume 28 Issue 4, 2004a.
- Vakalis D., Sarimveis H., Kiranoudis C. T., Alexandridis A., Bafas G., *A GIS Based Operational System for Wildland Fire Crisis Management II System Architecture and Case Studies*, "Applied Mathematical Modeling", Vol. 28 Issue 4, 2004b.
- Siljander M., *Predictive fire occurrence modeling to improve burned area estimation at a regional scale. A case study in East Caprivi, Namibia*, "International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation", Vol. 11, Issue 6 2009.
- Brunsdon C., Corcoran J., Higgs G., *Visualising space and time in crime patterns: A comparison of methods*, "Computers, Environment and Urban Systems", Vol. 31 Issue 1, 2007.
- Malczewski J., Poetz A., *Residential Burglaries and Neighborhood Socioeconomic Context in London, Ontario: Global and Local Regression Analysis*, "The Professional Geographer", Vol. 57 Issue 4, 2005, pp. 516-529.
- Brunsdon C., *The comap: exploring the spatial patterns via conditional distributions*, "Computers, Environment and Urban Systems", Vol. 25 Issue 1, 2001.
- Corcoran J., Higgs G., Higginson A., *Fire incidence in metropolitan areas: A comparative study of Brisbane (Australia) and Cardiff (United Kingdom)*, "Applied Geography", Vol. 31 Issue 1, 2011.
- Chhetri P., Corcoran J., Stimson R., *Exploring the spatio-temporal dynamics of fire incidence and the influence of socio-economic status: A case study from south east Queensland Australia*, "Journal of Spatial Science", Vol. 54 Issue 1, 2009.
- Australian Bureau of Statistics (ABS), *Census of population and housing 2001*, Australia, 2002.
- Townsend P., *Deprivation*, "Journal of Social Policy", Vol. 16 Issue 2, 1987.
- Corcoran J., Higgs G., Brunsdon C., Ware A., *The Use of Comaps to Explore the Spatial and Temporal Dynamics of Fire Incidents: A Case Study in South Wales*, "Professional Geographer", Vol. 59 Issue 4, 2007.
- Asgary A., Ghaffari A., Levy J., *Spatial and temporal analyses of structural fire incidents and their causes: A case of Toronto*, "Fire Safety Journal", Vol. 45 Issue 1, 2010.
- Mazur R., *Badanie zakresu implementacji i stopnia wspomagania systemu „SWD-ST” na poziomie powiatu (miasta)*, BiTP, Vol. 20 Issue 4, 2010, pp. 77-90.
- Abakus Systemy Teleinformatyczne Sp. z o.o., *Podręcznik użytkownika Systemu SWD-ST 2.5*, Bielsko-Biała, 2012.
- Główny Urząd Statystyczny, *Krajowy Rejestr Urzędowy Podziału Terytorialnego Kraju TERYT*, [dok. elektr.] http://www.stat.gov.pl/bip/36_PLK_HTML.htm, [dostęp 19.11.2013].
- Environmental Systems Research Institute, *Opis produktu ArcGIS for Desktop*, [dok. elektr.] <http://www.esri.com/software/arcgis/arcgis-for-desktop>, [dostęp 19.11.2013].
- Barteczko K., Drabik W., Starosta B., *Metody programowania*, Polsko-Japońska Wyższa Szkoła Technik Komputerowych, [dok. elektr.] <http://edu.pjwstk.edu.pl/wyklady/mpr/scb>, [dostęp 11.11.2013].
- Kulczycki P., *Estymatory jądrowe w analizie systemowej*, WNT, 2005.
- Kościelniak P., Ombach J., Szczepański J., *Jądrowa estymacja gęstości*, Internetowe Laboratorium Statystyki Instytut Matematyki, Uniwersytet Jagielloński, [dok. elektr.] <http://www2.im.uj.edu.pl/ils/z/zagadnienia.html>, [dostęp 11.11.2013].
- Kobos M., *Kombinacja jądrowych estymatorów gęstości w klasyfikacji - własności teoretyczne wraz z testami na sztucznych i referencyjnych zbiorach danych*, Politechnika Warszawska [dok. elektr.] <http://www.mini.pw.edu.pl/~mandziuk/2011-02-28.pdf>, [dostęp 11.11.2013].
- Environmental Systems Research Institute, *ArcGIS 10.1 Help*, [dok. elektr.] <http://resources.arcgis.com/en/help/>, [dostęp 11.11.2013].
- Praca zbiorowa pod redakcją Andrzeja Najgebauera, *Modele zagrożeń aglomeracji miejskiej wraz z systemem zarządzania kryzysowego na przykładzie miasta stołecznego Warszawy*, WAT, Warszawa, 2009.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jaki powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [Dz. U. 2002 nr 75 poz. 690].

ml. bryg. mgr inż. Robert Mazur – absolwent Studiów Inżynierskich (2002) oraz Uzupełniających Studiów Magisterskich (2004) na Wydziale Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego Szkoły Głównej Służby Pożarniczej. Absolwent studiów podyplomowych Wyższej Polsko-Japońskiej Szkoły Technik Komputerowych na kierunku „Zaawansowane Multimedia w Internecie” (2006) oraz studiów trzeciego stopnia na Wydziale Cybernetyki Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie na kierunku Informatyka (2011). Ukończył szereg szkoleń z zakresu wykorzystania systemów informacji przestrzennej ArcGIS w bezpieczeństwie powszechnym oraz analityki na bazie danych ORACLE. W latach 2002-2011 asystent, kierownik laboratorium, wykładowca Szkoły Głównej Służby Pożarniczej (obecna Katedra Badań Bezpieczeństwa). Od 2011 roku starszy specjalista w Krajowym Centrum Koordynacji Ratownictwa i Ochrony Ludności Komendy Głównej Państwowej Straży Pożarnej. Na co dzień zajmuje się opracowaniami statystycznymi i analitycznymi z zakresu działalności PSP.

mł. bryg. dr inż. **Joanna RAKOWSKA**¹

mgr inż. **Katarzyna RADWAN**²

mgr inż. **Zuzanna ŚLOSORZ**³

Przyjęty/Accepted/Принят: 14.06.2013;

Zrecenzowany/Reviewed/Рецензирована: 21.03.2014;

Opublikowany/Published/Опубликована: 30.06.2014;

BADANIA PORÓWNAWCZE WYNIKÓW ANALIZY GRANULOMETRYCZNEJ ZIAREN PROSZKU GAŚNICZEGO PRZEPROWADZONEJ RÓŻNYMI METODAMI

Comparative Study of the Results of the Extinguishing Powder Grain Size Analysis Carried out by Different Methods

Сравнительные исследования результатов гранулометрического анализа частиц огнетушащего порошка, проведённого различными методами

Abstrakt

Cel: Analiza granulometryczna jest istotnym czynnikiem, za pomocą którego między innymi ocenia się prawidłowość przebiegu wielu procesów technologicznych, a wyniki tej oceny stanowią często główny element optymalizacji parametrów pracy urządzeń. Z tego powodu, w wielu gałęziach przemysłu, bardzo ważne jest stosowanie najbardziej dokładnych metod oceny składu granulometrycznego materiałów. Celem pracy jest porównanie rezultatów rozkładu wielkości cząstek proszku gaśniczego uzyskanego różnymi metodami.

Projekt i metody: Istnieją różne techniki analizy wielkości cząstek. Obecnie najczęściej stosowane techniki pomiarów wielkości cząstek substancji stałych to analiza sitowa, metoda dynamicznego rozpraszania światła, statyczne techniki rozpraszania światła oraz mikroskopia. Każda z metod ma swoje zalety, ale również wady. W badaniach zastosowano przesiewacz powietrzny Alpine LS 200, laboratoryjny przesiewacz wibracyjny typu WSU, analizator ANALYSETTE 22 MicroTec plus oraz analizator HELOS & RODOS.

Wyniki: W artykule przedstawiono porównanie wyników rozkładu wielkości cząstek proszku gaśniczego typu ABC, otrzymane tradycyjną metodą analizy sitowej, techniką dyfrakcji laserowej oraz metodą optyczno-elektroniczną. Analiza obrazu cząstek nie uwzględnia tych samych parametrów agregatów co analiza sitowa. W przypadku pomiaru wielkości ziaren wykorzystującego analizę obrazu próbki nie jest uwzględniany pomiar masy, podczas gdy analiza sitowa przedstawia odniesienie do procentowego udziału masy cząstek danej wielkości. Wyniki analizy metodami optycznymi są często przedstawiane jako procentowy udział ilości cząstek określonej wielkości lub procentowy udział agregatów o danej powierzchni.

Wnioski: Wyniki składu ziarnowego otrzymane różnymi metodami są odmienne. Jest to spowodowane zastosowaniem aparatów, których techniki wykorzystują pomiar różnych właściwości fizycznych badanego materiału. Istotne jest więc podawanie wyników wraz z informacją o stosowanej metodzie i typie aparatury. Korelacja wyników otrzymanych metodą sitową z rezultatami analizy obrazu zależy od kształtu badanych cząstek. Konwersja wyników osiągniętych jedną metodą do innej techniki dla różnych materiałów wymaga rozważenia wpływu odpowiednich parametrów fizycznych, takich jak gęstość próbki czy właściwości optyczne.

Słowa kluczowe: proszek gaśniczy, wielkość ziarna, analiza sitowa, dyfrakcja laserowa

Typ artykułu: oryginalny artykuł naukowy

Abstract

Purpose: A particle size analysis is an essential parameter used for assessing the correctness of numerous technological processes. Its results constitute a key element in the assessment and optimization of operational parameters of devices. Due to this fact, in

¹ Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowodziowej im. Józefa Tuliszkowskiego – Państwowy Instytut Badawczy, Nadwiślańska 213, Józefów, Polska, jrakowska@cnbop.pl / Scientific and Research Centre for Fire Protection – National Research Institute, Poland; wkład procentowy / percentage contribution – 40%

² Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowodziowej im. Józefa Tuliszkowskiego – Państwowy Instytut Badawczy / Scientific and Research Centre for Fire Protection – National Research Institute, Poland; wkład procentowy / percentage contribution – 40%

³ Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowodziowej im. Józefa Tuliszkowskiego – Państwowy Instytut Badawczy / Scientific and Research Centre for Fire Protection – National Research Institute, Poland; wkład procentowy / percentage contribution – 20%

various industry branches, it is very important to apply the most accurate ways of assessing the grain size composition of materials. The aim of this study is to compare the results of the particle size distribution of dry powder obtained through various methods.

Project and methods: There are various techniques of particle size analysis. Currently, the most frequently used techniques for particle size measurements are: sieve analysis, dynamic light scattering, static light scattering and microscopy. Each method has advantages, but also disadvantages. The research was conducted with the application of the following instruments: air jet sieve Alpine LS 200, vibratory sieve shaker type WSU, Laser-Particle-Sizer ANALYSETTE 22 MicroTec plus, analyser HELOS & RODOS and analyser IPS UA.

Results: The paper presents a comparison of a particle size distribution of extinguishing powder measured by the traditional sieve analysis, the laser diffraction methods and optical-electronic methods. The image analysis of particles does not measure the same size of aggregates as the sieve analysis. The size of particles determined by the image analysis does not measure mass, whereas the sieve analysis is presented in relation to the percent cumulative mass. The results are often presented as the percentage share of particles or aggregates of the given area. The correlation of sieve analysis to the image methods is dependent on the particles shape. A conversion of results achieved with one method to the results of another method for different materials requires consideration of appropriate physical parameters such as density of samples or optical properties.

Conclusions: The results obtained by these methods were not identical for the reason that each of them applied other physical parameter in measurement. As the effect of differences in measuring methods the results of the analysis of the same sample are various. It is important to present the results together with information on the methods and the type of used equipment. The correlation of sieve analysis with image methods is dependent on particles shape. A conversion of results achieved with one method to results of other method for different materials requires consideration of appropriate physical parameters such as density of samples or optical properties.

Keywords: extinguishing powder, particle size, sieve analysis, laser diffraction

Type of article: original scientific article

Аннотация

Цель: Гранулометрический анализ является важным фактором, при помощи которого, в частности, оценивают правильность хода многих технологических процессов, а результаты этой оценки часто составляют главный элемент оптимизации параметров работы устройств. В связи с тем, во многих отраслях промышленности, очень важным является использование наиболее точных методов оценки гранулометрического состава материалов. Целью работы является сравнение результатов распределения размеров частиц огнетушащего порошка, полученных различными методами.

Проект и методы: Существуют различные технологии анализа размеров частиц. В настоящее время наиболее часто используемые технологии измерения размеров частиц твёрдых веществ это: ситовой анализ, динамическое рассеивание света, статические технологии рассеивания света и микроскопия. Каждый метод имеет свои преимущества, а также недостатки. В исследованиях была использована воздушная просеивающая машина Alpine LS 200, лабораторная просеивающая вибрационная машина типа WSU, анализатор ANALYSETTE 22 MicroTec plus, а также анализатор HELOS & RODOS.

Результаты: В статье представлены сравнение результатов распределения размеров частиц огнетушащего порошка типа ABC, полученных традиционным методом ситового анализа, технологией лазерной дифракции и оптико-электронным методом. Анализ образа частиц не учитывает тех самых параметров агрегатов, что ситовый анализ. В случае измерения размера частиц с использованием анализа изображения образца измерения массы не учитываются, в то время, как ситовой анализ представляет отношение к процентному участию массы частиц данного размера. Результаты анализа оптическими методами часто представлены как процентное содержание частиц определённого размера, или процентное содержание агрегатов конкретной поверхности.

Выводы: Результаты определения гранулометрического состава частиц, полученные разными методами, отличаются друг от друга. Это связано с использованием устройств, технологии которых используют измерения различных физических свойств исследуемого материала. Поэтому очень важным есть, представлять результаты вместе с информацией о применённом методе и типе оборудования. Соотношение результатов, полученных ситовым методом и путём анализа изображений зависит от формы исследуемых частиц. Преобразование результатов, полученных с использованием одного метода к другой технологии для разных материалов, требует рассмотрения влияния соответствующих физических параметров, таких как плотность образца или оптические свойства.

Ключевые слова: огнетушащий порошок, размер частиц, ситовой анализ, лазерная дифракция

Вид статьи: оригинальная научная статья

1. Wprowadzenie

Pożary są niekontrolowanym procesem spalania występującym w miejscu do tego nieprzeznaczonym. Ich wielkość i liczba zdarzeń jest uzależniona od świadomości ludności, zagrożeń wynikających z uprzemysłowienia oraz panujących warunków klimatycznych w danym regionie. W akcjach ratowniczych do gaszenia pożarów wykorzystuje się środki gaśnicze dostosowane do rodzaju palącego się materiału oraz panujących warunków. Ze względu na szeroki zakres stosowania oraz wysoką efektywność działania proszki gaśnicze odgrywają istotną rolę w gaszeniu pożarów [1].

Mianem proszku gaśniczego nazywa się drobno zmielone, niepalne związki węglanowe lub fosforanowe otoczone hydrofobową błoną, których zadaniem jest inhibicja reakcji chemicznych zachodzących w strefie spalania oraz odizolowanie dostępu tlenu od płonącego ciała. Podczas użycia proszków węglanowych (typu BC) dodatkowo wydzielany jest dwutlenek węgla obniżający stężenia utleniacza w strefie spalania oraz chłodzący strefę gazową. Z kolei proszki fosforanowe wykazują zdolność wytwarzania szklistej powłoki pokrywającej powierzchnię gaszonego ciała stałego (mechanizm izolujący). Proszki gaśnicze stosowane są do gaszenia pożarów różnej wielkości, zarówno do pożarów w zarodku, jak i poza-

rów rozlanych cieczy lub urządzeń technologicznych [1]. Skuteczność działania proszków gaśniczych wynika z ich składu chemicznego oraz stopnia rozdrobnienia ziarna. Zależnie od przeznaczenia, w recepturze proszków gaśniczych najczęściej stosowane są sole metali na bazie węglanów, fosforanów, soli potasowych, chlorowych, mocznikowych. Natomiast dyspersja ziaren proszku wpływa na wielkość powierzchni reakcji w płomieniu oraz możliwość dotarcia proszku do strefy spalania.

Wyróżniamy kilka metod badania i oceny wielkości ziaren. Każdy ze sposobów pomiaru uziarnienia opiera się na analizie w ściśle określonych warunkach, sprecyzowanych dla danego procesu różnych właściwości fizycznych (gęstości, przezroczystości, ładunku elektrycznego). W rezultacie, dla tych samych materiałów, przy wykorzystaniu różnych metod badawczych, uzyskuje się niejednolite wyniki lub ich brak, gdy efekt badania nie mieści się w zakresie pomiarowym. W celu zminimalizowania błędów pomiarowych powstających podczas badań warto rygorystycznie przestrzegać sposobu przygotowywania próbek, gdyż ma on bezpośredni wpływ na wynik końcowy.

Do najczęściej stosowanych metod badania uziarnienia należą metody sitowe i metody optyczne [2].

Zastosowanie metody sitowej jest powszechnie wykorzystywanym sposobem rozdzielania materiałów sypkich. Urządzeniami stosowanymi do selekcjonowania ziaren są przesiewacze, w skład których wchodzi sita o różnych wielkościach oczek, dobierane odpowiednio dla badanego materiału. Analizę sitową prowadzi się, umieszczając określoną ilość badanej mieszaniny na sicie, przez którego otwory część materiału zostaje przesiana (przesiew, podziarno), a pozostała część zatrzymana na jego powierzchni (odsiew, nadziarno). Wynik pomiaru z użyciem sit zależy od czasu analizy oraz siły wytrząsania lub podciśnienia w komorze przesiewacza. Rezultat badań określony jest tylko przez drugi, maksymalny wymiar cząstki i nie zawiera informacji na temat dokładnej wielkości analizowanego ziarna. Wyniki pomiaru dla większych ziaren obarczone są większym błędem. Proces przesiewania można prowadzić zarówno na sucho, jak i na mokro [3].

W metodach optycznych pomiaru wielkości cząstek stałych wykorzystuje się:

- dyfrakcję Fraunhofera

Metoda dyfrakcji laserowej bazuje na zjawiskach dyfrakcji oraz interferencji fal świetlnych. Zjawisko dyfrakcji zachodzi, kiedy fala przechodzi przez szczelinę lub omija obiekt, tworząc źródło promieniście rozchodzących się fal świetlnych, które ulegają wzmocnieniu lub wygaszeniu (interferencja). Natężenie oświetlenia dla poszczególnych kątów odchylenia świadczy o rozkładzie wielkości cząstek. Podczas badania zakłada się, że wszystkie cząstki są niereaktywnymi kulami, losowo układającymi się w zawieszynie. Wynik dyfrakcji otrzymywany jest w procentach objętościowych. W porównaniu do wcześniej opisywanych metod sitowych ten sposób pomiaru jest szybki i wymaga małej ilości próbek potrzebnej do badania. Rezultaty tej metody różnią się od wyników uzyskanych metodami przesiewania z powodu wykorzystywania

innych wielkości fizycznych oraz założeń, m.in. jednokowej gęstości ziaren, kulistości ich kształtu [2, 6, 7].

- pomiar w ognisku optycznym
Zasada pomiaru polega na pomiarze rozproszenia światła lub pomiarze natężenia światła odbitego przez cząstki przechodzące przez miejsce, gdzie znajdują się ogniska układów optycznych: oświetlającego i odbierającego promieniowanie [4].
- pomiar w równoległej wiązce promieniowania w świetle przechodzącym
Zasada pomiaru polega na utworzeniu dużych płaszczyzn pomiarowych o jednakowej czułości w każdym ich punkcie. Cząstka przechodząca przez płaszczyznę pomiarową wywołuje rozproszenie strumienia promieniowania proporcjonalne do wymiaru cząstki [4].

Celem artykułu jest porównanie wyników metod analizy uziarnienia proszku gaśniczego ABC, wykonanych różnymi metodami (metoda sitowa, dyfrakcja laserowa, metoda optyczno-elektroniczna).

2. Materiały

Do badań zastosowano proszek gaśniczy ABC o gęstości nasypowej 0,93 g/ml. Głównymi składnikami proszku są:

- fosforan jednoamonowy – 21,5%
- siarczan amonowy – 74,0%

Preparat jest zabezpieczony warstwą hydrofobową na bazie silikonu, powodującą większą odporność na wchłanianie wilgoci i zapobiegającą zbrylaniu. Proszek przeznaczony jest do gaszenia pożarów grupy A, B i C [5].

3. Metody badań

3.1. Przesiewacz sitowy ALPINE 200 LS

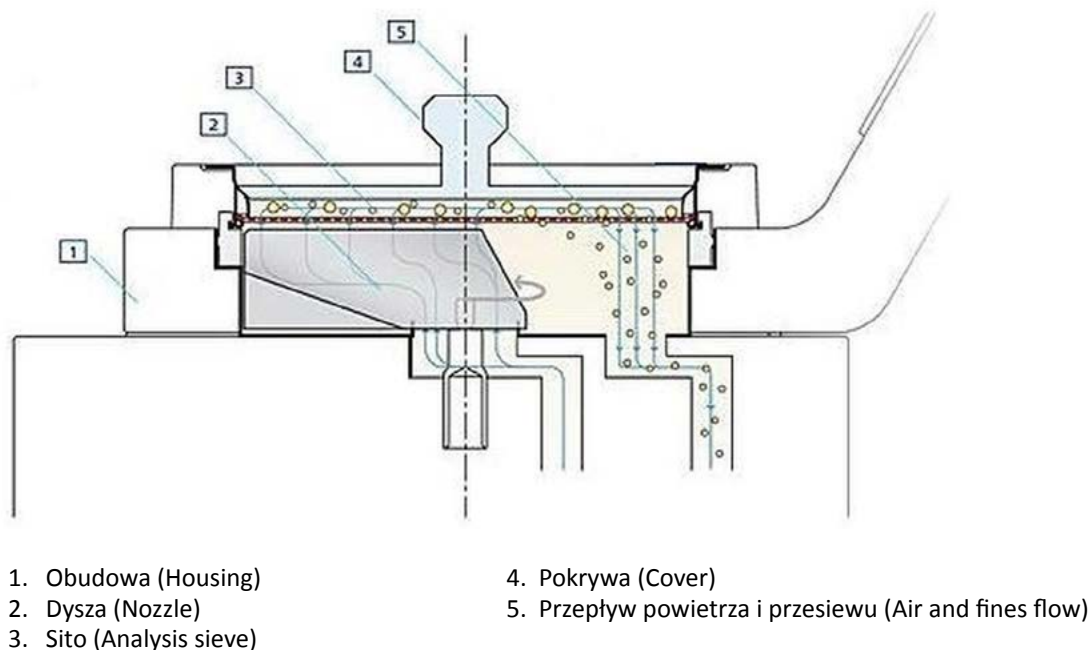
Za pomocą urządzenia Alpine 200 LS firmy HOSOKAWA ALPINE (Niemcy) można przeprowadzić analizę rozmiarów cząstek materiałów sypkich i kontroli jakości produktu. Budowę urządzenia Alpine 200 LS przedstawiono na ryc. 1.

Podczas pomiaru wielkości cząstek w komorze panuje podciśnienie. Wchodzące powietrze przepływa przez obrotową dyszę szczelinową do komory produktu, w której następuje proces fluidyzacji, a następnie wraz z podziarnem przechodzi przez otwory sita. Na wielkość podciśnienia w komorze przesiewania wpływają siła ssąca oraz opór tkaniny sita. Po przesianiu frakcji na bębnie sitowym pozostaje nadziarno. Kolejne pomiary wykonuje się na sitach o coraz większych oczkach.

Badanie wykonano na trzech sitach; 40, 63 i 125 μm . Analizę wykonano dla 40 g badanego proszku gaśniczego, rozpoczynając pomiar od sita 40 μm . Czas pomiaru na jednym sicie wynosił 5 min.

3.2. Laboratoryjny przesiewacz wibracyjny typu WSU (Zakład Doświadczalny Poznań)

Zasada metody polega na rozdzieleniu badanej próbki na frakcje przez przesianie na zestawie sit kontrolnych, a następnie ustaleniu procentowego udziału poszczegól-



Ryc. 1. Schemat przesiewacza Alpine 200 LS [8]

Fig. 1 Scheme of Air jet sieve 200 LS

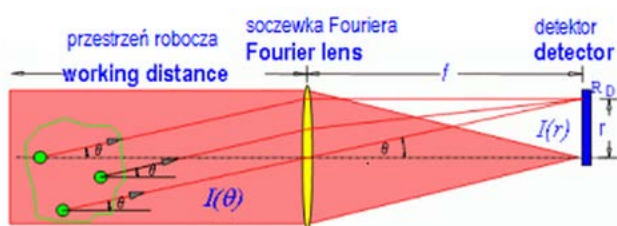
nych frakcji w badanej próbce. Badanie wykonano na wstrząsarce laboratoryjnej typu WSU z zestawem sit 40, 63 i 125 μm , metodą na sucho. Próbkę przesiewano przez 5 min.

3.3. HELOS Laser Sensor

Miernik laserowy wielkości cząstek firmy Sympatec (Niemcy) zbudowany jest z czujnika HELOS oraz rozsiawacza RODOS. Za pomocą urządzenia można badać zarówno próbki suche, jak i mokre, np. proszki, zawiesiny, emulsje lub substancje w postaci aerozolu [9].

Czujniki dyfrakcji laserowej stosowane w mierniku pracują w równoległym strumieniu promienia laserowego. Światło ugięte pod kątem θ jest przenoszone na pierścień detektora o promieniu r – dzięki soczewkom Fouriera – niezależnie od pozycji cząstki. W połączeniu z adaptowaną średnicą promienia świetlnego uzyskuje się dla wszystkich zakresów pomiarowych dużą przestrzeń roboczą. W urządzeniu zastosowano laser HeNe o długości fali 632,8 nm z rezonatorem i filtrami, którego zadaniem jest stworzenie prawie (niemal) płaskiej fali dla oświetlenia cząstek. Zasadę działania lasera przedstawiono na ryc. 2 [9].

Badania dla analizowanego proszku przeprowadzono przy zastosowaniu suchej próbki.



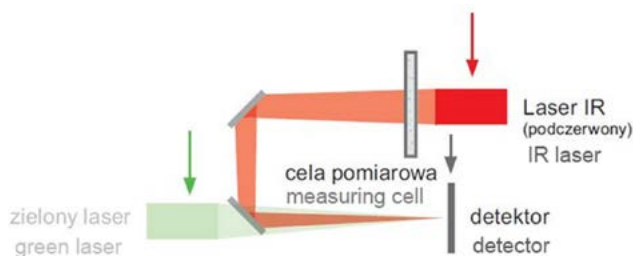
Ryc. 2. Zasada działania lasera HELOS Laser Sensor [9]

Fig. 2. Principle of operating of the HELOS Laser Sensor [9]

3.4. ANALYSETTE 22 MicroTec plus

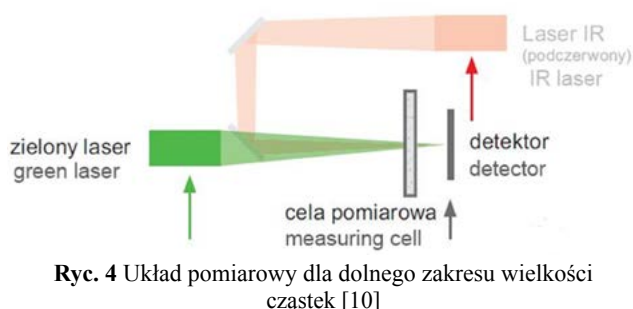
Do badań z użyciem laserowej metody pomiaru cząstek wykorzystano miernik ANALYSETTE 22 MicroTec plus firmy Fritsch (Niemcy) o zakresie pomiarowym 0,08 2000 μm . Urządzenie zbudowane jest z półprzewodnikowego lasera zielonego oraz lasera podczerwonego. Załamanie długofalowego czerwonego strumienia laserowego umożliwia uzyskanie dokładności pomiarowej dla dużych cząstek. W przypadku przejścia do pomiaru drobnych cząstek następuje przesunięcie detektora krótkofalowego zielonego strumienia laserowego i źródła światła laserowego – cała pomiarowa pozostaje w miejscu (ryc. 3, ryc. 4). Oba lasery można automatycznie i niezależnie od siebie optymalnie ustawiać poprzez poprzeczne przesunięcie.

Badania z wykorzystaniem miernika ANALYSETTE 22 MicroTec plus wykonano, posługując się zasadą dyfrakcji laserowej – fizyczną zasadą elektromagnetycznego rozpraszania się fal podczas analizy wielkości cząstek po ich dostarczeniu do analizatora. Podczas badania analizowana cząstka jest oświetlana strumieniem lasera. Przez częściowe odchylenie światła laserowego powstaje charakterystyczny pierścieniowy rozkład intensywności, który jest mierzony przez detektor. Na podstawie odległości pomiędzy pierścieniami obliczana jest wielkość cząstki. Małe cząstki wytwarzają pierścienie szeroko rozstawione, duże natomiast wytwarzają pierścienie leżące ciasno obok siebie. ANALYSETTE 22 MicroTec jest przeznaczony do analizy procesu na sucho cząstek stałych w strumieniu powietrza bądź na mokro w postaci zawiesiny w zamkniętym obiegu cieczy pomiarowej [10]. Badania proszku gaśniczego zostały wykonane metodą na mokro, jako nośnika badanego materiału użyto izopropanolu.



Ryc. 3. Układ pomiarowy dla górnego zakresu wielkości cząstek [9]

Fig. 3. Measurement system for the lower particle size range [9]



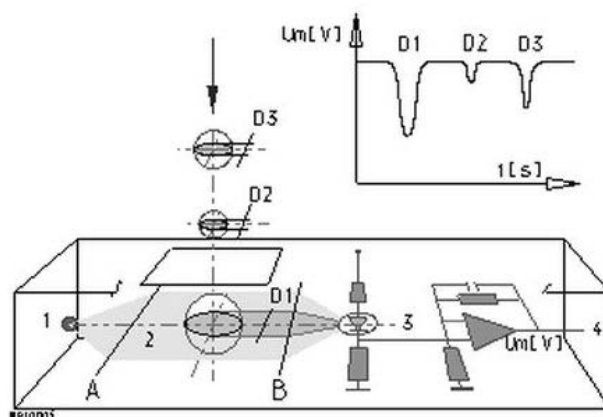
Ryc. 4 Układ pomiarowy dla dolnego zakresu wielkości cząstek [10]

Fig. 4 Measurement system for the upper particle size range [10]

3.5. Analizator IPS UA

Optyczno-elektroniczna metoda pomiarowa stosowana przez firmę Kamika (Polska) wykorzystuje sposób liczenia i mierzenia ziaren w równoległej wiązce promieniowania. W tej metodzie można stosować dowolne źródła promieniowania, a przestrzeń pomiarowa jest ograniczona tylko konstrukcją układów optycznych. Taki sposób pomiaru uziarnienia może zastąpić pomiar z wykorzystaniem sit mechanicznych, symulując ich postać i dając tożsame wyniki [4].

Do dozowania materiałów ziarnistych w tej metodzie używa się głównie powietrza, w przypadku zawiesin można używać wody lub roztworów wodnych. Na ryc. 5 przedstawiono czujnik pomiarowy, składający się ze źródła promieniowania (1) (fotodiody emitująca światło w zakresie bliskiej podczerwieni), które oświetla układ optyczny A, formujący równoległą wiązkę światła (2) ograniczoną szczeliną o grubości do kilkuset μm . Wiązka światła (2) aż do układu optycznego B tworzy przestrzeń pomiarową. Układ optyczny B ogniskuje wiązkę na fotoelemencie (3). Gdy w przestrzeni pomiarowej brak jakichkolwiek cząstek, to na wyjściu (4) z przedwzmacniacza płynie prąd stały wynikający z oświetlenia fotodiody. Gdy w przestrzeni pomiarowej pojawią się cząstki porównywalne lub większe od grubości szczeliny, to na skutek rozproszenia światła następuje zmiana napięcia na wyjściu (4) w postaci impulsu. Dla cząstek submikronowych zjawisko rozpraszania światła zostaje zmodyfikowane przez zjawisko dyfrakcji. W przestrzeni pomiarowej ze względu na przepływ powietrza lub wody ziarno jest jednoznacznie usytuowane i zawsze porusza się swym najmniejszym wymiarem i zawsze porusza się wzdłuż kierunku ruchu [4].



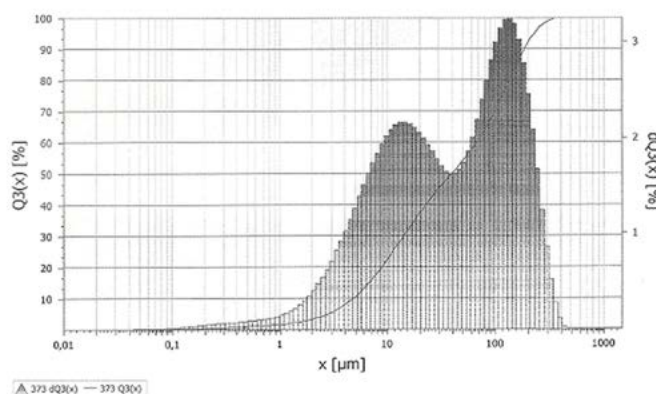
Ryc. 5. Pomiar w równoległej wiązce promieniowania [4]

Fig. 5. Measurement in parallel beam [4]

Zasada pomiaru w równoległej wiązce promieniowania polega na utworzeniu dużych płaszczyzn pomiarowych o jednakowej czułości w każdym ich punkcie, ograniczonych tylko rozstawieniem i średnicą układów optycznych. Cząstka przechodząca przez płaszczyznę pomiarową wywołuje rozproszenie strumienia promieniowania proporcjonalne do wymiaru cząstki [4].

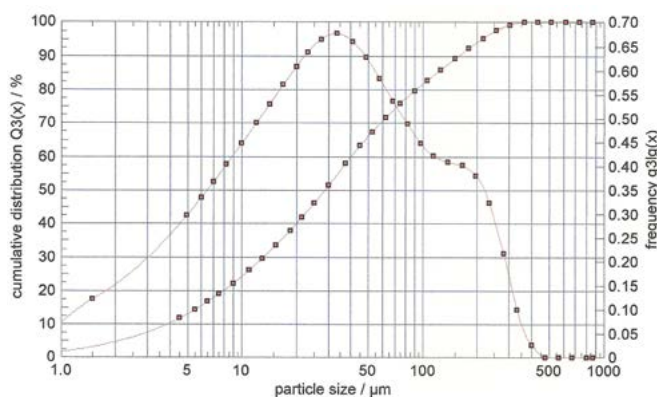
4. Wyniki i dyskusja

Przykładowy rozkład wielkości ziaren analizowanego proszku gaśniczego ABC metodą dyfrakcji laserowej przy zastosowaniu miernika ANALYSETTE 22 MicroTec plus, przedstawiono na ryc. 6. Na ryc. 7 przedstawiono rozkład wielkości ziaren proszku otrzymany za pomocą miernika HELOS, natomiast na ryc. 8 zaprezentowano rezultaty uzyskane za pomocą analizatora optyczno-elektronicznego IPS UA.



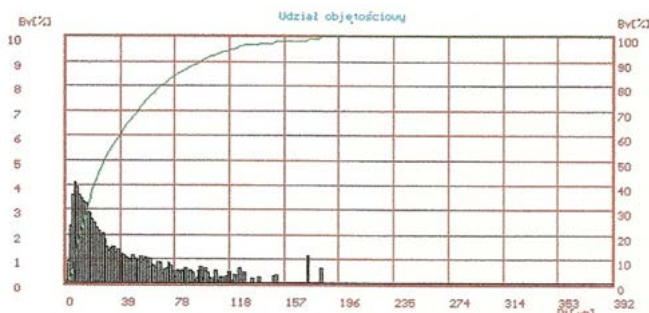
Ryc. 6. Rozkład wielkości ziaren proszku gaśniczego ABC otrzymany metodą dyfrakcji laserowej na mokro (analizator ANALYSETTE 22 MicroTec plus); Q3 – objętość sumaryczna, x – średnica ziarna

Fig. 6. Particle size distribution of extinguishing powder ABC obtained by laser diffraction method - wet dispersion (analyser ANALYSETTE 22 MicroTec plus); Q3 – cumulative distribution, x – particle size



Ryc. 7. Rozkład wielkości ziaren proszku gaśniczego ABC otrzymany metodą dyfrakcji laserowej na sucho (analyzer HELOS & RODOS)

Fig. 7. Particle size distribution of extinguishing powder ABC obtained by laser diffraction method - dry dispersion (analyser HELOS & RODOS)



Ryc. 8. Rozkład wielkości ziaren proszku gaśniczego ABC otrzymany metodą optyczno-elektroniczną (analyzer IPS UA); Bv – udział objętościowy, Di – średnica ziarna

Fig. 8. Particle size distribution of extinguishing powder ABC obtained by optical-electronic method (analyser IPS UA); Bv – volume participation, Di – particle size

Wyniki rozpatrywano dla trzech frakcji: $>40\ \mu\text{m}$, $>63\ \mu\text{m}$ i $>125\ \mu\text{m}$, zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 615 „Ochrona przeciwpożarowa. Środki gaśnicze. Wymagania techniczne dotyczące proszków (innych niż do gaszenia pożarów grupy D)” [11]. Takie wielkości ziaren są istotne ze względu na właściwości proszku gaśniczego, ponieważ na skuteczność proszku składa się nie tylko jego działanie na konkretny pożar, ale także takie cechy, które umożliwiają mu dotarcie do strefy spalania, m.in. struktura ziarnistości i kształt ziaren.

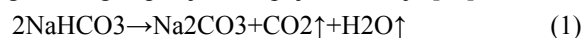
Ze względu na sposób zachowania się cząstek proszków w płomieniu można wyróżnić ich dwa rodzaje:

1. Cząstki niewykazujące zmian wielkości po wprowadzeniu do płomienia, (proszki tradycyjne – węglanowe, fosforanowe, chlorkowe, siarczanowe).
2. Cząstki rozpadające się w płomieniu z wytworzeniem submikronowych drobin ciała stałego, np. proszki mocznikowo-węglanowe.

Proszki rozpadające się w płomieniu zwiększają swą powierzchnię właściwą, co jest korzystne z punktu widzenia zarówno inhibicji heterofazowej, jak i homofazowej, dlatego są one znacznie skuteczniejsze niż proszki z grupy pierwszej. Po rozpadzie, w przypadku granicznych

go rozmiaru cząstki, takiego, że zapewnione jest całkowite odparowanie, różnice w skuteczności działania będą wynikały jedynie z różnic w łatwości pirolizy.

Przebieg reakcji rozkładu typowego składnika proszku gaśniczego opisują następujące reakcje [12]:

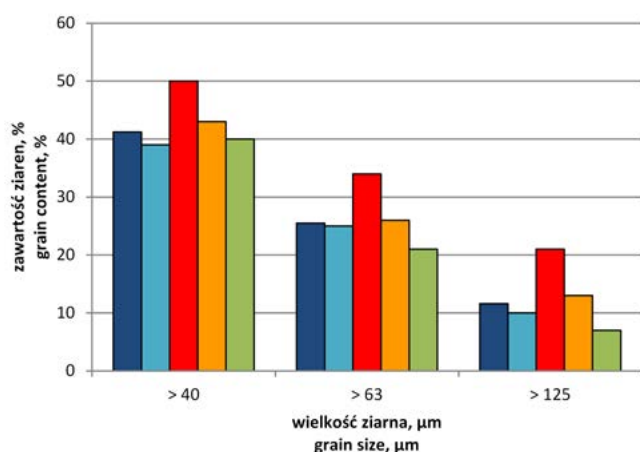


Przedstawione rozważania, co do mechanizmu działania gaśniczego proszków, wskazują na bardzo duży wpływ stopnia rozdrobnienia na skuteczność gaśniczą. Ze wzrostem stopnia rozdrobnienia wzrasta skuteczność gaśnicza zarówno z punktu widzenia inhibicji heterofazowej (większa powierzchnia inhibitora w jednostce objętości reagentów), jak i obu możliwych mechanizmów inhibicji homofazowej (zwiększa się powierzchnia wymiany ciepła, a zatem stopień odparowania i rozkładu). Z drugiej strony, nie można jednak dowolnie zwiększać stopnia rozdrobnienia proszków, gdyż wówczas pogarszają się jego walory użytkowe: odporność na zbrylanie, na działanie wilgoci, zdolność przepływu przez przewody instalacji [13], zasięg rzutu itp. Istnieje więc pewien optymalny skład granulometryczny, zapewniający dobre walory użytkowe, a jednocześnie dużą skuteczność gaśniczą. Niekorzystna jest obecność frakcji o średnicach poniżej $10\ \mu\text{m}$. Zazwyczaj frakcja o średnicach od 20 do $60\ \mu\text{m}$ powinna stanowić $60\div 80\%$ wagi całości. Jednocześnie z punktu widzenia własności dynamicznych proszku (zdolność do transportu przewodami, zasięg rzutu) korzystna jest obecność $10\div 15\%$ frakcji o średnicach $100\div 200\ \mu\text{m}$ [14]. Podane zakresy wielkości cząstek mają jedynie charakter orientacyjny i zależnie od składu chemicznego i struktury proszku mogą ulegać znacznym wahaniom. Te najważniejsze parametry wpływające na zdolność proszku do transportu w fazie fluidalnej powinny być niezmiennie w czasie.

Na ryc. 9 przedstawiono porównanie wyników pomiarów wielkości ziaren wykonanych różnymi metodami.

Na podstawie przeprowadzonych badań potwierdzono rozbieżności wyników pomiędzy zastosowanymi metodami. Różnice w otrzymanych rezultatach pomiarów wynikają z zastosowania metod, które wykorzystują różne właściwości badanego materiału. Przy zastosowaniu metody sitowej, na powierzchni sit oraz urządzeniu przesiewającym może pozostawać pewna niewielka ilość pyłu, która ma wpływ na wynik analizy (masę tej frakcji). W związku z tym należy dbać, aby do analizy zawsze używać czystych sit. Podczas przesiewania na sucho różnice powstają również w wyniku rozpylania najdrobniejszych frakcji podczas przesiewania. Dodatkowo podczas analizy sitowej istotny jest tylko jeden wymiar cząstek, czego konsekwencją jest zawyżanie udziału frakcji drobnej wskutek przechodzenia przez sito większych ziaren o kształcie np. wrzecionowatym. W rezultacie dla odmiennych kształtów

lub też poszczególnych frakcji ziaren otrzymuje się wyniki obarczone różnymi niepewnościami pomiaru.



Ryc. 9. Porównanie rozkładu wielkości ziaren proszku otrzymanych różnymi metodami pomiarowymi: przesiewacz powietrzny, laboratoryjny przesiewacz wibracyjny, metoda dyfrakcyjna na mokro, metoda dyfrakcyjna na sucho, metoda optyczno-elektroniczna

Fig. 9. Comparison of the powder particle size distribution obtained by different measurement methods: air jet sieve, vibratory sieve shaker, laser diffraction method – wet dispersion, laser diffraction method – dry dispersion, optical-electronic method

W analizie dyfrakcyjnej wielkość cząstek określana jest poprzez światło odbite od cząstki i gdy cząstka nie jest kulista, wynik pomiaru nie zawsze pokrywa się z wymiarem rzeczywistym. Wynik pomiaru zależy również od właściwości optycznych cząstki. Metoda opracowana została do cząstek kulistych, przezroczystych i jednorodnych [15], jednak teoretyczne i doświadczalne badania wykazały, że dla cząstek niesferycznych stosowanie teorii Mie może prowadzić do znacznych błędów, szczególnie przy dużych kątach rozpraszania [16]. Gdy wielkość cząstek jest znacznie większa niż długość fali padającego światła o współczynniku załamania znacząco różnym od otaczającego środowiska, większość światła rozproszona jest w kierunku do przodu pod małym kątem w stosunku do kierunku propagacji wiązki padającej. Przy takich warunkach, teoria dyfrakcji Fraunhofera odpowiednio opisuje rozpraszania zjawiska dla większości zastosowań [17, 18].

Na wynik analizy ma również wpływ fakt czy zastosowano metodę na sucho czy też na mokro. Substancje stosowane jako nośniki w metodzie na mokro mogą reagować z analizowanym materiałem, wpływając na wynik ostateczny analizy. W przypadku analizy przy zastosowaniu dyfrakcji laserowej na mokro (miernik ANALYSETTE 22 MicroTec) jako nośnika użyto izopropanolu, który może niszczyć zabezpieczenie hydrofobowe proszku gaśniczego, zmieniając właściwości i strukturę analizowanego medium, a w konsekwencji otrzymane wyniki nie będą odzwierciedlać rzeczywistej wielkości ziaren proszku.

Również różny sposób przygotowania próbek do analiz może odgrywać rolę w zróżnicowaniu wyników. Do analizy metodą dyfrakcji laserowej używa się stosunkowo

niewielkiej ilości badanego materiału (ok. 1 g). Tak mała próbka może nie być reprezentatywna w stosunku do całej partii materiału. W przypadku dyfrakcji laserowej dodatkowo niewielka ilość najmniejszego ziarna może być pomijana ze względu na to, że pierścienie dyfrakcyjne tej frakcji mogą być poza detektorem urządzenia [2].

Ważnym elementem urządzeń optycznych do pomiaru składu ziarnowego materiałów jest źródło światła. Długość fali promieniowania diod laserowych i emitujących bliską podczerwień są zbliżone do siebie (600-900 nm). Dla układów pomiarowych wykorzystujących optykę geometryczną wymagana jest jednorodność natężenia strumienia promieniowania, ponieważ to zapewnia jednorodną czułość w danym obszarze pomiarowym. Trudno jest uzyskać laserowy strumień promieniowania o jednakowym natężeniu w każdym jego punkcie. Pomiar cząstki w różnym miejscu szczeliny metodą światła rozproszonego daje różne wyniki pomiarów. W związku z tym przy użyciu dyfrakcji laserowej wyniki mogą się różnić. Wynika to z geometrii promieniowania diody laserowej oraz ustawienia diody względem szczeliny. Promieniowanie diod IR jest bardziej równomierne niż diod laserowych [4].

5. Podsumowanie

Tradycyjne metody analiz granulometrycznych są powoli wypierane przez metody elektroniczne np. dyfrakcji laserowej. Zaletami analizy składu ziarnowego z wykorzystaniem metod optycznych są bardzo krótkie czasy pomiaru, automatyzacja pomiaru, wysoka precyzja oraz powtarzalność procesu.

Przeprowadzone badania wykazały, że stosowane metody pomiarowe dotyczące wielkości ziarna mają wiele ograniczeń i zakres ich stosowania jest bardzo selektywny. Porównywanie danych z różnych metod jest w wielu przypadkach niemożliwe ze względu na błędy, jakimi każda z nich może być obciążona. Porównanie wyników otrzymanych różnymi metodami może mieć jedynie charakter orientacyjny.

W wielu przypadkach zastosowanie konkretnej metody wynika ze względów ekonomicznych. Gdy wyniki muszą być uzyskane w bardzo krótkim czasie i badań wykonuje się dużo, opłacalne jest wykorzystywanie szybkich, chociaż drogiej aparatury.

Nowoczesne proszki gaśnicze powinny charakteryzować się wysoką efektywnością gaśniczą wynikającą z właściwości chemicznych oraz stopnia rozdrobnienia materiału. Optymalny skład granulometryczny każdego proszku może być więc nieco inny.

Obecność ziaren o rozwiniętej powierzchni jest korzystniejsza ze względu na szybki przebieg reakcji inhibujących, natomiast mniej korzystna ze względu na większą zagęszczalność proszku, co ma istotne znaczenie podczas transportu proszku wewnątrz urządzenia gaśniczego.

Kształt ziaren wynika przede wszystkim ze składu chemicznego proszku wymuszającego określoną budowę krystalograficzną ziaren oraz przebiegu procesu technologicznego, w którym drobiny są wytwarzane.

Literatura

1. Wilczkowski S., *Środki gaśnicze*, SA PSP, Kraków, 1999.
2. Płoskonka D., *Różnice w wynikach analiz uziarnienia przeprowadzonych różnymi metodami*, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania, Polska Akademia Nauk, Vol. 12, 2010, pp. 79-85.
3. Ryżak M., Walczak R. T., Niewczas J., *Porównanie rozkładu granulometrycznego cząstek glebowych metodą dyfrakcji laserowej i metodą sedymentacyjną*, „Acta Agrophysica” Vol. 4 Issue 2, 2004, pp. 509-518.
4. Kamińska D., Kamiński S., *Zastosowanie przyrządów KAMIKA do badania rozkładu wielkości cząstek pyłu węglowego i popiołu, jak również pomiaru zawartości pyłu w spalinach*, ASH - IV International Scientific and Practical Workshop, Moskwa, 2012.
5. PN-EN 2:1998/A1:2006P Podział pożarów.
6. Heuer M., Leschonski K., *Results obtained with a new Instrument for the Measurement of Particle Size Distributions from Diffraction Patterns*; Vol. 2, 1985, pp. 7-13.
7. Khanam T., Nurur Rahman M., Rajendran A., Kariwala V., Asundi A.K., *Accurate size measurement of needle-shaped particles using digital holography*, „Chemical Engineering Science”, Vol. 66 Issue 12, 2011, pp. 2699-2706.
8. <http://www.airjetsieve.com>, (27-03-2013 r.).
9. <http://www.sympatec.com>, (27-03-2013 r.).
10. Laserowe mierniki cząstek, materiały reklamowe firmy Fritsch.
11. PN-EN 615:2009E Ochrona przeciwpożarowa. Środki gaśnicze. Wymagania techniczne dotyczące proszków (innych niż do gaszenia pożarów grupy D).
12. Fu X., Huck D., Makein L., Armstrong B., Willen U., Freeman T., *Effect of particle shape and size on flow properties of lactose powders*, Particuology Vol. 10, 2012, pp. 203-208.
13. Andersson B., Blomqvist P., *Experimental study of thermal breakdown products from halogenated extinguishing agents*, Fire Safety Journal, Vol. 46 Issue 3, 2011, pp. 104-115.
14. Mizerski A., Sobolewski M., *Środki gaśnicze*, SGSP, Warszawa 1997.
15. Bech H., Leder A., *Simultaneous determination of particle size and refractive index by time-resolved Mie scattering*, Optik - International Journal for Light and Electron Optics, Vol. 121 Issue 20, 2010, pp. 1815-1823.
16. Kalashnikova O.V., Sokolik I.N., *Modeling the radiative properties of nonspherical soil-derived mineral aerosols*, Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer Vol. 87 Issue 2, 2004, pp. 137-166.
17. H.C. van de Hulst, *Light Scattering by Small Particles*, Wiley, New York (1969).
18. Hecht E., *Optics (2nd edn.)*, Addison-Wesley, Genève, 1987.

Badania wykonano w ramach działalności statutowej, nr tematu 035/BC/CNBOP-PIB/MNiSW/ 2013-2015.

dr inż. Joanna Rakowska ukończyła studia na Wydziale Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej. Stopień doktora nauk technicznych w zakresie technologii chemicznej uzyskała na Wydziale Technologii Chemicznej Politechniki Poznańskiej. Specjalność – technologia preparatów chemicznych stosowanych przez jednostki ratowniczo-gaśnicze. Zastępca kierownika w Zespole Laboratoriów Badań Chemicznych i Pożarowych CNBOP-PIB.

mgr inż. Katarzyna Radwan w roku 2007 ukończyła studia na Wydziale Matematyczno-Przyrodniczym (kierunek Chemia) Akademii Świętokrzyskiej w Kielcach. W CNBOP-PIB pracuje w Zespole Laboratoriów Badań Chemicznych i Pożarowych. Specjalność – technologia preparatów gaśniczych.

mgr inż. Zuzanna Ślosorz w roku 2011 ukończyła studia na Wydziale Technologii Chemicznej Politechniki Poznańskiej. W CNBOP-PIB w Zespole Laboratoriów Badań Chemicznych i Pożarowych zajmuje się badaniami środków powierzchniowo czynnych.

dr hab. **Ryszard SZCZYGIEL**, prof. nadzw. IBL¹
mgr inż. **Mirosław KWIATKOWSKI**¹
mgr inż. **Bartłomiej KOŁAKOWSKI**^{1,2}
dr inż. **Józef PIWNICKI**¹

Przyjęty/Accepted/Принят: 05.08.2013;
Zrecenzowany/Reviewed/Рецензирована: 26.05.2014;
Opublikowany/Published/Опубликована: 30.06.2014;

ZAGROŻENIE POŻAROWE LASU OD TRANSPORTU KOLEJOWEGO I OCENA EFEKTYWNOŚCI PASÓW PRZECIWPOŻAROWYCH³

Forest Fire Risk Related to the Railway Traffic and the Evaluation of Fire Breaks' Efficiency

Угроза возникновения лесного пожара от железнодорожного транспорта и оценка эффективности противопожарных полос

Abstrakt

Cel: Celem publikacji jest ocena zagrożenia pożarowego obszarów leśnych od transportu kolejowego oraz efektywności pasów przeciwpożarowych, wykonywanych zgodnie z aktualnymi przepisami prawnymi, służących do zatrzymania lub ograniczenia rozprzestrzeniania się ognia. Artykuł powstał na podstawie pracy badawczej BLP-352 „Analiza zagrożenia pożarowego lasu od transportu kolejowego, efektywność stosowania pasów przeciwpożarowych oraz propozycja modyfikacji istniejących pasów przeciwpożarowych przy liniach kolejowych” [1], finansowanej przez Dyрекcję Generalną Lasów Państwowych.

Wprowadzenie: Transport kolejowy stanowi istotne zagrożenie dla lasów położonych przy szlakach kolejowych. Urządzane pasy przeciwpożarowe, mające zabezpieczyć las przed rozprzestrzenianiem się ognia od linii kolejowej, nie stanowią skutecznej bariery zaporowej, gdyż największe pożary lasu (Nadleśnictwo: Potrzebowice, Kuźnia Raciborska i inne) spowodowane były przez kolej.

Metodologia: Badania oparto na analizach danych, dotyczących występowania pożarów lasu przy liniach kolejowych oraz urządzania i utrzymywania pasów przeciwpożarowych zebranych z Lasów Państwowych, Państwowej Straży Pożarnej, Polskich Kolei Państwowych i Instytutu Badawczego Leśnictwa.

Wnioski: Badania wykazały, że blisko 65% pasów zlokalizowanych jest na siedliskach borowych, najbardziej podatnych na pożary, 90% pasów wykonywanych jest w drzewostanach sosnowych, głównie w wieku powyżej 30 lat (81,8%). Najwięcej pożarów lasu powstało na siedliskach borowych (58,3%). Ponad 60% wszystkich pożarów powstawało w drzewostanach sosnowych. Najczęściej paliły się drzewostany w wieku od 30 do 60 lat (28%). Prowadzenie akcji gaśniczej w wypadku pożarów lasu przy liniach kolejowych jest znacznie utrudnione przede wszystkim ze względu na późne wykrycie ognia, utrudniony dojazd oraz inicjację spalania na znacznej długości. Zagrożenie pożarowe lasów położonych w sąsiedztwie linii kolejowych jest znacznie większe niż na pozostałych obszarach leśnych. Wizje terenowe jakości utrzymania pasów wykazują, że pasy nie zawsze są wykonywane, a szczególnie utrzymywane, zgodnie z obowiązującymi przepisami. Ponad 27% powstających pożarów przekroczyło pierwszą bruzdę pasa przeciwpożarowego, co oznacza, że obecny sposób jego wykonania nie zapewnia odpowiedniego zabezpieczenia dla przyległych terenów leśnych. Wynikiem pracy jest projekt modernizacji pasa przeciwpożarowego przy liniach kolejowych, którego rozwiązanie zostało uwzględnione w znowelizowanym rozporządzeniu Ministra Infrastruktury i Rozwoju.

Słowa kluczowe: transport kolejowy, zagrożenie pożarowe lasu, pas przeciwpożarowy, kategoria zagrożenia pożarowego lasu

Typ artykułu: oryginalny artykuł naukowy

¹ Instytut Badawczy Leśnictwa, Samodzielna Pracownia Ochrony Przeciwpożarowej Lasu, Sękocin Stary, ul. Braci Leśnej nr 3, 05-090 Raszyn / Forest Research Institute, Poland

² b.kolakowski@ibles.waw.pl

³ Procentowy wkład w powstanie artykułu / Percentage contribution to the article: R. Szczygieł – 35%, M. Kwiatkowski 35%, B. Kołakowski 20%, J. Piwnicki – 10%

Abstract

Aim: The aim of this paper is to evaluate the forest fire risk related to the railway transport and the effectiveness of fire breaks along the railway, made in accordance with the current legislation and designed to stop or limit the fire propagation. This article is based on the research BLP-352 "The analysis of the forest fire risk related to the railway traffic, the fire breaks' efficiency along the railway and the proposed modification of existing fire breaks' structure along the railway" [1], financed by the Directorate-General of the State Forests National Forest Holding.

Introduction: The railway transport causes a significant risk to the forest area along the railway. The current structure of fire breaks, aimed to protect the forest against the fire propagation does not constitute a sufficient barrier, because the largest forest fires (Forest District Potrzebowice, Kuźnia Raciborska and other) were caused by the railway.

Methodology: The study was based on the data analysis regarding the occurrence of forest fires along the railway, their arranging and maintaining. The data were collected from State Forests, State Fire Service, Polish State Railways and Forest Research Institute.

Results: The studies have shown that nearly 65% of the fire breaks are located in the coniferous stands, which are the most susceptible to the fires; 90% of the fire breaks are made in the pine stands, mostly over the age of 30 years (81.8%). The highest number of forest fires occurred in the coniferous stands (58.3%). Over 60% of all forest fires arose in the pine stands. Mostly, the forest fires occurred in the stands between 30 and 60 years of age (28%). The rescue actions during the forest fires are much more difficult along the railway due to the late detection of the fire, the initiation of the combustion process at the considerable distance and a difficult access to the fire. The forest fire risk along the railway is much higher comparing to the other forest area. According to the field studies regarding the quality of fire breaks, they are not always prepared and in particularly maintained in accordance with the existing legislation. More than 27% of the occurred forest fires have passed the first fire break, what means that the existing realization system does not provide the sufficient level of security to the adjacent forest areas.

Keywords: railway traffic, forest fire risk, fire break, forest fire risk category

Type of article: original scientific article

Аннотация

Цель: Целью публикации является оценка пожарной опасности лесных участков от железнодорожного транспорта и эффективности противопожарных полос, подготовленных согласно действующим правовым актам, предназначенным для задержки или ограничения распространения огня. Статья была разработана на основе исследовательской работы BLP-352 „Анализ угрозы возникновения лесных пожаров от железнодорожного транспорта, эффективность использования противопожарных полос и предложение модификации существующих противопожарных полос вблизи железных дорог” [1], финансирующей Генеральной Дирекцией Государственных Лесов.

Введение: Железнодорожный транспорт является серьезной угрозой для лесов, расположенных вблизи железных дорог. Приготовленные противопожарные полосы, которые должны защищать лес от распространения огня от железнодорожной линии, не являются эффективным препятствующим барьером, поэтому самые большие пожары лесов (лесоводство: Потшебовице, Кузня-Рациборска и др.) были вызваны именно железнодорожным транспортом.

Методология: Исследования были основаны на анализе данных, касающихся возникновения пожаров леса вблизи железных дорог, а также приготовления и содержания противопожарных полос, собранных из Государственных Лесов, Государственной Пожарной Службы, Польских Государственных Железных Дорог и Исследовательского Института Лесоводства.

Выводы: Исследования показали, что почти 65% полос, расположенных в лесной роше есть наиболее восприимчивы к пожарам, 90% полос приготовленных в сосновом лесонасаждении, как правило есть старше 30 лет (81,8%). Наибольшее количество лесных пожаров возникло в лесных рошах (58,3%). Свыше 60% всех пожаров возникло в сосновом лесонасаждении. Чаше всего горели лесонасаждения, в возрасте от 30 до 60 лет (28%). Проведение тушения пожара, в случае возгорания леса при железной дороге есть тем более трудным, прежде всего в связи с поздним обнаружением пожара, проблематическим доездом, а также возгоранием леса на большой протяженности (вдоль железных путей). Опасность возгорания лесов, расположенных вблизи от железнодорожных линий на много больше, чем на остальных лесных участках. Территориальные исследования качества содержания полос указывают на то, что полосы не всегда готовятся, и особенно не всегда содержатся в соответствии с действующим законом. Свыше 27% возникающих пожаров перешагнуло первую борозду противопожарной полосы. Это значит, что существующий метод изготовления полос не обеспечит соответствующей защиты соседних лесных территорий. Результатом работы стал проект модернизации противопожарных полос возле железных дорог, реализация которого была учтена в новом распоряжении Министра Инфраструктуры и Развития.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, угроза возникновения лесного пожара, противопожарная полоса, категория угрозы возникновения лесного пожара

Вид статьи: оригинальная научная работа

1. Wstęp

Transport kolejowy, mimo postępu technicznego, wciąż stwarza istotne zagrożenie pożarowe dla obszarów leśnych. Co prawda w okresie ostatniego trzydziestolecia⁴ obserwowany jest trend zmniejszania się liczby pożarów przy liniach kolejowych (w latach 1981-1990 transport kolejowy był przyczyną 5,92% pożarów, w latach 1991-

2000 – 2,1%, a w latach 2001-2010 – 0,81% wszystkich notowanych pożarów), to największe katastrofalne pożary lasu powstały przy liniach kolejowych (Nadleśnictwa: Rudy Raciborskie – 9060 ha i Potrzebowice – 5130 ha). Wśród ustalonych przyczyn pożarów te, które powstały od transportu kolejowego, plasują się na siódmym miejscu na dziewięć ujętych w statystycznej klasyfikacji. Często porównywana przyczyna – transport drogowy – stanowiła w latach 2001-2010 powód 0,34% pożarów lasu,

⁴ Dane statystyczne Instytutu Badawczego Leśnictwa.

czyli ponad dwukrotnie mniej niż pożarów powstałych od transportu kolejowego.

Według badań Centrum Naukowo-Technicznego Kolejnictwa [2] ponad 90% pożarów lasu wynikało z iskrzenia klocków hamulcowych podczas hamowania, bądź wskutek ich zatarcia. W takiej sytuacji, gdy dochodzi do powstania zarzewia pożaru, rolę pasywnego zabezpieczenia przeciwpożarowego pełni pas przeciwpożarowy, wykonany wzdłuż linii kolejowej, którego zadaniem jest uniemożliwienie bądź ograniczenie możliwości przeniesienia się ognia na przyległy obszar lasu. Ten sposób zabezpieczenia przeciwpożarowego lasów od transportu kolejowego znany jest od połowy XIX wieku i z pewnymi modyfikacjami stosowany jest obecnie i nie tylko w Polsce. Odpowiednio urządzony i utrzymany pas przeciwpożarowy jest w stanie zapobiec rozprzestrzenianiu się pożaru oraz ograniczyć jego prędkość i powierzchnię.

W trakcie prac nad nowelizacją rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 21 kwietnia 2006 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz.U. 2010 nr 109, poz. 719) [3] ministerstwo infrastruktury zgłosiło odstąpienie od wykonywania pasów przeciwpożarowych wzdłuż linii kolejowych. To między innymi stało się przesłanką podjęcia badań, które zmierzały do oceny zagrożenia pożarowego lasu od transportu kolejowego i skuteczności zabezpieczenia przeciwpożarowego w postaci pasów wykonywanych przy liniach kolejowych. Badania podyktowane były także brakiem pełnego rozeznania, co do występowania pożarów lasu związanych z transportem kolejowym, dotyczącego nie tylko liczby powstałych pożarów i ich powierzchni, ale także tendencji kształtowania się zagrożenia pożarowego, przestrzennego występowania pożarów w stosunku do pasów przeciwpożarowych, oceny ich skuteczności w wypadku powstania pożaru, kosztów wykonania i utrzymania pasów. Dokonano także analizy występowania pożarów w zależności od czynników siedliskowo-drzewostanowych.

Uzyskanie wiarygodnych i kompletnych danych miało dać podstawy do oceny działań, dotyczących zabezpieczenia lasu przed pożarami i jego adekwatności do istniejącego zagrożenia ze strony transportu kolejowego oraz ewentualnych propozycji zmian.

2. Materiały i metody

W badaniach wykorzystano informacje dotyczące występowania pożarów przy liniach kolejowych oraz urządzania i utrzymania pasów z Lasów Państwowych, Państwowej Straży Pożarnej, Polskich Kolei Państwowych i Instytutu Badawczego Leśnictwa.

Źródła tych informacji to:

- informacje z ankiet o obowiązujących zasadach zabezpieczenia przeciwpożarowego przy liniach kolejowych w Europie i analiza stanu prawnego w Polsce,
- dane ankietowe z 314 nadleśnictw z lat 2000–2010,
- dane z systemu ewidencji zdarzeń Państwowej Straży Pożarnej (EWID), z lat 2006–2010,
- dane z Polskich Kolei Państwowych Polskie Linie Kolejowe (PKP PLK) z lat 2002–2011,
- dane z wizji terenowych przeprowadzonych w wybranych nadleśnictwach.

Analiza zagrożenia pożarowego od transportu kolejowego oraz efektywności pasów przeciwpożarowych obejmowała następujące etapy.

Pierwszym etapem analizy była ocena warunków wykonywania pasów. Składała się ona z analizy wyników ankiet i oceny wykonywania pasów w terenie. Podstawą oceny lokalizacji pasów przeciwpożarowych utrzymywanych przy liniach kolejowych były dane pozyskane w badaniach ankietowych z nadleśnictw w roku 2010, zawierające informacje o wszystkich pasach przeciwpożarowych utrzymywanych przy liniach kolejowych na terenie kraju. W etapie tym dokonano także przeglądu istniejących sposobów urządzania pasów przeciwpożarowych w państwach europejskich i Polsce.

W drugim etapie zweryfikowano hipotezę, że lasy położone przy liniach kolejowych są w większym stopniu zagrożone przez pożary, w porównaniu do pozostałych lasów. Weryfikację oparto na analizie gęstości występowania pożarów oraz średniej wielkości jednego pożaru. W tym celu wyliczono gęstość występowania pożarów oraz średnią powierzchnię przypadającą na pojedynczy pożar przy liniach kolejowych w latach 2000–2009, na podstawie danych uzyskanych z badań ankietowych. Porównano je z danymi dotyczącymi pozostałych lasów, z tego samego okresu

Trzecim etapem była szczegółowa analiza występowania pożarów przy liniach kolejowych przeprowadzona według liczby pożarów, powierzchni spalonej, przyczyn, miejsc powstawania i rodzaju pożaru. Ponieważ z systemu informatycznego Państwowej Straży Pożarnej (EWID) pozyskano wyłącznie dane dla pożarów powstałych wskutek dwóch przyczyn (wady środków transportu – kod 26, nieprawidłowa eksploatacja środków transportu – kod 27), analizę dotyczącą przyczyn powstawania pożarów wykonano na podstawie danych z Lasów Państwowych z lat 2007–2010, które dostępne są w Krajowym Systemie Informacji o Pożarach Lasu.

Czwartym etapem analizy była ocena skuteczności pasów przeciwpożarowych w ograniczeniu rozprzestrzeniania się pożarów lasu. Uwzględniła ona liczbę pożarów powstałych przed pierwszą bruzdą, które te bruzdy przekroczyły, liczbę pożarów powstałych pomiędzy bruzdami, które przekroczyły drugą bruzdę oraz liczbę pożarów, które przekroczyły obie bruzdy. Analizy te zostały przeprowadzone przy uwzględnieniu siedliskowych typów lasu, wieku drzewostanów i gatunków panujących.

3. Wyniki

3.1. Stan prawny przeciwpożarowego zabezpieczenia lasów wzdłuż linii kolejowych w Polsce

3.1.1. Stan obecny w Polsce

Zgodnie z obowiązującymi w Polsce aktami prawnymi zarządcy i przewoźnicy kolejowi oraz użytkownicy bocznic kolejowych są zobowiązani spełniać warunki techniczne i organizacyjne zapewniające ochronę przeciwpożarową i ochronę środowiska (art.17. pkt 1.3 ustawy z dnia 28 marca 2003 r. o transporcie kolejowym –

Dz. U. 2003 nr 86 poz. 789). Zasady wykonywania pasów przy liniach kolejowych reguluje rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 roku w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. nr 109, poz. 719) oraz rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 7 sierpnia 2008 r. w sprawie wymagań w zakresie odległości i warunków dopuszczających usytuowanie drzew i krzewów, elementów ochrony akustycznej i wykonywania robót ziemnych w sąsiedztwie linii kolejowej, a także sposobu urządzania i utrzymywania zasłon odśnieżnych oraz pasów przeciwpożarowych (Dz. U. 2008 nr 153 poz. 955). Zgodnie z tymi przepisami, przy liniach kolejowych, na których prowadzony jest ruch, wykonywany jest pas przeciwpożarowy w formie dwóch pasów gruntu o szerokości co najmniej 2 m, oddzielonych od siebie od 10 do 15 m i połączonych ze sobą co 25 do 50 m tej samej szerokości pasami poprzecznymi.

3.1.2. Zabezpieczenie lasów w Europie

Analizę dotyczącą wykonywania pasów przeciwpożarowych przy liniach kolejowych w poszczególnych krajach europejskich przeprowadzono na podstawie ankiet, które zostały rozesłane do wybranych służb i instytucji zajmujących się ochroną przeciwpożarową w Europie. W tabeli 1 przedstawiono skrótkowo odpowiedzi na ankietę, które uzyskano od 22 przedstawicieli zarówno zarządów lasów, zarządów kolejowych, jak i od instytucji naukowych. Kraje/regiony, które nie deklarowały wykonywania pasów przeciwpożarowych wzdłuż linii kolejowych biegnących przez obszary leśne, to: Austria, Bułgaria, Czechy, Niemcy (Landy: Badenia-Wirtembergia, Bawaria, Hesja, Nadrenia-Westfalia), Norwegia, Wielka Brytania oraz Szwecja. Respondenci uzasadniali to brakiem lub znikomym zagrożeniem pożarowym na tych terenach.

Z ankiet jednoznacznie wynika, że w zdecydowanej większości państw odpowiedzialność za zabezpieczanie terenów leśnych przed zagrożeniem pożarowym ze strony ruchu kolejowego spoczywa po stronie zarządów linii kolejowych. Odpowiedzialność ta jest uregulowana prawnie lub stanowi rodzaj umowy między zarządem linii kolejowych a zarządcą terenów leśnych (np. Turcja). Koszty tych zabiegów ponoszone są przez zarząd linii kolejowych lub są dzielone między zarząd kolei oraz zarząd lasów (Słowacja). Większość odpowiedzi uzyskanych od przedstawicieli landów niemieckich wskazywała na Deutsche Bahn AG, jako na przedmiot odpowiedzialny za zabezpieczenie przeciwpożarowe. W jednym tylko przypadku (Macklenburg-Vorpommern) całkowite koszty zabezpieczenia przeciwpożarowego lasów leżą tylko po stronie prywatnych właścicieli lub zarządców lasów.

Czynnikami determinującymi lokalizację pasów jest głównie nasilenie ruchu kolejowego oraz podatność terenów leśnych na rozprzestrzenianie się ognia. W przypadku Szwajcarii i Francji podkreślona została lokalizacja tzw. zapór iskrowych w miejscach, w których często dochodzi do hamowania pociągów (zjazdy ze wzniesień terenu, zakręty), co oczywiście pociąga za sobą zwiększone ryzyko iskrzenia z klocków hamulcowych. W Grecji, Rumunii, Portugalii oraz na Litwie pasy przeciwpożarowe

wykonuje się na całej długości szlaków kolejowych biegnących przez tereny leśne.

Jak wynika z informacji przedstawionych w rubryce dotyczącej metod i częstości odnawiania pasów, w większości odnawiane są one co najmniej raz w roku przed rozpoczęciem sezonu pożarowego (kwiecień-wrzesień). Niektórzy ankietowani deklarowali również powtarzanie tej czynności jesienią. Do głównych metod odnawiania pasów należy uprzętnienie roślinności z określonego obszaru, licząc od zewnętrznej krawędzi torów poprzez wykaszanie lub stosowanie środków chemicznych (herbicydów). Użycie środków chemicznych w celu przygotowania pasów zostało podkreślone w informacjach uzyskanych z Grecji oraz Hiszpanii. W ankietowanych krajach ocena skuteczności pasów przeciwpożarowych została określona w większości jako dobra i bardzo dobra.

3.2. Ocena wykonywania pasów przeciwpożarowych przy liniach kolejowych

Ocenę urzędzenia i utrzymania pasów oparto na danych z 1879 ankiet otrzymanych z nadleśnictw. Wynikało z nich, że łączna długość pasów przeciwpożarowych w Polsce w 2010 roku wynosiła 5926,6 km, a zdecydowana ich większość (90,4%) była utrzymywana przez PKP PLK. Lasy Państwowe utrzymywały 248,1 km pasów, a inne podmioty 322,3 km. Większość gruntów (66%), na których był usytuowany pas przeciwpożarowy, była w zarządzie Lasów Państwowych, 29% stanowiło własność PKP, a pozostałe (5%) było w zarządzie innych podmiotów. Koszt roczny utrzymania pasów w Lasach Państwowych wyniósł około 60 tysięcy złotych. Natomiast Spółka PKP Polskie Linie Kolejowe wydawała średnio rocznie około 2 mln złotych, z wyłączeniem roku 2011, kiedy ograniczono wykonywanie i odnawianie pasów. Wyniki analizy zakładania pasów przeciwpożarowych wzdłuż linii kolejowych w zależności od siedliskowego typu lasu, wieku i gatunku drzew, zaprezentowano w tabelach 2–4. Blisko 65% pasów zlokalizowanych jest na siedliskach borowych, najbardziej podatnych na pożary, 90% pasów wykonywanych jest w drzewostanach sosnowych, w wieku powyżej 30 lat (81,8%). Wizje terenowe, których celem była ocena sposobu i zgodności z przepisami urzędzenia i utrzymania pasów przeciwpożarowych przy liniach kolejowych, przeprowadzono w 67 wytypowanych lokalizacjach. Spośród nich 46 to miejsca, gdzie powstały pożary w obrębie linii kolejowej w 2010 roku. Pozostałe 21 wizji dokonano w miejscach przeciętnych dla całego odcinka pasa w nadleśnictwach, w których występowała znaczna liczba pożarów przy liniach kolejowych. Oceniając odległość pierwszej bruzdy od nasypu kolejowego, stwierdzono, że tylko w 48% przypadków była zgodna z przepisami. W 19% przypadków odległość ta była mniejsza, a w 33% większa. Zgodność odległości między bruzdami stwierdzono w 44% przypadków, w 14% odległość była mniejsza, w 42% większa. Szerokość bruzd była zapewniona w przypadku pierwszej w 84%, a w przypadku drugiej w 93%. W 7 miejscach wizji terenowych stwierdzono, że pasy nie były odnawiane w ciągu roku bądź dwóch lat.

Tabela 1.

Table 1.

Zestawienie sposobów wykonywania pasów przeciwpożarowych przy liniach kolejowych w wybranych krajach europejskich

Summary of the data regarding the fire breaks along the railway in selected European countries

Kraj / Region Country / Region	Podmiot odpowiedzialny / Responsible institution	Krótki opis pasa ppoż. / Fire break short description.	Lokalizacja pasa ppoż. / Fire break localization	Częstotliwość odnawiania oraz metoda / Frequency of renewal and methods	Podstawy prawne / Legal basis	Długość pasów / Fire break length [km]	Ocena przydatności / Evaluation of efficiency
Francja / France	Przedsiębiorstwo Kolejowe / Railway Company	Pas gruntu oczyszczony z roślinności krzewia- stej szerokości 7-20 m lub pas gruntu pozba- wiony wszelkiej roślinności o szerokości 2 m / Land strip without shrubs vegetation 7-20 m wide land strip without any type of vegetation 2 m wide	Wzdłuż wybranych linii kolejo- wych w zależności od warunków leśnych (głównie regiony basenu M. Śródziemnego) / Along the selected railway depending on the forest conditions (mainly Mediter- ranean Sea area)	Raz w roku, co 3-5 lat wycinka krzewów (chemizacja) / Once per year, chemical treatment and shrubs removal every 3-5 years	Francuski Kodeks Leśny / French Forest Code	600	Przeciętna / Average
Grecja / Greece	Przedsiębiorstwo Kolejowe / Railway Company	10 metrowy pas gruntu pozabawiony roślinno- ści (5 m w terenach górskich) / Land strip 10 m wide without vegetation (5 m in the mountain area)	Wzdłuż wszystkich linii kole- jowych / Along the all type of railway	Co 3 lata chemizacja po i przed wegetacyjną, wycinka / Che- mical treatment and cleaning every 3 years	Nie / No	2500	Bardzo dobra / Very good
Hiszpania / Spain	Zarządca Infrastruktury Kolejowej / Railway Company	Pas gruntu pozabawiony roślinności, szerokość 4-8 m / Land strip without vegetation, 4-8 m wide	Wzdłuż wybranych linii kolejo- wych w zależności od warunków leśnych i nasilenia ruchu kolejo- wego / Along the selected railway in order to forest conditions and intensity of the traffic	Dwa razy w roku, wiosną oczyszczanie mechaniczne i chemiczne, jesienią oczysz- czanie chemiczne / Twice per year, chemical and mechanical treatment in the Spring and chemical in Autumn	Rozporządzenia dot. Ruchu Kolejowego / Railway traffic decree	11900	Bardzo dobra / Very good
Litwa / Lithuania	Nasadzenia Ochronne Linii Kolejowych S.A. Ministerstwo Łączności / Railway Company, special department responsible for planting in the railway safety zones	• Zmineralizowany pas gruntu o szerokości 2-4 m / Mineralized land strips 2-4m wide • pasy drzew liściastych bez materiału palnego o szerokości 10-50 m / deciduous trees belts, no fuel, 10-50 m wide • pas drzew iglastych, bez podszyciu, gałęzie obcięte do wysokości 1.5 m / coniferous trees belt, no understory, branches pruned at 1.5 m height • Na siedliskach suchych urządzane są 2 pasy gruntu w odległości 5 m jeden od drugiego / On the very poor habitats there are 2 land strips, 5m from each	Wzdłuż wszystkich linii kolejowych / Along the all types of railway	Dwa razy w roku wiosną i jesienią / Twice per year, Spring and Autumn	Zasady Ochrony Prze- ciwpożarowej Lasu (7.04.1995) / Forest Fire Protection Rules (7.04.1995)	5500	Bardzo dobra / Very good
Niemcy/ Mecklen- burg-Vor- pommern / Germany	Właściciel lasu – w kosztach utrzymania pasów partycypuje Zarząd Kolei / Forest owner and Railway Company	Pasy gruntu zmineralizowany, szerokość 2 m, także pasy leśne o szerokości 100 m / Mineralized land strip 2 m wide, forest belts 100 m wide	15 m od torów / 15 m from the railway	Raz do roku bronowanie, oranie, ręczne oczyszczanie / Once per year, harrowing, manual cleaning	Dekret o ochronie ppoż. Mecklenburgii, 25.03.2008 / Fire protec- tion decree of Mecklem- burg, 25.03.2008	-	-

Kraj / Region Country / Region	Podmiot odpowiedzialny / Responsible institution	Krótki opis pasa ppoż. / Fire break short description.	Lokalizacja pasa ppoż. / Fire break localization	Częstotliwość odnawiania oraz metoda / Frequency of renewal and methods	Podstawy prawne / Legal basis	Długość pasów / Fire break length [km]	Ocena przydatności / Evaluation of efficiency
Niemcy/ Sachsen- -Anhalt / Germany	Państwowy Zakład Ochrony Lasów Pry- watnych i Usług Le- śnych / State Company for Protection&Service of Private Forests	Pasy gruntu 3-5 m szerokości, przebiegające 10-30 m od torów. / Land strips 3-5m wide, 10-30 m from the railway.	-	-	-	1300	-
Portugalia / Portuguese	Przedsiębiorstwo Kolejowe / Railway Company	Oczyszczony pas gruntu o szerokości 10 m od krawędzi zewnętrznego toru / Land strip, no vegetation, 10 m wide from the railway	Wzdłuż wszystkich linii kole- jowych / Along the all types of railway	Raz do roku / Once per year	Rozporządzenie 124/2006, 17/2009 / Decree 124/2006 and 17/2009	-	-
Rumunia / Romania	Przedsiębiorstwo Kole- jowe i właściciel lasu / Railway Company and forest owner	Pas gruntu o szerokości 5-10 m z usuniętą roślinnością / Land strip, no vegetation, 5-10 m wide	Wzdłuż wszystkich linii kole- jowych / Along the all types of railway	Dwa razy w roku wiosną i je- sienią / Twice per year, Spring and Autumn	Zasada zabezpieczania lasów przed pożarami, przepisy o ruchu kolejo- wym, zalesienia wzdłuż torów / Forest fire protection law, railway traffic law, regulation for afforestation along the railway	-	Bardzo dobra / Very good
Słowacja / Slovak Republic	Właściciel lasu oraz kolej / Forest owner and Railway Company	Pas gruntu oczyszczony z roślinności bezpo- średnio przylegający do torów, drugi pas w odległości powyżej 50 m od linii kolejowej z uprzątniętą roślinnością / Land strip, no vege- tation next to the railway, second land strip with no vegetation 5m, from the railway	-	-	Ustawa o lasach, nie ma specyficznej regulacji, jeśli chodzi o zabezpie- czanie lasów od torów kolejowych / Forest Act, no specific regulation for railway	-	-
Słowenia / Slovenia	Przedsiębiorstwo Kole- jowe - Menedžer ds. In- frastruktury Kolejowej / Railway Company, railway infrastructure manager	Pasy ppoż. to drogi leśne i szlaki położone w miejscach nasilenia pożarów lasów / Forest roads and strips located in the high intensity traffic spots	Wzdłuż wszystkich linii kole- jowych / Along the all types of railway	Dwa razy do roku stosowana jest chemizacja / Twice per year, chemical treatment	Regulamin Ochrony Lasu, Ustawa o Bez- pieczeństwie Ruchu Kolejowego/ Forest protection regulations, Railway Traffic Act	-	Przeciętna / Average
Szwajcaria/ Switzerland	Przedsiębiorstwo Kolejowe / Railway Company	W miejscach nasilenia hamowania (wzniesienia terenów) ustawiane są ekrany (zapory) przeciw- pożarowe, pas gruntu między zaporą a torami jest pozabawiony roślinności / Fire screens are located in the most risky zone (hills, slowdown sections), land strips between screen and rail- way without vegetation	Wzdłuż wybranych linii kolejo- wych, w zależności od warunków leśnych i nasilenia ruchu kolejo- wego / Along the selected railway in order to forest conditions and intensity of the traffic	Raz do roku / Once per year	Tak / Yes	-	Bardzo dobra w połączeniu z zaporami / Very good together with fire screens
Turcja / Turkey	Przedsiębiorstwo Kolejowe / Railway Company	Pas gruntu pozabawiony roślinności o szerokości 5 m / No vegetation land strip 5 m wide	Wzdłuż wybranych linii kolejo- wych, w zależności od warunków leśnych i nasilenia ruchu kolejo- wego / Along the selected railway in order to forest conditions and intensity of the traffic	Raz do roku / Once per year	Umowa z Przedsiębior- stwem Kolejowym / Agreement with Railway company	200	Dobra / Good

Tabela 2.

Długość pasów przeciwpożarowych
według siedliskowych typów lasu

Table 2.

Fire breaks length according to the forest habitat types

Siedliskowy typ lasu / Forest habitat type	Długość/ Length [km]	Udział/ Share [%]
BMśw	2093,4	35,6
Bs	20,3	0,3
Bśw	1509,3	25,6
Bw, BMw, Bb, BMb	297,3	5,0
Lł, Ol, OlJ, Lw	88,9	1,5
LMśw	1146,3	19,4
LMw, Lmb	202,8	3,4
Lśw	267,4	4,5
pozostałe / other	228,9	3,9
siedliska górskie / mountain	2,7	0,0
siedliska wyżynne / upland	47,8	0,8

Tabela 3.

Długość pasów przeciwpożarowych według gatunków
panujących

Table 3.

Fire breaks length according to the main species

Gatunek panujący / Main species	Długość/Length [km]	Udział/Share [%]
sosna / pine	5340,9	90,2
buk / beech	36,0	0,6
brzoza / birch	152,0	2,6
dąb / oak	189,9	3,2
jodła / fir	5,6	0,1
modrzew / larch	1,0	0,0
olsza / alder	31,2	0,5
świerk / spruce	42,7	0,7
pozostałe / other	127,3	2,1

Tabela 4.

Długość pasów przeciwpożarowych według
wieku drzewostanu głównego

Table 4.

Fire breaks length according to the age of main species

Wiek/Age	Długość/Length [km]	Udział/Share [%]
<30 lat / years	1072,8	18,2
30 – 60 lat / years	2300,1	39,1
>60 lat / years	2508,2	42,7

3.3. Występowanie pożarów lasu przy liniach kolejowych

W latach 2000–2009 na pasie gruntu szerokości 50 m przy liniach kolejowych powstało 599 pożarów o łącznej powierzchni 350,9 ha. W systemie ewidencji zdarzeń (EWID) Państwowej Straży Pożarnej zarejestrowano 757 pożarów, które wystąpiły przy liniach kolejowych w latach 2006–2010. Natomiast według danych PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. w latach 2002–2011 odnotowano 28 pożarów na powierzchni 84,19 ha. Uzyskane dane od PKP PLK pozostają w rażącej dysproporcji do danych Lasów Państwowych i Państwowej Straży Pożarnej. Prawdopodobnie wynikało to z instrukcji wewnętrznej PKP, że rejestrowano tylko te przypadki, w których pożar stanowił istotne zagrożenie i jego zaistnienie obciążało Zakłady Linii Kolejowych.

Ze względu na kompletność danych dalsze analizy prowadzono na podstawie informacji uzyskanych z Lasów Państwowych. Aby zweryfikować hipotezę twierdzącą, że lasy położone przy liniach kolejowych są w większym stopniu zagrożone przez pożary niż pozostałe obszary leśne, obliczono dla nich gęstość występowania pożarów, a także ich średnią powierzchnię z uwzględnieniem kategorii zagrożenia pożarowego lasu (kzpl). Wyniki przedstawione w tabeli 5 pokazują, że gęstość występowania pożarów przy liniach kolejowych (2,0 szt/1000 ha) była blisko trzykrotnie większa w porównaniu do lasów I i II kzpl (0,7 szt/1000 ha).

Przy porównaniu osobno gęstości w poszczególnych kategoriach zagrożenia pożarowego okazuje się, że na obszarach leśnych I kzpl jest ona ponad dwukrotnie większa przy liniach kolejowych w porównaniu do

Tabela 5.

Gęstość występowania pożarów i średnia powierzchnia pożaru według miejsca występowania pożaru lasu

Table 5.

Density of forest fires occurrence and average burnt area in the relation to localization of the forest fire

Miejsce występowania pożarów / Place of the fire occurrence	Kategoria zagrożenia pożarowego lasu / Forest fire risk category	Średnia roczna gęstość występowania pożarów / Average annual density of the fire occurrence [szt/1000 ha]	Średnia powierzchnia pożaru / Average burnt area [ha]
Obszary leśne zaliczane do I i II KZPL / I and II forest fire risk category	I	1,1	0,28
	II	0,3	0,32
	I i II	0,7	0,31
Obszary leśne przy liniach kolejowych / Forests area along the railway	I	2,5	0,65
	II	1,3	0,41
	I i II	2,0	0,59

pozostałych obszarów zaliczonych do tej kategorii. Natomiast na obszarach II kzpl różnica ta jest ponad czterokrotna. Gęstość występowania pożarów przy liniach kolejowych na obszarach zaliczonych do I kzpl była prawie dwukrotnie wyższa niż na obszarach zaliczonych do II kzpl. Przy ocenie średniej powierzchni jednego pożaru dla lasów położonych przy liniach kolejowych w porównaniu do pozostałych lasów zaliczonych do I i II kzpl widać, że przy liniach kolejowych jest ona blisko dwukrotnie większa.

3.4. Występowanie pożarów lasu przy liniach kolejowych w zależności od warunków drzewostanowych i wielkości powierzchni spalanej

Analizę występowania pożarów przy liniach kolejowych przeprowadzono w zależności od typu siedliskowego lasu (tabela 6), wieku drzewostanu (tabela 7) i gatunku panującego (tabela 8). W przypadku sześciu pożarów brak było pełnych danych, dlatego pożary te pominięto w analizie.

Najwięcej pożarów lasu powstało na siedliskach borowych (58,3%), w tym na borze mieszanym świeżym (BMśw) 29,5% i borze świeżym (Bśw) 22,6%. Na siedliskach lasowych wystąpiło 21,4% pożarów, w tym na siedlisku lasu mieszanego świeżego (LMśw) 14,5%.

Brak jest wyraźnego zróżnicowania łącznej liczby pożarów lasu pomiędzy wyróżnionymi przedziałami wiekowymi drzewostanu. Najwięcej pożarów (28%) powstało w drzewostanach w wieku od 30 do 60 lat.

Ponad 60% wszystkich pożarów powstawało w drzewostanach sosnowych, a następnie (na zbliżonym poziomie) w drzewostanach, w których głównym gatunkiem panującym były brzoza i dąb.

Przedstawione w powyższych tabelach dane pozwalają na stwierdzenie, że podatność lasów przy liniach kolejowych na występowanie pożarów charakteryzuje się pewną odmiennością w porównaniu do pozostałych lasów. Poza siedliskami „szczególnie palnymi” (Bs, Bśw, BMśw) uwagę zwraca znaczna podatność drzewostanów rosnących na siedliskach wilgotnych i bagiennych (Bw, BMw, Bb, BMb, Lł, Ol, OIj, Lw), co może wynikać z występowania na poboczach torowisk silnie rozwiniętej pokrywy trawiastej, która w czasie suszy czy okresów wiosenno-jesiennych stwarza duże zagrożenie pożarowe.

Wielkość powierzchni spalanej

Analizę przeprowadzono na podstawie danych uzyskanych z Lasów Państwowych dla 553 pożarów, gdyż pozostałe 46 pożarów nie rozprzestrzeniło się na las, obejmując swoim zasięgiem wyłącznie torowisko i dlatego je pominięto. Wyniki analizy zestawiono w tabeli 9.

Tabela 6.

Liczba pożarów lasu przy liniach kolejowych według siedliskowego typu lasu

Table 6.

Number of forest fires along the railway in the relation to the forest habitat type

Siedliskowy typ lasu / Forest habitat type	Pożary całkowite drzewostanu / Total forest fire		Pożary pokrywy gleby / Ground cover forest fire		Łącznie / Together	
	liczba / number	udział / share [%]	liczba / number	udział / share [%]	liczba / number	udział / share [%]
BMśw	38	50,0	139	26,9	177	29,8
Bs			3	0,6	3	0,5
Bśw	12	15,8	122	23,6	134	22,6
Bw, BMw, Bb, BMb	6	7,9	26	5,0	32	5,4
Lł, Ol, OIj, Lw	2	2,6	10	2,0	12	2,0
LMśw	10	13,1	76	14,7	86	14,5
LMw, LMb	4	5,3	8	1,5	12	2,0
Lśw	3	4,0	14	2,7	17	2,9
nieokreślony / undefined			116	22,7	116	19,6
wyżynny / upland	1	1,3	3	0,6	4	0,7

Tabela 7.

Liczba pożarów lasu przy liniach kolejowych według wieku drzewostanu głównego

Table 7.

Number of forest fires along the railway in the relation to main species age

Wiek drzewostanu głównego / Main species age	Pożary całkowite drzewostanu / Total forest fire		Pożary pokrywy gleby / Ground cover forest fire		Łącznie / Together	
	liczba / number	udział / share [%]	liczba / number	udział / share [%]	liczba / number	udział / share [%]
< 30 lat / years	52	68,4	102	19,7	154	26,0
30 – 60 lat / years	13	17,1	153	29,7	166	28,0
< 60 lat / years	6	7,9	131	25,3	137	23,1
różne / mixed	5	6,6	131	25,3	136	22,9

Tabela 8.

Liczba pożarów lasu przy liniach kolejowych według gatunku panującego

Table 8.

Number of forest fires along the railway in the relation to the main species

Gatunek panujący / Main species	Pożary całkowite drzewostanu / Total forest fire		Pożary pokrywogłęby / Ground cover forest fire		Łącznie / Together	
	liczba / number	udział / share [%]	liczba / number	udział / share [%]	liczba / number	udział / share [%]
sosna / pine	54	71,1	305	59,0	359	60,5
buk / beech	1	1,3	3	0,6	4	0,7
brzoza / birch	5	6,6	35	6,8	40	6,7
dąb / oak	6	7,9	30	5,8	36	6,1
jodła, modrzew /fir, larch	1	1,3	4	0,8	5	0,8
olsza / alder	2	2,6	9	1,7	11	1,9
świerk / spruce	2	2,6	5	1,0	7	1,2
pozostałe / other	5	6,6	126	24,3	131	22,1

Tabela 9.

Występowanie pożarów lasu przy liniach kolejowych według wielkości

Table 9.

Forest fire occurrence along the railway according to the size of the fire

Wielkość pożaru / Size	Liczba pożarów / Number of fires	Udział / Share [%]
zarodkowy / initial	299	54,1
mały / small	209	37,8
średni / medium	36	6,5
duży / large	9	1,6

Najwięcej zanotowano pożarów zarodkowych, których jednostkowa powierzchnia nie przekraczała 0,05 ha, a następnie małych (od 0,06 do 1 ha). Podobny był procent występowania pożarów zarodkowych i małych na pozostałych obszarach leśnych. Nie dotyczy to jednak pożarów dużych (od 10,1 do 100 ha), których przy liniach kolejowych powstało 1,6%, a w pozostałych lasach tylko 0,1%. Świadczy to o tym, że prawdopodobieństwo powstania dużego pożaru przy szlaku kolejowym jest znacznie większe.

Najczęstszą rozpoznaną przyczyną pożarów lasu przy liniach kolejowych według danych z Krajowego Systemu Informacji o Pożarach Lasu był transport kolejowy, który spowodował 39,9% wszystkich pożarów. W następnej kolejności były to: podpalenia (7,3%), nieostrożność dorosłych (5,2%), przerzuty z gruntów nieleśnych (1,6%) oraz awarie linii energetycznych i nieostrożność nieletnich po 0,5%. Nie udało się ustalić przyczyny w przypadku 44,6% ogółu pożarów. Zgółła odmienne dane podają PKP PLK, według których dominują podpalenia (39,3%), a kolejnymi są: zablokowane klocki hamulcowe (21,4%), iskry z komina lokomotywy, wady urządzeń elektrycznych i zaproszenie ognia od pociągu po 3,6%. Pożary, których przyczyn nie ustalono, stanowiły 28,5%.

3.5. Ocena skuteczności pasów przeciwpożarowych w ograniczeniu rozprzestrzeniania się pożarów lasu

Analizę skuteczności pasów przeciwpożarowych, wzdłuż linii kolejowych, w ograniczeniu rozprzestrzeniania się pożarów przeprowadzono na podstawie danych o 417 pożarach lasu uzyskanych z ankiet skierowanych do nadleśnictw.

W ocenie tej uwzględniono:

- liczbę pożarów powstałych przed pierwszą bruzdą, które tę bruzdę przekroczyły,
- liczbę pożarów, które przekroczyły obie bruzdy,
- liczbę pożarów powstałych pomiędzy bruzdami, które przekroczyły drugą bruzdę.

Wyniki uwzględniające warunki drzewostanowe przedstawiono w tabelach 10–12.

Przedstawione w tabeli 10 dane potwierdzają znacznie większe zagrożenie lasów przez pożary, na siedliskach żyzniejszych oraz wilgotnych. Są to miejsca, w których na niezalesionej części może występować bujnie rozwinięta pokrywa trawiasta i zapewne z tego powodu znacznie więcej pożarów przekroczyło pierwszą bruzdę.

Analizując skuteczność ograniczania rozprzestrzeniania się ognia przez pierwszą bruzdę w zależności od wieku drzewostanów (tabela 7), można stwierdzić, że jej skuteczność wzrasta wraz z wiekiem drzewostanu.

Natomiast podobnie jak przy ocenie przeprowadzonej z uwzględnieniem siedliskowych typów lasu sytuacja wygląda w wypadku gatunków panujących. W miejscach, w których rosną gatunki liściaste, (sprzyja to rozwojowi bujnej pokrywy trawiastej) znacznie więcej pożarów przekroczyło pierwszą bruzdę (tabela 12).

Z analizy zebranych danych wynika, że pierwszą bruzdę pasa przeciwpożarowego przekroczyło 27,3% wszystkich pożarów.

Kolejnym aspektem analizy danych była ocena skuteczności pierwszej bruzdy w zależności od miejsca powstania pożaru (tabela 13).

Tabela 10.

Liczba pożarów powstałych przed pierwszą bruzdą, które ją przekroczyły według siedliskowych typów lasu

Table 10.

Number of forest fires occurred before the first firebreak and which have passed the first fire break according to the forest habitat type

Siedliskowy typ lasu / Forest habitat type	Liczba pożarów, które przekroczyły pierwszą bruzdę / Number of fires which have passed the first fire break	Ogólna liczba pożarów / Total number of fires	Udział/ Share [%]
BMśw	33	112	29,5
Bs	2	2	100,0
Bśw	30	96	31,3
Bw, BMw, Bb, BMb	15	20	75,0
Lł, Ol, Oll, Lw	5	10	50,0
LMśw	14	55	25,5
LMw, Lmb	3	9	33,3
Lśw	4	9	44,4
nieokreślone / undefined	5	95	5,3
różne / mixed	2	7	28,6
wyżynne / upland	1	2	50,0
łącznie / together	114	417	27,3

Tabela 11.

Liczba pożarów powstałych przed pierwszą bruzdą, które ją przekroczyły według wieku drzewostanu głównego

Table 11.

Number of forest fires occurred before the first firebreak and which have passed the first fire break according to the main species age

Wiek drzewostanu głów- nego / Main species age	Liczba pożarów, które przekroczyły pierwszą bruzdę / Number of fires which have passed the first fire break	Ogólna liczba pożarów / Total num- ber of fires	Udział / Share [%]
<30lat / years	44	100	44,0
30–60 lat / years	40	121	33,1
>60lat / years	25	86	29,1
różne / mixed	5	110	4,5
łącznie / together	114	417	27,3

Tabela 12.

Liczba pożarów powstałych przed pierwszą bruzdą, które ją przekroczyły według gatunku panującego

Table 12.

Number of forest fires occurred before the first firebreak and which have passed the first fire break according to the main species

Gatunek panujący / Main species	Liczba pożarów, które przekroczyły pierwszą bruzdę / Number of fires which have passed the first fire break	Ogólna liczba pożarów / Total number of fires	Udział/ Share [%]
sosna / pine	74	239	31,0
buk / beech	2	2	100,0
brzoza / birch	9	27	33,3
dąb / oak	11	26	42,3
jodła / fir	1	1	100,0
modrzew / larch	1	1	100,0
olsza / alder	8	10	80,0
świerk / spruce	3	6	50,0
pozostałe / other	5	105	4,8
łącznie / together	114	417	27,3

Tabela 13.

Liczba pożarów, które rozprzestrzeniły się na las przez pierwszą bruzdę w zależności od miejsca ich powstania

Table 13.

Number of forest fires occurred before the first firebreak and which have passed the first fire break according to the place of the fire outbreak

Miejsca powstania pożaru / Place of fire the fire outbreak	Liczba pożarów, które przekroczyły pierwszą bruzdę / Number of fires which have passed the first fire break	Ogólna liczba pożarów / Total number of fires	Udział / Share [%]
Na linii kolejowej do granicy nasypu lub rowu / Between railway and railway bank	68	227	30,0
Od granicy nasypu lub rowu do pierwszej bruzdy / Between railway bank and first fire break	46	190	24,2

O blisko 6% było więcej pożarów, które przekroczyły pierwszą bruzdę w wypadku pożarów, od tych, które powstały w obrębie linii kolejowej (do granicy nasypu lub rowu) w porównaniu do pożarów, które powstały od granicy nasypu lub rowu do pierwszej bruzdy. Wynika to prawdopodobnie z tego, że czas swobodnego rozwoju tych pierwszych do momentu dotarcia do pierwszej bruzdy był dłuższy, w związku z czym osiągnęły one większą intensywność, co ułatwiło pokonanie przeszkody.

W wypadku pożarów, które przekroczyły obie bruzdy pasa, analizą objęto pożary powstałe przed pierwszą bruzdą, które tę bruzdę przekroczyły i oceniano, jaka ich część przekroczyła drugą bruzdę – tabele 14–16. Z pożarów, które przekroczyły pierwszą bruzdę, 22,8% rozprzestrzeniło się także poza drugą bruzdę. Rozprzestrzenianie się pożarów, które wystąpiły na żyzniejszych bądź wilgotnych siedliskach, w drzewostanach liściastych, było znacznie skuteczniej hamowane przez drugą bruzdę niż przez bruzdę pierwszą. Jest to prawdopodobnie związane ze znacznie słabiej rozwiniętą zielną pokrywą gleby we-

wnątrz drzewostanu w porównaniu do dobrze nasłonecznionej części przed pierwszą bruzdą. Rozpatrując wiek drzewostanu głównego, najmniej pożarów przekroczyło drugą bruzdę w drzewostanach w wieku 30–60 lat (tabela 15).

Według danych ankietowych tylko 98 pożarów powstało pomiędzy bruzdami, i tylko 1 pożar, który nastąpił w drzewostanie sosnowym w wieku >60 lat rosnącym na siedlisku BMśw, przekroczył drugą bruzdę, co stanowiło 3,8% wszystkich analizowanych przypadków.

Należy zwrócić uwagę, że prowadzenie akcji gaśniczej w przypadku pożarów lasu przy liniach kolejowych jest znacznie utrudnione przede wszystkim na późne wykrycie ognia, utrudniony dojazd oraz inicjację spalania na znacznej odległości. Z meldunków z systemu EWID Państwowej Straży Pożarnej wynikało, że zapalenie na odcinku od 100 do 500 m miało miejsce w 5,4% ogółu zdarzeń, na odcinku od 500 do 1000 m w 2,1%, a 7,3% przypadków odnotowano, gdy odcinek ten był dłuższy niż 1000 m.

Tabela 14.

Liczba pożarów powstałych przed pierwszą bruzdą, które przekroczyły drugą bruzdę według siedliskowych typów lasu

Table 14.

Number of forest fires occurred before the first firebreak and which have passed the second fire break according to forest habitat type

Siedliskowy typ lasu / Forest habitat type	Liczba pożarów, które przekroczyły drugą bruzdę / Number of fires which have passed the second fire break	Ogólna liczba pożarów / Total number of fires	Udział / Share [%]
BMśw	6	33	18,2
Bs		2	
Bśw	10	30	33,3
Bw, BMw, Bb, BMb	5	15	33,3
Lł, Ol, Olj, Lw		5	
LMśw	1	14	7,1
LMw, LMb	1	3	33,3
Lśw	2	4	50,0
nieokreślone / undefined		5	
różne / mixed	1	2	50,0
wyżynne / upland		1	
łącznie / together	26	114	22,8

Tabela 15.

Liczba pożarów powstałych przed pierwszą bruzdą, które przekroczyły drugą bruzdę według wieku drzewostanu głównego

Table 15.

Number of forest fires occurred before the first firebreak and which have passed the second fire break according to main species age

Wiek drzewostanu głównego / Main species age	Liczba pożarów, które przekroczyły drugą bruzdę / Number of fires which have passed the second fire break	Ogólna liczba pożarów / Total number of fires	Udział/ Share [%]
<30 lat / years	11	44	25,0
30–60 lat / years	3	40	7,5
>60 lat / years	11	25	44,0
różne / mixed	1	5	20,0
łącznie / together	26	114	22,8

Tabela 16.

Liczba pożarów powstałych przed pierwszą bruzdą, które przekroczyły drugą bruzdę według gatunku panującego

Table 16.

Number of forest fires occurred before the first firebreak and which have passed the second fire break according to the main species

Gatunek panujący / Main species	Liczba pożarów, które przekroczyły drugą bruzdę / Number of fires which have passed the second fire break	Ogólna liczba pożarów / Total number of fires	Udział/ Share [%]
sosna / pine	22	74	29,7
buk / beech	1	2	50,0
brzoza / birch	3	9	33,3
dąb / oak		11	
jodła / fir		1	
modrzew / larch		1	
olsza / alder		8	
świerk / spruce		3	
pozostałe / other		4	
łącznie / together	26	114	22,8

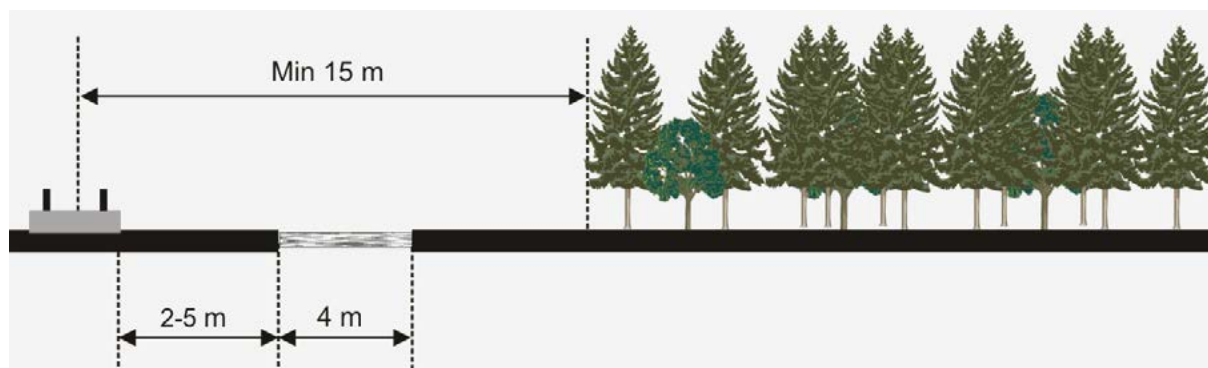
4. Podsumowanie

Przeprowadzone badania wykazały konieczność urządzania przy liniach kolejowych pasów przeciwpożarowych, które należy utrzymać w stanie zmniejszyć zagrożenie pożarowe sąsiadujących obszarów leśnych. Słuszność tego stwierdzenia potwierdza również fakt stosowania takiego sposobu zabezpieczenia w wielu krajach europejskich. Także i w tych, w których eksploatowany tabor kolejowy jest znacznie nowocześniejszy niż nasz krajowy i stwarza mniejsze ryzyko pożarowe. W większości państw, w których wykonywane są pasy przeciwpożarowe przy szlakach kolejowych, mają one formę zmineralizowanych, bądź pozbawionych roślinności pasów o szerokości od 2 do 20 metrów. Czynnikiem, który jest uwzględniany przy podejmowaniu decyzji o lokalizacji pasa, jest przede wszystkim nasilenie ruchu kolejowego, stan zagrożenia i podatność terenów leśnych na pożar. Pasy odnawiane są przynajmniej raz w roku przed sezonem palności lasów poprzez usunięcie roślinności metodą wykaszania lub stosowania środków chemicznych.

Wyniki badań wykazały, że ok. 54% pożarów lasów przy liniach kolejowych powstało przed pierwszą bruzdą pasa przeciwpożarowego, a 27% ją przekroczyło. Dla-

go zespół autorski, projektując modyfikację sposobu wykonywania pasów, kierował się przede wszystkim potrzebą zatrzymania lub ograniczenia rozprzestrzeniania się ognia przy stosunkowo małej intensywności spalania. Można to osiągnąć, gdy pas zaporowy będzie usytuowany możliwie blisko linii kolejowej, przez co ograniczony zostanie czas swobodnego rozwoju pożaru, zmniejszona zostanie ilość palnej biomasy i pas zmineralizowany będzie szerszy. Z tych względów proponowany pas przeciwpożarowy przy liniach kolejowych powinien mieć formę jednego zmineralizowanego pasa o szerokości co najmniej 4 metrów zakładanego możliwie najbliżej linii (ryc. 1). W sytuacji, gdy odcinek pasa dochodzi do drogi publicznej lub dojazdu pożarowego, zaleca się wykonywać go tak, aby mógł pełnić jednocześnie taką rolę. Pasy powinny być usytuowane w lasach, przez które przebiega linia kolejowa, zaliczonych do I i II kategorii zagrożenia pożarowego.

W przypadku modernizacji istniejącego pasa zaleca się wykorzystanie istniejącej pierwszej bruzdy, wykonując poszerzenie jej do wymaganej szerokości od strony torowiska, jeśli warunki terenowe na to pozwalają. W zawiązku z projektem modernizacji pasa przeciwpożar-



Ryc. 1. Schemat zmodyfikowanego pasa przeciwpożarowego przy linii kolejowej [1]

Fig. 1. Scheme of the modified fire break along the railway

rowego, zaakceptowanego przez zainteresowane strony, konieczna stała się zmiana dotychczas obowiązujących przepisów w uzgodnieniu właściwych ministrów nadzorujących kolej, lasy i ochronę przeciwpożarową. Nowelizacja przepisu została dokonana rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 15 marca 2013 r. (Dz.U. 2013 poz. 435) i następnie zmieniona rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 1 marca 2014 r. (Dz.U. 2014, poz. 403), które przesunęło okres wejścia przepisów w życie z 2014 na rok 2016.

Objaśnienie skrótów:

BMśw – bór mieszany świeży / *fresh mixed coniferous forest*

Bs – bór suchy / *dry coniferous forest*

Bśw – bór świeży / *fresh coniferous forest*

Bw – bór wilgotny / *moist coniferous forest*

BMw – bór mieszany wilgotny / *moist mixed coniferous forest*

Bb – bór bagienny / *bog coniferous forest*

BMb – bór mieszany bagienny / *bog mixed coniferous forest*

Ll – las łęgowy / *riparian forest*

Ol – ols / *alder forest*

OIJ – ols jesionowy / *alder-ash forest*

Lw – las wilgotny / *moist broadleaved forest*

LMśw – las mieszany świeży / *fresh mixed broadleaved forest*

LMw – las mieszany wilgotny / *moist mixed broadleaved forest*

LMb – las mieszany bagienny / *bog mixed broadleaved forest*

Lśw – las świeży / *fresh broadleaved forest*

Literatura

1. Kwiatkowski M., Szczygieł R., Kołakowski B., Piwnicki J., *Analiza zagrożenia pożarowego lasu od transportu kolejowego, efektywność stosowania pasów przeciwpożarowych oraz propozycja modyfikacji istniejących pasów przeciwpożarowych przy liniach kolejowych*, 2012, s. 77
2. *Zapobieganie pożarom przy trasach kolejowych*, Żurek S. i inni, Centrum Naukowo-Techniczne Kolejnictwa, 1995, s. 33
3. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 21 kwietnia 2006 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz.U. 2010 nr 109, poz. 719).

dr hab. Ryszard Szczygieł, prof. nadzw. IBL – wykształcenie pożarnicze i leśne sprawia, że zainteresowania zawodowe koncentrują się na problematyce ochrony przeciwpożarowej lasu, szczególnie modelowania pożaru lasu, pirolonii leśnej jak i gaszenia pożarów. Autor, bądź współautor 120 publikacji naukowych, 90 prac badawczych i kilkunastu wdrożeń rozwiązań technicznych i organizacyjnych w Lasach Państwowych.

dr inż. Józef Piwnicki – adiunkt w Samodzielnej Pracowni Ochrony Przeciwpożarowej Lasu Instytutu Badawczego Leśnictwa.

mgr inż. Mirosław Kwiatkowski – główny specjalista w Samodzielnej Pracowni Ochrony Przeciwpożarowej Lasu Instytutu Badawczego Leśnictwa, zaangażowany m.in. w prace nad prognozowaniem zagrożenia pożarowego oraz łączności w ochronie przeciwpożarowej lasu.

mgr inż. Bartłomiej Kołakowski – starszy technolog w Samodzielnej Pracowni Ochrony Przeciwpożarowej Lasu Instytutu Badawczego Leśnictwa.

dr inż. **Stefan WILCZKOWSKI¹****Przyjęty/Accepted/Принят:** 11.10.2013;**Zrecenzowany/Reviewed/Рецензирована:** 29.05.2014;**Opublikowany/Published/Опубликована:** 30.06.2014;

GASZENIE PROCESÓW SPALANIA KATALIZATORA METALOORGANICZNEGO PRZY UŻYCIU ZIEMI OKRZEMKOWEJ – DIATOMITU

Extinguishing Fires Of Organometallic Catalysts With Diatomaceous Earth – Diatomite

Тушение процессов горения металлоорганического катализатора с использованием инфузорной земли – диатомита

Abstrakt

Cel: Celem przeprowadzonych badań było znalezienie odpowiedniego środka gaśniczego i opracowanie skutecznego sposobu gaszenia łatwo zapalającego się i trudnego do ugaszenia, palącego się katalizatora metaloorganicznego. Problem powstał na jednej z wyższych uczelni warszawskich gdzie opracowano ten, konkretny katalizator. Bez opisanego sposobu gaszenia, opracowany katalizator nie mógł zostać dopuszczony do produkcji przemysłowej i do stosowania. Tradycyjnie środki gaśnicze nie były skuteczne i dlatego uczelnia zwróciła się o rozwiązanie problemu do stosownej jednostki naukowo-badawczej. W artykule opisano sposób przeprowadzonego eksperymentu badawczego i efekt końcowy w postaci skutecznego sposobu gaszenia.

Metody: Badania testowe przeprowadzono gasząc dostarczony przez uczelnię katalizator. Gaszono takimi środkami gaśniczymi jak: proszki gaśnicze typu „ABC” „BC, „M” i dwutlenek węgla. Zastosowano też do gaszenia materiały niekonwencjonalne takie jak piasek czy ziemię okrzemkową. Z powodów oczywistych nie stosowano pian gaśniczych i wody, gdyż woda powoduje gwałtowny samozapłon katalizatora. Dla celów poznawczych zastosowano halony.

Wyniki badań: W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że tradycyjne środki gaśnicze nie gaszą przedmiotowego katalizatora. Dwutlenek węgla tłumi płomień, jednak nie gasi testowego pożaru. Piasek nie gasi a palący się katalizator wypala do końca. Proszki gaśnicze i halony wzmagają płomienie.

Wnioski: Skutecznym środkiem gaśniczym okazał się diatomit, który wchłaniał palący się katalizator i trwale gasił testowy pożar. Inne środki gaśnicze nie likwidowały pożarów tego typu cieczy palnych. Jest to zarazem kolejny opisany sposób gaszenia pożarów po: inhibicji [1], schładzaniu strefy opalania i materiałów palących się, rozcieńczanie strefy spalania, gaszenia gazami obojętnymi, parą wodną, izolowania np. pianą gaśniczą materiałów palnych od strefy spalania [2] i gaszenia przy pomocy fal akustycznych o określonych parametrach technicznych [3], [4], [5].

Słowa kluczowe: wygaszanie płomieni, hamowanie procesów spalania, inhibicja, materiały porowate, diatomit

Typ artykułu: doniesienie wstępne

Abstract

Purpose: The purpose of the research was to find an appropriate extinguishing agent and develop an effective method of extinguishing the easily flammable and difficult to extinguish burning organometallic catalyst. The issue arose at the one of the Warsaw universities where the catalyst in question was developed. Without the description of extinguishing method, the developed catalyst could not be approved for industrial production and use. Traditional extinguishing techniques were not effective, thus the problem was referred to

¹ Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowarowej im. Józefa Tuliszkowskiego, Państwowy Instytut Badawczy, ul. Nadwiślańska 213, 05-420 Józefów k. Otwocka, Polska / Scientific and Research Centre for Fire Protection – National Research Institute, Poland; swilczkowski@cnbop.pl

the appropriate scientific and research institute with the request to solve it and identify an effective method of quenching the fire. The author described the methods applied in the research experiment and their net result – an effective extinguishing technique.

Methods: Testing experiments were carried out by the way of extinguishing provided by the university catalyst. The following agents were used to the attempts to extinguish fires: fire extinguishing powders – “ABC”, “BC”, “M” and carbon dioxide. In the course of the experiment unconventional extinguishing materials such as sand and diatomite were also applied. For obvious reasons, firefighting foams and water streams were not used, since water causes spontaneous self-ignition of the catalyst. The experiment also investigated the use of halon gases for cognitive purposes.

Results: In the course of the conducted research it was established that traditional extinguishing agents do not suppress the fire of the catalyst in question. Carbon dioxide smothers the flame but does not extinguish the test fire completely. The sand does not extinguish and the burning catalyst burns out, while dry powder and halon gases only strengthen the flames.

Conclusions: It was found that diatomite is an effective extinguishing agent. It absorbed the burning catalyst and permanently put out the test fire. Other extinguishing agents did not suppress the fires of this type of flammable liquids. This is another way to extinguish fires, other than inhibition, cooling the scorch zone and burning materials, dilution of the combustion zone, extinguishing with an inert gas, water vapour, isolation of flammable materials from the combustion zone with for example foam and extinguishing with the help of acoustic waves having specific technical parameters.

Keywords: extinguishing of flames, suppression of combustion processes, inhibition, porous materials.

Type of article: short scientific report

Аннотация

Цель: Целью проведенных исследований был: поиск подходящего огнетушащего средства и разработка эффективного метода тушения легковоспламеняющегося и сложного для тушения горящего металлоорганического катализатора. Проблема возникла в одном из Варшавских высших учебных заведений, где был разработан этот конкретный катализатор. Без описанного метода тушения разработанный катализатор не мог быть допущен для промышленного производства и пользования. Традиционные гасящие средства не были эффективны и поэтому, чтобы решить проблему, представители вуза обратились в соответствующий научно-исследовательский институт. В статье описан метод проведенного исследовательского эксперимента и окончательный результат, как эффективный способ пожаротушения.

Методы: Тестовые исследования заключались в тушении катализатора предоставленного институтом. Гасили такими огнетушительными средствами как: порошок „ABC”, „BC”, „M” и диоксид углерода. Для целей тушения применялись также нетрадиционные материалы такие как песок или диатомит. Огнетушительная пена и вода по очевидным причинам не применялись, потому что вода вызывает сильное самовоспламенение катализатора. Для познавательных целей применялись галлоны.

Результаты исследований: Вследствие проведенных исследований было подтверждено, что традиционные гасящие средства не тушат данного катализатора. Диоксид углерода подавляет пламя, тем не менее не гасит тестового пожара. Песок не тушит, а горящий катализатор сжигается до конца. Гасящие порошки и галлоны увеличивали пламя.

Выводы: Эффективным гасящим средством оказался диатомит, который поглощает горящий катализатор и эффективно тушит тестовый пожар. Другие гасящие средства не ликвидировали пожаров такого рода легковоспламеняющихся жидкостей. Это одновременно есть следующий описанный способ тушения пожаров после: ингибиции, охлаждения зоны горения и горящих материалов, рассеивания очага возгорания, тушения инертными газами, водяной парой, например изоляции сгораемых материалов гасящей пеной от зоны горения и тушения при помощи акустических волн определенных технических параметров.

Ключевые слова: тушение пламени, ингибирование процессов горения, ингибиция, пористые материалы, диатомит

Вид статьи: предварительный отчет

1. Wprowadzenie

Poszukiwanie nowych sposobów gaszenia pożarów i wdrażanie do praktyki pożarniczej bardziej skutecznych metod jest dla współczesnego świata koniecznością. Straty materialne powstałe w wyniku zaistniałych pożarów, zwłaszcza w nowoczesnych wysoko uprzemysłowionych państwach, są ogromne i wciąż mają tendencję wzrostową.

Na porządku dziennym występują realne zagrożenia pożarowe. Pożary wybuchają zarówno z przyczyn naturalnych, technicznych, jak i w wyniku nieodpowiedzialnych działań człowieka.

Rozwój przemysłu, nowe procesy produkcji wykorzystujące palne i drogie materiały, takie jak ropa naftowa lub gaz płynny, magazynowane lub przesyłane w du-

żych ilościach na znaczne odległości, mogą być przyczyną kolejnych pożarów oraz ogromnych strat. Przykładem takich substancji mogą być opracowywane i wdrażane do produkcji przemysłowej nowe katalizatory chemiczne, w tym bardzo agresywnie działające związki metaloorganiczne. Związki te znajdują szerokie zastosowanie przy syntezach wielu polimerów organicznych do produkcji włókien syntetycznych, mas plastycznych i innych.

Poszukiwanie doskonalszych technik i sposobów gaszenia pożarów jest wciąż aktualną i możliwą do realizacji potrzebą. Wynikami tych poszukiwań są na przykład metody gaśnicze wykorzystujące wodę.

Pierwotnie wodę gaśniczą podawano w postaci strumieni zwartych, lecz w miarę analizowania i poznawa-

nia mechanizmu gaszenia, zwłaszcza w zakresie fizyki i bilansów cieplnych, strumienie zwarte zastępowano strumieniami rozproszonymi [6].

W tej tendencji do zmniejszania średnic kropeł wody doprowadzono dyspersję do wymiarów mikronowych (10-100 μm), a w niektórych przypadkach stosuje się nawet strumienie mgły wodnej. W badaniach przy użyciu kamer termowizyjnych stwierdzono, że schłodzenie strefy spalania jest wówczas najbardziej efektywne i, co najważniejsze, najbardziej skuteczne.

Proces poszukiwań lepszych, radykalniejszych sposobów gaszenia wciąż trwa. Na wydziale technologii chemicznej wyższej uczelni warszawskiej opracowano technologię produkcji katalizatora do produkcji specyficznych polimerów. Katalizator [7] ten mógł być bezpiecznie przechowywany i transportowany tylko w szczelnie zamkniętych pojemnikach o ściankach odpornych na jego działanie, np. w szklanych. Każde rozszczelnienie naczynia wywoływało jego natychmiastowe samozapalenie, spowodowane wilgotnością powietrza. Warunkiem wydania zezwolenia na uruchomienie produkcji katalizatora w skali przemysłowej było wskazanie przez autorytatywną instytucję badawczą sposobu jego gaszenia. W związku z zaistniałą sytuacją skierowano sprawę do Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Ochrony Przeciwpożarowej prośbę o rozwiązanie problemu i wskazanie sposobu gaszenia.

Zgodnie z ustawą z dnia 24 sierpnia 1991 roku [8] Państwowa Straż Pożarna jest odpowiedzialna za bezpieczeństwo Państwa w zakresie ochrony przeciwpożarowej, a więc i za inicjowanie stosownych badań. Instytucją badawczą predysponowaną do rozwiązywania tego typu problemów naukowo-badawczych i technicznych jest Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego Państwowy Instytut Badawczy w Józefowie. Dlatego też do Instytutu w Józefowie skierowano sprawę i podjęto stosowne badania.

Przedmiotem artykułu jest opis poszukiwań i osiągnięty wynik w postaci rozwiązania kompleksowego sposobu gaszenia, znalezienia stosownego środka gaśniczego i sposobu przechowywania samozapalających się katalizatorów.

2. Katalizatory metaloorganiczne

Katalizatory metaloorganiczne [9] należą do organicznych związków chemicznych zawierających przynajmniej jedno wiązanie kowalencyjne pomiędzy atomem węgla grupy organicznej a atomem metalu. Do pierwiastków, takich jak magnez, tworzących związki metaloorganiczne można zaliczyć, obok typowych metali, także półmetale i niemetalę o niskiej elektroujemności np. arsen, bor czy krzem. „Związki metaloorganiczne składają się z centrum metalicznego, którym może być jeden, bądź kilka atomów metalu oraz z otaczających to centrum ligandów, którymi mogą być pojedyncze atomy niemetalu oraz rozmaite grupy organiczne i nieorganiczne. Związki metaloorganiczne są wykorzystywane jako efektywne katalizatory w wielu reakcjach organicznych – ich szcze-

gólna geometria i struktura elektronowa umożliwia m.in. syntezę związków o pożądanej konfiguracji stereochemicznej i jest podstawą syntezy asymetrycznej” [10].

Katalizatory metaloorganiczne reagują z wieloma substancjami i z każdą postacią wody zarówno niezwiązanej chemicznie, jak i związanej. Nawet śladowe ilości wody w powietrzu w zetknięciu z katalizatorem powodują jego natychmiastowe samozapalenie i gwałtowne spalanie. Impulsem do samozapalenia się katalizatora może być także tlen z powietrza i kwasy. Pożar takich katalizatorów nie daje się ugasić znanymi, stosowanymi środkami gaśniczymi i tradycyjnymi metodami gaszenia.

3. Poszukiwanie sposobu gaszenia i bezpiecznego przechowywania katalizatora metaloorganicznego

3.1. Przebieg badań

Porównawcze próby gaszenia katalizatora glinoorganicznego przeprowadzano w Centrum Naukowo-Badawczym Ochrony Przeciwpożarowej w Józefowie k. Otwoka. Próby przeprowadzano w LEPIRZE. LEPIR to poligonowe stanowisko badawcze przeznaczone do przeprowadzania testów ogniowych. LEPIR to obiekt budowlany niezadaszony o podłożu betonowym, o powierzchni 5 m x 5 m, otoczony ściankami o wysokości 4 m, chroniącymi od podmuchów wiatru. Temperatura powietrza w dniach prób wynosiła od 19 do 23 stopni C.

3.2. Przyrządy

1. Taca wykonana z blachy stalowej o wymiarach 300 mm x 300 mm, o wysokości ścianek bocznych 70 mm i grubości ścianek 1 mm. Wanna była ustawiona na podłożu betonowym.
2. Stoper,
3. Waga uchylna,
4. Gaśnice przenośne: GS-2X, GP-6X, GH-6, łopata

3.3. Środki gaśnicze

1. Gazy gaśnicze: dwutlenek węgla
2. Proszki gaśnicze: węglanowy „BC”, fosforowy „ABC”, chlorowy „D”
3. Piasek
4. Ziemia okrzemkowa – diatomit [11]

3.4. Materiał palny

Katalizator metaloorganiczny, m.in. związek kompleksowy składający się z trójtetyloglinu $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$ i czterochlorku tytanu TiCl_4 . Katalizatory tego typu mają właściwości samozapalające i parzące.

Katalizator dostarczono w szklanych butelkach z doszlifowanymi korkami o pojemności 1000 ml.

4. Wyniki badań

Tabela 1.

Wyniki badań

Nr prób	Środek gaśniczy	Sposób gaszenia	Przebieg spalania / gaszenia	Wynik gaszenia
1, 2, 3	Katalizator metaloorganiczny	niegaszony	Samoistne, gwałtowne spalanie katalizatora	nie gaszono, spalanie do końca
4, 5, 6	dwutlenek węgla	gaśnica śniegowa GS-2X	Po podaniu CO ₂ płomień gasł, gdy CO ₂ ulotniło się, następowało gwałtowne samozapalenie	nie ugaszono 3x
7, 8, 9	proszek gaśniczy węglanowy „BC”	gaśnica proszkowa GP-6X	Strumień proszku nie gasił płomieni	nie ugaszono 3x
10, 11, 12	proszek gaśniczy fosforanowy „ABC”	gaśnica proszkowa GP-6X	Strumień proszku nie gasił płomieni	nie ugaszono 3x
13, 14, 15	proszek gaśniczy chlorkowy „D”	gaśnica proszkowa GP-6X	Warstwa proszku nie gasiła płomieni	nie ugaszono 3x
16, 17, 18	halon 1211 halon 1301 halon 2402	gaśnica GH-6 gaśnica GH-6 gaśnica GH-6	Po podaniu halonu płomień gwałtownie wzrastał się, w postaci kłębow brunatnego dymu	nie ugaszono nie ugaszono nie ugaszono
19	Piasek	łopatką	Płomień przedostawał się przez piasek, nie było efektu gaszenia	nie ugasił
20, 21, 22	Diatomit diatomit diatomit	podawano łopatką na płonący katalizator	Natychmiastowe gaszenie płomieni	ugaszono ugaszono ugaszono
23, 24, 25	Diatomit diatomit diatomit	wlewano płonący katalizator do wanny wypełnionej diatomitem	Natychmiastowe gaszenie płomieni	ugaszono ugaszono ugaszono

Table 1.

Tests results

No of attempts	Extinguishing agent	Extinguishing method	Fire behaviour / quenching process	Result
1, 2, 3	Organometallic catalyst	None	Spontaneous, violent combustion of the catalyst	Not extinguished, burning to the end
4, 5, 6	Carbon dioxide	CO ₂ extinguisher GS-2X	After adding CO ₂ the flame was quenched, when CO ₂ dissipated, there was a rapid, spontaneous combustion	Not extinguished 3x
7, 8, 9	Powder: Carbonate „BC”	Dry chemical extinguisher GP-6X	The stream of powder did not quench the flames	Not extinguished 3x
10, 11, 12	Powder: Phosphate „ABC”	Dry chemical extinguisher GP-6X	The stream of powder did not quench the flames	Not extinguished 3x
13, 14, 15	Powder: Chloride „D”	Dry chemical extinguisher GP-6X	The layer of powder did not quench the flames	Not extinguished 3x
16, 17, 18	Halon 1211 Halon 1301 Halon 2402	Extinguisher GH-6 Extinguisher GH-6 Extinguisher GH-6	After administration of halon intensity of the flames increased rapidly (a cloud of brown smoke)	Not extinguished Not extinguished Not extinguished
19	Sand	A shovel was used to put sand onto the catalyst	Flame penetrated the sand, there was no effect of quenching	Not extinguished
20, 21, 22	Diatomite Diatomite Diatomite	A shovel was used to put diatomite	Instantaneous quenching of flames	Extinguished Extinguished Extinguished
23, 24, 25	Diatomite Diatomite Diatomite	The burning catalyst was poured into a tub filled with diatomite	Instantaneous quenching of flames	Extinguished Extinguished Extinguished

5. Omówienie wyników badań testowych

Powszechnie stosowane środki gaśnicze i sposoby gaszenia, w przypadku gaszenia testowych pożarów katalizatora metaloorganicznego nie powodowały pozytywnych skutków. Testowe pożary katalizatora metaloorganicznego nie dały się ugasić. Wyjątek stanowił dwutlenek węgla, który umożliwił wygaszenie płomieni, ale tylko na krótko, do momentu, gdy strumień CO₂ znajdował się nad powierzchnią katalizatora. Gdy CO₂ utleniał się, katalizator ponownie samoczynnie zapalał się. W ramach poszu-

kiwań sposobów gaszenia zastosowano też, mimo wycofania ich z użycia, balony gaśnicze. Halony zastosowano w celach rozpoznawczych.

W czasie prób zastosowano dwufluorobromometan (halon 1211), trójfluorobromometan (halon 1301) i czterofluorodwubromoetan (halon 2402). Halony te również nie ugasiły płonących testów. Strumienie halonów nie tylko nie wygasiły płomieni katalizatora, ale jeszcze je wzmacniały. Przyspieszały proces spalania i przebiegające w strefie spalania reakcje oksydoredukcyjne. Wydzie-

lił się gęsty dym o brunatnoczarnym zabarwieniu, a płomienie nad wanną testową wyraźnie się rozprzestrzeniały. Żadna próba katalizatora nie została ugaszona halonami i spalała się do końca.

W kolejności przystąpiono do gaszenia testowych pożarów przy pomocy proszków gaśniczych. Zastosowano proszki węglanowe (BC), fosforanowe (ABC) i chlorkowe (D). Żaden z ww. typów proszków gaśniczych nie był w stanie ugasić próbek płonącego katalizatora. Przeprowadzono też próbę gaszenia przy pomocy piasku, ale płomienie przedostawały się na zewnątrz. Pozytywny efekt gaszenia testowych pożarów katalizatora metaloorganicznego udało się uzyskać przy pomocy ziemi okrzemkowej.

Ziemię okrzemkową (diatomit) stosowano na dwa sposoby. W pierwszym przypadku płonący test zasypywano przy pomocy szufli ziemią okrzemkową, w drugim przypadku płonący katalizator wlewano do pojemnika wypełnionego ziemią okrzemkową. Efekt gaszenia w obu przypadkach był pozytywny. Ziemia okrzemkowa wchłaniała płonącą ciecz, a płomienie natychmiast zniknęły.

Ziemia okrzemkowa, w postaci sproszkowanej, jest substancją niepalną o właściwościach adsorpcyjnych. Właściwość tę warunkuje wiązanie cząsteczek związków chemicznych bądź atomów na powierzchni ziaren sorbentu. Zgodnie z informacjami literaturowymi budulcem ziemi okrzemkowej (diatomitu) są skały organogeniczne utworzone głównie z pęcherzyków glonów jednokomórkowych (okrzemek), dodatkowo występują w nich cząsteczki innych organizmów zmineralizowanych, a także substancje ilaste i związki żelaza. Ziemia okrzemkowa występuje w postaci proszku o różnym zabarwieniu – od białego, żółtobiałego do brunatnego.

6. Podsumowanie i wnioski

Katalizatory metaloorganiczne reagują z wieloma związkami chemicznymi – w tym z wodą, tlenem i kwasami. Reakcja polega na samozapaleniu się katalizatora i gwałtownym jego spalaniu. Nawet śladowe ilości wody zawarte w powietrzu powodują jego samozapalenie. Gaszenie pożarów katalizatora metaloorganicznego przy zastosowaniu tradycyjnych, znanych środków gaśniczych, okazało się w czasie badań zupełnie nieskuteczne. Jedynie dwutlenek węgla powodował chwilowe ugaszenie płomieni, które pojawiają się ponownie natychmiast po ulotnieniu się CO₂ z nad powierzchni palnej cieczy.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono możliwość skutecznego i trwałego gaszenia katalizatora metaloorganicznego przy zastosowaniu ziemi okrzemkowej – diatomitu. Próby gaszenia pożarów katalizatorów metaloorganicznych przy zastosowaniu jako środka gaśniczego ziemi okrzemkowej – diatomitu, przeprowadzono w warunkach poligonowych w lepirze.

Przełożenie uzyskanych wyników na skalę użytkowo-ratowniczą powinno być poprzedzone badaniami na większą skalę.

Literatura

1. Wilczkowski S., *Działania inhibicyjne wybranych związków chemicznych stosowanych w środkach gaśniczych*, BiTP, Vol. 19 Issue 3, 2010.
2. Wilczkowski S., *Środki gaśnicze*, Szkoła Aspirantów PSP, Kraków, 1995.

3. Wilczkowski S., Szczółka L., Radomiak H., Mszoro K., *Sposób gaszenia płomieni falami akustycznymi*, Patent krajowy Nr 177792.
4. Wilczkowski S., Wróblewski D., *Przenośne urządzenie gaśnicze do gaszenia pożarów katalizatorów metaloorganicznych i innych cieczy palnych*, Patent krajowy P.396400.
5. Wilczkowski S., Wróblewski D., *Przewoźne urządzenie gaśnicze do gaszenia pożarów katalizatorów metaloorganicznych i innych cieczy palnych*, Patent krajowy P.396401.
6. Leśniak B., Wilczkowski S., *Próby zastosowania fal akustycznych do hamowania procesów spalania*, „BiT Nauka i Technika Pożarnicza”, Vol. 30 Issue 2, 1988.
7. <http://pl.wikipedia.org/wiki/katalizator>, [dostęp 30.08.2013]
8. Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o Państwowej Straży Pożarnej, Dz. U. Nr 81, 1991.
9. http://pl.wikipedia.org/wiki/zwi%C4%85zki_metaloorganiczne, [dostęp 14.08.2013]
10. Wilczkowski S., *Poszukiwanie nowych sposobów gaszenia pożarów*, „BiT Nauka i Technika Pożarnicza”, Vol. 30 Issue 2, 1988.
11. <http://portalwiedzy.onet.pl/90721,,,diatomit,haslo.html>, [dostęp 02.08.2013]
12. Bortel K., *Środki pomocnicze w przetwórstwie tworzyw sztucznych*, *Plastics Review*, 11 (2006).
13. Boryniec S., Przygocki W., *Procesy spalania polimerów. Cz. I. Zagadnienia podstawowe*, „Polimery”, Vol. 22 Issue 2, 1999.
14. Boryniec S., Przygocki W., *Procesy spalania polimerów. Cz. II. Zjawisko zapłonu w polimerach*, „Polimery”, Vol. 44 Issue 6, 1999.
15. Boryniec S., Przygocki W., *Procesy spalania polimerów. Cz. III. Opóźnianie spalania materiałów polimerowych*, „Polimery”, Vol. 44 Issue 10, 1999.
16. Gruin I., Ryszkowska J., *Materiały polimerowe*, Oficyna Wydaw. Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 1996.
17. Jurkowski B., Rydarowski H., *Materiały polimerowe o obniżonej palności*, Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji – Państwowego Instytutu Badawczego w Radomiu, 2012.
18. Kicko-Walczyk E., *Nowe bezhalogenowe antypiryny – uniemożliwienie nienasyconych żywic poliestrowych z zastosowaniem związków boru*, „Polimery” Vol. 53 Issue 2, 2008.
19. Milk T., *Kataliza i katalizatory*, WSiP, Warszawa, 1975.
20. Morgan A. B., Wilkie C. A., *Flame retardant polimer nanocomposites*, 2007.
21. Węgierski T., Wilczkowski S., Radomiak H., *Wygazanie procesu spalania przy pomocy fal akustycznych*, BiTP, Vol. 30 Issue 2, 2013.
22. Wilczkowski S., *Poszukiwanie nowych sposobów gaszenia pożarów*, „BiT Nauka i Technika Pożarnicza”, Vol. 30 Issue 2, 1988.
23. Wilczkowski S., *Prądownica pożarnicza o eliptycznym wpływie środka gaśniczego*, BiTP, Vol. 20 Issue 4, 2010.
24. Wilczkowski S., Szczółka L., Radomiak H., Mszoro K., *Urządzenie do gaszenia falami akustycznymi*, Patent krajowy Nr 177478.
25. Wilczkowski S., Wróblewski D., Trzaskowski W., *Stanowisko zabezpieczająco-gaśnicze do wytwarzania lub przechowywania katalizatorów metaloorganicznych*, Patent krajowy P.396397.

dr inż. Stefan Wilczkowski – ukończył studia na Wydziale Chemii Spożywczej Politechniki Łódzkiej (1953 r.), a następnie na Wydziale Matematyczno-Fizyczno-Chemicznym Uniwersytetu Łódzkiego (1958 r.), ukończył również studia podyplomowe „Spalanie” na Politechnice Warszawskiej. Tytuł doktora nauk technicznych uzyskał w 1977 r. w Wyższej Inżynierskiej Technicznej Szkole Pożarniczej w Moskwie. Obecnie pracuje w CNBOP-PIB. Specjalność: chemia pożarowa.

dr inż. **Zygmunt KRUK^{1,2}**dr inż. **Włodzimierz KUPICZ¹****Przyjęty/Accepted/Принята:** 17.04.2013;**Zrecenzowany/Reviewed/Рецензирована:** 22.04.2014;**Opublikowany/Published/Опубликована:** 30.06.2014;

PRZYKŁAD KWANTYFIKACJI GOTOWOŚCI OPERACYJNEJ ŚRODKÓW TRANSPORTOWYCH UŻYTKOWANYCH AKCYJNIE³

Quantification of Operational Readiness of Vehicles Utilized in Actions

Пример квантификации готовности транспортных средств, использованных для выполнения аварийно-спасательных работ

Abstrakt

Cel: Próba uwzględnienia ilościowego wpływu starzenia pojazdów w czasie eksploatacji na ich gotowość, niezawodność i dyspozycyjność.

Projekt i metody: W oparciu o literaturę i akty normatywne przyjęto modele gotowości i stosowane wskaźniki w praktyce sterowania eksploatacją pojazdów, w systemie transportu o specyfice akcyjnej. Tą właściwością charakteryzuje się proces eksploatacji pojazdów funkcjonujących w systemach likwidacji klęsk żywiołowych, wojskowych, itp. Potrzebę, ale i możliwość uwzględnienia wpływu starzenia w czasie eksploatacji na gotowość, niezawodność i dyspozycyjność pojazdów uzasadniono poprzez empiryczne charakterystyki „uszkodzalności” pojazdów. Charakterystyki te powstały na podstawie badań eksploatacyjnych w systemie transportowym o specyfice akcyjnej, w którym czas wyczekiwania pojazdu na pracę jest zmienną losową. Analizując dane z praktyki eksploatacyjnej o „uszkodzalności” samochodów ciężarowych użytkowanych ze zróżnicowaną intensywnością, stwierdzono, że dane o przebiegach między uszkodzeniami charakteryzuje bardzo duży przedział rozrzutu. Okazało się, że o tym stanie decydują dwa czynniki, tj. zróżnicowany wiek samochodów oraz zróżnicowana intensywność ich użytkowania w czasie eksploatacji. Zebrane z praktyki eksploatacyjnej informacje o przebiegu pojazdów między uszkodzeniami przyporządkowano do przedziałów intensywności użytkowania. Pozwoliło to na opracowanie charakterystyk „uszkodzalności” badanych pojazdów dla poszczególnych przedziałów intensywności.

Wyniki: W przedstawionym opracowaniu charakterystyka „uszkodzalności” wyrażona parametrem jako wartość oczekiwana przebiegu samochodu między uszkodzeniami w funkcji przebiegu od początku eksploatacji. Przedstawiono tu kilka charakterystyk dla eksploatowanych samochodów z różniącą się wartością oczekiwaną czasu wyczekiwania na użytkowanie. Kwantyfikacja gotowości operacyjnej samochodów jest wynikiem przetworzonej informacji z monitorowania procesów użytkowania z uwzględnieniem ich specyfiki oraz utrzymania w zdatności. Zbiór informacji wynika z przyjętych modeli procesów i wskaźników gotowości i niezawodności. Na przykładzie podjęto próbę wykorzystania wskaźnika do kwantyfikacji gotowości operacyjnej pojazdów z uwzględnieniem starzenia wyrażonego stopniem zużycia ресурсu.

Wnioski: Efektywna ocena gotowości operacyjnej samochodów w procesie zarządzania w praktyce tą specyficzną eksploatacją jest możliwa przez odpowiednio zorganizowane i zaimplementowane systemy informacyjne.

Słowa kluczowe: środki transportu wojskowego, gotowość operacyjna, niezawodność, dyspozycyjność, wskaźniki, intensywność użytkowania, resurs, zużywanie starzeniowe

Typ artykułu: artykuł przeglądowy

Abstract

Purpose: An attempt to quantify the impact of the vehicles ageing on their: readiness, reliability and availability.

¹ Zakład Pojazdów Samochodowych, Wojskowy Instytut Techniki Pancernej i Samochodowej, ul. Okuniewska 1, 05-070 Sulejówek / Military Institute of Armoured and Automotive Technology, Poland

² zkruk1@o2.pl

³ Wkład procentowy / percentage contribution: Z. Kruk – 80%, W. Kupicz – 20%

Design and Methods: Based on literature data and normative acts, the authors applied the models of preparedness and indicators used in the practice of the control over vehicles' exploitation within the emergency transportation systems. These accounts for the process of vehicles exploitation within the systems related to fighting natural disasters, military catastrophes, etc. Not only the need, but also the real possibility of considering the impact of vehicles' ageing on their readiness, reliability and availability was illustrated by empirical characteristics of the vehicles "damageability". These characteristics were created based on exploitation tests performed in emergency transport system, in which waiting time for tasks is a random variable.

Having analysed the data from the operational practice about "damageability" of a truck used with varying intensity, the authors found that the data on the mileage between particular failures is characterized by a very large range of scatter. It turned out that this condition is determined by two factors, namely: different age of cars and various intensity of their use during their operation. Collected in the course of operational exploitation practice data about the mileage of vehicles between their failures was assigned to the particular ranges of their intensity. This allowed for the development of the characteristics of "damageability" of the examined vehicles for each band intensity.

Results: In this case, the "damageability" parameter was expressed as the expected vehicle mileage between failures in a function of the mileage from the start of its exploitation. We presented several characteristics of "damageability" for operating vehicles with different times of awaiting for action. Quantification of operational readiness of the vehicles is the result of processed information from monitoring of their use and maintenance processes, accounting for their specificity and maintenance of their road worthiness. The collection of information is the result of applied models and indicators of readiness and reliability. The authors presented examples of utilization of the index quantifying operational readiness of the vehicles with reference to their ageing expressed with wear of the resource.

Conclusions: Effective evaluation of the operational readiness of vehicles during the exploitation management is feasible by means of appropriately organized and implemented information systems.

Keywords: transport army means, operational readiness, reliability, availability, markers, intensity of the use, service life, use up aging;

Type of article: review article

Аннотация

Цель: Попытка учесть количественное влияние старения автомобилей во время их эксплуатации на их готовность, надёжность и доступность.

Проект и методы: На основе литературы и нормативных актов приняты модели готовности и показатели, которые используются при управлении эксплуатацией транспортных средств в транспортной системе, связанной с проведением оперативных действий. Этим качеством характеризуется процесс эксплуатации транспортных средств, использованных в системах ликвидации последствий стихийных бедствий, военных катастроф и т.д. Необходимость, а также способность учитывать эффекты старения машин во время службы на готовность, надёжность и доступность их использования в случаях потребности была обоснована при помощи эмпирических характеристик качеств „поврежденности” (частоты отказов, поломок) транспортных средств. Эти характеристики были разработаны на основе эксплуатационных исследований в транспортной системе связанной с проведением оперативных действий.

Эта система характеризуется неопределённым временем выезда транспортного средства на работу. Анализируя данные из эксплуатационной практики о „поврежденности” грузовиков, использованных с разной интенсивностью, было установлено, что данные о пробегах транспортных средств между их поломками характеризуются очень большой дисперсией интервала. Оказалось, что это условие определяется двумя факторами, а именно, разным возрастом автомобилей и разной интенсивностью их использования во время эксплуатации. Собранные из эксплуатационной практики информация о пробеге транспортных средств между их отказами была соотнесена к пределам интенсивности использования. Благодаря такому решению появилась возможность разработать характеристики, связанные с повреждением исследованных машин для соответствующих пределов интенсивности.

Результаты: В настоящей разработке характеристика „поврежденности” была представлена в качестве параметра, как величины ожидаемого пробега автомобиля между поломками от действительной величины пробега от начала его эксплуатации. Здесь представлено несколько характеристик для эксплуатируемых автомобилей с разной ожидаемой величиной времени ожидания использования. Квантификация готовности автомобилей является результатом обработанной информации из мониторинга процессов использования с учётом их специфических способностей и поддержания в состоянии надёжности. Сбор информации исходит из принятых моделей процессов и показателей готовности и надёжности. Например принята попытка использования показателя для квантификации оперативной готовности транспортных средств, принимая во внимание процесс старения, отражающий степень износа ресурса.

Выводы: Эффективная оценка оперативной готовности автомобилей в процессе управления на практике этой специальной эксплуатацией, является возможной только путем правильной организации и внедрением информационных систем.

Ключевые слова: военные транспортные средства, готовность, надёжность, доступность, показатели, интенсивность использования, ресурс, изнашивание, связанное со старением

Вид статьи: обзорная статья

1. Wprowadzenie

Według procedur badawczych AVTP [8] gotowość operacyjna definiowana jest jako: „Pomiar stopnia, do którego element jest w stanie do działania oraz do wykonania określonego zadania, określany na początku tego zadania, w warunkach gdy zadanie to może być do wykonania w nieznaną (losowo wybraną) chwili czasu”. Po-

dobne wyjaśnienia tego pojęcia zawierają też inne dokumenty normatywne [9,10].

Z przedstawionej definicji wynika, że gotowość operacyjna odnoszona jest do obiektów (pojazdów), dla których ustalona jest charakterystyka zadania, zaś wystąpienie potrzeby jego wykonania jest zdarzeniem losowym w czasie. Taką sytuację dla eksploatowanych pojazdów

stwarzają systemy o specyfice akcyjnej, tj. wojskowy, straży pożarnej, pogotowia ratunkowego, likwidacji klęsk żywiołowych itp.

O gotowości operacyjnej pojazdów eksploatowanych w takich systemach (*dependability*) decydować będą głównie dwa czynniki, tj.

- stan zdadności technicznej na dowolną chwilę, określany jako chwilowa lub przeciętna dostępność/gotowość techniczna (*availability*) wyrażana wskaźnikiem prawdopodobieństwa tego, że obiekt jest zdadny technicznie do podjęcia zadania,
- stan zdadności technicznej podczas podjętego zadania, określany jako niezawodność (*reliability*), a wyrażany wskaźnikiem niezawodności jako prawdopodobieństwo wykonania podjętego zadania.

Prawdopodobieństwo zdadności obiektu w czasie oczekiwania na użycie jest zależne od parametrów identyfikujących aktualne własności pojazdu, systemu obsługi i systemu użytkowania, ale też zdolności systemu logistycznego do dostarczenia potrzebnych środków obsługi, bowiem ta własność systemu logistycznego kształtuje dyspozycyjność eksploatowanego obiektu.

Poszczególne własności identyfikowane są charakterystycznymi parametrami w odniesieniu do:

- pojazdu – w aspekcie jego stanu technicznego mającego wpływ na poziom jego „uszkodzalności” – najczęściej określany parametrem „intensywności uszkodzeń”,
- systemu obsługi – mającego wpływ na jakość usługi serwisowej i czas trwania stanu niezdatnego pojazdu po jego uszkodzeniu „obsługiwalność” – najczęściej określany parametrem „intensywności obsługi”, który zależny jest od czasu trwania obsługi, ale też opóźnienia logistycznego, organizacyjnego i technicznego,
- zdolności systemu logistycznego mającego wpływ na dostarczenie na czas potrzebnych środków obsługi,
- systemu użytkowania mającego wpływ (dla danych Su) na czas trwania stanu zdadnego, który zależy od intensywności użytkowania pojazdu, czyli intensywności zużywanego potencjału użytkowego w jednostce czasu.

Wpływ jakościowy i ilościowy poszczególnych czynników na gotowość operacyjną z uwzględnieniem starzenia pojazdów w czasie eksploatacji przedstawiony będzie w dalszej części opracowania.

Utrzymanie wymaganej gotowości operacyjnej jest celem odpowiednio zorganizowanych i zarządzanych działań eksploatacyjnych. W każdym działaniu podejmowanie racjonalnych decyzji jest możliwe wówczas, gdy znamy stan rzeczy podlegający zarządzaniu. To zaś oznacza, że podejmowanie racjonalnych decyzji jest możliwe, jeżeli posiadamy wiarygodną diagnozę aktualnego stanu. Pełna diagnoza obejmuje procesy, takie jak: ocena stanu obecnego, geneza stanu i prognoza. W dalszej części niniejszego opracowania podjęto próbę przeglądu zakresu monitorowania procesów eksploatacji pojazdów [5] ukie-

2. Próba kwantyfikacji gotowości operacyjnej – wskaźniki gotowości

Gotowość stacjonarna samochodu w ujęciu ilościowym określana jest najczęściej stacjonarnym współczynnikiem gotowości technicznej [1], którą można wyrazić wzorem (1) lub (2):

$$Kg = \frac{T_u}{T_u + T_o} \quad (1)$$

gdzie:

Tu – wartość oczekiwana czasu przebywania obiektu w stanie gotowości;

To – wartość oczekiwana czasu przebywania obiektu w stanie niegotowości.

$$K_g = \frac{\mu}{\mu + \lambda}; \text{ gdzie } \mu = \frac{1}{T_o}; \lambda = \frac{1}{T_u} \quad (2)$$

Poszczególne parametry oznaczają:

λ – intensywność zgłoszeń samochodów do systemu obsługi,

μ – intensywność procesu obsługowego

Tu – czas poprawnej między uszkodzeniami

To – czas trwania obsługi

Dla zbioru samochodów N, na dowolną chwilę, gotowość wynika z następującej zależności (3):

$$K_{gt} = \frac{N_z}{N_z + N_o}$$

gdzie:

No – liczność samochodów gotowych do pracy, $N_o \subset N$

Nz – liczność samochodów niegotowych w obsłudze $N_z \subset N$

Na gotowość chwilową, dla danych (Su, To), ma wpływ intensywność użytkowania samochodu.

Intensywność użytkowania (q) w literaturze [1], definiowana jest jako stosunek wykonanego przebiegu pojazdu do przedziału czasowego, w którym ten przebieg został wykonany. Tak zdefiniowaną intensywność (q) można zapisać zależnościami (4).

$$q = \frac{1}{t_2 - t_1} \sum_{i=1}^n Q_i, \text{ lub } q = p_Q \cdot Q_s = \frac{1}{T_w} \cdot Q_s,$$

gdzie: n – liczba dni, w których samochód pracował,

$t_2 - t_1$ – przedział czasu, w którym prowadzone są obliczenia,

Q_i – potencjał eksploatacyjny rozchodowany w ciągu i – tego dnia pracy pojazdu,

T_w – przeciętny czas wyczekiwania, samochodu na pracę,

p_Q – częstość względną użytkowania,

Q_s – przeciętny potencjał eksploatacyjny rozchodowany w dniu pracy.

Jeżeli do wzoru na gotowość stacjonarną wprowadzimy parametr intensywności pracy samochodu, a czas pra-

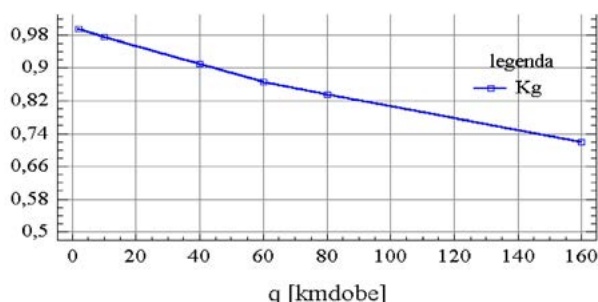
cy wyrazimy przebiegiem pomiędzy uszkodzeniami [5] to gotowość K_g będzie mogła być wyrażona zależnością (5),

$$K_g = \frac{S_{ui}}{S_{ui} + T_O q_i} \quad (5)$$

gdzie: S_{ui} – przeciętny przebieg między uszkodzeniami, i – tego samochodu, $n_i \in N_e$, $i = 1, 2, \dots, N_e$,
 T_O – przeciętny czas trwania obsługi korekcyjnej/naprawy samochodu,
 q_i – intensywność użytkowania i – tego samochodu,

Wskaźnik ten pozwala wyznaczyć gotowość stacjonarną dla każdego $n_i \in N_e$, analizować wpływ tych parametrów na zmiany gotowości w czasie eksploatacji. Biorąc gotowość samochodu $n_i \in N_e$ w dowolnej chwili czasu będzie zależała od jego aktualnej uszkodzalności i obsługiwalności oraz intensywności użytkowania.

Przykład charakterystyki gotowości stacjonarnej samochodu, dla przyjętych danych (T_O , S_u) w funkcji intensywności użytkowania (q), przedstawia rycina 1. Charakterystyka ta pozwala dostrzec, że wysoki stopień gotowości stacjonarnej dla niskich intensywności użytkowania wykazują również samochody o dużej uszkodzalności (małe wartości S_u).



Ryc. 1. Gotowość stacjonarna w funkcji intensywności użytkowania dla danych (T_O , S_u)

Fig. 1. Stationary readiness in the function of the used intensity for the data (T_O , S_u)

Dlatego też samodzielnie wskaźnik ten niewystarczająco informuje o rzeczywistym stanie gotowości technicznej do zadań. Należy wiedzę tę dodatkowo uzupełnić informacją o niezawodności każdego eksploatowanego pojazdu w odniesieniu do planowanego zadania transportowego.

Posiadanie w praktyce sterowania utrzymaniem samochodów charakterystyki $\lambda u = f(s, q)$ dla rozkładu wykładniczego może pozwolić na wyznaczenie dla każdego samochodu $n_i \in N_e$ funkcji niezawodności (6).

$$F(Q) = e^{-\lambda u(s, q) Q}; \quad (6)$$

Znajomość gotowości stacjonarnej i niezawodności samochodu pozwala wyznaczyć jego gotowość operacyjną [11], według zależności (7),

$$K_g^o = K_g \times F(Q) \quad (7)$$

Przykłady sformułowanych wymagań [12,13] w odniesieniu do samochodów taktycznych średniej ładowności [2] obejmujących gotowość operacyjną, przeciętny przebieg między uszkodzeniami oraz wskaźnik obsługiwalności MR, zawiera tabela 1.

Tabela 1.

Wymagania w odniesieniu do samochodów taktycznych

Table 1.

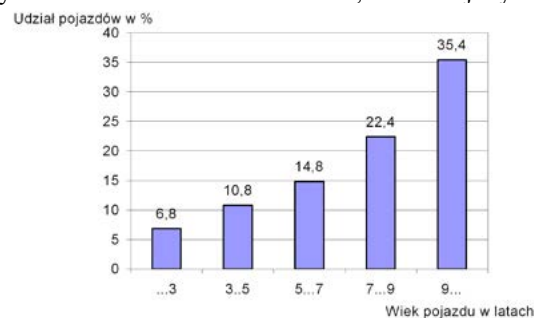
The requirement in the reference to tactical vehicles

Rodzaj samochodu (vehicle type)	Gotowość operacyjna (operational readiness) (%)	Średni przebieg między uszkodzeniami (average course between damages) (mil)	Wskaźnik obsługiwalności (maintainability marker) (MR)
Skrzyniowy (Dropside car)	91	2200	0,010
Furgon (Body truck)	91	2000	0,014
Cysterna (Tanker car)	90	2000	0,015
Ciągnik (Tractor)	88	2500	0,012
Przyczepa (Trailer)	88	1900	0,003
Pojazd ewakuacyjny (Evacuation vehicle)	90	1900	0,015
Ambulans (Ambulance)	88	2000	0,011

W dalszej części niniejszego opracowania autor przedstawił na przykładach charakterystyki empiryczne [3,4,5] zawierające potrzebne informacje do wykorzystania wskazanych wskaźników do wyznaczania w praktyce gotowości operacyjnej pojazdu (pojazdów) ich niezawodności oraz dyspozycyjności.

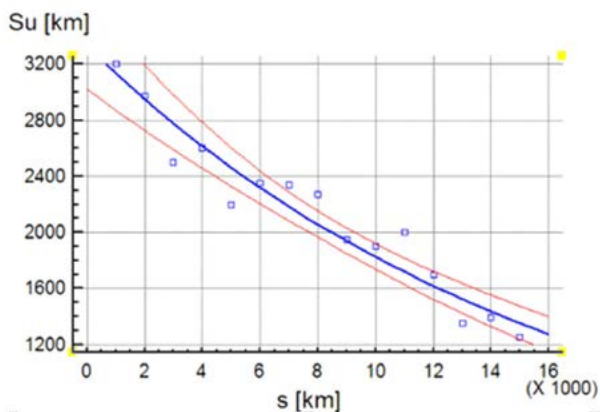
3. Przykłady charakterystyk empirycznych z praktyki eksploatacyjnej oraz wykorzystania ich do wyznaczenia gotowości

Prowadzone badania usterek samochodów w funkcji czasu ich eksploatacji [7], na bardzo dużej próbie samochodów osobowych użytkowanych intensywnie, wykazały narastanie usterek z ich wiekiem, co ilustruje rycina 2.



Ryc. 2. Charakterystyka ilościowa wykrywanych usterek w samochodach w zależności od wieku ich eksploatacji [7]
 Fig. 2. The quantitative profile of detected car faults in relation to the cars' age [7]

Z parametrów uszkodzalności na rycinie 2 wynika, iż samochody w wieku powyżej dziewięciu lat wykazują pięciokrotnie więcej usterek od samochodów trzyletnich. Podobny przebieg charakterystyki, jak również parametry uszkodzalności uzyskano, badając przebieg między uszkodzeniami (będącymi przyczyną potrzeby odnowy zdadności na stanowisku naprawczym) samochodów osobowo-ciężarowych użytkowanych intensywnie w systemie wojskowym [4], co ilustruje ryc.3.

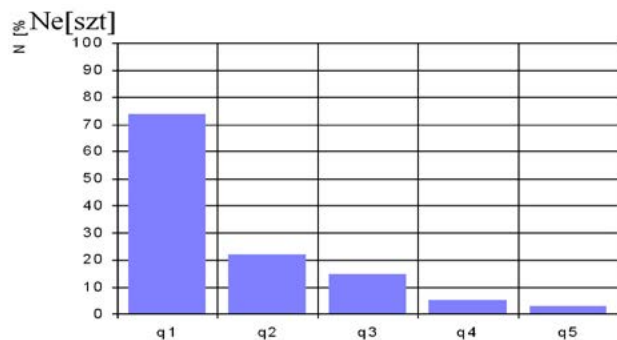


Rys. 3. Charakterystyka zmian degresywnych przebiegu samochodu między uszkodzeniami w funkcji ilości przejechanej drogi od początku eksploatacji [4]

Fig. 3. The profile of the degressive cars cours changes between damages in the function of the quantity traveled dear from the beginning of exploitation

Na podstawie analizy danych z praktyki eksploatacyjnej samochodów ciężarowych użytkowanych w systemie wojskowym ze zróżnicowaną intensywnością stwierdzono, że dane o przebiegach między uszkodzeniami charakteryzuje bardzo duży przedział rozrzutu [3]. Okazało się, że o tym stanie decydują dwa czynniki, tj. zróżnicowany wiek samochodów oraz zróżnicowana intensywność ich użytkowania w czasie eksploatacji.

Przykład [3] rozkładu pojazdów wybranej grupy, eksploatowanych w systemie wojskowym, ze względu na intensywność ich pracy w stanie wyczekiwania „p”, przedstawia ryc. 4. Do grupy q1 – należą pojazdy, które pracowały przeciętnie 16 dni w ciągu roku (co daje przeciętny czas wyczekiwania na pracę 23 [doby]), w grupie q2 – 45 dni/rok, w grupie q3 – 60 dni/rok, w grupie q4 – ponad 70 dni/rok i w grupie q5 ponad 85 dni w ciągu roku.



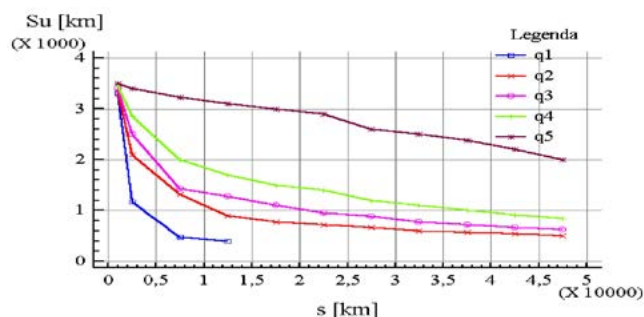
Ryc. 4. Przykład rozkładu intensywności użytkowania badanej próby pojazdów

Fig. 4. The example of exploitation intensity schedule of the vehicles included in the analysis

Dane te wskazują, że dla poszczególnych przedziałów istnieje wyraźne zróżnicowanie czynników mających wpływ na przebieg procesu starzenia samochodów należących do różnych przedziałów intensywności użytkowania. Samochody z przedziału A poddane są głównie procesom starzenia pod wpływem czynników otoczenia, zaś pojazdy z przedziału D będą zużywane pod wpływem bodźców zmęczeniowo-tarciowych podczas pracy.

Zebrane z praktyki eksploatacyjnej informacje o przebiegu pojazdów między uszkodzeniami przyporządkowano do przedziałów intensywności użytkowania. Pozwoliło to na opracowanie charakterystyk „uszkodzalności” badanych pojazdów dla poszczególnych przedziałów intensywności (ryc 5.).

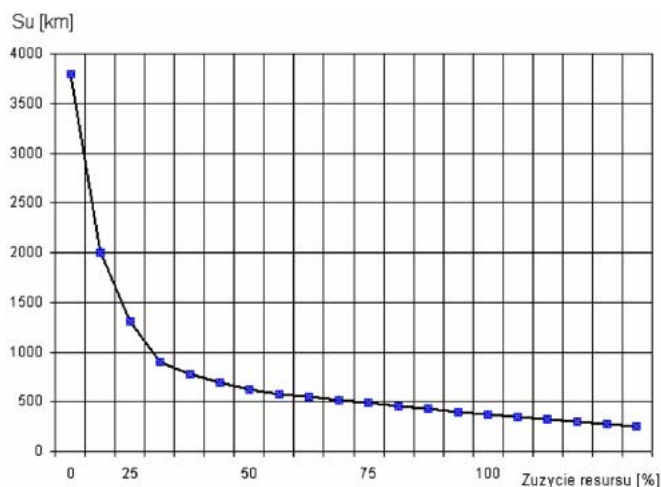
Na ryc. 5. przedstawione są charakterystyki empiryczne „uszkodzalności” w funkcji przebiegu od początku eksploatacji, samochodów ciężarowych (jako specjalne i ogólnego przeznaczenia) użytkowanych z różniącą się intensywnością (q - gdzie: $q_1 < q_2 < q_3 < q_4 < q_5$).



Ryc. 5. Przykład charakterystyk $Su = f(s)$ [km] dla różnych q [km/dzień]

Fig. 5. The characteristics example $Su = f(s)$ [km] for different q [km/day]

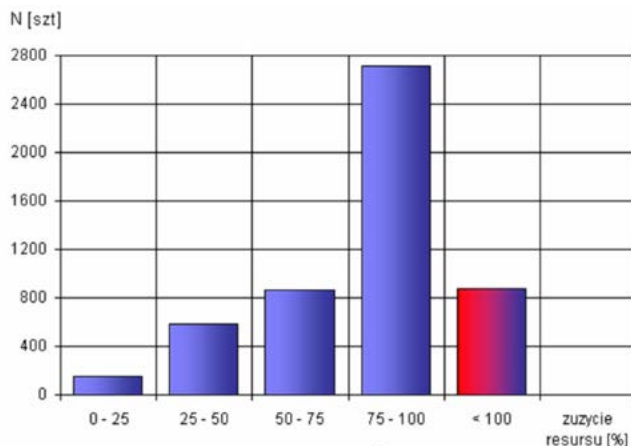
Na ryc. 6. przedstawiona została charakterystyka „uszkodzalności” w funkcji stopnia zesterzenia (100% to 20 lat eksploatacji) odniesionego do czasu eksploatacji, dla wybranej marki i typu eksploatowanych pojazdów o znanym rozkładzie ich intensywności użytkowania (np.: jak na ryc. 4.).



Ryc. 6. Przykład charakterystyki $Su = f(s)$ [km] dla analizowanego zbioru pojazdów

Fig. 6. The characteristics example $Su = f(s)$ [km] for the analysed group of vehicles

Zaś ryc. 7. przedstawia przykład z praktyki eksploatacyjnej, rozkładu pojazdów analizowanego zbioru w aspekcie stopnia zużycia ресурсu na chwilę prowadzenia analizy.

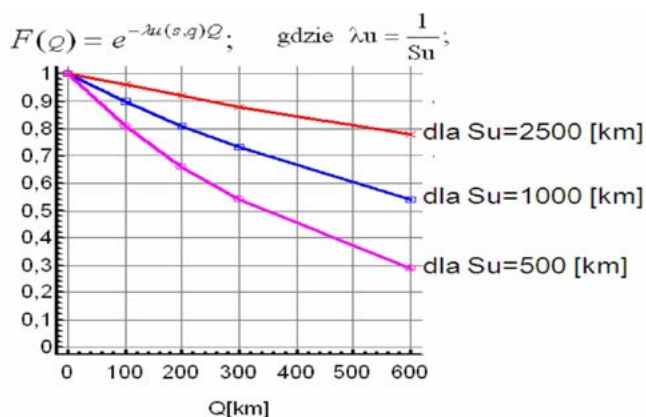


Ryc. 7. Rozkład zbioru pojazdów w aspekcie stopnia zużycia ресурсu

Fig. 7. The vehicles gathering schedule in the aspect of the waste service life degree

Wykorzystując dane zawarte w charakterystykach empirycznych, można wyznaczyć (wg wzoru. 6) prawdopodobieństwo realizacji zadania transportowego, bez przerwy z powodu uszkodzeń, przez każdy pojazd należący do grupy o danym stopniu zużycia ресурсu.

Przykład charakterystyki skuteczności realizacji zadania transportowego o zadanej wielkości (misji Q [km]) dla samochodu o różnym poziomie „uszkodzalności” (wyrażonej dla rozkładu wykładniczego wg. zależności {6}, przeciętnym przebiegiem między uszkodzeniami S_u [km]), przedstawia ryc. 8.



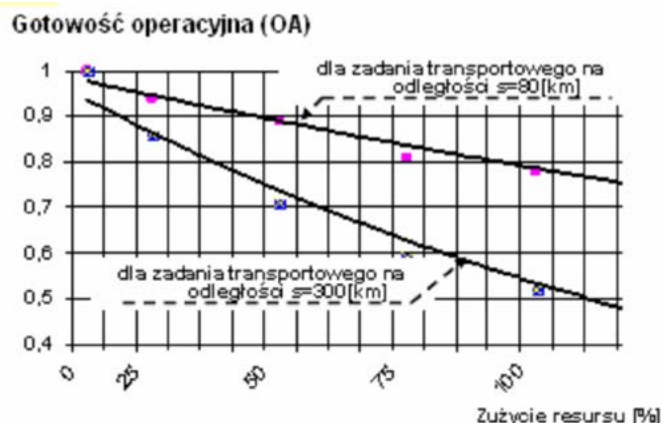
Ryc. 8. Prawdopodobieństwo $F(Q)$ zrealizowania podjętego zadania transportowego na odcinku Q [km] dla różnych S_u [km]

Fig. 8. Probability $F(Q)$ of successful realisation of the undertaken transport task on the section Q [km] for various S_u [km]

Zaś przykład analizy gotowości operacyjnej, dla zadań transportowych o różnych zakresach, wyznaczonej wg {7}, dla danego poziomu „uszkodzalności” analizowanych pojazdów i danej ich gotowości chwilowej wg {5}, przedstawia ryc. 9.

Ocena dyspozycyjności całego zbioru pojazdów wymaga prognozy liczby uszkodzeń dla sytuacji wystąpie-

nia potrzeby jednoczesnego użycia wszystkich pojazdów. Stąd wynika potrzeba wymaganych środków obsługowych do odnowy zdadności na danym/planowanym odcinku zadania transportowego Q [km].



Ryc. 9. Gotowość operacyjna dla samochodów o różnym stopniu zużycia ресурсu

Fig. 9. Operating readiness for cars with the various waste service life degree

Porównanie otrzymanych danych o strumieniu potrzeb z liczbą dostępnych w czasie i danych warunkach działania, środków obsługowych (stacjonarnych, ruchomych/mobilnych), daje możliwość ilościowego ustalenia ich nadmiaru lub niedomiaru.

W przypadku wystąpienia niedomiaru będzie to oznaczać, że dla danego zbioru pojazdów o aktualnym stopniu zużycia i danym rozmiarze realizowanych zadań transportowych nie jest spełniony warunek dyspozycyjności. Natomiast w sytuacji nadmiaru środków obsługowych będzie oznaczać, że ponoszone są straty ekonomiczne z powodu utrzymywania w gotowości środków obsługi, dla których brak zadań usługowych.

W systemie wojskowym „warsztaty ruchome”, jako środki mobilne, przewożone są na innych środkach transportu. Samochody te podlegają starzeniu tak jak i pozostałe. Dlatego też wyższy stopień zużycia ресурсu oznacza zwiększanie się ich zawodności.

Dlatego też samochody te powinny podlegać ocenie niezawodnościowej, aby ustalić, ile tych środków w stanie pełnego funkcjonowania systemu transportowego ulegnie uszkodzeniu.

Bowiem uszkodzenie to powoduje eliminację tego środka wraz z załogą w niesieniu pomocy technicznej w odniesieniu do uszkodzonych środków transportujących i holujących inne ładunki.

Istnieje tu zatem potrzeba ciągłego monitorowania i analizowania wpływu stopnia zużycia ресурсu przez środki transportujące warsztaty na ich dostępność przez organizację dostarczającą środki obsługi do odnowy uszkodzonych innych pojazdów.

4. Wnioski i podsumowanie

W ocenie gotowości operacyjnej pojazdów i ich dyspozycyjności jak i prognozie – istnieje potrzeba kwantyfikacji ich: gotowości chwilowej/stacjonarnej i niezawodności oraz zdolności systemu logistycznego dostarczającego potrzebne środki do obsługi i napraw.

Realizacja tego celu wymaga wiedzy o własnościach;

- pojazdu, tj. jego aktualnej „nieuszkodzalności” oraz dla danych warunków obsługiwanego „obsługiwalności”,
- systemu użytkowania w aspekcie aktualnej i przewidywanej intensywności użytkowania pojazdów,
- systemu logistycznego w odniesieniu do jego zdolności do dostarczenia wymaganych środków obsługi.

Wiedza w tym zakresie powinna powstawać permanentnie w czasie, na podstawie informacji z monitorowania parametrów odpowiednich procesów.

Efektywna realizacja tego zadania jest możliwa przez odpowiednio zorganizowane systemy informacyjne i zaimplementowane jako zintegrowane systemy informatyczne wspomagające zarządzanie eksploatacją w ujęciu biznesowym.

Literatura

1. Hebda M., Mazur T., *Podstawy eksploatacji pojazdów samochodowych*, WKiŁ, Warszawa 1980.
2. Kowalski K., *Organizacja utrzymania wojskowych środków transportu. Autobusy*, „Technika Eksploatacja Systemy Transportowe”, Issue 6, 2010.
3. Kruk Z., *Badania efektywności systemu eksploatacji pojazdów kołowych na podstawie oceny gotowości technicznej wytypowanych marek pojazdów użytkowanych w wojsku*, „Archiwum WITPiS”, Vol. 91, 1990.
4. Kruk Z. i inni, *Modelowanie gotowości środków transportu kołowego w aspekcie czasu oczekiwania na użytkowanie*, Praca wykonana w ramach pracy badawczej finansowanej z KBN/T00B02424, Archiwum WITPiS/2005.
5. Kruk Z., *System monitorowania gotowości operacyjnej wojskowych środków transportu na szczeblu oddziału*, Sprawozdanie WITPiS Nr 110/ZPS/2008 z realizacji projektu badawczo – rozwojowego nr R 00 032 022.
6. Niziński St., *Eksploatacja obiektów technicznych*, Warszawa – Sulejówek – Olsztyn – Radom 2002.
7. Stricker L., *Diagnostyka pojazdów – bezpieczeństwo*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1996.
8. AVTP (11 -20). Procedura badawcza NATO.1993.
9. Norma NO-06-A102:2005; Uzbrojenie i sprzęt wojskowy. Ogólne wymagania techniczne, metody kontroli i badan. Wymagania niezawodnościowe.
10. Norma MIL-STD-721C. Departament Obrony USA 1981.
11. Norma NO-06-A102:2005; Uzbrojenie i sprzęt wojskowy. Ogólne wymagania techniczne, metody kontroli i badan. Wymagania niezawodnościowe.
12. Wymagania operacyjne na rodzinę samochodów taktycznych średniej ładowności (FMTV), department of the army, office of the deputy chief of staff for operations and Plans DC 20310-04, Washington 1994.
13. MIL-T-740G C, Specyfikacja na samochody ciężarowe konstrukcji wojskowej, Waszyngton 1989.

dr inż. Zygmunt Kruk w 1978 roku obronił doktorat na Wojskowej Akademii Technicznej. Obecnie pracuje w Wojskowym Instytucie Techniki Pancernej i Samochodowej na stanowisku adiunkta.

dr inż. Włodzimierz Kupicz w 2009 obronił doktorat na Wydziale Nauk Technicznych Uniwersytetu Warmińsko Mazurskiego. Obecnie pełni funkcję kierownika Zakładu Pojazdów Kołowych Wojskowego Instytutu Techniki Pancernej i Samochodowej.

dr inż. **Marcin Michał MIROŃCZUK¹**

Przyjęty/Accepted/Принят: 05.08.2013;

Zrecenzowany/Reviewed/Рецензирована: 22.05.2014;

Opublikowany/Published/Опубликована: 30.06.2014;

METODA PROJEKTOWANIA BAZY WIEDZY ORAZ REGUŁ SEGMENTATORA REGUŁOWEGO OPARTA O FORMALNĄ ANALIZĘ POJĘĆ*

**The Method of Designing the Knowledge Database and Rules
for a Text Segmentation Tool Based on Formal Concept Analysis**

**Метод проектирования базы знаний и правил правового сегментатора
на основе формального анализа понятий**

Abstrakt

Cel: Zaprezentowanie rozwiązania problemu segmentacji tekstu dziedzinowego. Badany tekst pochodził z raportów (formularza „Informacji ze zdarzenia”, pola „Dane opisowe do informacji ze zdarzenia”) sporządzanych po akcjach ratowniczo-gaśniczych przez jednostki Państwowej Straży Pożarnej.

Metody: W celu realizacji zadania autor zaproponował metodę projektowania bazy wiedzy oraz reguł segmentatora regułowego. Zaproponowana w artykule metoda opiera się na formalnej analizie pojęć. Zaprojektowana według proponowanej metody baza wiedzy oraz reguł umożliwiła przeprowadzenie procesu segmentacji dostępnej dokumentacji. Poprawność i skuteczność proponowanej metody zweryfikowano poprzez porównanie jej wyników z dwoma innymi rozwiązaniami wykorzystywanymi do segmentacji tekstu.

Wyniki: W ramach badań i analiz opisano oraz pogrupowano reguły i skróty występujące w badanych raportach. Dzięki zastosowaniu formalnej analizy pojęć utworzono hierarchię wykrytych reguł oraz skrótów. Wydobyta hierarchia stanowiła zarazem bazę wiedzy oraz reguł segmentatora regułowego. Przeprowadzone eksperymenty numeryczne i porównawcze autorskiego rozwiązania z dwoma innymi rozwiązaniami wykazały znacznie lepsze działanie tego pierwszego. Przykładowo otrzymane wyniki F-miary otrzymane w wyniku zastosowania proponowanej metody wynoszą 95,5% i są lepsze o 7-8% od pozostałych dwóch rozwiązań.

Wnioski: Zaproponowana metoda projektowania bazy wiedzy oraz reguł segmentatora regułowego umożliwia projektowanie i implementację oprogramowania do segmentacji tekstu z małym błędem podziału tekstu na segmenty. Podstawowa reguła dotycząca wykrywania końca zdania poprzez interpretację kropki i dodatkowych znaków jako końca segmentu w rzeczywistości, zwłaszcza dla tekstów specjalistycznych, musi być opakowana dodatkowymi regułami. Działania te znacznie podnoszą jakość segmentacji i zmniejszają jej błąd. Do budowy i reprezentacji takich reguł nadaje się przedstawiona w artykule formalna analiza pojęć. Wiedza inżyniera oraz dodatkowe eksperymenty mogą wzbogacać utworzoną sieć o nowe reguły. Nowo wprowadzana wiedza może zostać w łatwy sposób naniesiona na aktualnie utworzoną sieć semantyczną, tym samym przyczyniając się do polepszenia segmentacji tekstu. Ponadto w ramach eksperymentu numerycznego wytworzono unikalny: zbiór reguł oraz skrótów stosowanych w raportach, jak również zbiór prawidłowo wydzielonych i oznakowanych segmentów.

Słowa kluczowe: formalna analiza pojęć, segmentator tekstu, segmentator regułowy, projektowanie bazy wiedzy, metoda projektowania bazy wiedzy, FCA, wydzielanie segmentów, dzielenie tekstu na segmenty

Typ artykułu: oryginalny artykuł naukowy

Abstract

Objective: Presentation of a specialist text segmentation technique. The text was derived from reports (a form “Information about the event”, field “Information about the event - descriptive data”) prepared by rescue units of the State Fire Service after firefighting and rescue operations.

¹ Instytut Podstaw Informatyki PAN, Zespół Podstaw Sztucznej Inteligencji, ul. Jana Kazimierza 5, 01-248 Warszawa/Institute of Computer Science of the Polish Academy of Sciences, Poland; e-mail: m.marcinmichal@gmail.com

* Artykuł został wyróżniony przez Komitet Redakcyjny / The article was recognised by the Editorial Committee/ Эту статью наградил Редакционный Совет

Methods: In order to perform the task the author has proposed a method of designing the knowledge base and rules for a text segmentation tool. The proposed method is based on formal concept analysis (FCA). The knowledge base and rules designed by the proposed method allow performing the segmentation process of the available documentation. The correctness and effectiveness of the proposed method was verified by comparing its results with the other two solutions used for text segmentation.

Results: During the research and analysis rules and abbreviations that were present in the studied specialist texts were grouped and described. Thanks to the formal concepts analysis a hierarchy of detected rules and abbreviations was created. The extracted hierarchy constituted both a knowledge and rules base of tools for segmentation of the text. Numerical and comparative experiments on the author's solution with two other methods showed significantly better performance of the former. For example, the F-measure results obtained from the proposed method are 95.5% and are 7-8% better than the other two solutions.

Conclusions: The proposed method of design knowledge and rules base text segmentation tool enables the design and implementation of software with a small error divide the text into segments. The basic rule to detect the end of a sentence by the interpretation of the dots and additional characters as the end of the segment, in fact, especially in case of specialist texts, must be packaged with additional rules. These actions will significantly improve the quality of segmentation and reduce the error. For the construction and representation of such rules is suitable presented in the article, the formal concepts analysis. Knowledge engineering and additional experiments can enrich the created hierarchy by the new rules. The newly inserted knowledge can be easily applied to the currently established hierarchy thereby contributing to improving the segmentation of the text. Moreover, within the numerical experiment is made unique: a set of rules and abbreviations used in reports and set properly separated and labeled segments.

Keywords: formal concept analysis, FCA, project of knowledge database, segment extraction, text processing

Type of article: original scientific article

Цель: Представление решения проблемы сегментации специализированного текста. Исследованный текст исходил из отчётов (формуляра «Информации из места события», поля „Описывающие данные к информации о происшествии») составленных после спасательно-гасящих действиях подразделений Государственной Пожарной Службы.

Методы: Имея ввиду реализацию задачи автор предложил метод проектирования базы знаний и правил правового сегментатора. Предлагаемый в статье метод основан на формальном анализе понятий. Разработанная в соответствии предложенному методу база знаний и правил даёт возможность проведения процесса сегментации имеющейся документации. Правильность и эффективность предложенного метода проверены путём сравнения его результатов с двумя другими решениями использованными для сегментации текста.

Результаты: В рамках исследований и анализа описаны и погруппированы правила и сокращения появляющиеся в исследуемых отчётах. Благодаря применению формального анализа понятий создана иерархия обнаруженных правил и сокращений. Извлечённая иерархия представляет собой одновременно базу знаний и правил правового сегментатора. Проведены цифровые и сравнительные эксперименты авторского решения с двумя другими методами показали значительно лучшую производительность первого. Например результаты F-меры полученные в результате применения предлагаемого метода составляют 95,5% и являются на 7-8% лучшими от двух остальных решений.

Выводы: Предложенный метод проектирования базы знаний и правил правового сегментатора даёт возможность проектировать и внедрять программное обеспечение для сегментации текста с небольшими ошибками разделения текста на сегменты. Основное правило по обнаружению конца предложения – наличие точки и дополнительных символов в качестве конца сегмента, на самом деле, особенно при сегментации специализированных текстов, должно быть оснащено дополнительными правилами. Эти действия значительно повышают качество сегментации и уменьшают её ошибочность. Для постройки и представления таких правил подходит представленный в статье формальный анализ понятий. Инженерные знания и дополнительные эксперименты могут обогатить создаваемую сеть новыми правилами. Нововведённые знания простым образом могут быть нанесены на только что разработанную семантическую сеть, тем самым, совершенствуя процесс сегментации текста. Кроме того, в рамках цифрового эксперимента созданы уникальные: набор правил и сокращений используемых в отчётах, а также набор правильно выделенных и ознаненных сегментов.

Ключевые слова: формальный анализ понятий, сегментатор текста, правовой сегментатор, проектирование базы знаний, FCA, выделение сегментов, разделение текста на сегменты

Вид статьи: оригинальная научная статья

1. Wstęp

W artykułach [1, 2] przedstawiono model obsługi akcji ratowniczo-gaśniczej wspierany przez hybrydowy system wspomagania decyzji HSWD. Proponowany HSWD dla Państwowej Straży Pożarnej stanowi połączenie grupowego systemu wspomagania decyzji GSWD (*ang. group decision support system – GDSS*) trzeciego rodzaju i inteligentnego systemu wspomagania decyzji bazującego na odkrywaniu wiedzy ISWD (*ang. intelligent decision support system based on knowledge discovery – IDSSKD*) [2]. Pierwszy wymieniony system stanowił platformę informatyczną do podsuwania pomysłów i instruowania osoby podejmującej decyzję na zasadzie

konsultacji eksperckiej bazującej na zgromadzonych w nim informacjach i regułach. Druga platforma – IDSSKD – opierała się z kolei na włączeniu do systemu wspomagania decyzji SWD elementów odkrywania wiedzy w bazach danych (*ang. knowledge discovery in database – KDD*) z danych tekstowych. Całość tego rozwiązania z punktu widzenia technicznego bazowała i wspierała proces wnioskowania na podstawie przypadków zdarzeń (*ang. cased based reasoning – CBR*) [3].

Autor dla wyżej wymienionego systemu podjął się opracowania (zaprojektowania i zaimplementowania) warstwy danych dotyczącej reprezentowania i przechowywania informacji na temat sieci hydrantów [4]. Dzie-

ki zebranych informacjom w tej warstwie danych kierujący działaniami ratowniczymi KDR mogliby lokalizować najbliższe punkty czerpania środka gaśniczego. Projekt tej warstwy został oparty na opracowanej przez autora metodzie eksploracyjnej analizy tekstu do jego strukturalizacji [5-7]. Analizowane teksty stanowiły dokumenty z prowadzonych działań ratowniczo-gaśniczych przez jednostki PSP, pochodzące z systemu ewidencji zdarzeń EWID [8-10]. Podczas komputerowej analizy dokumentacji pojawiły się problemy związane z podziałem jej na segmenty. Segmenty w literaturze poświęconej lingwistyce komputerowej i przetwarzaniu tekstów w języku naturalnym określa się też jako tokeny (ang. *tokens*). Podział ten polega na rozpoznawaniu granic między podstawowymi elementami tekstu – segmentami. Segmentacja tekstu definiowana jest też jako liniowy podział tekstu na co najmniej dwóch poziomach [11]. Pierwszy poziom stanowi podział tekstu na jednostki, zwykle zdania, które mogą być przetwarzane składniowo niezależnie od innych jednostek tego samego poziomu. Drugi poziom stanowi segmentacja tekstu prowadząca do tego, że tekst dzielony jest na jednostki nazwane tokenami lub segmentami, którym przypisuje się interpretacje morfo syntaktyczne, czyli informacje o częściach mowy (rzeczownik, czasownik itp.) i wartościach odpowiednich kategorii morfo syntaktycznych (rodzaju, przypadku itp.). Zazwyczaj segmentacja w tym sensie nazywana jest tokenizacją. Dodatkowo dla poprawy dalszej interpretacji tekstu, a więc i jakości, ważne jest rozpoznawanie segmentów charakterystycznych dla tekstów danego typu, np. dat, adresów, nazw ulic [12]. W badaniach prowadzonych przez autora ważny aspekt stanowił podział tekstu na pierwszym poziomie. Ważne jest to ze względu na fakt, że każdemu wydzielonemu segmentowi z raportu w procesie klasyfikacji nadawane jest znaczenie, określany jest jego kontekst. Odbywa się to poprzez analizę jego elementów składowych – wyrazów. Na ich podstawie budowany jest klasyfikator, który przydziela segment do jednej z wydzielonych klas semantycznych (określających kontekst). Nieprawidłowa segmentacja może więc doprowadzić nie tylko do niepoprawnego podziału zdania na części, ale także do nieprawidłowej interpretacji semantycznej segmentu.

W literaturze dziedzinowej dotyczącej przetwarzania tekstów [11-13] mało miejsca poświęca się metodom projektowania segmentatorów regułowych na poziomie zdań. W niniejszym tekście omówiono więc metodę projektowania bazy wiedzy oraz reguł utworzonego i badanego przez autora segmentatora regułowego SR. Skonstruowana baza wiedzy umożliwiła przeprowadzenie segmentacji polegającej na rozpoznawaniu granicy zdań w dostępnych dla autora dokumentach tekstowych, w postaci raportów sporządzanych z akcji ratowniczo-gaśniczych, przechowywanych w systemie ewidencji zdarzeń EWID [8-10]. Okazało się, że zadanie to nie jest proste w przypadku próby segmentacji badanej dokumentacji. Do jego rozwiązania autor zaproponował prostą i skuteczną metodę, w kontekście analizowanej dokumentacji, opartą o regułowe dzielenie tekstu na segmenty. Do realizacji procesu segmentacji zaprojektowano, w oparciu o formalną analizę pojęć (ang. *formal concept analysis* –

FCA), bazę wiedzy zawierającą używane w dokumentacji skróty oraz bazę reguł określającą warunki segmentacji.

W sekcji drugiej niniejszego artykułu opisano propozycje wykorzystania formalnej analizy pojęć do projektowania bazy wiedzy oraz reguł SR, na potrzeby segmentacji raportów. Wykorzystano także związane z tą analizą diagramy liniowe w celu wizualizacji relacji, jakie zachodzą pomiędzy wykrytymi obiektami. W sekcji trzeciej przedstawiono wyniki eksperymentu polegającego na wykorzystaniu wykrytych reguł oraz skrótów do segmentacji dostępnego zbioru danych tekstowych w postaci raportów. Przeprowadzona segmentacja za pomocą SR, skonstruowanego w oparciu o analizę utworzonej hierarchii pojęć, została poddana ocenie w odniesieniu do dostępnych autorowi dwóch segmentatorów. Pierwszy z segmentatorów wykorzystywał rozszerzone reguły segmentacji (ang. *segmentation rules exchange* – SRX), drugi natomiast pochodził z otwartego projektu związanego z przetwarzaniem języka polskiego (ang. *open source projects related to natural language processing* – open-NLP) [14, 15]. W sekcji czwartej przedstawiono wnioski płynące z zastosowania opisywanej i proponowanej przez autora metody projektowania bazy wiedzy oraz reguł SR.

2. Segmentator regułowy – metoda projektowania i reprezentacja wiedzy

Formalna analiza pojęć wprowadzona została przez Rudolfa Wille'a w 1984 roku. Jej koncepcja zbudowana została na teorii sieci i częściowego porządku, które to zostały rozwinięte przez Birkhoffa i innych w latach 30. XX wieku [16-18]. FCA służy do matematyzacji pojęcia „pojęcie” (określane także jako „koncept”) oraz daje formalne narzędzie stosowane do analizy danych i reprezentacji wiedzy. Do wizualizacji zachodzących relacji pomiędzy wykrytymi pojęciami służy w FCA krata pojęć (ang. *concept lattice*). Krata pojęć graficznie może być prezentowana za pomocą diagramu liniowego (ang. *line diagram*) nazywanego także diagramem Hassego (ang. *Hasse diagram*) [19, 20]. Diagram ten służy do konstruowania hierarchii pojęć. Składa się z węzłów (wierzchołków) oraz krawędzi. Każdy wierzchołek reprezentuje pojęcie natomiast krawędzie łączą wierzchołki w określony sposób [19]. Aktualnie FCA stosowana jest np. w [16]: psychologii, socjologii, antropologii, medycynie, biologii, lingwistyce, matematyce czy też informatyce. Autorowi najbliższe są zastosowania z zakresu technik informacyjnych i informatyki, w których niniejsza analiza wykorzystywana jest w szczególności do realizacji zadań z zakresu:

- wydobywania z tekstu hierarchii pojęć (ang. *concept hierarchies*) dla systemów bazujących na wiedzy [21] tj. systemów komputerowych stosujących wiedzę z danej dziedziny zapisanej w bazie wiedzy [22]. Wydobytą hierarchię pojęć stanowi taksonomię polegającą na klasyfikacji (uporządkowaniu) jednostek systematycznych w kategorii,
- odnajdywania grupy dokumentów dzielących te same atrybuty. Zadanie to jest ważnym elementem w: eksploracyjnej analizie tekstów, przetwarzaniu informacji (ang. *information extraction* – IE) czy też wyszukiwaniu informacji (ang. *information retrieval* – IR)

w zbiorze dokumentów tekstowych. W ostatnim przykładzie FCA pełni najczęściej rolę silnika wspierającego systemu wyszukiwania informacji w tekście [20]. Natomiast diagramy liniowe służą do tworzenia i wizualizacji ich hierarchii oraz powiązań,

- analizy kodu źródłowego [23], a w szczególności pozyskiwania i grupowania wzorców projektowych [24, 25], jak też analizy, projektowania, tworzenia oraz refaktoryzacji hierarchii klas z zakresu paradygmatu projektowania obiektowego [17, 19, 26-32]. FCA w tym przypadku służy więc do zarządzania i rozwoju oprogramowania w myśl ogólnie pojętej inżynierii programowania [33] jak i modelowania całych systemów informatyczno-informacyjnych [34, 35],
- wspierania projektowania systemów CBR [36] oraz ich udoskonalania [37] poprzez np. grupowanie i selekcję przypadków zdarzeń [38, 39],
- wykrywania zależności funkcyjnych (ang. *functional dependencies*) w relacyjnych bazach danych [40],
- tworzenia metod półautomatycznych do konstruowania wybranych ontologii [41-43].

Propozycja analizy bazy wiedzy na temat skrótów oraz reguł dla SR bazuje na formalnej analizie pojęć oraz diagramach liniowych do wizualizacji wykrytych relacji między obiektami. Metoda analizy zawiera trzy podstawowe kroki, na które składają się następujące elementy: zdefiniowanie obiektów O , atrybutów C oraz relacji incydencji, następnie zdefiniowanie kontekstu formalnego K w terminach obiektu, atrybutu i relacji incydencji i na końcu zdefiniowanie pojęcia formalnego dla danego kontekstu formalnego.

Kontekstem formalnym K jest następująca trójka [41]:

$$K(O, C, R) \quad (1)$$

gdzie:

O – niepusty zbiór obiektów,

C – niepusty zbiór atrybutów,

R – binarna relacja między obiektami a atrybutami

$R \subseteq O \times C$ (oRc).

W niniejszym opracowaniu kontekst formalny stanowiły „elementy nie zawsze kończące segment”. Kontekst ten został opisany za pomocą tablicy zawierającej: obiekty o , atrybuty c oraz relacje r . Zbiór obiektów stanowiły wykryte niepoprawnie rozbite segmenty, które zostały oznaczone jako $o_1, \dots, o_n$ (n – liczba obiektów, $n=310$) i które prezentuje tabela 1. Zbiór atrybutów C stanowiły pojęcia określające, jakiego rodzaju przetwarzania segmentu należy użyć, aby prawidłowo podzielić segment. Wykryto i zdefiniowano 16 ($c_1, \dots, c_{16}$, $k=16$) takich charakterystycznych atrybutów (k) dla segmentów pochodzących z badanych raportów.

W celu zaprezentowania wyznaczania obiektów o i atrybutów c posłużono się następującym przykładem. Przyjmijmy, że do dyspozycji jest następujący segment:

„... podjęto decyzję że w dn. jutrzejszym zostanie zadysponowana przez gerk na miejsce zdarzenia koparka, która wykona kanał do ...”.

W przypadku gdy będzie dostępna jedynie reguła mówiąca o tym, że znak kropki „.” kończy segment, wówczas ww. segment zostanie nieprawidłowo podzielony na dwa podsegmenty. Tak więc można wykryć obiekt o_n w postaci wyrażenia „dn. jutrzejszym”. Pierwszy element w rozważanym przypadku stanowi skrót, drugi natomiast resztę części segmentu. W celu prawidłowej segmentacji ww. zdania należy więc wprowadzić przetwarzanie polegające na wykrywaniu w tym przypadku atrybutu c_k w postaci skrótu – wyrażenie „dn.” oznacza skrót od dnia.

Do wyznaczonych, podczas analizy dostępnych obiektów o_n , pozostałych atrybutów c_k należą atrybuty określające, czy dany segment powinien być zanalizowany pod kątem następujących elementów:

- skrótów (c_1 , „skrót”), zbudowanych z jednej lub kilku liter i stanowiących wszelkie możliwe skrócone formy zapisu wyrazów lub wyrażen, które występowały w badanych raportach,
- reguł (c_2 , „reguła”) określających i nakładających dodatkowe warunki co do podziału zdania na segmenty bądź braku takiego podziału (kropka nie zawsze implikuje koniec zdania),
- reguł z korekcjami (c_3 , „reguła_korekcji”) polegających na powierzchownym sprawdzeniu badanego segmentu, wykryciu oraz poprawie nieprawidłowo sformułowanych skrótów (w badanych tekstach najczęstszym błędem było bezpośrednie łączenie liczebników ze skrótami np. „... 10cm”, które należało by poprawić na „... 10 cm.”),
- reguł z badaniem otoczenia skrótu (c_4 , „reguła_badania_otoczenia”), polegających na wykrywaniu, czy z lewej oraz prawej strony skrótu nie występują dodatkowe znaki. W tym przypadku analizowane były ciągi z segmentu pod kątem wykrywania w nich skrótów (w badanych tekstach istnieją zapisy używające wtrąceń w postaci nawiasów „(” oraz „)”, po których następują skróty np. „... (dow. sierż.”),
- reguł wykrywania nazwy ulicy ze skrótem (c_5 , „nazwa_ulicy_ze_skrótem”), polegających na wykrywaniu ciągów w segmentach odnoszących się do nazw ulic, podczas zapisu których użyto skrótu imienia (w badanych tekstach istnieją zapisy w postaci np. „e. plater”, który stanowi skrót od pełnej nazwy ulicy Emilii Plater,
- reguł wykrywania czasu (c_6 , „czas”) polegających na wykrywaniu ciągów w segmentach, które odnoszą się do określenia czasu akcji zapisywanego w formacie hh.mm (godzina.minut), tak więc znak kropki w takim zapisie nie powinien dzielić segmentu,
- reguł wykrywania liczby z kropką oraz adnotacją (c_7 , „liczba_kropka_adnotacja”), polegających na wykrywaniu ciągów w segmentach zawierających liczbę, po której następuje kropka, a następnie symbol adnotacji np. „6. Ad.3”, schemat taki wynika z tego, iż po zakończeniu akcji w polu nr. 6 pt. *Inne uwagi dotyczące danych ze strony poprzedniej z sekcji Dane opisowe do informacji ze zdarzenia* pochodzącej z papierowej wersji karty *Informacji ze zdarzenia* [44], KDR wpisują swoje uwagi dotyczące pozostałych pól z karty, które wypełniali. Z uwagi na brak wewnętrznej struk-

tury tego pola jak i struktury całego punktu *Dane opisowe do informacji ze zdarzenia* w cyfrowym systemie ewidencji zdarzeń EWID [5, 8-10], KDR stosując różne oznaczenia oraz zabiegi składniowe przy wprowadzaniu opisów do tego typu pól ww. systemu,

- reguł wykrywania gwiazdki z numerem oraz kropką (c_8 , „gwiazdka_numer_kropka”), polegających na wykrywaniu ciągów w segmentach zawierających liczbę poprzedzoną znakiem gwiazdki lub innym znakiem, po której następuje kropka np. „*1.”, schemat taki wynika z podobnych przesłanek, które omówiono powyżej. W elektronicznej wersji sekcji *Dane opisowe do informacji ze zdarzenia* brak jest wydzielonych odpowiednich sekcji, jak to ma miejsce w jej papierowej wersji, przez co KDR stosując różne nieformalne zabiegi w celu podkreślenia do jakiej części sekcji należy podany opis. Tego typu zabiegi nie są dominującą regułą, niemniej występują i powinny być brane pod uwagę podczas przetwarzania przez SR,
- reguł wykrywania liczby ze skrótem kończącym segment (c_9 , „liczba_skrót_koniec_segmentu”), polegających na wykrywaniu ciągów w segmentach zawierających liczby ze skrótem, które kończą zdanie,
- reguł wykrywania kropki z liczbą oraz kropki, po której następuje wielka litera (c_{10} , „kropka_liczba_kropka_wielka_litera”), polegających na wykrywaniu ciągów na styku segmentów zawierających kropkę z liczbą oraz kropkę, po której następuje wielka litera. Schemat ten jest stosowany przez decydentów do wyliczania w opisywanym zdarzeniu kroków, jakie podjęli w celu neutralizacji powstałego zagrożenia np. „1. Wyważono drzwi. 2. Zabezpieczono miejsce zdarzenia.”,
- reguł wykrywania wersji (c_{11} , „wersja”) polegających na wykrywaniu ciągów w segmentach, które opisują wersje wykorzystywanych przyrządów pomiarowych np. zadymienia etc.,
- reguł wykrywania numerów z dowolnym znakiem oraz skrótem (c_{12} , „numer_znak_skrót_skrót”) polegających na wykrywaniu ciągów w segmentach zawierających w sobie cyfry, po których może nastąpić znak ze skrótem. Schemat ten wyznacza w szczególności (w kontekście Q dotyczącym opisów hydrantów) opisy dotyczące obiektów hydrotechnicznych oraz ich sprawności np. „...39582-n. spr.” stanowi skrócony zapis dotyczący informacji o tym, że hydrant o numerze z tabliczki 39582 został sprawdzony i był niesprawny,
- nieinterpretowalnych skrótów (c_{13} , „skrót_nieinterpretowalny”) zbudowanych z jednej lub kilku liter i stanowiących wszelkie możliwe skrócone formy zapisu wyrazów lub wyrażeń, które występowały w badanych raportach i nie można ich w żaden sposób zinterpretować jednoznacznie przy dyspozycji kontekstem Q segmentu np. „... b. Jan Kowalski”, skrót „b.” może oznaczać brygadiera, brygadziста etc.,
- interpretowalnych skrótów (c_{14} , „skrót_interpretowalny”) zbudowanych z jednej lub kilku liter i stanowiących wszelkie możliwe skrócone formy zapisu wyrazów lub wyrażeń, które występowały w badanych ra-

portach i które można zinterpretować jednoznacznie przy dyspozycji kontekstem Q segmentu np. „... spółność 10 km. kwadratowych łąki.”,

- poprawnych skrótów (c_{15} , „skrót_poprawny”), które z definicji są podobne do interpretowalnych skrótów przy czym skróty stanowią podzbiór zbioru poprawnych skrótów używanych w języku polskim,
- niepoprawnych skrótów (c_{16} , „skrót_niepoprawny”), które z definicji są podobne do interpretowalnych skrótów przy czym skróty stanowią nadzbiór zbioru poprawnych skrótów używanych w języku polskim np. „... w. wym. miejscu spłonęły śmieci” skrót „w. wym.” odnosi się do wyżej wymienionego i poprawnie powinno być „ww.”.

Informację o zależnościach pomiędzy wykrytymi obiektami stanowiącymi niepoprawne zakończone segmenty oraz określającymi ich atrybutami prezentuje tabela 1.

Tabela 1.

Tabela formalnego kontekstu
„elementy nie zawsze kończące segment”

Table 1.

Table of formal context
“elements which do not always end a segment”

Obiekt (Objects)	Atrybut (Attributes)				
	c_1	c_2	c_3	...	c_k
o_1	1				
o_2		1	1		
o_3		1			
...					
o_n					

Źródło: opracowanie własne / Source: own work

Tabela 1 prezentuje informację o zależnościach pomiędzy wykrytymi obiektami oraz atrybutami. W przypadku gdy do obiektu o pasuje przynajmniej jeden atrybut c_k , odnotowywane jest to w tablicy poprzez wstawienie do odpowiedniej jej komórki wartości 1, w przeciwnym razie komórka tablicy pozostaje pusta. W ten sposób tworzone są relacje między obiektami i opisującymi je atrybutami (oRc). Z kontekstu formalnego K można wywnioskować następujące zależności: zbiór obiektów $A \subseteq O$ generuje zbiór atrybutów $A' = \{c \in C \mid oRc, \forall o \in O\}$ (zbiór atrybutów dzielony przez obiekty z A np. $A = \{o_2, o_3\} \rightarrow A' = \{c_2\}$) i analogicznie zbiór atrybutów $B \subseteq C$ generuje zbiór obiektów $B' = \{o \in O \mid oRc, \forall c \in C\}$ (zbiór obiektów, które mają wszystkie atrybuty w B np. $B = \{c_2\} \rightarrow B' = \{o_2, o_3\}$).

Formalne pojęcie (ang. *formal concept*) kontekstu $K(O, C, R)$ stanowi para uporządkowana (A, B) , gdzie [41]: $A \subseteq O$, $B \subseteq C$ oraz $A' = B$ i $B' = A$. A nazywane jest ekstensją natomiast B nazywane jest intensją formalnego pojęcia (A, B) .

Z każdym pojęciem związane więc są jego: ekstencja i intensja. Ekstensja to klasa przedmiotów (obiektów) opisywanych przez pojęcie. Natomiast intensja to klasa cech (własności, atrybutów) wspólnych dla wszystkich przedmiotów z ekstensji. Utworzone pojęcia dla omawianego formalnego kontekstu prezentuje tabela 2.

Tabela 2.

Pojęcia dla formalnego kontekstu „elementy nie zawsze kończące segment”

Table 2.

Concepts for a formal context “elements do not always ending segment”

Identyfikator pojęcia (ID concept)	Ekstensja (Extension)	Intensja (Intension)
c(0)	$\{o_{0,1}, \dots, o_{0,a}\}$	$\{\}$
c(1)	$\{o_{1,1}, \dots, o_{1,b}\}$	$\{\text{reguła}\}$
c(2)	$\{o_{2,1}, \dots, o_{2,c}\}$	$\{\text{reguła; numer_znak_skrót_skrót}\}$
c(3)	$\{o_{3,1}, \dots, o_{3,d}\}$	$\{\text{reguła; wersja}\}$
c(4)	$\{o_{4,1}, \dots, o_{4,e}\}$	$\{\text{reguła; gwiazdka_numer_kropka}\}$
...	...	...
c(15)	$\{o_{15,1}, \dots, o_{15,p}\}$	$\{\text{skrót}\}$
c(16)	$\{o_{16,1}, \dots, o_{16,r}\}$	$\{\text{skrót; skrót_niepoprawny}\}$
c(17)	$\{o_{17,1}, \dots, o_{17,s}\}$	$\{\text{skrót; skrót_interpretowalny}\}$
c(18)	$\{o_{18,1}, \dots, o_{18,t}\}$	$\{\text{skrót; skrót_interpretowalny; skrót_niepoprawny}\}$
c(19)	$\{o_{19,1}, \dots, o_{19,w}\}$	$\{\text{skrót; skrót_interpretowalny; skrót_poprawny}\}$
c(20)	$\{o_{20,1}, \dots, o_{20,x}\}$	$\{\text{skrót; skrót_nieinterpretowalny; skrót_niepoprawny}\}$
c(21)	$\{o_{21,1}, \dots, o_{21,y}\}$	$\{\text{skrót; reguła; reguła_korekcji; reguła_badania_otoczenia; nazwa_ulicy_ze_skróttem; czas; ...; skrót_niepoprawny}\}$

Źródło: opracowanie własne przy wykorzystaniu [45] / Source: own work based on [45]

Tabela 2 prezentuje pojęcia dla formalnego kontekstu „elementy nie zawsze kończące segment”. Ze względu na dość znaczną liczbę przebadanych obiektów i wykorzystanie diagramu liniowego w celu prezentacji pomiędzy nimi relacji oraz zachowanie czytelności, wykorzystano następującą notację: identyfikator pojęcia c(l), gdzie $l = 1, \dots, 21$ oznacza liczbę wyznaczonych formalnych pojęć, stanowi skrót zapisu pojęcia formalnego w postaci $\{o_{xy}, \dots, o_{zk}\}$, $\{c_{xy}, \dots, c_{zk}\}$, tak więc w każdej parze pierwszy zbiór stanowi ekstensję pojęcia, natomiast zbiór drugi jego intensję.

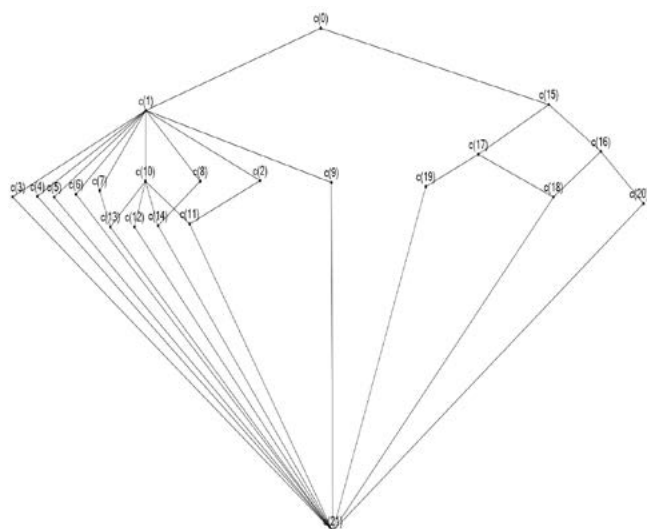
Pojęcia (A1, B1) oraz (A2, B2) kontekstu K(O, C, R) są uporządkowane względem relacji, którą można zdefiniować w następujący sposób [41]:

$$(A_1, B_1) \leq (A_2, B_2) \stackrel{\text{def}}{\iff} A_1 \subseteq A_2 B_2 \subseteq B_1 \quad (2)$$

Zbiór wszystkich pojęć S kontekstu K wraz z relacją $\leq (S(K), \leq)$ tworzą kratę, która w analizie FCA nazywana jest kratą pojęć formalnego kontekstu K(O, C, R) [41]. Utworzoną przykładową kratą pojęć dla formalnego kontekstu „elementy nie zawsze kończące segment” prezentuje ryc. 1.

Ryc. 1 prezentuje utworzoną kratę pojęć dla formalnego kontekstu „elementy nie zawsze kończące segment”. Każdy węzeł sieci, który oznaczony jest jako czarna kropka, stanowi formalne pojęcie z tabeli 2. Na niniejszym rysunku widać wyraźnie rozdzielenie pomiędzy pojęciami związanymi z elementami prostymi w postaci skrótów (pojęcie c(15)) a elementami złożonymi w postaci reguł (pojęcie c(1)). Elementy proste, atomowe budują bazę wiedzy SR. Baza wiedzy może zostać podzielona na skró-

ty niepoprawne (pojęcie c(16)) oraz skróty interpretowalne (pojęcie c(17)). Skróty niepoprawne nie występują w słowniku języka polskiego, ale są na tyle często stosowane w raportach, że można je uznać za część specyficznego języka, jakim posługują się KDR podczas tworzenia raportów. Tak więc w kontekście Q związanym z tworzeniem raportów uznane są jako równoważne skrótom poprawnym, które zarazem są interpretowalne (pojęcie c(19)). Interpretowalne mogą być skróty zarówno poprawne, jak i niepoprawne (pojęcie c(18)). Oznacza to, że użytkownik U może bez problemu na podstawie kontekstu Q segmentu zinterpretować znaczenie utworzonego zapisu w postaci skrótu. Niewielką część bazy wiedzy można wydzielić na wyjątki w postaci wykrytych niestandardowych, nieinterpretowalnych skrótów zdarzających się w raportach, które można powiązać albo z błędami, albo z pośpiesznym wpisywaniem i przenoszeniem raportu do bazy ewidencji zdarzeń. Drugą ważną gałąź budującą SR stanowi gałąź zawierająca reguły (pojęcie c(1)), które opisują, w jaki sposób wykorzystywać elementy zgromadzone w bazie wiedzy w postaci skrótów wraz z dodatkowymi regułami polepszającymi jakość segmentacji raportów. Do podstawowych reguł należą reguły związane z pojęciami: wykrywania wersji (c(3)), wykrywania podpunktów i adnotacji w dokumentacji (pojęcia c(4), c(5), c(6)), czy też wykrywania skrótów zamkniętych w nawiasy klamrowe czy też inne znaki (pojęcie c(9)). Niższy poziom przetwarzania, segmentacji raportu może obejmować analizę z odpowiednią korektą segmentów. Korekcji mogą być poddawane takie elementy jak czas (pojęcie c(7), c(13)), złe połączenia skrótów (pojęcie c(12)), nazwy ulic (pojęcia c(8), c(14)) czy też numery, po których występują znaki wraz ze skrótem (pojęcia c(2), c(11)).



Ryc. 1. Krata pojęć formalnego kontekstu „elementy nie zawsze kończące segment”.

Źródło: opracowanie własne na podstawie [45]

Fig. 1. Lattice for formal context “elements do not always ending segment”.

Source: own work based on [45]

3. Eksperyment numeryczny

Wiedza na temat elementów nie zawsze kończących segment, została utrwalona i zaprezentowana za pomocą kraty pojęć (ryc. 1). Utworzono ją na podstawie analizy raportów oraz budujących je segmentów, jak również analiz nieprawidłowo rozbitych segmentów. Nieprawidłowo rozbite segmenty otrzymywano w procesie dostrajania bazy wiedzy oraz reguł SR. Towarzyszyło temu odkrywanie elementów bazy wiedzy zarówno w postaci dostępnych w raportach skrótów, jak i reguł określających wykrywanie prawidłowych zakończeń segmentów [46]. Utworzoną kratę pojęć można poddać procesowi transformacji na reguły SR. Dzięki temu istnieje możliwość zbudowania elastycznego oprogramowania z możliwością przełączania reguł. Posługując się utworzoną kratą pojęć, można zbudować oprogramowanie przetwarzające raporty na segmenty na trzech zasadniczych poziomach: a) korekcji potencjalnie źle użytych skrótów (warstwa utworzona z pojęć c(11) – c(13)), b) rozszerzonego wykrywania wyjątków polegających na tym, że znak kropki „.” nie zawsze kończy segment (warstwa utworzona z pojęć c(2) – c(9)) oraz c) wykrywania podstawowych (standardowych) skrótów w segmentach związanych z wykorzystaniem bazy wiedzy (pojęcia z gałęzi c(1)) z bazową regułą mówiącą o tym, że jeśli analizator natrafi na element z gałęzi c(1) to znak kropki „.” nie świadczy o tym, że jest to koniec segmentu.

Zademonstrowano, jak działa oprogramowanie oparte na trzech ww. warstwach na następującym przykładzie. Przyjmijmy, że do dyspozycji jest następujący raport:

„Spłonęło 10km. kwadratowych łąki. Akcję gaśniczą ukończono o godz. 8.00 po przybyciu dodatkowych sił i środków”.

Raport po przejściu przez pierwszą warstwę (a) podlega korekcji tj. wyrażenie „10km”. poprawiane jest na „10 km”. Następnie tak poprawiony tekst trafia do warstwy drugiej (b) wykorzystującej elementy z warstwy trzeciej

(c) oprogramowania. W ten sposób podczas analizy wyrażenia „km.”, które znajduje się w standardowej bazie skrótów (c), program nie uzna tego za koniec segmentu i przejdzie dalej. Koniec segmentu nastąpi po odczytaniu wyrażenia „łąki”. Wyraz „łąki” nie znajduje się w bazie skrótów, tak więc następuje w tym miejscu pierwszy podział tekstu. Podczas analizy drugiej części raportu zostanie wykryty standardowy skrót „godz.” i tym samym nie nastąpi zakończenie segmentu. W dalszej kolejności nastąpi wykrycie wyrażenia „8.00”. Dzięki warstwie drugiej (b) oprogramowania, także w tym przypadku nie nastąpi podział zdania. Podczas analizy wyrażenia „8.00” zostanie dopasowana reguła „czas” mówiąca o tym, że liczba zakończona znakiem kropki „.” po której następuje znowu liczba, nie kończy segmentu. Program po osiągnięciu wyrażenia „środków.” ze względu na to, że nie występuje ono w bazie wiedzy oraz reguł, wydzieli następnie drugi segment.

Utworzona krata pojęć w punkcie 2 była rezultatem badań dotyczących zastosowania opracowanego przez autora SR do segmentacji raportów z akcji ratowniczo-gaśniczych [46]. Autor nie zastosował w całości przedstawionego rozwiązania bezpośrednio w SR. Wykorzystane zostały tylko niektóre gałęzie z utworzonej kraty pojęć zawierającej wydzielone pojęcia. Segmentator regułowy wykorzystywał kompletną gałąź c(15) związaną z bazą wiedzy oraz podstawowe reguły z gałęzi c(1) związane z regułami wykrywania końca segmentu jak również sprawdzania, czy znak interpunkcyjny w postaci kropki („.”) kończy skrót a nie segment. Pomimo pominięcia warstw korekcji oraz reguł związanych z wykrywaniem niektórych skrótów połączonych z liczbami, autor otrzymał satysfakcjonujące rezultaty. Do oceny rozwiązania oraz jego porównania w odniesieniu do wybranych segmentatorów autor użył zależności zaczerpniętych z zakresu przetwarzania informacji (ang. *information retrieval* – IR) [47]. Wykorzystane i przedstawione dalej zależności zostały wyprowadzone na podstawie następująco sformułowanego założenia:

Założmy, że jest dostępny jednoelementowy zbiór zapytań Q i zapytanie $q \in Q$ oraz zbiór segmentów S i, że dla zapytania q dany jest zbiór segmentów zwróconych przez segmentator (system segmentacji) $R_q \subseteq S$ oraz zbiór istotnych segmentów S_q oznakowanych ręcznie ze zbioru segmentów S tj. $S_q \subseteq S$.

Dzięki tak sformułowanemu problemowi możliwe jest wyznaczenie (wzór 3 – wzór 5) [48-50]:

- precyzji (ang. *precision*) – pozytywnie przewidziane wartości (ang. *positive prediction value*)

$$P = P_{IR} = \frac{|S_q \cap R_q|}{|R_q|} \quad (3)$$

- przywołania (ang. *recall*) – wrażliwość (ang. *sensitivity*)

$$R = R_{IR} = \frac{|S_q \cap R_q|}{|S_q|} \quad (4)$$

- błędu

$$E = \frac{|S_q \setminus (S_q \cap R_q)| + |R_q \setminus (S_q \cap R_q)|}{|S_q \cup R_q|} \quad (5)$$

Podczas porównywania działania wytypowanych i zbadanych segmentatorów posłużono się dodatkowymi zależnościami (wskaźnikami) w postaci harmonicznej i entropii [49]. Zależności na wymienione wskaźniki prezentują się następująco:

- harmoniczna (średnia harmoniczna) miara F

$$F = 2 \frac{P \cdot R}{P + R} \quad (6)$$

gdzie:

P – wartość precyzji,

R – wartość przywołania.

- entropia

$$H = \sum_{j=1}^k \frac{n_j}{n} H_j \quad (7)$$

$$H_j = -\sum_{i=1}^m p_{ij} \log(p_{ij}) \quad (8)$$

$$p_{ij} = \frac{n_{ij}}{\sum_{i=1}^m n_{ij}} \quad (9)$$

gdzie:

n_j – liczba segmentów w grupie j ,

n – całkowita liczba segmentów,

H_j – entropia dla grupy j ,

p_{ij} – prawdopodobieństwo klasy i w grupie j ,

n_{ij} – liczba wystąpień etykiety klasy i w grupie j .

Dodatkowo przeprowadzono także podstawowe testy z zakresu statystyki na niezależność segmentacji od rodzaju (typu) raportu (test niezależności χ^2) oraz zgodności otrzymanych zbiorów segmentów ze zbiorem segmentów oznakowanym tj. referencyjnym zbiorem segmentów (test zgodności Kołmogorowa-Smirnova). Założono więc, że „dobry” segmentator powinien być niezależny od tego, na jakim tekście pracuje tj. jego długości wyrażonej w segmentach. Wszystkie niezbędne obliczenia zostały dokonane za pomocą funkcji statystycznych znajdujących się w oprogramowaniu R-project [51].

Wybrane statystyki oraz wskaźniki do porównania wytypowanych, zbadanych przez autora segmentatorów w zestawieniu z referencyjnym zbiorem segmentów (RZS), stanowiącym poprawnie wydzielone segmenty z dostępnych raportów, prezentuje tabela 3. RZS utworzony został z dostępnego zbioru raportów. W drodze losowania wybrano 3735 raportów, które manualnie posegmentowano. Otrzymano w ten sposób zbiór składający się z 12753 segmentów. Dodatkowo dla celów dalszych analiz raporty pogrupowano według ich długości wyrażonej za pomocą liczby budujących ich segmentów.

Tabela 3.

Statystyki wytypowanych, przebadanych segmentatorów

Table 3.

Statistics of selected and tested segmentation tools

	RZS	Segm. SRX	Segm. openNLP	SR
Język (Language)	PL	PL	EN	PL
Prawidłowe segmenty (Correct segments)	12753	11805	11506	12317
Nieprawidłowe segmenty (Uncorrect segments)	0	2051	2188	720
Średnia (Mean)	4.726809	5.303695	5.291953	4.881414
Wariancja (Variance)	8.953906	10.91289	12.18409	9.69413
Pierwszy kwartył (25. percentyl) (First quartile)	3	3	3	3
Mediana (Median)	4	5	5	4
Trzeci kwartył (75. percentyl) (Third quartile)	6	7	7	6
IQR	3	4	4	3
Precyzja (Precision)	1	0.8519775	0.840222	0.9447726
Przywołanie (Recall)	1	0.9256645	0.902219	0.965812
Błąd E (Error E)	0	0.1127062	0.1298824	0.04482358
Błąd względny (Relative error)	0	8,65%	7,38%	2,23%
Test zgodności (Conformance test)	0	0.0996	0.082	0.0224
Test niezależności (Independence test)	0	1039.031	984.8984	319.6931

Źródło: opracowanie własne / Source: own work

Tabela 4.

Wskaźniki określające jakość działania wytypowanych, przebadanych segmentatorów

Table 4.

Indicators for selected and tested segmentation tools

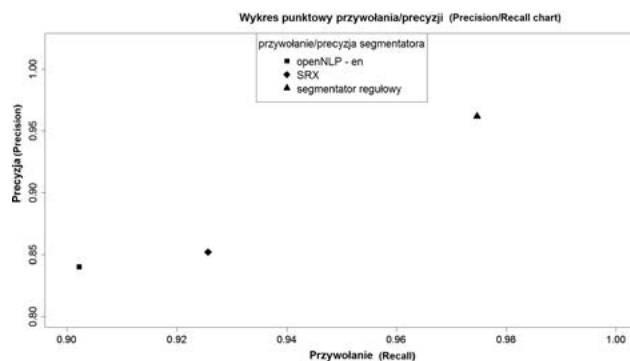
Segmentator (Segmentation toll name)	Język (Language)	Precyzja (Precision)	Przywołanie (Recall)	Błąd (Error)	F-miara (F-mean.)	Entropia (Entropy)
Segmentator regulowy SRX	PL	0.8519775	0.9256645	0.1127062	0.8872938	0.3265405
openNLP	EN	0.840222	0.902219	0.1298824	0.8701176	0.3661229
Segmentator regulowy	PL	0.9447726	0.965812	0.04482358	0.9551765	0.1790727

Źródło: opracowanie własne / Source: own work

Tabela 4 prezentuje zbiorcze porównawcze wartości wybranych wskaźników określających jakość działania przebadanych segmentatorów.

Wyniki, które prezentują tabele 3 i 4, wskazują wyraźnie lepsze działanie skonstruowanego segmentatora regułowego niż pozostałych użytych do porównania segmentatorów. Segmentacja pogarsza się wraz z próbą zmiany języka segmentatora, co wiąże się ze zmianą bazy wiedzy oraz reguł na temat wykrywania zakończeń segmentów, które w zależności od języka są różne. O pogorszeniu segmentacji świadczy zmiana statystyk w odniesieniu do RZS. Widać wyraźny wzrost średniej, jak również wariancji dla otrzymanych zbiorów segmentów z wybranych segmentatorów. Pociąga to za sobą zbyt „rozdrobnienie” raportów. Zwiększa się liczba segmentów, a więc i liczba raportów o danym typie, które nie występują w RZS. Z tego wynika, że segmentacja, wykonana za pomocą segmentatorów wybranych do porównania z SR, stała się bardziej zależna od długości raportów. Małe wartości F miary oraz duże wartości entropii porównywanych segmentatorów i wytwarzanych przez nich zbiorów segmentów w odniesieniu do SR i RZS świadczą o znacznej ich „niejednorodności”, a więc niesatysfakcjonującym ich działaniu i przetwarzaniu dostępnej dokumentacji.

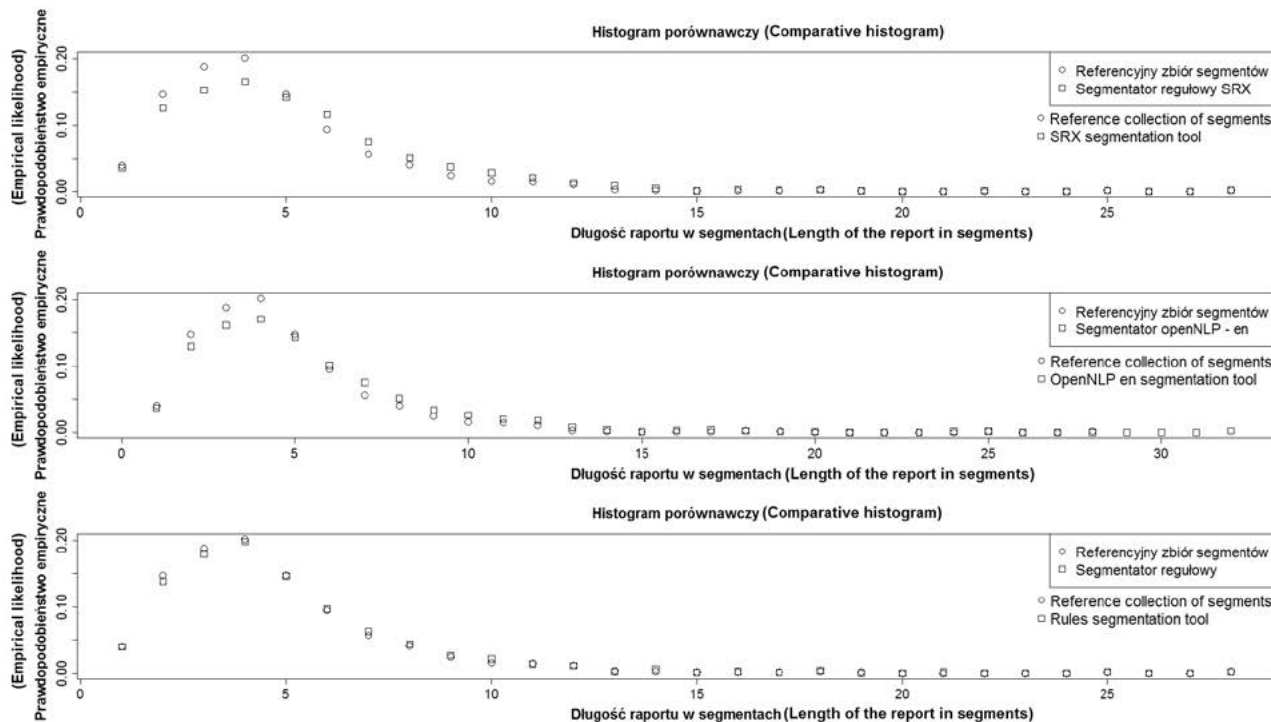
Graficzna prezentacja wybranych statystyk i wartości wskaźników z badania wytypowanych, zbadanych segmentatorów w zestawieniu z referencyjnym zbiorem segmentów została dokonana za pomocą różnego rodzaju wykresów m.in.: precyzji/przywołania i histogramów. Wymienione wykresy prezentują ryc. 2 i 3.



Ryc. 2 Wykres punktowy przywołania/precyzji wytypowanych, zbadanych segmentatorów Źródło: opracowanie własne

Fig. 2. Precision/Recall chart for different segmentators
Source: own work

Ryc. 2 prezentuje wykres punktowy przywołania/precyzji wytypowanych, zbadanych segmentatorów. Zaprezentowano na nim zmianę wartości precyzji oraz przywołania w zależności od typu segmentatora (im bliżej punktu (1,1) tym lepsze działanie segmentatora). Można zaobserwować, że wraz ze zmianą reguł języka segmentatora jakość segmentacji wyraźnie spada. Zmniejsza się zarówno precyzja, jak i przywołanie. Widać, że segmentator SRX z regułami dla języka polskiego charakteryzuje się prawie taką samą precyzją jak segmentator openNLP dla języka angielskiego, wyróżnia go jedynie lepsze przywołanie. Oznacza to to, że ilościowo zwracają one taką samą liczbę segmentów, jednak w odniesieniu do RZS segmentator SRX jest nieznacznie lepszy. Precyzja i przywołanie utworzonego SR jest bliska punktu (1,1) świadczy to



Ryc. 3. Histogramy porównawcze rozkładu prawdopodobieństwa empirycznego segmentów

Źródło: opracowanie własne

Fig. 3. Comparative histograms
Source: own work

o tym, że wynikowy zbiór segmentów pokrywa się praktycznie z RZS.

Ryc. 3 prezentuje porównawcze histogramy rozkładu prawdopodobieństwa empirycznego będącego ilorzem liczby segmentów określających długość raportu do całkowitej liczby segmentów. Na każdym z wykresów prezentowanych na rycinie 3 znajduje się porównanie dopasowania obserwacji empirycznych pochodzących z otrzymanych zbiorów segmentów do RZS. Widać, że segmentator SRX oraz SR w odróżnieniu do segmentatora openNLP z ustawioną wersją angielską przywołują taki sam zbiór raportów o długości 28 segmentów. Niemniej opracowany SR znacznie lepiej pokrywa się z RZS w przedziale raportów składających się z 2-15 segmentów.

4. Wnioski

Zaproponowana metoda projektowania bazy wiedzy oraz reguł segmentatora regułowego umożliwia projektowanie oprogramowania, które w elastyczny sposób może dokonywać przełączania się pomiędzy różnymi, wybranymi gałęziami kraty pojęć.

Podstawowa reguła dotycząca wykrywania końca zdania poprzez interpretację kropki i dodatkowych znaków jako końca segmentu w rzeczywistości, zwłaszcza dla tekstów specjalistycznych musi być opakowana dodatkowymi regułami. Do budowy i reprezentacji takich reguł nadaje się przedstawiona w artykule formalna analiza pojęć. Wiedza inżyniera oraz dodatkowe eksperymenty mogą wzbogacać utworzoną sieć o nowe reguły. Nowo wprowadzana wiedza może zostać w łatwy sposób naniesiona na aktualnie utworzoną sieć semantyczną, tym samym przyczyniając się do polepszenia segmentacji tekstu. Tak więc FCA pełni doskonałą rolę wspierającą konstruowania oprogramowania w postaci segmentatora regułowego opartego o bazę wiedzy. Dzięki niej można w przejrzysty sposób skonstruować oprogramowanie komputerowe.

W ramach eksperymentu numerycznego wytworzono unikalny, w ramach dziedziny ratownictwa, zbiór reguł oraz elementów bazy wiedzy na temat stosowanych skrótów, jak również zbiór prawidłowo wydzielonych i oznakowanych segmentów z elektronicznej części *Karty informacji ze zdarzenia* w postaci sekcji zatytułowanej *Dane opisowe do informacji ze zdarzenia* [44]. W dalszej kolejności pozyskany zbiór segmentów będzie poddawany przetwarzaniu w torze formowania i strukturalizacji informacji. Na jego podstawie będzie podjęta próba budowy systemu informacyjnego dla krajowego systemu ratowniczo-gaśniczego.

Literatura

1. Mirończuk M., Karol K., *Koncepcja systemu ekspertowego do wspomagania decyzji w Państwowej Straży Pożarnej*, [w:] *Inżynieria Wiedzy i Systemy Ekspertowe*, Grzech A., Juszczyn K., Kwaśnicka H., Nguyen N.T. (red.), Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 2009.
2. Mirończuk M., Maciak T., *Problematyka projektowania modelu hybrydowego systemu wspomagania decyzji dla Państwowej Straży Pożarnej*, „Zeszyty Naukowe SGSP”, No 39, 2009.
3. Krasuski A., Maciak T. *Wykorzystanie rozproszonej bazy danych oraz wnioskowania na podstawie przypadków w pro-*

- cesach decyzyjnych Państwowej Straży Pożarnej*. „Zeszyty Naukowe SGSP”, No 36, 2008, s. 17-35.
4. Mirończuk M. *Zmodyfikowana analiza FMEA z elementami SFTA w projektowaniu systemu wyszukiwania informacji na temat obiektów hydrotechnicznych w nierelacyjnym katalogowym rejestrze*, „Studia Informatica”, Vol. 2, number 2B (97), 2011.
5. Mirończuk M. *Przegląd oraz zastosowanie metod eksploracji danych tekstowych do przetwarzania raportów z akcji ratowniczo-gaśniczych*. „Zeszyty Naukowe SGSP” (w cyklu recenzyjnym), 2011.
6. Słownik języka polskiego PWN. Hasło: *strukturalizacja*. <http://sjp.pwn.pl/slownik/2576375/strukturalizacja> [dostęp: 1 kwietnia 2011]
7. Mirończuk M. *Eksploracja Danych w kontekście procesu Knowledge Discovery In Databases (KDD) i metodologii Cross-Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM)*. *Metody Informatyki Stosowanej*, No 2, 2009.
8. Abakus: System EWID99, http://www.ewid.pl/?set=roz_ewid&gr=roz, [dostęp: 1 maja 2009].
9. Abakus: System EWIDSTAT. <http://www.ewid.pl/?set=ewidstat&gr=prod> [dostęp: 1 maja 2009].
10. Strona firmy abakus. <http://www.ewid.pl/?set=main&gr=aba> [dostęp: 1 marca 2009].
11. Przepiórkowski A., *Techniki dezambiguacji morfo syntaktycznej. Powierzchniowe przetwarzanie języka polskiego*. Akademicka oficyna wydawnicza EXIT, Warszawa 2008. s. 17-45.
12. Mykowiecka A., *Elementy tekstu – segmenty, słowa, zdania. Inżynieria lingwistyczna. Komputerowe przetwarzanie tekstów w języku naturalnym*, Wydawnictwo PJWSTK, Warszawa 2007, s. 65-83.
13. Mykowiecka A., *Inżynieria lingwistyczna. Komputerowe przetwarzanie tekstów w języku naturalnym*, PJWSTK, Warszawa 2007.
14. Miłkowski M., Lipski J., *Using SRX Standard for Sentence Segmentation In: Human Language Technology Challenges for Computer Science and Linguistics*, Vetulani Z. (editor), Springer, Berlin/Heidelberg 2011. s. 172-182.
15. openNLP, <http://incubator.apache.org/opennlp/> [dostęp: 1 kwietnia 2011].
16. Wolff KE., *A first course in formal concept analysis*. 1994. [dok. elektr.] http://www.fbm.fh-darmstadt.de/home/wolff/Publikationen/A_First_Course_in_Forma_Concept_Analysis.pdf [dostęp: 22 grudnia 2009].
17. Patil P., *Applying Formal Concept Analysis to Object Oriented Design and Refactoring*, Bombay: Department Of Computer Science and Engineering Indian Institute Of Technology, 2009.
18. Priss U., *Formal concept analysis in information science*, „Annu Rev Inform Sci Tech”, No 40, 2006, s. 521-543.
19. Hwang S. H., Kim H. G., Yang H. S., *A FCA-Based Ontology Construction for the Design of Class Hierarchy In: Computational Science and Its Applications – ICCSA 2005*, Gervasi O., Gavrilova M., Kumar V., Laganà A., Lee H., Mun Y., et al. (editors), Springer, Berlin/Heidelberg 2005. s. 307-320.
20. Carpineto C., Romano G. *Using Concept Lattices for Text Retrieval and Mining In: Formal Concept Analysis*, Ganter B., Stumme G., Wille R. (editors), Springer Berlin/Heidelberg, 2005. s. 3-45.
21. Cimiano P, Hotho A., Staab S. *Clustering concept hierarchies from text In: Proceedings of LREC*, 2004.
22. Leksyka.pl *Knowledge-based system*, http://megaslownik.pl/slownik/angielsko_polski/137416,knowledge-based+system [dostęp: 5 maja 2011].
23. Mens K., Tourw T., *Delving source code with formal concept analysis*. „Comput Lang Syst Struct”, No 31, 2005, s. 183-197.
24. Muangon W., Intakosum S., *Retrieving design patterns by case-based reasoning and Formal Concept Analysis*.

- [Beijing]: Computer Science and Information Technology, 2009 ICCSIT 2009 2nd IEEE International Conference, 2009.
25. Muangon W., Intakosum S., Adaptation of Design Pattern Retrieval Using CBR and FCA. Proceedings of the 2009 Fourth International Conference on Computer Sciences and Convergence Information Technology, 2009.
 26. Arvalo G., Mens T., *Analysing Object-Oriented Application Frameworks Using Concept Analysis. Proceedings of the Workshops on Advances in Object-Oriented Information Systems*, 2002.
 27. Felleisen M., *How to design class hierarchies*. [Tallinn, Estonia]: Proceedings of the 2005 workshop on Functional and declarative programming in education, 2005.
 28. Proulx V. K., Gray K. E., *Design of class hierarchies: an introduction to OO program design*, "SIGCSE Bull", No 38, 2006, s. 288-292.
 29. Godin R., Mili H., Mineau G. W., Missaoui R., Arfi A., Chau T. T., *Design of class hierarchies based on concept (Galois) lattices*, "Theor Pract Object Syst", No 4, 1998, s. 117-133.
 30. Godin R., Valtchev P., *Formal Concept Analysis-Based Class Hierarchy Design in Object-Oriented Software Development* In: Formal Concept Analysis, Ganter B., Stumme G. and Wille R. (editors), Springer Berlin/Heidelberg 2005. p. 209-231.
 31. Snelting G., Tip F., *Reengineering class hierarchies using concept analysis*, "SIGSOFT Softw Eng Notes", No 23, 1998, s. 99-110.
 32. Snelting G., Tip F., *Understanding class hierarchies using concept analysis*, "ACM Trans Program Lang Syst", No 22, 2000, s. 540-582.
 33. Tonella P., *Formal Concept Analysis in Software Engineering*, Proceedings of the 26th International Conference on Software Engineering, 2004.
 34. Laukaitis A., Vasilecas O., *Formal concept analysis and information systems modeling*, [Bulgaria]: Proceedings of the 2007 international conference on Computer systems and technologies, 2007.
 35. Hesse W., Tilley T., *Formal Concept Analysis Used for Software Analysis and Modelling*, In: Formal Concept Analysis, Ganter B., Stumme G. and Wille R. (editors), Springer Berlin/Heidelberg 2005. s. 259-282.
 36. Díaz-Agudo B., González-Calero P. A., *Formal concept analysis as a support technique for CBR*, "Knowledge-Based Systems", No 14, 2001, s. 163-171.
 37. Belén D. A., Marco A. G., Pedro P. G., Pedro A. G., *Formal concept analysis for knowledge refinement in case based reasoning*, Springer, 2005.
 38. Pattaraintakorn P., Boonjing V., Tadrat J., *A New Case-Based Classifier System Using Rough Formal Concept Analysis*, Proceedings of the 2008 Third International Conference on Convergence and Hybrid Information Technology – Volume 02, 2008.
 39. Li Y., Shiu S. C. K., Pal S. K., *Combining Feature Reduction and Case Selection in Building CBR Classifiers*, "IEEE Trans on Knowl and Data Eng", No 18, 2006, s. 415-429.
 40. Rancz K. T. J., Varga V., *A method for mining functional dependencies in relational database design using FCA*, Studia Universitatis "Babes-Bolyai" Cluj-Napoca, Informatica, No LIII, 2008, s. 17-28.
 41. Haav H., *A semi-automatic method to ontology design by using FCA*, University of Ostrava, Department of Computer Science. Ostrava, 2004.
 42. Gliński W., *Ontologie. próba uporządkowania terminologicznego chaosu*, Instytut Informacji Naukowej i Studiów Bibliologicznych UW. [dok. elektr.] <http://bbc.uw.edu.pl/Content/20/13.pdf> [dostęp: 10 sierpnia 2010].
 43. Hesse W., *Ontologies in the Software Engineering process*, EAI 2005 – Proceedings of the Workshop on Enterprise Application Integration, 2005.
 44. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 29 grudnia 1999 r. w sprawie szczegółowych zasad organizacji krajowego systemu ratowniczo-gaśniczego. Dz.U.99.111.1311 § 34 pkt. 5 i 6.
 45. Radvansky M., *Formal concept analyse*, [dok. elektr.] <http://www.fca.radvansky.net/news.php> [dostęp: 1 maja 2011]
 46. Mironczuk M., *System informacyjny na temat sieci hydrantów dla krajowego systemu ratowniczo-gaśniczego: metoda segmentacji tekstu i jej ocena*, Białystok, 2011.
 47. Markov Z., Larose D. T., *Wyszukiwanie informacji tekstowych i wyszukiwanie w Internecie. Eksploracja zasobów internetowych. Analiza struktury, zawartości i użytkowania sieci WWW*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2009, s. 3-47.
 48. Hand D., Mannila H., Smith P., *Eksploracja danych*. Wydanie 1., Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2005.
 49. Markov Z., Larose D. T., *Eksploracja zasobów internetowych. Analiza struktury, zawartości i użytkowania sieci WWW*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2009.
 50. Christopher D. Manning, Prabhakar Raghavan., Schütze H., *Introduction to Information Retrieval* In: Press C.U., editor, 2008.
 51. The R Project for Statistical Computing, <http://www.r-project.org> [dostęp: 1 stycznia 2011]

Praca naukowa współfinansowana ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego, środków Budżetu Państwa oraz ze Środków Budżetu Województwa Podlaskiego w ramach projektu „Podlaska Strategia Innowacji – budowa systemu wdrażania”



dr inż. Marcin Michał Mironczuk – absolwent Wydziału Elektrycznego Politechniki Białostockiej, na którym także ukończył studia doktoranckie. Swoją rozprawę doktorską obronił na Wydziale Informatyki Politechniki Białostockiej w 2013 r. Aktualnie pracuje w Instytucie Podstaw Informatyki PAN w Warszawie.

проф., д-р физ.-мат. наук **БЕЛЯЕВ Б.И.** / prof. dr hab. **BELIAEV B.I.**¹

канд. техн. наук **СОСЕНКО В.А.** / dr **SOSENKO V.A.**¹

канд. техн. наук **БЕЛЯЕВ Ю.В.** / dr **BELIAEV Y.V.**¹

ЧУМАКОВ А.В. / **CHUMAKOV A.V.**¹

СИЗИКОВ А.С. / **SIZIKOV A.S.**²

Przyjęty/Accepted/Принята: 05.02.2014;

Zrecenzowany/Reviewed/Рецензирована: 17.03.2014;

Opublikowany/Published/Опубликована: 30.06.2014;

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВИАЦИОННОЙ СПЕКТРОЗОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ «АВИС» ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ЧС³

The Possibility of Using the Aviation Spectra-zone System “AVIS” for the Remote Monitoring of Emergencies

Możliwość wykorzystania lotniczego systemu „AVIS” w celu zdalnego monitorowania sytuacji nadzwyczajnych

Аннотация

Цель: В статье рассматривается общее устройство, состав, основные характеристики и программное обеспечение созданного в Республике Беларусь нового образца авиационной спектрозональной системы «АВИС» высокого пространственного и спектрального разрешения с автоматическим адаптивным управлением, а также приводятся некоторые результаты проведенных летных испытаний.

Введение: В рамках реализации ГНТП «Космические системы и технологии» Национальной программы исследования и использования космического пространства в мирных целях создана авиационная спектрозональная система «АВИС» высокого пространственного и спектрального разрешения с автоматическим адаптивным управлением как составная часть системы многоуровневого авиакосмического мониторинга территорий Республики Беларусь. Разработаны методы ее калибровки, методики измерения параметров различных объектов и сред, а также программы управления работой системы. Основным назначением «АВИС» является регистрация спектрозональных и тепловых изображений земной поверхности. Система «АВИС» предусмотрена для эксплуатации на самолете АН-2 МЧС Республики Беларусь, оборудованном специальным иллюминатором, и устанавливается на гироскопическую платформу, чтобы компенсировать неустойчивость полета носителя. Система состоит из блока оптических датчиков (БОД), рабочей станции (РС) и комплекта визуального позиционирования (КВП). С целью управления и регистрации данных, получаемых модулями БОД, был разработан специальный программный комплекс, учитывающий особенности аппаратного интерфейса. В состав данного программного обеспечения входят пять модулей.

Выводы: В июне 2012 г. успешно были проведены летные испытания экспериментального образца (ЭО) «АВИС» на борту самолета АН-2 Витебского филиала ГП «Беллесавиа» МЧС РБ. Монтаж модулей и блоков системы «АВИС» на борту самолета осуществлялся в полевых условиях на полевого аэродрома. Съемки проводились с высот 1000, 700, 600 и 300 м. Площадные съемки проведены в результате полета по параллельным маршрутам методом «параллельное галсирование» с высоты 1000 м. Время полета составило 1 час 50 минут. В результате летных испытаний ЭО «АВИС» показал устойчивость к воздействию механических нагрузок при взлете и посадке самолета АН-2 с полевого аэродрома. По результатам обработки и анализа данных съемок построены трассовые (линейные) и площадные мозаики районов съемок, получены твердые копии спектрозональных и тепловых изображений районов съемок, проведены оценки точности определения площадей в видимом и ИК диапазоне.

¹ Научно-исследовательское учреждение «Институт прикладных физических проблем имени А.Н. Севченко» БГУ, Минск, Республика Беларусь, электронная почта: remsens@mail.ru / Institute of Applied Physical Problems of A.N. Sevchenko of Belarus State University, e-mail address: remsens@mail.ru;

² Учреждение «Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций» Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, г. Минск, ул. Солтыса, 183а; электронная почта: niipb@anitex.by / The Establishment «Research Institute of Fire Safety and Emergencies» of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus, Minsk, Soltisa str, 183a; e-mail address: niipb@anitex.by;

³ Авторы внесли одинаковый вклад в статью / The authors contributed equally to this work

Значение для практики: Применительно к деятельности МЧС Республики Беларусь, разработанная система «АВИС» позволяет: обеспечивать оперативное построение картосхем тепловых полей лесных и торфяных пожаров в условиях сильной задымленности; определять масштабы утечек из нефте- и продуктопроводов, оценивать их последствия; строить картосхемы затопленных территорий и повреждений от ураганов; строить профили тепловых полей продуктопроводов, тепловых трасс жилых районов и промышленных объектов; оценивать повреждения, нанесенные сельскохозяйственным культурам природными факторами (заморозки, засуха, подтопление и др.).

Ключевые слова: авиакосмический мониторинг, спектрозональная система, чрезвычайные ситуации, спектрорадиометр, тепловые изображения

Вид статьи: с практики для практики

Abstract

Objective. The article describes general structure, main characteristics and the software of a new model of the aviation spectra-zone system called "AVIS". The system was created in The Republic of Belarus. It is characterized by high spatial and spectral resolution and automatic adaptive control system. The article also presents some flight tests results.

Introduction: The aviation high spatial and spectral resolution spectra-zone system "AVIS" with automatic adaptive control is an integral part of the Multilevel aerospace territory monitoring system of the Republic of Belarus, created in the framework of realization of the State Scientific and Technical Programme "Space systems and technologies" of the National Programme for the exploration and using of outer space for peaceful purposes.

The calibration methods, measuring techniques of different objects and environments, as well as the software for the system management were developed. The main purpose of "AVIS" consists in the registration of spectra-zone and thermal images of the Earth surface. The "AVIS" system is designed for the operation on the AN-2 plane of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus equipped with a special illuminator. This system is installed on the gyroscopic platform in order to reduce the instability of the plane's flight. The system consists of the block of optical sensors (BOS), workstation (W) and a set of visual positioning (SoVP). A special complex of programmes with the features of the hardware interface was developed with the purpose of registration and control of the data received by BOS modules. Five modules are included in this software.

Conclusions. The flight tests of an experimental model (EM) "AVIS" on the board of AN-2 of the Vitebsk branch of the SOE "Bellesavia" of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus were successfully conducted in June 2012. The modules and blocks of the "AVIS" system were installed on the board of the aircraft at the airfield. The survey was conducted at the heights of 1000, 700, 600 and 300 m. The aerial survey was conducted as a result of a flight along parallel paths – method called "parallel upwind sailing", at the height of 1000 m. The flight took 1 hour and 50 minutes. The EM "AVIS" showed resistance to the impacts of mechanical loads during takeoff and landing of AN-2 at the soil airfield. On the basis of processing and analysis of these pictures, trace (linear) and areal mosaics of the examined territory were prepared. What is more, hard copies of spectra-zone and thermal images of the examined area were obtained. The researchers estimated the accuracy of the determination of areas in the visible and IR range.

Implications for practice. In the context of the activity of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus, the developed system "AVIS" allows: to provide executive construction of the schematic maps of the thermal fields of forest and peat fires in heavy smoke; to determine the scale and leaks from oil and product pipelines; to evaluate their consequences; to construct the schematic maps of the flooded areas and damage from hurricanes; to construct profiles of thermal fields of product pipelines, thermal paths of residential areas and industrial facilities; to evaluate the damage to crops by natural factors (frost, drought, flooding, etc.).

Key words: aerospace monitoring, spectra-zonal system, emergencies, spectroradiometer, thermal images

Type of article: best practice in action

Abstrakt

Cel: W artykule opisano ogólną konstrukcję, budowę, główne cechy i oprogramowanie komputerowe opracowanego w Republice Białorusi nowego modelu systemu „AVIS” o dużej rozdzielczości przestrzennej i spektralnej, wykorzystującego układ sterowania automatycznego. Co więcej w artykule opisano część wyników uzyskanych z przeprowadzonych badań lotniczych.

Wprowadzenie: W ramach realizacji państwowego naukowo-technicznego programu „Systemy i technologie kosmiczne” krajowego programu badań i wykorzystania przestrzeni kosmicznej w celach pokojowych opracowano system fotografii lotniczej „AVIS” o dużej rozdzielczości przestrzennej i spektralnej, wykorzystujący adaptacyjny układ sterowania automatycznego. System stanowi integralną część wielopoziomowego lotniczo-kosmicznego systemu monitorowania terytorium Republiki Białorusi. Opracowane zostały metody jego kalibrowania, metody pomiarowe parametrów różnych obiektów i środowisk, a także programy sterowania pracą systemu. Podstawowym przeznaczeniem „AVIS” jest rejestrowanie spektralnych i termowizyjnych obrazów powierzchni Ziemi. System „AVIS” przewidziany jest do użytkowania na pokładzie samolotu AN-2 Ministerstwa Sytuacji Nadzwyczajnych Republiki Białorusi, wyposażonego w specjalny iluminator. System umieszczany jest na żyroskopowej platformie, aby zrównoważyć niestabilność lotu nośnika. Składa się z bloku czujek optycznych, stacji roboczej i systemu pozycjonowania optycznego. Aby zarządzać danymi przekazywanymi z modułów czujników i je rejestrować, opracowano specjalny kompleks programowy uwzględniający specyfikę interfejsu aparatury. W skład danego oprogramowania wchodzi pięć modułów.

Wnioski: W czerwcu 2012 roku z powodzeniem przeprowadzono badania lotnicze modelu eksperymentalnego „AVIS” na pokładzie samolotu AN-2 Oddziału w Vitebsku Organizacji państwowej „Bellesavia” Ministerstwa sytuacji nadzwyczajnych Republiki Białorusi. Montaż modułów i bloków systemu „AVIS” na pokładzie samolotu przeprowadzono na lotnisku polowym. Zdjęcia były wykonywane na wysokości 1000, 700, 600 i 300 metrów. Zdjęciaterenowe zrobiono w czasie lotu po równoległych trasach metodą „halsowania równoległego” z wysokości 1000 metrów. Czas lotu wyniósł godzinę 50 minut. W rezultacie badań lotniczych „AVIS” wykazał odporność na oddziaływanie obciążenia mechanicznego przy starcie i lądowaniu samolotu AN-2 z lotniska gruntowego. Na podstawie wyników obróbki i analizy danych zdjęć opracowano liniowe i obszarowe mozaiki rejonów zdjęć. Otrzymano wydrukowane kopie spektralnych i termowizyjnych (cieplnych) obrazów z rejonu zdjęć oraz przeprowadzono ocenę dokładności opisaną badanej powierzchni w zakresie widzialnym i podczerwieni.

Znaczenie dla praktyki: W efekcie działalności Ministerstwa ds. sytuacji nadzwyczajnych Republiki Białorusi, opracowany system „AVIS” pozwala na: zapewnienie w celach operacyjnych generowania schematów map obszarów cieplnych pożarów lasów i torfowisk w warunkach znacznego zadymienia; określanie skali wycieków z rurociągów ropy i innych, ocenianie ich skutków; generowanie schematów map zatopionych obszarów i uszkodzeń od huraganów; generowanie profili obszarów cieplnych rurociągów, tras cieplnych na terenach mieszkalnych i obiektach przemysłowych, ocenianie strat w uprawach rolniczych wywołanych czynnikami natury (przymrozki, susze, powódzie itp.).

Słowa kluczowe: monitoring aerokosmiczny, system spektrostrefowy, sytuacje nadzwyczajne, spektrometr, zdjęcia termowizyjne
Typ artykułu: z praktyki dla praktyki

1. Введение

На сегодняшний день при осуществлении авиационного мониторинга ЧС различного характера достаточно широко используются технические средства оптического дистанционного зондирования земной поверхности, причем как за рубежом, так и в Республике Беларусь [1-2]. В частности, для реализации данных задач НИИПФП им. А.Н. Севченко БГУ совместно с Министерством по чрезвычайным ситуациям и Министерством лесного хозяйства Республики Беларусь в рамках выполнения государственных научно-технических программ (ГНТП) был создан и внедрен в эксплуатацию ряд отечественных образцов систем авиационного мониторинга. В их числе следует особо отметить комплекс ВСК-2 (эксплуатируемый на борту вертолета Ми-2) [3-4] и авиационную систему контроля чрезвычайных ситуаций АСК-ЧС (эксплуатируемую на борту самолета Ан-2) [5-8].

С учетом растущих потребностей, развития и совершенствования научных технологий в рамках ре-

ализации ГНТП «Космические системы и технологии» Национальной программы исследования и использования космического пространства в мирных целях создана авиационная спектрозональная система «АВИС» высокого пространственного и спектрального разрешения с автоматическим адаптивным управлением как составная часть системы многоуровневого авиакосмического мониторинга территорий Республики Беларусь. Разработаны методы ее калибровки, методики измерения параметров различных объектов и сред, а также программное обеспечение для управления работой системы [9].

2. Основные показатели, назначение и элементы авиационной спектрозональной системы «АВИС»

Авиационная спектрозональная система «АВИС» по своим характеристикам превосходит существующие зарубежные аналоги и при этом, что особенно важно, на порядок дешевле (табл. 1).

Таблица 1.

Значения характеристик «АВИС» в сравнении с аналогами

Table 1.

The values of the characteristics of the «AVIS» in comparison with analogues

Наименования технико-экономических показателей, лимитная цена единицы изделия / Name of technical and economic indicators, the limit price per item	Единица измерения / Unit of measurement	Значение показателей/ Indicator values		
		Авиационной спектрозональной системы АВИС / Aviation spectrozonal system «AVIS»	Лучшего отечественного образца: АСК-ЧС / The best national sample: АСК-ЧС	Лучшего зарубежного аналога: UltraCamD компании Vexcel Imaging (Австрия) / Best foreign analogue: UltraCamD company Vexcel Imaging (Austria)
Высота съемки/ Survey altitude	м/м	500 - 3000	500 - 1500	500 - 1500
Пространственное разрешение кадра/ Space resolution of cadre	см/см	5 - 30	20 - 50	5 - 20
Число элементов в полосе панхроматической съемки/ The number of elements in the zone of the panchromatic survey	пиксель/ pixel	18000 (плановая съемка/plane surveying)	2500	11500
Размер спектрозонального изображения/ The size of the spectrozonal image	пиксель/pixel	6665 x 4990	3456 x 2304	3680 x 2400
Поле обзора с высоты 1 км/ Field of view from a height of 1 km	м/м	1800 x 500 (плановая съемка/ plane surveying)	1250 x 940 (МОС)	1150 x 750 (плановая съемка/plane surveying)
Число спектральных каналов/ The number of spectral channels	шт/pcs	12	9	4
Наличие спектрорадиометра/ The presence of the spectroradiometer	мкм/micron	0,35 – 1,05	нет	нет
Наличие ИК-канала/ The presence of the infrared channel	мкм/micron	7,5 - 13	7,5 - 13	нет
Ориентировочная стоимость/ Estimated cost	USD/USD	400 000	150 000	1 500 000

Основным назначением авиационной спектрозональной системы «АВИС» является регистрация спектрозональных и тепловых изображений земной поверхности.

Применительно к деятельности МЧС Республики Беларусь, разработанная система «АВИС» позволяет:

- обеспечивать оперативное построение картосхем тепловых полей лесных и торфяных пожаров в условиях сильной задымленности;
- определять масштабы утечек из нефте- и продуктопроводов, оценивать их последствия;
- строить карто
- схемы затопленных территорий и повреждений от ураганов;
- строить профили тепловых полей продуктопроводов, тепловых трасс жилых районов и промышленных объектов;
- оценивать повреждения, нанесенные сельскохозяйственным культурам природными факторами (заморозки, засуха, подтопление и др.).

Система состоит из блока оптических датчиков (БОД), рабочей станции (РС) и комплекта визуального позиционирования (КВП).

БОД предназначен для сбора информации в видимом и инфракрасном (ИК) диапазонах длин волн. Блок состоит из пяти модулей:

- модуля спектрозонального видеонаблюдения (МСВ);
- модуля спектрорадиометра (МС);
- модуля инфракрасной камеры (МИК);
- модуля лазерного высотомера (МЛВ);
- модуля обзорной камеры оператора (МОКО).

Модуль спектрозонального видеонаблюдения (МСВ) (рис. 1 а, б), состоит из трех монохромных матриц DALSA FTF5066M разрешением 4992×6668 пикселей и трех комплектов сменных объективов HASSELBLAD HC 2.8/80 и HASSELBLAD HCD 4/28. Он предназначен для получения изображений высокого и среднего пространственного разрешения отдельно в трех каналах со сменными светофильтрами, с возможностью обработки данных и получения синтезированных изображений на базе трех цифровых монохроматических матриц.

Основным назначением модуля спектрорадиометра (МС) на область 400-900 нм является управление МСВ и получения спектров высокого разрешения [10, 11] (Рис. 2 а, б, в).

Модуль инфракрасной камеры (МИК) (рис. 3) представляет собой инфракрасную камеру FLIR A650. Он предназначен для регистрации тепловых полей в ИК области спектра $8\div 13$ мкм.

Основным назначением модуля лазерного высотомера (МЛВ) на базе лазерного дальномера «Зенит-ЛД» (рис. 4) является точное определение высоты носителя над поверхностью во время съемок и запись этих данных в блок служебной информации РС.

Модуль обзорной камеры оператора (МОКО) представляет собой цветную цифровую видеокамеру CCTV IP Camera – YUC-H696 (рис. 5).

В рабочую станцию (рис. 6) входят:

- источник питания для подачи напряжения на модули «АВИС»;
- компьютер-сервер для управления модулями БОД и платами захвата изображений;
- три платы захвата изображений;
- монитор с клавиатурой;
- GPS-приемник.

Питание РС осуществляется от бортовой сети авианосителя 27 В постоянного тока.

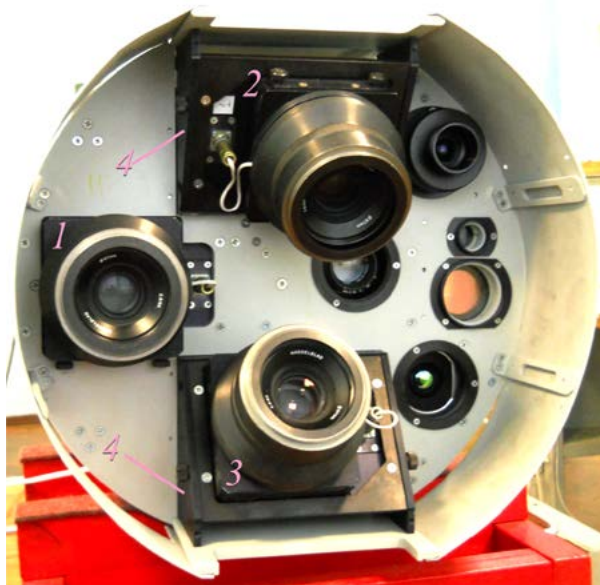
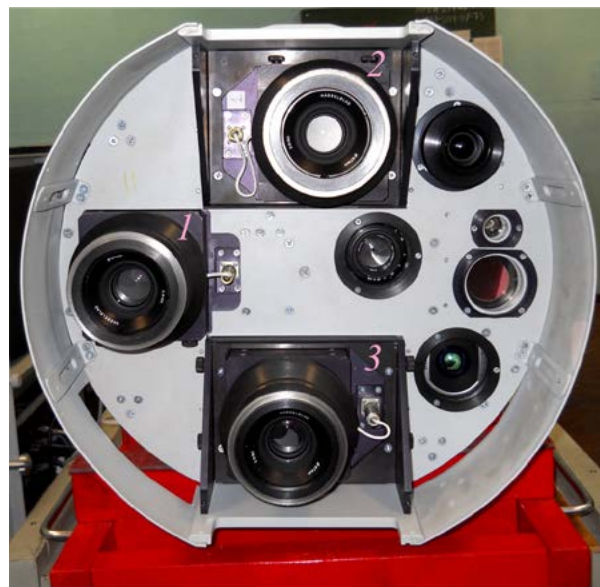


Рис. 1 а, б. Модуль спектрозонального видеонаблюдения МСВ:

1, 2, 3 – съемочные камеры; 4 – устройства позиционирования камер

Fig. 1 а, b. The spectrozonal module for surveillance SMS: 1, 2, 3 – cameras; 4 – cameras location attachment



Рис. 2а, б, в. Спектрорадиометр МС – 14
Fig. 2 а, b, c. Spectroradiometer MS – 14



Рис.3. Инфракрасная камера FLIR A650
Fig. 3. Infrared camera FLIR A650

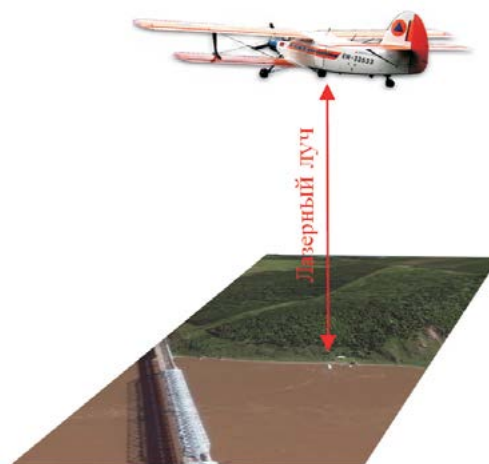


Рис. 4 Модуль лазерного высотомера (МЛВ)
Fig. 4. The module of the laser altimeter (MLA)

Возможность использования сменных объективов камер МСВ позволяет изменять пространственное разрешение и полосы съемки «АВИС» в зависимости от конкретных решаемых задач. Также, между объективами и приемными матрицами камер расположены выдвижные кассеты, что обеспечивает оперативную замену необходимого светофильтра.

МСВ обеспечивает изменение углов установки съемочных камер на фиксированный угол для выполнения съемочных работ с широкой полосой захвата и при стереосъемке.

При осуществлении спектрональной съемки все три камеры (1,2 и 3) устанавливаются в одной плоскости за счет их прилегания к базовой пластине МСВ, к которой съемочные камеры притянуты крепежными невыпадающими винтами (рис. 1 а). Для установки камер в положение широкозахватной полосы съемки и при стереосъемке одна съемочная камера (1) сохраняет свое положение, а две другие (2 и 3) устанавливаются под углами $\pm 30^\circ$ относительно положения надир с помощью устройства позиционирования камер МСВ (4) и фиксируются в этом положении (рис. 1 б). Жесткая взаимная фиксация камер, знание точных параметров их взаимного ориентирования и фокусных расстояний объективов позволяют во всех конфигурациях осуществлять аналитический переход к синтезированному снимку в единой системе координат.



Рис. 5. Цветная цифровая видеокамера CCTV IP Camera – YUC-H696

Fig. 5. Color digital video camera CCTV IP Camera – YUC-H696

Рабочая станция предназначена для управления БОД, приема и записи данных блока. РС строится на базе промышленной платформы стандарта PICMG 1.3.

Основным назначением КВП является визуальное позиционирование летно-съемочных работ, для облегчения «захода» на съемку и контроля полета в определенном коридоре движения. КВП состоит из обзорной телевизионной камеры и монитора пилота.



Рис. 6. Рабочая станция «АВИС»:

1 – системный блок; 2 – монитор оператора;
3 – клавиатура; 4 – «мышь»; 5 – корпус блока 1;
6 – корпус блока 2

Fig. 6. Workstation «AVIS»:

1 – system unit; 2 - monitor of the operator; 3 – keyboard;
4 – «mouse»; 5 – case 1; 6 – case 2

3. Программный комплекс управления авиационной спектросональной системой «АВИС»

С целью управления и регистрации данных, получаемых модулями БОД, был разработан специальный программный комплекс (рис. 7, 8). Он учитывает особенности аппаратного интерфейса, при помощи которого производится управление каждым из модулей, а именно двух Ethernet соединений для обзорной камеры оператора и ИК камеры, COM порта для управления лазерным высотомером, трех интерфейсов Camera link для управления датчиками модуля спектросонального видеонаблюдения и одного USB соединения для управления спектрометрическим MC-14. В состав данного программного обеспечения входят пять модулей:

- модуль управления датчиками спектросональных изображений;
- модуль управления спектрометрическим;
- модуль управления инфракрасной камерой;
- модуль управления лазерным высотомером;
- модуль управления обзорной камерой оператора.

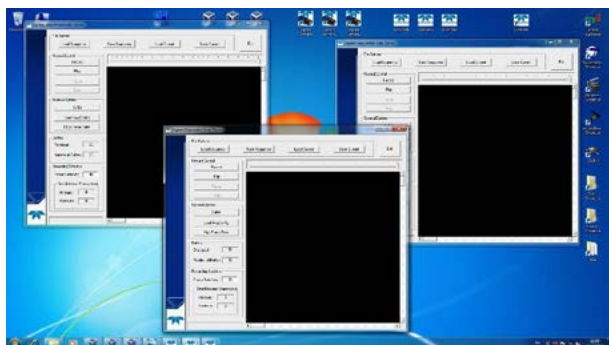


Рис. 7. Программы регистрации данных спектрозональных камер MCB БОД АВИС
Fig. 7. The program for registration of spectrozonal cameras data MSVS BOS AVIS

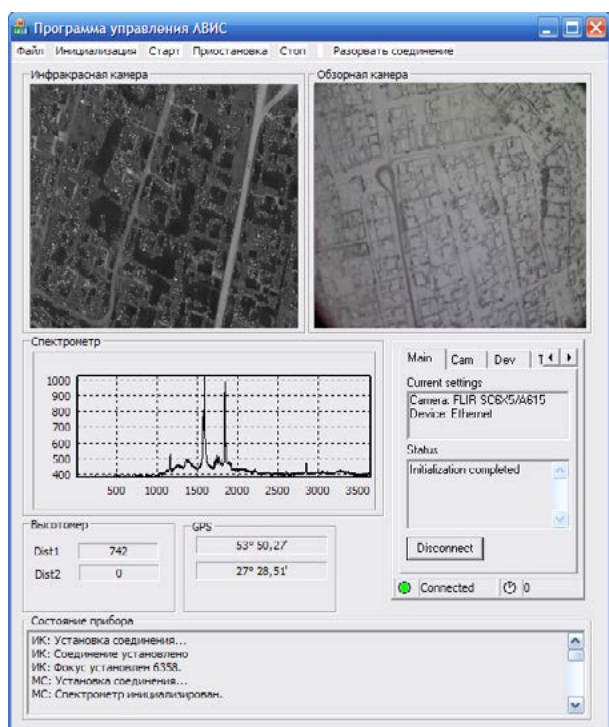


Рис. 8. Программа тестирования и управления MC, МИК, МЛВ, МСК и GPS
Fig. 8. The program for testing and control of MS, MISC, MLA, MSC and GPS

С целью регистрации монохроматического изображения с максимальным разрешением 33M active pixels (5040x6726x14 bit) был применён комплект DALSA sensor evaluation kit EK FTF5066, представляющий собой высокочувствительную ПЗС-матрицу с широким (70dB) динамическим диапазоном, модуль управления матрицей и управляющее ПО компании DALSA. Сенсор данного типа является одним из лидеров среди аналогов по уровню чувствительности, динамическому диапазону и шумовым характеристикам.

Данный комплект оборудования, по сути, не является полноценной видеокамерой, а представляет лишь её регистрирующий электронный компонент. По этой причине в процессе его встраивания в систему АВИС пришлось решать ряд технологических проблем. Был разработан и изготовлен кронштейн для размещения

сенсора и объектива Hasselblad серии H-system: фактически - тело камеры. Кроме того, для управления встроенным затвором данного типа объективов был сконструирован и изготовлен модуль управления, позволяющий контролировать время открытия затвора вплоть до 2 ms, синхронно с экспонированием сенсора. На базе ПО средств разработчика Sapera SDK компании Dalsa были разработаны программные средства управления сконструированной видеокамерой, контролирующие время открытия затвора, экспозицию ПЗС-матрицы, характер съёмки (серия, одиночные кадры) и ряд сервисных функций, включающих в себя коррекцию чувствительности матрицы и учёт темновых токов.

С целью регистрации спектральных данных подстилающих поверхностей был создан модуль управления спектрорадиометром, который позволяет автоматически подбирать время накопления сигнала (экспозицию), частоту получения спектров спектрорадиометром MC-14 и осуществляет запись зарегистрированных спектров в файл. Автоматический подбор времени накопления необходим для установления такой экспозиции, которая обеспечивает получение наиболее информативного спектра энергетической яркости при текущем уровне освещения подстилающей поверхности. Для этого вначале производится регистрация спектра на минимальной экспозиции, затем определяется максимальный уровень сигнала этого спектра, после чего по таблице соотношения уровня сигнала на минимальной экспозиции и соответствующей ей максимально информативной определяется подходящее время накопления. С учетом данного значения максимального уровня сигнала аналогично производится и установка времени накопления сигнала датчиков модуля спектрозонального видеонаблюдения в различных спектральных интервалах, определяемых интерференционными светофильтрами. Таким образом, спектрорадиометр выполняет две функции: регистратора спектра подстилающей поверхности и экспонометра.

Основным назначением модуля управления инфракрасной камерой является установка частоты получения кадров и запись данных в файл температурных таблиц и в файл данных. Каждый кадр представляет собой псевдоизображение размерностью 16 бит и разрешением 640×480 пикселей, значения пикселей которого соответствуют номеру ячейки температурной таблицы, позволяющей в дальнейшем определить температуру в Кельвинах каждого пикселя. Каждый кадр соотносится со своей температурной таблицей. Температурная таблица получается автоматически в следующих случаях: при запуске регистрации, при возобновлении регистрации после приостановки и по истечении 10 мин после последнего получения.

Модуль управления лазерным высотомером регистрирует расстояния до ближайшей и наиболее удаленной точек и записывает эти значения в файл. Модуль управления обзорной камерой оператора устанавливает частоту кадров и записывает получаемые изображения в файл покадрово.

Порядок записи данных для каждого модуля одинаков: сначала записывается заголовок со служебными данными, затем - время получения данных, после чего производится непосредственная запись данных. По времени записи можно произвести совмещение данных полученных в каждом из модулей.

4. Летные испытания

Система «АВИС» предусмотрена для эксплуатации на борту самолета АН-2 МЧС Республики Беларусь, оборудованного специальным иллюминатором. Для компенсации нестабильности полета носителя система монтируется на гиropлатформу.

В июне 2012 г. был организован и успешно проведен комплекс летных испытаний экспериментального образца (ЭО) «АВИС» на борту самолета АН-2 Витебского филиала ГП «Беллесавиа» МЧС Республики Беларусь.

Монтаж модулей и блоков системы «АВИС» на борту самолета (рис. 9) осуществлялся в полевых условиях на полевоm аэродроме.



Рис. 9. Система АВИС, установленная на борту самолета АН-2: 1 – блок оптических датчиков; 2 – гиropлатформа PAV-20;

3 – рабочая станция PC; 4 – клавиатура PC; 5 – монитор PC

Fig. 9. The AVIS system, installed on the board of the plane AN-2: 1 – light detectors block; 2 – gyro-platform PAV-20; 3 – workstation PC; 4 – keyboard; 5 – monitor PC

Съемки велись с высот 1000, 700, 600 и 300 м. Площадные съемки проведены в результате полета по параллельным маршрутам методом «параллельное галсирование» с высоты 1000 м. Время полета составило 1 час 50 минут. В результате летных испытаний ЭО «АВИС» показал устойчивость к воздействию механических нагрузок при взлете и посадке самолета АН-2 с грунтового аэродрома.

В ходе лётных испытаний авиационной системы «АВИС» была осуществлена проверка работы системы с использованием программного комплекса управления. Программный комплекс продемонстрировал устойчивую работу. Ввиду использования при разработке оптических систем матричного приемника DALSA FTF5066M совместно с объективом

HASSELBLAD HC 2.8/80 особое внимание уделялось именно работе этим модулям.

В результате испытаний данное сочетание матричного приемника и объектива продемонстрировало высокую разрешающую способность и динамический диапазон, позволяющие использовать данный прибор как в качестве автономной регистрирующей камеры высокого разрешения, так и в качестве одного из каналов спектрозонального прибора, поскольку динамический диапазон и чувствительность применённого сенсора позволяют использовать оптические фильтры с различными спектральными диапазонами пропускания.

5. Заключение

По результатам обработки и анализа данных съемок:

- построены трассовые (линейные) и площадные мозаики районов съемок;
- получены твердые копии спектрозональных и тепловых изображений районов съемок;
- проведены оценки точности определения площадей в видимом и ИК диапазоне (рис. 10-13).



Рис.10. Результаты съёмок МСВ и МИК БОД АВИС
Fig. 10. Results of the survey MSVS and MISC BOS AVIS

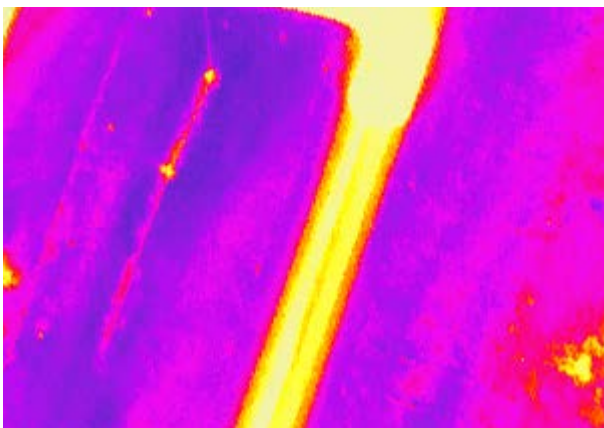
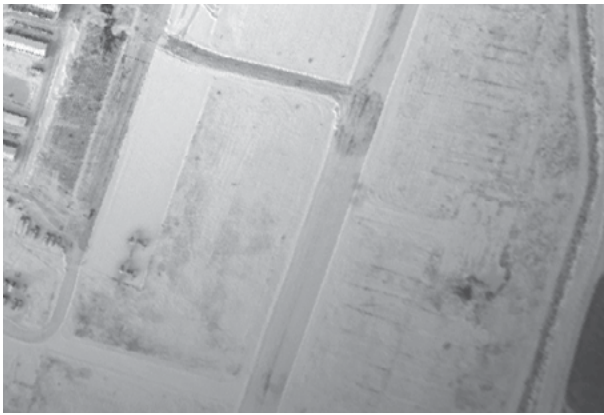


Рис. 11. Результаты съёмок в видимом и тепловом диапазоне длин волн

Fig. 11. Results of the surveys in the visible and thermal wave band

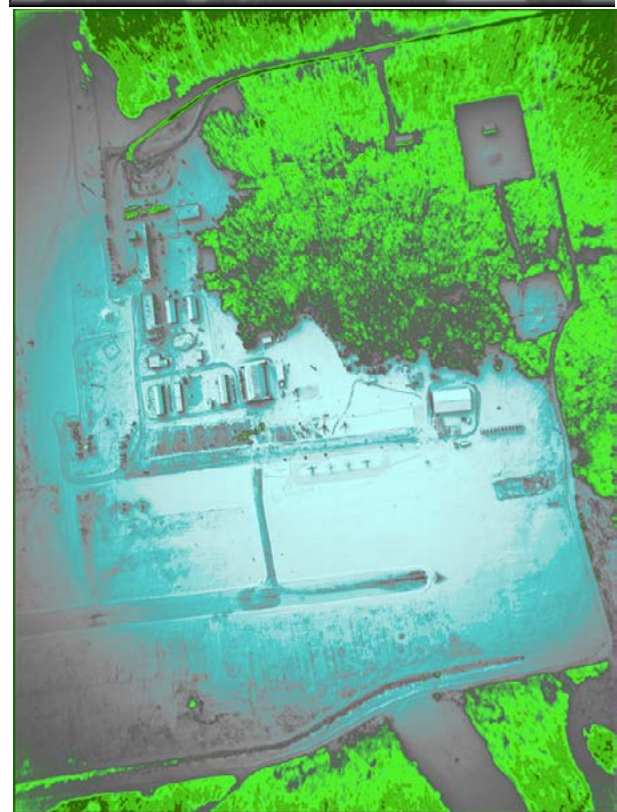


Рис.13. Результаты обработки изображений камер МСВ высокого пространственного разрешения

Fig. 13. The results of the cameras' picture processing MSVS with high spatial resolution



Рис. 12. Спектрозональная съёмка в статическом режиме

Fig. 12. The spectrozonal survey under static conditions

Литература

1. Beliaev, B.I. Opticheskoe distantcionnoe zondirovanie, v: B.I. Beliaev, L.V. Katkovskii. – Minsk: BGU, 2006. – 455 s.
2. Bepilotnye letatelnye apparaty: primeneniye v tseliakh aerofotosemki dlia kartografirovaniia [elektronnyi resurs]. – Rezhim dostupa: <http://shhshhshh.racurs.ru/?page=681>. – Data dostupa: 15.04.2012.
3. Semka i obrabotka izobrazhenii aviatcionnoi sistemy kontrolya chrezvychainykh situatsii / B.I. Beliaev [i dr.], v: Zhurn. prikl. Spektroskopii. – 1998. – T. 65. – № 2. – S. 128-131.
4. Pribory i metody aerokosmicheskogo distantcionnogo zondirovaniia prirodnykh obektov / B.I. Beliaev [i dr.] // Zhurn. prikl. Spektroskopii. – 2000. – T. 67. – № 4. – S. 141-152.
5. Katkovskii, L.V. Primeniye aviatcionnoi sistemy kontrolya ChS dlia otenki pozharnoi opasnosti lesov, obnaruzheniia pozharov i otenki ikh posledstviy. / L.V. Katkovskii // Doklady BGUIR. – 2010 g. – № 6 (52). – S. 5-13.
6. Semka i obrabotka izobrazhenii aviatcionnoi sistemy kontrolya chrezvychainykh situatsii, v: B.I. Beliaev [i dr.] // Kosmichna nauka i tehnologii. – 2010. – T. 6. – № 2. – S. 41-45.
7. Perspektivy razvitiia tekhnicheskikh sredstv distantcionnogo zondirovaniia Zemli dlia monitoringa chrezvychainykh situatsii / A.S. Sizikov [i dr.] // Zhurn. Chrezvychainye situatsii: preduprezhdeniye i likvidatsiia. – 2012. – № 1 (31). – S. 20-36.
8. Beliaev, B.I. Apparatura distantcionnoi spektrometrii / Beliaev B.I. [i dr.] // Spektroskopiia plazmy i prirodnykh obektov / pod. red. V.I. Arkhipenko, V.S. Burakova, A.F. Cherniavskogo. – Minsk: Belorusskaia nauka, 2007. – Gl. 6. – S. 305-349 (488 s.).
9. Beliaev, B.I. Sozdanie aviatcionnoi spektrozonalnoi sistemy «AVIS» dlia aerokosmicheskogo monitoringa territorii / Beliaev B.I. [i dr.] // Prikladnye problemy optiki, informatiki, radiofiziki i fiziki kondensirovannogo sostoiianiia: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvashchennoi 40-letiiu NIIPFP im. A.N. Sevchenko BGU, 28 fevralia 2011 g. / NIIPFP im. A.N. Sevchenko BGU; red. kol.: V.I. Popechic [i dr.]. – Minsk 2011. S. 13-14.
10. Evraziiskii patent № 013800. Aviatcionnyi opticheskii kompleks vysokogo prostranstvennogo i spektralnogo razresheniia s avtomaticheskim adaptivnym upravleniem / Beliaev B.I., Katkovskii L.V., Hvalei S.V. – № 200900899; zaiavl. 08.04.2009 g.; opubl. 30.06.2010 g.
11. Spektroradiometr MS-14 dlia bloka opticheskikh datchikov aviatcionnoi sistemy «AVIS». / Krot Iu.A., Beljaev Iu.V., Kkomicevich A.D., Domaratckii A.V. // Priborostroenie-2011: materialy 4-j Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Minsk, BNTU, 16-18 noiabria 2011 g. / BNTU; red. kol.: O.K. Gusev [i dr.]. – Minsk, 2011. S. 100-101.

Беляев Борис Илларионович, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий отделом аэрокосмических исследований Научно-исследовательского учреждения «Институт прикладных физических проблем имени А.Н. Севченко» Белорусского государственного университета, г. Минск, Республика Беларусь.

Сосенко Виктор Андреевич, кандидат технических наук, заведующий лабораторией оптико-электронных систем Научно-исследовательского учреждения «Институт прикладных физических проблем имени А.Н. Севченко» Белорусского государственного университета, г. Минск, Республика Беларусь.

Чумаков Алексей Викторович, старший научный сотрудник лаборатории оптико-физических измерений Научно-исследовательского учреждения «Институт прикладных физических проблем имени А.Н. Севченко» Белорусского государственного университета, г. Минск, Республика Беларусь.

Беляев Юрий Владимирович, кандидат технических наук заведующий лабораторией оптико-физических измерений, Научно-исследовательского учреждения «Институт прикладных физических проблем имени А.Н. Севченко» Белорусского государственного университета, г. Минск, Республика Беларусь.

Сизиков Алексей Сергеевич, начальник организационно-аналитического отдела Учреждения «Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций» МЧС Республики Беларусь, г. Минск.

МАЛАШЕНКО С.М./ MALASHENKO S.M.¹канд. техн. наук **СМИЛОВЕНКО О.О./ dr SMILOVENKO O.O.²****ЕМЕЛЬЯНОВ В.К./ EMELYANOV V.K.¹**канд. техн. наук **ЧЕРНЕВИЧ О.В./ dr CHERNEVICH O.V.¹**

Przyjęty/Accepted/Принята: 05.02.2014;

Zrecenzowany/Reviewed/Рецензирована: 10.04.2014;

Opublikowany/Published/Опубликована: 30.06.2014;

УСТРОЙСТВО ВРЕЗКИ В ПРОДУКТОПРОВОД ДЛЯ ПОДАЧИ ВОЗДУШНО-МЕХАНИЧЕСКОЙ ОГНЕТУШАЩЕЙ ПЕНЫ В ГОРЯЩИЙ РЕЗЕРВУАР^{3*}

**A Device for Cutting Holes in the Pipelines in Order to Supply
a Burning Storage Tank with Air-Mechanical Firefighting Foam**

**Urządzenie do wcięcia się w rurociąg w celu podania
powietrzno-mechanicznej piany gaśniczej do płonącego zbiornika**

Аннотация

Цель: Совершенствование тактики подслоного тушения пожаров в резервуарах с нефтью и нефтепродуктами.

Введение: одним из приоритетных направлений по предупреждению масштабных утечек нефти и нефтепродуктов является противопожарная защита объектов хранения нефти и нефтепродуктов. Возникновение пожара в одном из резервуаров в резервуарном парке, несвоевременная его локализация и ликвидация могут привести к нарушению целостности резервуара, утечке нефти или нефтепродукта, быстрому распространению пожара по всему резервуарному парку, разрушению других резервуаров и еще более масштабному разливу нефти и нефтепродуктов. Подача пены низкой кратности подслоным способом возможна не только через пенопроводы системы пожаротушения, но и через технологические коммуникации (нефтепродуктопроводы, линии размывки донных отложений), расположенные в нижней части резервуара [1]. При этом практически полностью исключается возможность повреждения пеногенераторов и коммуникаций системы тушения взрывами и тепловыми потоками. Пена низкой кратности, поступающая из пеногенераторов, находящихся за обвалованием, выталкивается из трубопроводов горячее и поступает в резервуар [2].

Выводы: Разработано и изготовлено устройство для оперативной врезки (далее – УОВИ) для выполнения отверстий в технологических коммуникациях и последующей подачи огнетушащей воздушно-механической пены низкой кратности в слой горячего. УОВИ устанавливаются на трубопроводы внешним диаметром 159, 168 или 219 мм с лакокрасочным покрытием. Проведена экспериментальная отработка тактико-технологических приемов оперативной врезки в технологические коммуникации резервуаров для реализации подслоного способа пожаротушения. С помощью УОВИ подают пену под слой горящего нефтепродукта в резервуаре, не оборудованном стационарно смонтированным пенопроводом для тушения. Применение УОВИ повысит эффективность пожаротушения, а также обеспечит более высокий уровень безопасности личного состава.

Значение для практики: тушение подслоным способом нефти и нефтепродуктов в резервуарах, не оборудованных стационарной системой пожаротушения, принципиально возможно через технологические коммуникации. Подача воздушно-

¹ Учреждение «Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций» Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, г. Минск, ул. Солтыса, 183а; электронная почта: rifs.minsk@gmail.com / The Establishment «Research Institute of Fire Safety and Emergencies» of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus, Minsk, Soltisa str, 183a; e-mail address: rifs.minsk@gmail.com;

² ГУО «Командно-инженерный институт» Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, г. Минск, ул. Машиностроителей, 25; электронная почта: rifs.minsk@gmail.com / The State Educational Establishment «Command and Engineering Institute» of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus, Minsk, Mashinostroiteley str, 25; e-mail address: rifs.minsk@gmail.com;

³ Авторы внесли одинаковый вклад в статью / The authors contributed equally to this work.

* Artykuł został wyróżniony przez Komitet Redakcyjny / The article was recognised by the Editorial Committee/ Эту статью наградил Редакционный Совет

механической пены осуществляется как в существующие патрубки, так и в отводы, полученные путем оперативной врезки. Задачи оперативной врезки решаются с помощью серийно выпускаемого оборудования.

Ключевые слова: пожар, воздушно-механическая огнетушащая пена, подслойный способ тушения нефти и нефтепродуктов, встроенный бандаж, задвижка

Вид статьи: с практики для практики

Abstract

Objective: Improvement of subsurface extinguishing technique of oil and oil products fires in storage tanks.

Introduction: One of priority directions in prevention of large-scale oil and oil products leaks is the fire protection of oil and oil products storage tanks. An emergence of a fire in one of the tanks in the storage tank facility, failure in its localizing and suppressing can lead to the damage to the tank, leakage of oil or oil products, fast spread of a fire through the entire storage tank complex, destruction of other tanks and even more large-scale leaks of oil and its products. The subsurface method of low expansion foam application is possible not only thanks to the foam pipelines of fire extinguishing systems, but also through the utility lines (oil pipelines, lines for washing out ground deposits), located in the lower part of a tank. Thus, the risk of a damage to the foam generators and pipelines of suppression system due to explosions and thermal streams is completely excluded. Low expansion foam arriving from foam generators located behind the protective dike pushes out the fuel from the pipelines and arrives into the tank.

Conclusions: An operative cutting integrated device (further – OCID) for cutting holes in utility lines and transferring fire extinguishing air-mechanical low expansion foam into the fuel layer has been designed and constructed. The OCID can be installed on the pipelines of 159, 168 or 219 mm of external diameter and with lacquer coating. The tactical and technological methods of the operative cutting integrated device for utility lines of storage tanks, designed for the implementation of subsurface method of fire extinguishing have been experimentally developed. Implementation of OCID allows to transfer the foam under the layer of burning oil product in the storage tank not equipped with stationary mounted foam pipeline for extinguishing purposes. Application of the OCID will increase the efficiency of fire extinguishing and will provide higher level of staff's safety.

Implications for practice: Fire extinguishing of oil and oil products in storage tanks not equipped with stationary fire-extinguishing system with the help of subsurface method is principally possible through the utility lines. Supply of air and mechanical foam is carried out both through the existing branch pipes and in the branches which are received by the way of the operative cutting integrated device. The tasks of the operative cutting integrated device are solved with the help of serially produced equipment.

Keywords: a fire, air-mechanical foam fire extinguishing, subsurface method extinguishing oil and petroleum products, built-in bandage, pipeline valve

Type of article: best practice in action

Abstrakt

Cel: Udoskonalenie taktyki gaszenia metodą podpowierzchniową pożarów w zbiornikach z ropą i substancjami ropopochodnymi.

Wprowadzenie: Jednym z priorytetowych kierunków w zapobieganiu wielkoskalowym wyciekowi ropy i produktów ropopochodnych jest ochrona przeciwpożarowa obiektów do przechowywania ropy i jej pochodnych. Wybuch pożaru w jednym ze zbiorników w całym jego kompleksie, niewłaściwe zlokalizowanie i gaszenie pożaru mogą doprowadzić do uszkodzenia zbiornika, wycieku ropy lub ropopochodnych, szybkiego rozprzestrzenienia się pożaru na cały kompleks zbiorników, uszkodzenia innych zbiorników i jeszcze większego wycieku ropy i produktów ropopochodnych. Podanie piany o niskiej liczbie spienienia (piany ciężkiej) metodą podpowierzchniową jest możliwe nie tylko poprzez przewody systemu gaśniczego, lecz także poprzez rury technologiczne (rurociągi naftowe, przewody do oczyszczania z osadów dennych) zlokalizowane w dolnej części zbiornika. Przy tym praktycznie całkowicie wyklucza się możliwość uszkodzenia generatorów piany i rur technologicznych wskutek wybuchów i strumieni ciepła. Piana o niskiej liczbie spienienia wychodząca z generatorów piany umieszczonych za barierą ochronną wypycha z rurociągów paliwo i trafia do zbiornika.

Wnioski: Opracowano i skonstruowano urządzenie do operacyjnego wcięcia się w celu wywiercenia otworów w rurach technologicznych i następnie podania powietrzno-mechanicznej piany gaśniczej o niskiej liczbie spienienia do warstwy paliwa. Urządzenie ustawiane jest na rurociągach o zewnętrznej przekątnej 159, 168 lub 219 mm z pokryciem lakierniczym. Przeprowadzono badania eksperymentalne zastosowania urządzenia do wcięcia się w rury technologiczne zbiorników w celu realizacji gaszenia metodą podpowierzchniową. Z pomocą urządzenia podawana jest piana pod powierzchnię płonącego produktu naftowego w zbiorniku niewyposażonym w zamontowany na stałe przewód do podawania piany gaśniczej. Zastosowanie urządzenia zwiększy efektywność gaśniczą oraz zapewni większy poziom bezpieczeństwa załogi.

Znaczenie dla praktyki: Gaszenie metodą podpowierzchniową ropy i produktów naftowych w zbiornikach niewyposażonych w stacjonarne systemy gaśnicze jest zasadniczo możliwe dzięki rurom technologicznym. Podawanie powietrzno-mechanicznej piany jest realizowane poprzez dostępne kolanka, jak również przez odgałęzienia otrzymane dzięki wcięciu. Zadanie wycięcia otworu przeprowadzane jest za pomocą sprzętu produkowanego seryjnie.

Słowa kluczowe: pożar, powietrzno-mechaniczna piana gaśnicza, podpowierzchniowa metoda gaszenia ropy i produktów ropopochodnych, zawór, wbudowany bandaż

Typ artykułu: z praktyki dla praktyki

1. Введение

Пожары на объектах переработки и хранения нефти и нефтепродуктов достаточно редки, но, как правило, носят затяжной характер и наносят большой урон [3].

Основным средством тушения пожаров на этих объектах является пена средней и низкой кратности [3].

Огнетушащее действие воздушно-механической пены заключается в изоляции поверхности горючего от

факела пламени, снижении вследствие этого скорости испарения жидкости и сокращения количества горючих паров, поступающих в зону горения, а также в охлаждении горящей жидкости. Роль каждого из этих факторов в процессе тушения изменяется в зависимости от свойств горящей жидкости, качества пены и способа ее подачи [3].

При подаче пены одновременно происходит разрушение пены от факела пламени и нагретой поверхности горючего. Накапливающийся слой пены экранирует часть поверхности горючего от лучистого теплового потока пламени, уменьшает количество паров, поступающих в зону горения, снижает интенсивность горения. Одновременно выделяющийся из пены раствор пенообразователя охлаждает горючее. Кроме того, в процессе тушения в объеме горючего происходит конвективный теплообмен, в результате которого температура жидкости выравнивается по всему объему, за исключением «карманов», в которых теплообмен происходит независимо от основной массы жидкости [3].

Одним из наиболее перспективных, надежных и безопасных является подслоный способ тушения нефти и нефтепродуктов в резервуарах, который применяется в ряде развитых зарубежных стран и активно внедряется в России [4].

При тушении пожаров в резервуарах подслоным способом применяется пена низкой кратности из фторсодержащих пленкообразующих пенообразователей целевого назначения.

Применение фторсодержащих пенообразователей является необходимым условием, поскольку пена на их основе инертна к воздействию углеводородов в процессе длительного подъема пены на поверхность нефтепродукта. Применение пены, получаемой на основе обычных пенообразователей для подачи в слой горючей жидкости, недопустимо, так как при прохождении через слой горючей жидкости она насыщается парами углеводородов и теряет огнетушащую способность [3].

Быстрой изоляции горящей поверхности пенной способствуют саморастекающаяся из пены водная пленка раствора пенообразователя, имеющая поверхностное натяжение ниже натяжения горючей жидкости, а также конвективные потоки, которые направлены от места выхода пены к стенкам резервуара. В результате конвективного теплообмена снижается температура жидкости в прогретом слое до среднеобъемной. Вместе с тем интенсивные восходящие потоки жидкости приводят к образованию на поверхности локальных участков горения, в которых скорость движения жидкости достигает максимальных значений. Эти участки, приподнятые над остальной поверхностью и называемые «бурунами», играют важную роль в процессе тушения. Чем выше «буруны», тем больше пены необходимо накопить для покрытия всей поверхности горящей жидкости. Для снижения высоты «буруна» пена подается через пенные насадки с минимальной скоростью [3].

Пена, всплывающая на поверхность через слой горючего, способна обтекать затонувшие конструкции и растекаться по всей поверхности горючего. Значительное снижение интенсивности горения достигается через 90-120 с с момента появления пены на поверх-

ности. В это время наблюдаются отдельные очаги горения у разогретых металлических конструкций резервуара и в местах образования «бурунов». В дальнейшем, в течение 120-180 с происходит полное прекращение горения [3].

После загорания резервуара подача пены низкой кратности осуществляется непосредственно в слой нефтепродукта с использованием специальной системы подслоного тушения пожаров, находящейся в нижней части резервуара. Раствор пенообразователя подается с помощью передвижной пожарной техники или от системы автоматического пожаротушения [3].

При использовании передвижной пожарной техники для подслоного способа тушения резервуаров технологические трубопроводы резервуаров должны быть оснащены специальными патрубками для подключения высоконапорных пеногенераторов. Между пеногенератором и продуктопроводом дополнительно должна устанавливаться задвижка для предотвращения утечки нефтепродукта после прекращения подачи пены через высоконапорный пеногенератор, что делает способ трудоемким при отсутствии такого оборудования.

Оснащение резервуаров системой автоматического пожаротушения может быть осуществлена только в период проектирования или капитального ремонта.

2. Устройство оперативной врезки

Учреждением «Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций» МЧС Республики Беларусь в рамках задания ГНТП «Разработать и внедрить современные технику, средства и технологии для государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и гражданской обороны» [5] разработано УОВИ (патент на полезную модель № 8559 «Устройство оперативной врезки») [6] (рис. 1).

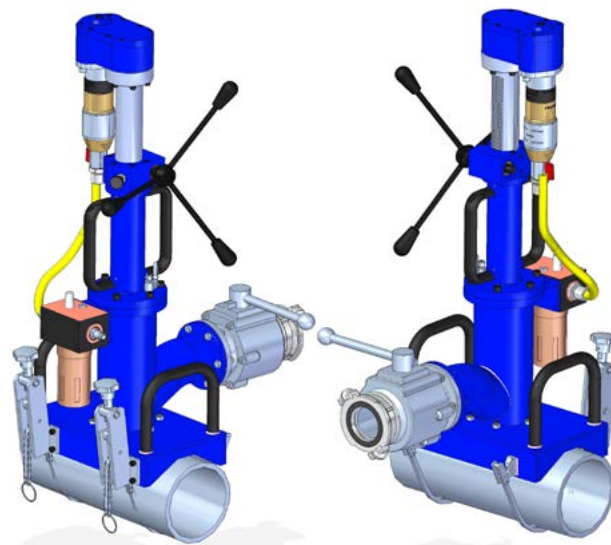


Рис. 1. Устройство оперативной врезки интегрированное
Fig.1. The operative cutting integrated device

УОВИ предназначено для выполнения отверстий в технологических коммуникациях вертикальных стальных наземных резервуаров с нефтью и нефтепродуктами и последующей подачи огнетушащей воз-

душно-механической пены низкой кратности в слой горячего.

Допускается использование УОВИ для выполнения работ, не связанных с пожаротушением (например, проведение оперативного ремонта трубопроводов).

УОВИ устанавливают на трубопроводы внешним диаметром 159, 168 или 219 мм с лакокрасочным покрытием. Конструкция УОВИ исключает утечку содержимого трубопровода. Привод УОВИ – пневматический двигатель с номинальным расходом сжатого воздуха 0,6–1,0 м³/мин при давлении в пневматическом рукаве 0,6–0,8 МПа. Питание привода осуществляется от компрессоров или баллонов со сжатым воздухом, обеспечивающих запас воздуха на время не менее 5 мин работы. Диаметр выполняемого отверстия – 80 мм. Режущий инструмент – корончатая фреза с твердосплавными пластинами и высотой рабочей части 67 мм. Частота вращения фрезы – (80 ± 10) об/мин. Подача/отвод фрезы – производится вручную. Возможность использования УОВИ на трубах разных диаметров обеспечивается сменными насадками.

3. Натурные испытания УОВИ

Натурные испытания УОВИ проведены на резервуаре вертикальном стальном РВС-1000, который находится на площадке ликвидации чрезвычайных ситуаций на складах нефти и нефтепродуктов полигона оперативно-тактической подготовки учреждения образования «Институт переподготовки и повышения квалификации МЧС Республики Беларусь». Схема установки приведена на рис. 2.

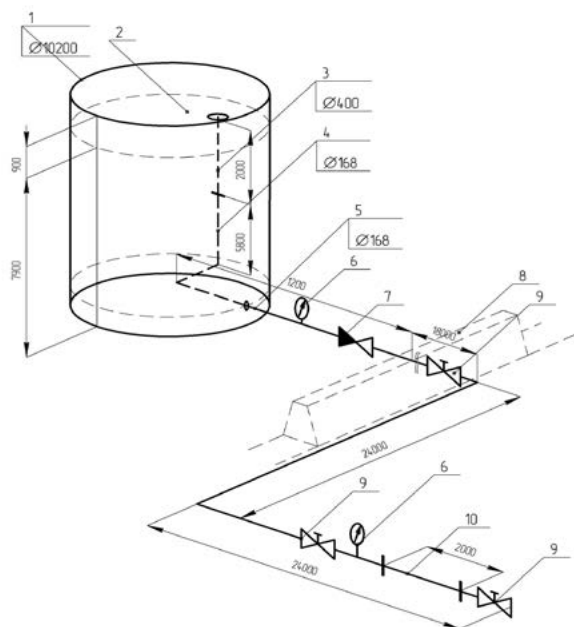


Рис. 2. Принципиальная схема установки

1 – РВС-1000; 2 – противень для горючей жидкости; 3, 4 – вертикальный трубопровод Ø400 и Ø168; 5 – экспериментальный трубопровод; 6 – манометр (0–1,0) МПа; 7 – обратный клапан; 8 – обвалование резервуара; 9 – вентиль запорный проходной; 10 – тренировочный участок

Fig. 2. Schematic diagram of the installation

1 – VST-1000; 2 – baking sheet for combustible liquid; 3, 4 – vertical pipeline Ø400 and Ø168; 5 – experimental pipeline; 6 – manometer (0–1,0) MPa; 7 – check valve; 8 – earth deposit of the tank; 9 – straight through valve; 10 – training area

Резервуар представляет собой полый цилиндр, установленный на земляном основании с гравийной засыпкой толщиной 0,1–0,15 м. Диаметр резервуара составляет 10,2 м, высота – 8,8 м. На высоте 7,9 м установлен противень для горючей жидкости с высотой борта 0,9 м. Днище противня усилено армирующими металлоконструкциями. В стенке резервуара выполнен вырез для входа во внутреннюю полость. Вокруг резервуара имеется обвалование. Минимальное расстояние до обвалования составляет 9,5 м. В стенке резервуара на уровне днища противня имеется сливной патрубок с двумя задвижками ЗКЛ-2 и трубопроводом диаметром 80 мм.

Для создания гидростатического давления резервуар оборудован вертикальным трубопроводом в виде стальной трубы Ø 400×10 мм высотой 2 м и трубы Ø 168×5 мм высотой 5,8 м. Участок экспериментального технологического трубопровода за обвалованием резервуара служит для отработки тактических приемов оперативной врезки. Длина тренировочного участка составляет 2 м.

На рис. 3 приведена принципиальная схема реализации способа подачи воздушно-механической огнетушащей пены в резервуар через действующий продуктопровод с помощью УОВИ.

Последовательность подготовки УОВИ к работе приведена в таблице 1, последовательность крепления УОВИ на трубе и сверление – в таблице 2.

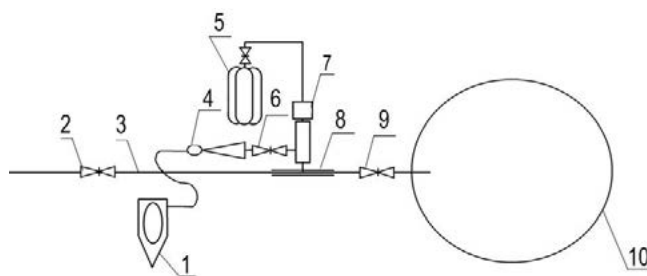


Рис. 3. Принципиальная схема реализации способа подачи воздушно-механической огнетушащей пены в резервуар через действующий продуктопровод

1 – пожарный аварийно-спасательный автомобиль; 2, 6, 9 – шаровый кран (задвижка); 3 – действующий продуктопровод; 4 – высоконапорный генератор пены; 5 – источник сжатого воздуха; 7 – устройство врезки; 8 – бандаж; 10 – резервуар

Fig. 3. Schematic diagram of the submission method realization of air-mechanical foam fire-extinguishing into the tank through the acting product pipeline

1 – fire rescue vehicle; 2, 6, 9 – ball valve; 3 – acting product pipeline; 4 – high-pressure foam generator; 5 – source of compressed air; 7 – cut-in integrated device; 8 – bandage; 10 – tank

Таблица 1. / Table 1.

Подготовка УОВИ к работе / Preparation of the OCID for work

Установить сверло-метчик в отверстие фрезы в корпусе фрезы / Install a drill-tap into the cutter inlet in the cutter body 	Закрепить на сверло переходной фланец, обращая внимание на положение крепящих винтов (напротив плоскости на конце сверла), и закрепить оба винта / Fix on the drill a flange transition, paying attention to the position of securing screws (in front of the plane at the end of the drill), and fix both screws 
Установить фрезу в патрон УОВИ / Establish the cutter at the cartridges of the OCID 	При помощи рукояток подачи фрезы поднять пиноль в верхнее положение до полной фиксации / To raise the movable sleeve in up position until it locks in the place using the feed handles of miller 
Подобрать кольцо крепления, соответствующее диаметру трубы / To choose the ring of fastening, corresponding to the diameter of the pipe 	Установить кольцо на УОВИ / To establish the ring on the OCID 

Таблица 2. / Table 2.

Крепление УОВИ на трубе и сверление / The OCID fastening on the pipe and drilling

Установить и закрепить УОВИ на трубе при помощи цепей / To install and fix the OCID on the pipe using chains 	Завершить крепление УОВИ при помощи фиксирующих болтов / To complete the OCID fastening using of fixing screws 
Заполнить камеру УОВИ смазывающей охлаждающей жидкостью через отверстие в корпусе / To fill the OCID's chamber by the lubricity cooling liquid through the hole in the inlet 	Включить привод и произвести сверление / To release the drive and to perform drilling 

4. Реализация подслонного способа пожаротушения

Подача воздушно-механической огнетушащей пены в горящий резервуар и ликвидация чрезвычайной ситуации осуществляются следующим образом (рис. 4).

С помощью рукояток транспортировочно-монтажных (14) УОВИ устанавливают на трубопровод и фиксируют в вертикальном положении фиксаторами (12), затягивая цепи вручную путем поочередного вращения маховиков. Закрывают задвижку (10). Открывают заглушку клапана (8), через клапан во внутреннюю полость устройства подают смазывающую охлаждающую жидкость. Закручивают заглушку. К блоку подготовки воздуха (13) подают сжатый воздух от внешнего источника. Вращение шпинделя с режущим инстру-

ментом осуществляется при получении пневматическим приводным механизмом (6) сжатого воздуха от внешнего источника через блок (13). При этом через редуктор (5) происходит передача вращающего момента от пневматического приводного механизма (6) к шпинделю с режущим инструментом, размещенным в корпусе 1. Нажатием на кнопку-фиксатор (7) разблокируют шестерни редуктора (4). Вращением рукоятки (3) по часовой стрелке осуществляют подачу режущего инструмента. На соединительную головку (11) устанавливают генератор пены. По завершении операции врезки отводят режущий инструмент вращением рукоятки (3) против часовой стрелки и фиксируют шестерни редуктора (4) кнопкой (7). На генераторе пены устанавливают рабочее давление и откры-

вают задвижку (10). По окончании подачи огнетушащей пены задвижку (10) закрывают, генератор пены отключают, подачу сжатого воздуха прекращают [6].

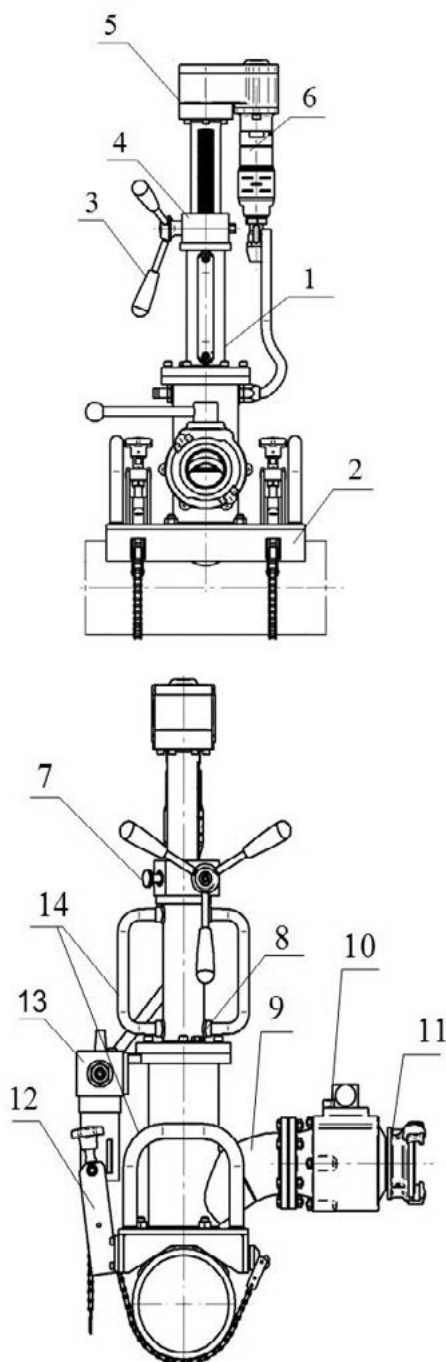


Рис. 4. Подача огнетушащей пены с помощью УОВИ
1 – корпус; 2 – встроенный бандаж; 3 – рукоятка подачи фрезы; 4 – редуктор подачи фрезы; 5 – редуктор вращения фрезы; 6 – пневматический приводной механизм; 7 – кнопка-фиксатор; 8 – клапан для подачи смазывающей охлаждающей жидкости; 9 – отвод; 10 – задвижка; 11 – головка соединительная; 12 – фиксатор; 13 – блок подготовки воздуха; 14 – рукоятки транспортировочно-монтажные

Fig. 4. Supplying of fire extinguishing foam by means of OCID
1 – case; 2 – built-in bandage; 3 – handle filing cutters; 4 – reducer filing cutters; 5 – reducer of cutter rotation; 6 – pneumatic actuator; 7 – button-lock; 8 – valve for supplying the lubricity cooling liquid; 9 – bend; 10 – valve; 11 – coupling head; 12 – latch; 13 – air preparation unit; 14 – transporting assembly handles

5. Подведение итогов

Технология подслоного тушения имеет ряд преимуществ:

- системы подслоного тушения менее подвержены повреждениям и разрушению в результате высокой температуры или взрывов, вызванных пожаром, а также в результате воздействия окружающей среды (ветер, дождь, снег);
- для тушения требуется меньшее количество пенообразователя, поскольку вся пена при подаче попадает в зону пожара и исключены ее потери из-за несовершенных методов распыления или восходящих воздушных потоков;
- системы подслоного тушения могут быть приведены в действие меньшим количеством персонала, так как их включение может быть произведено из-за обвалования и для их применения не требуется использование передвижных пеноподъемников или других устройств;
- системы подслоного тушения гарантируют значительную безопасность персонала, поскольку тушение может производиться с минимальным количеством операций, требующих их выполнения в непосредственной близости от огня.

6. Выводы

Проведена экспериментальная отработка тактико-технологических приемов оперативной врезки в технологические коммуникации резервуаров для реализации подслоного способа пожаротушения.

С помощью УОВИ подают пену под слой горящего нефтепродукта в резервуаре, не оборудованном стационарно смонтированным пенопроводом для тушения. Применение УОВИ повысит эффективность пожаротушения, а также обеспечит более высокий уровень безопасности личного состава.

Литература

1. Instrukcia po tusheniiu pozharov nefi i nefteproduktov v rezervuarakh metodom podachi peny v sloi goriuchego, utverzhdenaia postanovleniem Ministerstva po chrezvychainym situaciiam Respubliki Belarus ot 26.06.2007 № 61.
2. Postanovlenie Ministerstva po chrezvychainym situaciiam Respubliki Belarus ot 11 ianvaria 2005 g. No 2 „Ob utverzhdenii Instrukcii o poriadke primeneniia penoobrazovatelei dlia tusheniia pozharov”.
3. Rukovodstvo po tusheniiu nefi i nefteproduktov v rezervuarakh i rezervuarnykh parkakh – M.:GUPO-VNIPO, 1999.
4. Sharovarnikov A.F., Tushenie pozharov nefteproduktov v rezervuarakh podachei peny v sloi goriuchego Sharovarnikov, v: A.F. Sharovarnikov, V.P. Molchanov, „Transport i khranenie nefteproduktov” Sb statei – Vyp. 8-9 – M.:CNIITE-neftekhim, 1996. – S. 5-10.
5. Chervich O.V., Razrabotat taktiku tusheniia podsloinym sposobom nefi i nefteproduktov v rezervuarakh, ne oborudovannykh stacionarnoi sistemoi pozharotusheniia (Otchet o NIR NoGR200901141) [Tekst] / O.V. Chervich, A.V. Makovchik, P.S. Mahahey, S.M. Malashenko etc.; NII PB i ChS MChS Belarusi. – Mn., 2010, s. 53, 33 ris., 9 tabl. – Rus. – Dep. v GU „BelSA” 26.05.2010 g., No D201022.
6. Emelyanov V.K., Karach V.M., Chervich O.V., Nawrocki O.D., Malashenko S.M., Patent na poleznuiu model No 8559 „Ustroistvo operativnoi vrezki integrirovannoe”, data nachala deistviia 23.11.2011.

Малашенко Сергей Михайлович, магистр технических наук, главный специалист отдела научно-технической информации и маркетинга Учреждения «Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций» Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь.

Смиловенко Ольга Олеговна, кандидат технических наук, доцент кафедры пожарной аварийно-спасательной техники государственного учреждения образования «Командно-инженерный институт» Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь.

Емельянов Василий Константинович, главный специалист отдела исследований в области предупреждения чрезвычайных ситуаций Учреждения «Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций» Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь.

Черневич Ольга Владимировна, кандидат технических наук, ученый секретарь Учреждения «Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций» Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь.

lek. med. **Kinga GROBELSKA**¹
dr **Anna KRÓLIKOWSKA**¹
mgr **Ewa ZIELIŃSKI**¹
dr **Elżbieta NURCZYŃSKA**¹
dr **Jerzy TELAK**²

Przyjęty/Accepted/Принята: 24.05.2013;
Zrecenzowany/Reviewed/Рецензирована: 31.03.2014;
Opublikowany/Published/Опубликована: 30.06.2014;

ZATRUCIE TLENKIEM WĘGLA – ZADANIA RATOWNIKA NA MIEJSCU ZDARZENIA³

Carbon Monoxide Poisoning – Rescue Procedures

Отравление угарным газом – задачи спасателя на месте происшествия

Abstrakt

Cel: Wskazanie optymalnego postępowania w przypadku zatrucia tlenkiem węgla.

Wprowadzenie: Co roku odnotowywanych jest wiele zdarzeń związanych z tlenkiem węgla, w wyniku których duża liczba osób zostaje poszkodowanych, a kilkadziesiąt umiera wskutek zacczadzenia. Intoksykacja tlenkiem węgla ma najczęściej charakter przypadkowy, zdarza się podczas pożarów lub wskutek nieprawidłowego działania systemów grzewczych lub systemów wentylacji. Tlenek węgla zajmuje pierwsze miejsce wśród gazów mogących stać się potencjalną przyczyną zgonu. CO to bezwonny, bezbarwny i niedrażniący gaz, szczególnie niebezpieczny, ponieważ niewyczuwalny. W przypadku zwiększonego stężenia CO w powietrzu łączy się on z hemoglobina, mioglobina, oksydazą cytochromową, wypierając z tych połączeń tlen. Właściwości tlenku węgla – szybkie i trwałe tworzenie karboksyhemoglobiny sprawiają, że w organizmie poszkodowanego dochodzi do ciężkiego niedotlenienia narządów, a w szczególności ośrodkowego układu krążenia i mięśnia sercowego. Utrata możliwości transportu tlenu przez krwinki czerwone powoduje niedotlenienie tkanek i narządów. W pracy, oprócz przyczyn i objawów zatruc tlenkiem węgla oraz mechanizmu jego toksyczności, zawarto schemat postępowania ratownika na miejscu zdarzenia, zwracając szczególną uwagę na znaczenie wczesnej tlenoterapii. Wyodrębniono trzy ścieżki czynności ratunkowych. Postępowanie z zatrutym przytomnym obejmuje zapewnienie dostępu świeżego powietrza, badanie BTLS i wstępne zaopatrzenie urazów zagrażających życiu. Zatruty nieprzytomny, który oddycha prawidłowo, wymaga po włączeniu tlenoterapii i zastosowaniu pozycji bocznej kontroli parametrów życiowych co 1-2 minuty. W przypadku braku oddechu u poszkodowanego nieprzytomnego ratownik podejmuje czynności resuscytacyjne według wytycznych 2010 Europejskiej Rady Resuscytacji. Nieswoistość objawów skutkuje niską rozpoznawalnością zatrucia CO, a często nakłada się na to niewłaściwe postępowanie z poszkodowanym na miejscu zdarzenia.

Metody: Analiza publikacji, dokumentów i danych statystycznych, badanie opinii z wykorzystaniem techniki wywiadu przeprowadzone w sposób jawny i otwarty.

Wnioski:

1. Tlenek węgla może być przyczyną groźnych zatruc.
2. Brak swoistych objawów zatrucia powoduje często błędy w diagnozie i leczeniu zatruc tlenkiem węgla.
3. Rozpoznanie zatrucia tlenkiem węgla powinno być rozważone u każdej ofiary pożaru.
4. Każdy ratownik powinien być przeszkolony w zakresie rozpoznawania i leczenia zatrucia tlenkiem węgla.

Słowa kluczowe: tlenek węgla, zatrucie, tlenoterapia, ratownik, nieprzytomny, resuscytacja krążeniowo-oddechowa.

Typ artykułu: artykuł przeglądowy

¹ Collegium Medicum w Bydgoszczy UMK w Toruniu, ul. Jagiellońska 13-15, 85-067 Bydgoszcz, kingro@wp.pl / Nicolaus Copernicus University Collegium Medicum in Bydgoszcz, Poland;

² Szkoła Główna Służby Pożarniczej w Warszawie, ul. Juliusza Słowackiego 52/54, Warszawa / The Main School of Fire Service, Warsaw, Poland;

³ Autorzy wnieśli jednakowy wkład w powstanie artykułu/ The authors contributed equally to this paper;

Abstract

Purpose: Providing an optimal procedure for carbon monoxide poisoning.

Introduction: Each year there are many cases of carbon monoxide poisoning registered in Poland. Numerous end up with the death of their victims. The intoxication with carbon monoxide is usually accidental. It occurs as a consequence of fires or due to improper operation of heating systems or ventilating ducts. Carbon monoxide is the most dangerous gas which constitutes a potential cause of deadly poisoning. Carbon monoxide is odourless, colourless, acrid and extremely dangerous, because of its imperceptibility. When the level of CO in the air increases, the gas connects with hemoglobin, myoglobin and cytochrome oxidase and displaces oxygen. Carbon monoxide properties, such as quick and permanent connection to hemoglobin cause severe hypoxia of internal organs, especially, central nervous system and heart. The lack of oxygen transport by red blood cells results in the hypoxia of organs and tissues. Apart from causes and symptoms of carbon monoxide poisoning and the mechanism of its toxicity, this paper also presents an algorithm of rescue proceedings, with particular attention drawn to the importance of early oxygen therapy. Fresh air should be delivered to the conscious victim of CO poisoning, BTLs should be performed and a rescuer should also deal with life threatening injuries. Oxygen therapy, recovery position and control of life parameters should be applied in case when an unconscious victim is normally breathing. If he or she does not breathe, the rescuer should initiate life supporting procedures presented in Guidelines of European Resuscitation Council. The lack of typical symptoms of carbon monoxide poisoning often leads to a wrong diagnosis and results in inappropriate treatment of CO poisoning victims.

Methods: An analysis of publications, documents and statistics, opinion research with the use of an open survey.

Conclusions:

1. Carbon monoxide can be a cause of very dangerous poisoning.
2. The lack of typical symptoms may result in a wrong diagnosis and treatment of carbon monoxide poisoning.
3. Carbon monoxide poisoning should be taken into account as a potential diagnosis for every fire victim.
4. Every rescuer should be trained in diagnosing and treating carbon monoxide poisoning victim.

Keywords: carbon monoxide, poisoning, fire, oxygen therapy, rescuer, unconscious, cardio-pulmonary resuscitation

Type of article: review article

Аннотация

Цель: Определить правила поведения в случае отравления угарным газом.

Введение: Ежегодно фиксируется много происшествий, связанных с отравлением угарным газом, в результате которых большое количество людей получает отравление, а несколько десятков умирает от тяжёлого отравления угарным газом. Отравление угарным газом имеет, прежде всего, случайный характер, наступает во время пожаров или вследствие неправильной работы отопительных или вентиляционных систем.

Угарный газ занимает первое место среди газов, которые могут стать потенциальной причиной смерти. СО это бесцветный, безвкусный и без запаха газ - особенно опасный, потому что является неощутимым. В случае повышенной концентрации СО в воздухе он связывается с гемоглобином, миоглобином, цитохром с-оксидазой - вытесняя из этих связей кислород. Свойства угарного газа - вызывают - быстрое и прочное образование карбоксигемоглобина и приводят к тяжелой гипоксии органов, в особенности центральной сердечно-сосудистой системы и сердечной мышцы. Потеря возможности транспортировки кислорода красными кровяными тельцами ведёт к гипоксии тканей и органов. В работе, кроме причин и признаков отравлений угарным газом и механизма его токсичности, была представлена схема поведения спасателя на месте происшествия, обращая особое внимание на значение неотложной кислородотерапии. Были выделены три случая для проведения спасательных работ. Поведение с потерпевшим находящимся в сознательном состоянии включает обеспечение доступа к свежему воздуху, исследование BTLs и вступительную перевязку травм угрожающих жизни. Отравленному, который потерял сознание, но который правильно дышит требуется, после начала оксигенотерапии и применения боковой позиции, проводить контроль жизненных параметров каждые 1-2 минуты. В случае отсутствия дыхания у пострадавшего потерявшего сознание, спасатель начинает реанимацию согласно указаний 2010 Европейского Совета Реанимации. Присутствие неспецифических признаков свидетельствует о низком уровне правильности диагноза отравления СО и часто сопровождается неправильным поведением с пострадавшим на месте происшествия.

Методы: анализ публикаций, документов, статистических данных, исследование мнений с использованием техники проведения явного и открытого интервью.

Выводы: 1. Угарный газ может стать причиной опасных отравлений.

2. Отсутствие типичных признаков отравления часто ведёт к ошибкам в диагнозе и лечении отравлений угарным газом.
3. Выявление отравления угарным газом должно проводиться у каждого пострадавшего от пожара.
4. Каждый спасатель должен быть обучен в области диагноза и лечения отравления угарным газом.

Ключевые слова: СО, отравление, терапия кислородом, спасатель, бессознательное состояние, сердечно-лёгочная реанимация

Вид статьи: обзорная статья

1. Wprowadzenie

Główny Urząd Statystyczny podaje, że zatrucia i urazy znajdują się na trzecim miejscu wśród przyczyn zgonów w Polsce (po chorobach układu krążenia i chorobach nowotworowych). W 2011 roku odsetek zgonów spowodowanych urazami i zatruciami wyniósł ponad 6%. Jednocześnie odnotowano wysoki udział zgonów, dla których przyczyna nie została dokładnie określona (ponad 6%) [1]. Ostre zatrucia gazami najczęściej wywoływa-

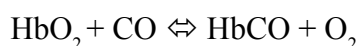
ne są tlenkiem węgla (CO). Według statystyk Komendy Głównej Państwowej Straży Pożarnej od września 2012 r. do 12 marca 2013 r. odnotowano 3388 zdarzeń związanych z tlenkiem węgla. Poszkodowane w nich zostały 1964 osoby, a na skutek zezadzenia zginęło 86 osób [2]. Liczba zdarzeń związanych z działaniem tlenku węgla może być w rzeczywistości znacznie wyższa. Mimo licznych akcji prewencyjnych PSP niska świadomość społeczna, jak również trudności diagnostyczne powo-

dują, że wykrywalność przypadków zatruc CO jest nadal niska. W krajach zachodnich szacuje się, że 30-50% przypadków zatrucia CO pozostaje niezdiagnozowanych [3, s. 33-34].

Tlenek węgla powstaje w wyniku niecałkowitego spalania związków węgla spowodowanego niedostatecznym poziomem tlenu. Kucharki gazowe, piece grzewcze, kotły, gazowe podgrzewacze wody są potencjalnymi źródłami tlenu węgla. Brak dostępu świeżego powietrza do pomieszczeń, w których znajdują się potencjalne źródła CO, powoduje zwiększoną koncentrację tego gazu w pomieszczeniu, co skutkować może zacczadzeniem. Należy zwracać szczególną uwagę na właściwą wentylację pomieszczeń: nie należy zamykać szczelnie okien czy likwidować otworów wentylacyjnych w drzwiach łazienkowych. Ważne, aby regularnie kontrolować drożność przewodów wentylacyjnych i kominowych [2].

Bezwonny, bezbarwny oraz niedrażniący tlenek węgla jest gazem szczególnie niebezpiecznym, ponieważ osoby narażone na jego działanie często nie są tego świadome. Najczęściej osoba zatruta tlenkiem węgla w chwili pojawienia się pierwszych objawów bagatelizuje je, pozostając nadal w pomieszczeniu z wysokim stężeniem CO. Dopiero znaczne nasilenie objawów zmusza osobę zatrutą do wyjścia na zewnątrz. Często traci ona przytomność i jeśli pomoc nie pojawi się w odpowiednim czasie, może dojść do śmierci.

Tlen w organizmie człowieka transportowany jest za pomocą krwinek czerwonych. Hemoglobina, białko erytrocytarne łączy się z tlenem, tworząc oksyhemoglobinę, i w tej postaci dociera do wszystkich tkanek i narządów. W przypadku zwiększonego stężenia CO w powietrzu, gaz ten łączy się z metalobiałkami zawierającymi żelazo (hemoglobiną, mioglobina, oksydazą cytochromową), wypierając z tych połączeń tlen. Powinowactwo tlenu węgla do hemoglobiny jest około 210 razy większe niż powinowactwo tlenu.



Wiązanie CO z hemoglobiną jest odwracalne. Dysocjacja karboksyhemoglobiny przebiega jednak dziesięć razy wolniej niż dysocjacja oksyhemoglobiny. Niekorzystny wpływ tlenu węgla związany jest też z jego właściwością, polegającą na zwiększaniu stabilności połączenia hemoglobiny z tlenem, pogorszenia „oddawania” przez hemoglobinę tlenu do tkanek i narządów [4, s. 520-527].

W wyniku blokowania transportu i wydłużenia procesu dysocjacji oksyhemoglobiny dochodzi do niedotlenienia narządów, a w konsekwencji do ich uszkodzenia. Szczególnie wrażliwe na niedotlenienie są tak zwane narządy krytyczne – ośrodkowy układ nerwowy oraz mięsień sercowy. Ciężkie zatrucie tlenkiem węgla powoduje demielinizację substancji białej, co prowadzi do obrzęku mózgu, a także bezpośrednio, niezależnie od hipoksji, uszkadza mięsień sercowy [5].

2. Zatrucie tlenkiem węgla

Objawy zatrucia tlenkiem węgla są nieswoiste i zależą między innymi od jego stężenia oraz czasu ekspozycji. Im dłużej poszkodowany przebywa w środowisku o wysokim stężeniu CO, tym poziom karboksyhemoglobiny w jego organizmie będzie wyższy. Utrata możliwości transportu tlenu przez krwinki czerwone spowoduje niedotlenienie tkanek i narządów. U osoby znajdującej się w środowisku z tlenkiem węgla w powietrzu następują:

- lekki ból głowy przy ekspozycji przez 2-3 godziny przy 00-200 ppm (0,01%-0,02%) CO;
- zawroty głowy, wymioty i konwulsje po 45 minutach wdychania, a po dwóch godzinach trwała śpiączka przy 800 ppm (0,08%) CO;
- silny ból głowy, wymioty, po 20 minutach konwulsje, a po 2 godzinach zgon przy 1 600 ppm (0,16%) CO;
- ból głowy i wymioty po 1-2 minutach, a w niespełna 20 minut zgon przy 6 400 ppm (0,64%) CO;
- po 3 minutach następuje śmierć przy 12 800 ppm (1,28%) CO [2].

Podobne objawy występują w wielu jednostkach chorobowych, co powoduje duże trudności diagnostyczne. Osoby po ekspozycji na tlenek węgla najczęściej zgłaszają dolegliwości neurologiczne: bóle i zawroty głowy, uczucie dezorientacji, a także zmęczenie czy osłabienie. Objawy zaostrzenia choroby niedokrwiennej serca, uczucie kołatania serca, duszność to objawy mogące mylnie sugerować schorzenia ze strony układu sercowo-naczyniowego. Wykaz objawów występujących po ekspozycji na tlenek węgla został przedstawiony poniżej w tabeli 1.

Tabela 1.

Objawy ekspozycji na tlenek węgla [6, s. 270-272]

OBJAWY EKSPOZYCJI NA TLENEK WĘGLA
OŚRODKOWY UKŁAD NERWOWY
Niepamięć
Dezorientacja
Trudności z koncentracją
Zawroty głowy
Utrata Przytomności
Bradykineza i drżenie spoczynkowe
OBJAWY OGÓLNE
Zmęczenie
Oslabienie
Znacząco dysharmonijne postawy lub zachowania
Drgawki
UKŁAD ŻOŁĄDKOWO-JELITOWY
Ból (skurczowy) brzucha
Biegunka
Nudności/wymioty
UKŁAD SERCOWO-NACZYNIOWY
Dyskomfort w klatce piersiowej przy najmniejszym wysiłku, bóle w spoczynku
Zaburzenia rytmu serca
Duszność

Table 1.

Symptoms of exposure to carbon monoxide

SYMPTOMS OF EXPOSURE TO CARBON MONOXIDE
CENTRAL NERVOUS SYSTEM
Amnesia
Confusion
Concentration difficulty
Dizziness
Loss of consciousness
Resting tremor
GENERAL SYMPTOMS
Fatigue
Weakness
Disharmony attitudes or behaviour
Seizures
GASTROINTESTINAL
Nausea / vomiting
Pain (systolic) abdominal
Diarrhoea
CARDIOVASCULAR SYSTEM
Chest pain
Arrhythmias
Dyspnoea

Objawy kliniczne zatrucia tlenkiem węgla zależą między innymi od jego stężenia oraz od czasu ekspozycji. Im dłużej poszkodowany przebywał w pomieszczeniu z wysokim stężeniem CO, tym będzie wyższy poziom karboksyhemoglobiny w jego organizmie. Utrata możliwości transportu tlenu przez krwinki czerwone powoduje niedotlenienie tkanek i narządów. Poszkodowani, u których objawy zatrucia będą bardziej nasilone oraz pojawią się wcześniej, to osoby z przewlekłymi chorobami układu krążenia oraz osoby z chorobami układu oddechowego. Do grupy wysokiego ryzyka zatruciem CO zalicza się również osoby starsze, dzieci i kobiety w ciąży. Zwiększoną wrażliwość na działanie tlenku węgla wykazują osoby z przewlekłymi chorobami układu oddechowego czy krwionośnego, z zaburzeniami w układzie krwiotwórczym (np. z niedokrwistością) i alkoholicy [11,12].

Objawy kliniczne zatrucia tlenkiem węgla w zależności od poziomu karboksyhemoglobiny zostały przedstawione poniżej w tabeli 2.

Miotonia, do której dochodzi w wyniku zatrucia tlenkiem węgla, jest szczególnie niebezpieczna, gdyż uniemożliwia przytomnej jeszcze osobie zatrutej CO wydostanie się z pomieszczenia [13]. Postępowanie na miejscu zdarzenia jest stosunkowo proste i powinno opierać się na wypracowanych procedurach. Poszkodowani podejrzani o zatrucie tlenkiem węgla to między innymi ofiary pożarów. Na miejscu zdarzenia jako pierwsza pojawia się najczęściej straż pożarna. Strażacy, oprócz działań gaśniczych, mają za zadanie ewakuację osób oraz w przypadku braku służb medycznych rozpoczęcie wstępnej stabilizacji, a także wstępne leczenie poszkodowanych. Zabezpie-

czenie miejsca zdarzenia i ewakuacja poszkodowanego w bezpieczne miejsce są czynnościami priorytetowymi, albowiem bezpieczeństwo osoby ratującej jest najważniejsze. Działania ratunkowe w przypadku podejrzenia o zaccadzenie niezwiązane z pożarem można prowadzić na miejscu zdarzenia pod warunkiem zapewnienia wymiany powietrza w pomieszczeniu (otwarcie okien i drzwi). Dla ratownika jednak bezpieczniej jest, gdy ewakuuje poszkodowanego w miejsce bezpieczne, najlepiej ze stałym dostępem świeżego powietrza.

Tabela 2.

Objawy kliniczne a stężenie karboksyhemoglobiny (HbCO) we krwi [7, s. 71-75]

STĘŻENIE CO (%)	OBJAWY
0-10	Brak objawów lub niewielkie pobudzenie
10-20	Ból głowy, zawroty głowy, rozszerzenie naczyń skóry
20-30	Ból głowy, zawroty głowy, uczucie znacznego zmęczenia
30-40	Silne bóle i zawroty głowy, znaczne osłabienie, zaburzenia orientacji, nudności, wymioty, spadek ciśnienia tętniczego
40-50	Nasilające się objawy jak wyżej
50-60	Znaczna tachykardia, zaburzenia oddychania, sinica, głębokie zaburzenia świadomości
60-70	Śpiączka, drgawki, bradykardia, zwolnienie oddechu, zgon

Table 2.

Clinical symptoms according to carboxyhemoglobin concentration

CO CONCENTRATION (%)	SYMPTOMS
0-10	No symptoms or slight agitation
10-20	Headache, dizziness, skin vasodilation
20-30	Headache, dizziness, feeling tired
30-40	Strong headaches, dizziness, severe weakness, disorientation, nausea, vomiting, hypotension
40-50	Worsening symptoms as above
50-60	A significant tachycardia, respiratory distress, cyanosis, profound disturbance of consciousness
60-70	Coma, convulsions, bradycardia, release the breath, death

Przy ocenie poszkodowanego istotne jest trzymanie się określonych zasad. Po zapewnieniu bezpieczeństwa sobie i poszkodowanemu kolejnym zadaniem ratownika medycznego jest sprawdzenie przytomności poszkodowanego. Po ukłęknięciu przy poszkodowanym należy potrząsnąć go za ramiona i głośno zapytać: „czy wszystko w porządku?” [8, s. 74-93]. Procedura postępowania ratownika na miejscu zdarzenia została przedstawiona poniżej na rycinie 1.



Ryc. 1. Postępowania ratownika na miejscu zdarzenia

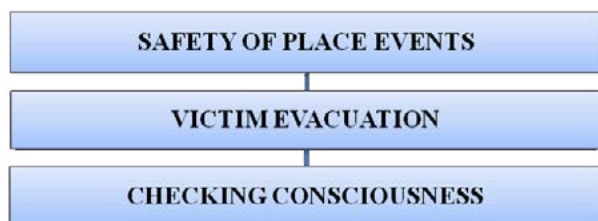


Fig. 1. Procedure paramedic at the scene

Wstępnej oceny stanu przytomności poszkodowanego należy dokonać z zastosowaniem skali AVPU lub GCS (ang. *Glasgow Coma Scale*), skali Glasgow. Skala AVPU opiera się na badaniu reakcji na bodźce zewnętrzne i określeniu kategorii stanu przez przyporządkowanie poszkodowanemu odpowiedniej litery:

A (ang. *Alert*) – oznacza poszkodowanego przytomnego, skupiającego uwagę;

V (ang. *Verbal*) – poszkodowany reaguje na polecenia głosowe;

P (ang. *Pain*) – reaguje na bodźce bólowe;

U (ang. *Unresponsive*) – nieprzytomny, nie reaguje na żadne bodźce.

Skala AVPU stosowana jest do wstępnej oceny przytomności.

Skala Glasgow służy do oceny poziomu przytomności i może być pomocna przy sprawdzaniu skuteczności prowadzonych działań przez ratownika. Stosując skalę Glasgow poddaje się ocenie według trzech kategorii: A, B, C. Kategoria A dotyczy otwierania oczu, B – kontaktu słownego, a litera C – reakcji ruchowej. Odpowiedź poszkodowanego w poszczególnych kategoriach jest oceniana w następujących skalach:

A. Otwieranie oczu:

- 4 punkty – spontaniczne;
- 3 punkty – na polecenie;
- 2 punkty – na bodźce bólowe;
- 1 punkt – nie otwiera oczu.

B. Kontakt słowny:

- 5 punktów – odpowiedź logiczna, pacjent zorientowany co do miejsca, czasu i własnej osoby;
- 4 punkty – pacjent zdeorientowany, splątany;
- 3 punkty – odpowiedź nieadekwatna (nie na temat) lub krzyk;
- 2 punkty – niezrozumiałe dźwięki lub pojękiwanie;
- 1 punkt – bez reakcji.

C. Reakcja ruchowa:

- 6 punktów – spełnianie ruchowych poleceń słownych lub migowych;
- 5 punktów – pacjent lokalizuje bodźce bólowe;

4 punkty – reakcja obronna na ból, wycofanie, próba usunięcia bodźca bólowego;

3 punkty – patologiczna reakcja zgięciowa, (przywiedzenie ramion, zgięcie w stawach łokciowych i ręki, przeprost w stawach kończyn dolnych);

2 punkty – patologiczna reakcja wyprostna, (odwiedzenie i obrót ramion do wewnątrz, wyprost w stawach łokciowych, nawrócenie przedramion i zgięcie stawów ręki, przeprost w stawach kończyn dolnych, odwrócenie stopy);

1 punkt – bez reakcji.

Poszkodowany przytomny w skali AVPU może być określony jako A, V, gdy reaguje na polecenia głosowe, lub P, jeśli reaguje tylko na bodźce bólowe. W skali Glasgow może otrzymać od 9-15 punktów. Pacjent nieprzytomny w skali AVPU określany jako U, w skali Glasgow może otrzymać od 3 do 8 punktów. Przyporządkowywanie poszkodowanemu liczby punktów lub liter nie powinno jednak opóźniać czynności ratunkowych wykonywanych przez ratownika na miejscu zdarzenia. Po ustabilizowaniu stanu pacjenta można przeanalizować i powtórnie określić poziom przytomności. Zastosowanie powyższych skal umożliwia obiektywne przekazanie informacji służbom medycznym przejmującym pacjenta, a także pozwala ocenić skuteczność prowadzonych działań.

3. Postępowanie z poszkodowanym przytomnym

Postępowanie z pacjentem przytomnym należy rozpocząć od podania tlenu. Tlen jest przechowywany w butlach takich lub podobnych do tej przedstawionej na rycinie 2.



Ryc.2. Butla z tlenem (fot. K. Grobelska)

Fig. 2. Oxygens bottle

Tlen podaje się poszkodowanemu, wykorzystując maskę z rezerwuarem i workiem (ryc. 3). Optymalny przepływ tlenu to 8-12 l/min. Do worka, z którego podczas wdechu pobierana jest mieszanina oddechowa, podłączone jest źródło tlenu. Poprzez maskę z rezerwuaru poszkodowany wdycha powietrze – mieszaninę gazów – z zawartością tlenu około 60-80% [9, s. 736-737]. Wydech następuje przez zastawkę jednokierunkową, która unie-

możliwia wydychanemu powietrzu trafić ponownie do worka.

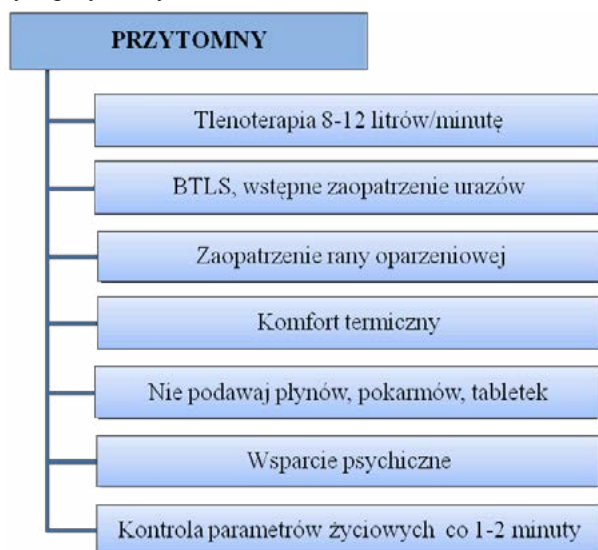


Ryc. 3. Maska twarzowa z rezerwuarem (fot. K. Grobelska)

Fig. 3. Facial mask with reservoir (fot. by K. Grobelska)

Gdy przeprowadzanie tlenoterapii jest niemożliwe, należy zapewnić poszkodowanemu dostęp świeżego powietrza, najlepiej wynosząc go na zewnątrz budynku.

U osób zatrutych tlenkiem węgla należy brać pod uwagę możliwość wystąpienia urazu. Szybkiemu badaniu urazowemu, według schematu BTLS (*Basic Trauma Life Support*), powinien być poddany każdy poszkodowany. Czynności diagnostyczne mają na celu szybkie wykrycie urazów zagrażających życiu poszkodowanego oraz w miarę możliwości ich wstępne zaopatrzenie. Badanie według schematu BTLS rozpoczyna się od głowy i szyi, poprzez klatkę piersiową, brzuch, miednicę, na kończynach dolnych i górnych kończąc. Jeżeli przed przystąpieniem do badania lub w jego trakcie wykryje się uraz zagrażający życiu lub zdrowiu, na przykład silne krwawienie, należy niezwłocznie je zaopatrzyć i powrócić do wykonywania czynności wg schematu BTLS. Poniżej został przedstawiony schemat (2) postępowania z poszkodowanym przytomnym.



Ryc. 4. Postępowanie z poszkodowanym przytomnym

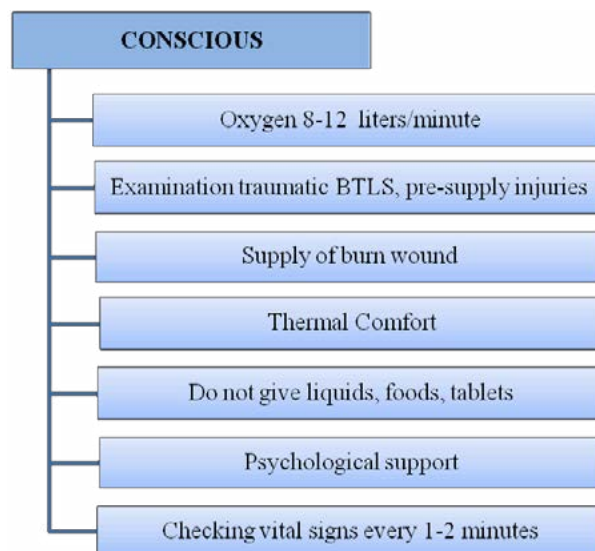


Fig. 4. Treatment of a conscious victim

Jeśli pozwala na to stan pacjenta, należy przeprowadzić z nim wywiad w celu uzyskania informacji przydatnych w badaniu i diagnostyce skutków urazu. SAMPLE jest to hasło (wyraz) zbudowane z pierwszych liter słów określających uporządkowany zakres informacji, które powinien uzyskać ratownik w drodze wywiadu z osobą poszkodowaną. Zachowanie kolejności SAMPLE (ryc. 5) ułatwia uzyskiwanie uporządkowanych informacji o poszkodowanym oraz o przyczynach zaistnienia zdarzenia [10, s. 24-31].

LITERA	NAZWA
S	Symptomy (dolegliwości)
A	Alergie (uczulenia)
M	Medykamenty (stosowane leki)
P	Przebyte choroby /ciąża
L	Lunch – ostatni posiłek
E	Ewentualnie co się stało? (wydarzenia poprzedzające wypadek)

Ryc. 5. Schemat badania SAMPLE [9]

LETTER	NAME
S	Symptoms
A	Allergies
M	Medications
P	Past disease / pregnancy
L	Lunch – the last meal
E	Alternatively, what happened? (events before the event)

Fig. 5. Test scheme SAMPLE [9]

Podczas badania urazowego należy stosować procedury adekwatne do stanu poszkodowanego, okoliczności niesienia pomocy oraz warunków panujących na miejscu zdarzenia. W przypadku podejrzenia urazu kręgosłupa

u poszkodowanych przytomnych, niezależnie od stosowania tlenoterapii, należy rozważyć użycie kołnierza szyjnego lub deski ortopedycznej. Należy zaopatrzyć krwawienia zewnętrzne, w szczególności rany klatki piersiowej i brzucha oraz unieruchomić wbite, tkwiące w nich przedmioty.

Niezależnie od oceny i zabezpieczenia podstawowych czynności życiowych, a także szybkiego badania urazowego należy chronić poszkodowanego przed nadmiernym wychłodzeniem lub przegrzaniem. W przypadku niesprzyjających warunków otoczenia (niskiej temperatury, przemoczenia odzieży, braku ubrania, opadów deszczu itp.) w stanie nadmiernego wychłodzenia organizmu lub zagrożenia wychłodzeniem należy rozważyć prowadzenie działań ratunkowo-diagnostycznych w pomieszczeniu, zastosować koc ratunkowy lub inne okrycie dla ochrony poszkodowanego. W przypadku nadmiernego przegrzania organizmu lub zagrożenia przegrzaniem powinno się stosować wobec poszkodowanego środki zapobiegawcze (woda, lód) lub przenieść go, jeśli to możliwe, do pomieszczenia o niskiej temperaturze powietrza.

W trakcie prowadzenia działań ratunkowych, jeśli pozwalają na to okoliczności i stan poszkodowanego, należy informować poszkodowanego o podejmowanych czynnościach, jego stanie zdrowia, kolejnych czynnościach itd. Rozmowa z poszkodowanym i wsparcie psychiczne stanowią ważny element działań ratunkowych. Nie należy podawać poszkodowanemu płynów, produktów spożywczych lub leków, ponieważ jego stan może ulec pogorszeniu. Osoba zatruta CO, pomimo prowadzonych czynności ratunkowych, może stracić przytomność, a obecność płynu, pokarmu lub tabletek w żołądku zwiększa ryzyko zachłyśnięcia. W trakcie oczekiwania na przyjazd ambulansu pogotowia ratunkowego, należy pozostawać w kontakcie werbalnym z poszkodowanym i kontrolować jego czynności życiowe co 1-2 minuty.

4. Postępowanie z poszkodowanym nieprzytomnym

W sytuacji, gdy po sprawdzeniu, czy poszkodowany jest przytomny, stwierdza się brak reakcji, należy niezwłocznie ocenić, czy poszkodowany oddycha. Sprawdzenie oddechu wykonuje się po udrożnieniu dróg oddechowych: odchyleniu głowy (nie należy stosować w przypadku podejrzenia urazu kręgosłupa) i uniesieniu żuchwy. Utrzymując drożność dróg oddechowych przez 10 sekund wzrokiem, słuchem i dotykiem, ocenia się, czy oddech u badanego jest prawidłowy, nieprawidłowy czy nieobecny.



Ryc. 6. Schemat postępowania z pacjentem nieprzytomnym

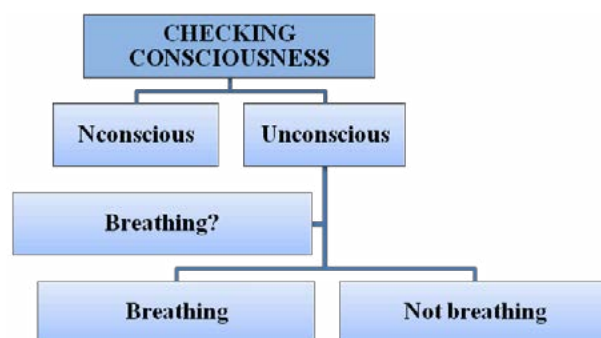


Fig. 6. Scheme the procedure with the patient unconscious

Po stwierdzeniu u poszkodowanego nieprzytomnego prawidłowego oddechu należy, podobnie jak w przypadku osoby przytomnej, zastosować tlenoterapię bierną, stosując maskę z rezerwuarem. W celu zapewnienia drożności dróg oddechowych u pacjentów nieprzytomnych można zastosować rurkę ustno-gardłową, która zapobiega przemieszczaniu się języka i podniebienia miękkiego ku tyłowi. Rozmiar rurki określa się, dobierając jej długość w odniesieniu do odległości od kącika ust do płatka ucha (ryc. 7). Należy pamiętać, że rurkę ustno-gardłową stosuje się tylko u pacjentów nieprzytomnych, u których zniesione są odruchy z tylnej ściany gardła.



Ryc. 7. Metoda dopasowania rurki ustno-gardłowej (fot. K. Grobelska)

Fig. 7. Way of providing the oropharyngeal tube (fot. by K. Grobelska)

W celu zabezpieczenia nieprzytomnego przed zachłyśnięciem wymiocinami, a także w celu pośredniego udrożnienia dróg oddechowych, poszkodowanego układa się w pozycji bocznej. Nie ma idealnej uniwersalnej pozycji dla wszystkich poszkodowanych. Pozycja bezpieczna (ryc. 8) powinna być stabilna, a poszkodowany powinien leżeć na boku. Pozycja powinna umożliwiać podparcie głowy, ale też zapobiegać uciskowi na klatkę piersiową i nie powodować trudności w oddychaniu [8].



Ryc. 8. Pozycja bezpieczna (fot. E. Zieliński)
Fig. 8. Safe position (fot. by E. Zieliński)

W przypadku prowadzenia czynności wobec poszkodowanych nieprzytomnych, w oczekiwaniu na przybycie zespołu ratownictwa medycznego, należy zwracać szczególną uwagę na zabezpieczenie ich przed wychłodzeniem lub przegrzaniem oraz na kontrolę czynności życiowych (co 1-2 min). Postępowanie z poszkodowanym nieprzytomnym i oddychającym (ryc. 9) kończy się z chwilą przekazania ZMR.



Ryc. 9. Postępowanie z poszkodowanym nieprzytomnym, oddychającym

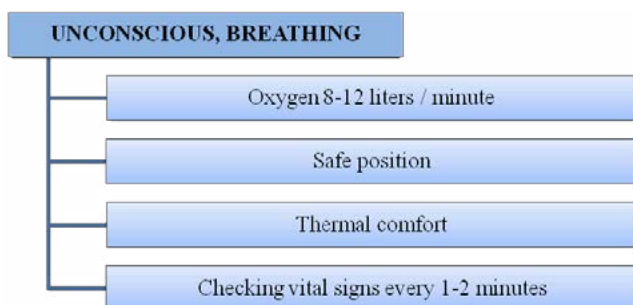


Fig. 9. Treatment of unconscious breathing victim

Można również spotkać się z sytuacją, w której nieprzytomna ofiara zatrucia tlenkiem węgla nie będzie oddychać lub jej oddech będzie nieprawidłowy. Należy wówczas postępować zgodnie z Wytycznymi 2010 Europejskiej Rady Resuscytacji, stosując BLS (*Basic Life Support*) podstawowe czynności resuscytacyjne. Osobom poszkodowanym z zatrzymaniem krążenia należy wykonywać uciśnięcia klatki piersiowej. Wczesne podjęcie resuscytacji krążeniowo-oddechowej zwiększa szanse przeżycia osób, u których doszło do zatrzymania krążenia, nawet jeśli będzie to tylko uciskanie klatki piersiowej. Resuscytację krążeniowo-oddechową należy prowadzić do momentu przyjazdu służb ratowniczych. Ratownicy lub osoby nieprzeszkolone powinny udzielać pomocy, niezależnie od kwalifikacji, wiedzy i umiejętności. Nie powinno się unikać prowadzenia resuscytacji krążeniowo-oddechowej, a brakującą wiedzę na temat jej prowadzenia można zdobywać w dowolny sposób np. z Internetu, przekazu werbalnego bezpośredniego lub pośredniego (telefonicznego), instrukcji, podręczników itp. [8]

Uciskanie klatki piersiowej powinno być wykonywane przez ratownika znajdującego się w pozycji klęczącej przy boku leżącego, na wznoszącym się poszkodowanego. Jeżeli nie ma istotnych przeciwwskazań, ratownik dowolnie wybiera stronę osoby ratowanej, po której klęka. Nadgarstek jednej ręki powinien znaleźć się w środku klatki piersiowej, tj. dolnej połowy mostka osoby poszkodowanej. Nadgarstek drugiej ręki powinien znaleźć się na grzbiecie dłoni leżącej na klatce piersiowej w taki sposób, aby można było zapleść ich palce. Ramiona ratownika mają być wyprostowane w pozycji prostopadłej do klatki piersiowej poszkodowanego. Nacisk ma być kierowany na mostek a nie na żebra poszkodowanego, nie należy także uciskać górnej części brzucha ani dolnego końca mostka [8].

Osoby prowadzące resuscytację krążeniowo-oddechową powinny dążyć do jak najwyższej jakości wykonywanych czynności ratunkowych. Standard stanowi częstotliwość 100-120 uciśnięć klatki piersiowej na minutę z siłą pozwalającą osiągać głębokość 5-6 cm. Po każdym ucisku powinno się dopuścić do pełnego powrotu klatki piersiowej do pierwotnego, naturalnego kształtu. Przerwy w uciskaniu klatki piersiowej mają być jak najkrótsze. Ratownicy lub osoby przeszkolone powinny wykonywać wentylację płuc w sekwencji 30 uciśnięć do 2 oddechów. W praktyce, z powodu przerw koniecznych do wykonania oddechów ratowniczych, liczba uciśnięć wykonanych w ciągu jednej minuty resuscytacji krążeniowo-oddechowej jest mniejsza niż 100. Nie powinna jednak spadać poniżej 60 uciśnięć [8].

Postępowanie z osobą poszkodowaną nieprzytomną i nieoddychającą zostało przedstawione poniżej na rycinie 10.



Ryc. 10. Postępowanie z poszkodowanym nieprzytomnym, nieoddychającym

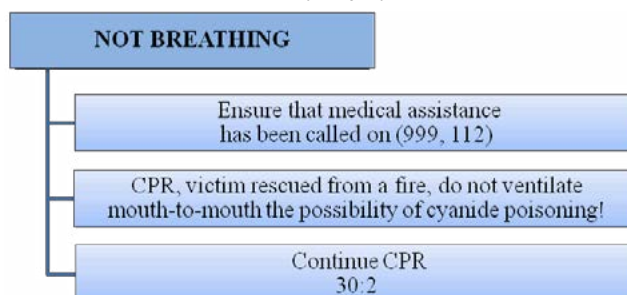


Fig. 10. Treatment of unconscious, not breathing victim

Po upewnieniu się, że zespół ratownictwa medycznego został wezwany, należy rozpocząć resuscytację krążeniowo-oddechową, zaczynając od pięciu oddechów ratunkowych. Wytyczne 2010 Europejskiej Rady Resuscytacji nie rekomendują stosowania pięciu oddechów ratunkowych w przypadku zatrzymania krążenia wskutek urazu lub zatrucia przez osoby bez wykształcenia medycznego. Ma to związek z założeniem, że osoby nie mające doświadczenia w rozpoznawaniu takich przypadków nie powinny wykonywać tych czynności. Poszkodowany wyniesiony z pożaru może być zatruty również cyjankami. Przy podejrzeniu takiego zatrucia nie należy wentylować poszkodowanego metodą usta-usta. W przypadku dysponowania workiem samorozprężalnym z rezerwuarem należy go użyć z podłączonym tlenem, a w przypadku jego braku prowadzić resuscytację krążeniowo-oddechową, uciskając jedynie klatkę piersiową. Sposób wentylacji workiem samorozprężalnym z rezerwuarem został przedstawiony poniżej na rycinie 11.



Ryc. 11. Wentylacja workiem samorozprężalnym z rezerwuarem (fot. K. Grobelska)

Fig. 11. Ambu bag ventilation (fot. by K. Grobelska)

Podczas oczekiwania na przyjazd ambulansu ratownictwa medycznego powinno się nieprzerwanie prowadzić czynności reanimacyjne. W celu efektywnego wykorzystania sił ratowników należy dokonywać zmian co około 2 minuty. W przypadku zatrutych tlenkiem węgla nie można wykluczyć przyczyny sercowej zatrzymania krążenia. Przy dostępności AED (*Automated External Defibrillator*), automatycznego defibrylatora zewnętrznego, nie przerywając uciśnięć klatki piersiowej, należy niezwłocznie przykleić elektrody do klatki piersiowej osoby poszkodowanej, a następnie wykonywać czynności zgodnie z instrukcją dołączoną do tego urządzenia. W celu zapewnienia komfortu termicznego poszkodowanemu nieprzytomnemu powinno się stosować, podobnie jak przytomnej osobie zatrutej CO, środki zapobiegające hipotermii lub udarowi cieplnemu [14].

5. Podsumowanie

Tlenek węgla to wciąż niedoceniany „cichy zabójca”. Pomimo licznych akcji prewencyjnych prowadzonych przez funkcjonariuszy Państwowej Straży Pożarnej wciąż odnotowuje się dużą liczbę wypadków zatrucia czadem. Zatrucia tlenkiem węgla to również duży problem diagnostyczny. Nieswoistość objawów u zatrutych pacjentów skutkuje niską rozpoznawalnością. Postępowanie z poszkodowanym na miejscu zdarzenia, a także w szpitalu jest często niewłaściwe, a diagnostyka obejmuje naj-

częściej choroby układu krążenia lub centralnego układu nerwowego. W pracy zaproponowano schemat postępowania ratownika na miejscu zdarzenia. Biorąc pod uwagę stan poszkodowanego, wyodrębniono trzy ścieżki czynności ratunkowych. Postępowanie z zatrutym przytomnym polega w pierwszej kolejności na zapewnieniu mu dostępu świeżego powietrza, a w miarę możliwości zastosowaniu tlenoterapii. Należy pamiętać o badaniu urazowym według schematu BTLS i wstępnym zaopatrzeniu urazów zagrażających życiu, a także komforcie termicznym oraz wsparciu psychologicznym poszkodowanego. Osoba zatruta nieprzytomna, która oddycha prawidłowo, wymaga, po włączeniu tlenoterapii i zastosowaniu pozycji bocznej, kontroli parametrów życiowych co 1-2 minuty, ponieważ jej stan może ulec pogorszeniu. W przypadku braku oddechu ratownik podejmuje czynności resuscytacyjne według Wytycznych 2010 Europejskiej Rady Resuscytacji, oczekując na przyjazd i przekazanie osoby zatrutej zespołowi ratownictwa medycznego.

Przedstawiony w niniejszym opracowaniu schemat postępowania z osobą zatrutą tlenkiem węgla może ułatwić podejmowanie właściwych decyzji i zwiększyć skuteczność działań ratowniczych na miejscu zdarzenia.

Literatura

1. www.stat.gov.pl [dostęp 12.03.2013]
2. www.straz.gov.pl [dostęp 12.03.2013]
3. Bauer K., Borysiewicz A., Wojewódzka-Żeleznikowicz M., Sawicki Z., Ładny R. J., *Funkcjonowanie nowych zasad systemu ratownictwa medycznego oraz podejmowanie czynności resuscytacyjnych przez świadków zdarzenia na podstawie ankiety opinii pracowników pogotowia ratunkowego*, w: J. Jakubaszko (red.), *Medycyna Ratunkowa w Polsce. Zima 2009*, Polskie Towarzystwo Medycyny Ratunkowej, Wrocław 2009.
4. *Toksykologia. Podręcznik dla studentów lekarzy i farmaceutów*, Seńczuk W. (red.), Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2002.
5. www.pctox.pl [dostęp 12.03.2013]
6. Blumenthal I., *Carbon monoxide poisoning*, „JR Soc Med.”, 2001.
7. Burda P., *Ostre zatrucia*, Medical Tribune Polska, Warszawa 2012.
8. Wytyczne 2010 Europejskiej Rady Resuscytacji, tłum. Polska Rada Resuscytacji, Kraków, 2010.
9. Dunn P. F. (red. nauk.), Szreter T. (red. pol.), *Procedury kliniczne w anestezjologii*, MediPage, 2011.
10. Campbell E. J. (red.), *Basic Trauma Life Support*, „Medycyna Praktyczna”, Kraków, 2006.
11. *Procedury kliniczne w anestezjologii*, Dunn P. F. (red. nauk.), Szreter T. (red. pol.), MediPage, 2011.
12. Thom S.R., *Carbon Monoxide pathophysiology and treatment*, [w:] T.S. Neuman, S.R. Thom (red.), *Physiology and Medicine of Hyperbaric Oxygen Therapy*, Elsevier Inc., Philadelphia, 2008, pp. 321-347.
13. Sohn Y.H., *Carbon monoxide poisoning*. *Encyclopedia of Movement Disorders* 2010, pp. 187-189.
14. Norkool D.M., Kirkpatrick J.N., *Treatment of acute carbon monoxide poisoning with hyperbaric oxygen. A review of 115 cases*, „Ann Emerg Med”, Volume 14, Issue 12, 1985, pp. 1168-1171.
15. pl.wikipedia.org [dostęp 16.05.2014].

lek. med. Kinga Grobelska – lekarz specjalista medycyny ratunkowej w Klinice Medycyny Ratunkowej Szpitala Uniwersyteckiego nr 1 w Bydgoszczy, asystent w Katedrze Medycyny Ratunkowej i Katastrof Collegium Medicum w Bydgoszczy UMK w Toruniu, kierownik ds. medycznych Centrum Hiperbarii Tlenowej i Leczenia Ran w Bydgoszczy, lekarz koordynator Wojewody Kujawsko-Pomorskiego w Bydgoszczy.

dr Anna Królikowska – pracownik Katedry i Zakładu Opieki Paliatywnej Collegium Medicum w Bydgoszczy, Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu, Kliniki Geriatrii i Hospicjum Domowego im. Ks. Jerzego Popiełuszki w Bydgoszczy.

dr Ewa Zieliński – instruktor wykładowca w Bydgoskiej Szkole Wyższej, instruktor wykładowca, ratownik medyczny w Klinice i Katedrze Medycyny Ratunkowej Collegium Medicum w Bydgoszczy Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu, przewodnicząca Komisji Zarządzania (2008-2013) i kierownik szkoleń z zakresu Kwalifikowanej Pierwszej Pomocy (od 2007) Wodnego Ochotniczego Pogotowia Ratunkowego.

dr Jerzy Telak – pracownik Wydziału Inżynierii Bezpieczeństwa Cywilnego Szkoły Głównej Służby Pożarnej w Warszawie, doktor w dziedzinie nauk społecznych, w dyscyplinie nauki o bezpieczeństwie. Delegat na Walne Zgromadzenie International Life Saving Federation, wiceprezydent ILS Federation of Europe, członek Rady ds. Ratownictwa Górskiego i Wodnego przy Ministrze Spraw Wewnętrznych (2008-2014), Prezes WOPR (2001-2014).

A.N. LARIN, PhD / докт. техн. наук **А.Н. ЛАРИН**¹
A.A. LARIN, PhD / канд. техн. наук **А.А. ЛАРИН**²
I.L. USHAPIVSKY / **И.Л. УЩАПИВСКИЙ**³

Przyjęty/Accepted/Принят: 25.03.2014;
Zrecenzowany/Reviewed/Рецензирована: 05.06.2014;
Opublikowany/Published/Опубликована: 30.06.2014;

EXPERIMENTAL INVESTIGATIONS OF VIBRATIONS OF CENTRIFUGAL FIRE PUMP WITH THE DEFECT (UNFASTENED SHAFT IN A BEARING SEAT)

**Экспериментальные исследования вибраций центробежного
пожарного насоса с дефектом (прослабленная посадка вала
в подшипниках)**

**Badania eksperymentalne vibracji odśrodkowej pompy pożarniczej z defektem
(luz między gniazdem łożyska a walem)**

Abstract

Objective: The paper deals with the experimental investigations of the vibrations of the centrifugal fire pump with a hidden defect. The aim of the work is to identify the vibrational symptoms which accompany the operation of a fire pump with a defect (unfastened shaft in a bearing seat). This information is applicable for the technical diagnostics of the fire pumps in operation.

Project and methods: The research consisted in a set of experimental tests of a centrifugal pump installed on the active fire engine. The experiments were carried out with the application of the measurement system “Ultra-V-I”. The system has a valid certificate of state metrological certification, issued in Ukraine, and allows to make measurements of vibration acceleration of the investigated object. All signals were spectrally analysed. The Fast Fourier Transform (FFT) was used for these procedures. A spectral analysis for transient regimes of vibrations was carried out with the application of short-time Fourier transform.

Results: The changes in the spectrum and orientation of vibrations fire pump with the mentioned type of defect were identified. The analysis of the spectra of vibrations at the frequency of excitation of 2000 rpm in the vertical direction shows strong domination of 7 harmonic (233 Hz). Besides, the spectrum involves first (33.3 Hz), third (99 Hz) and fourth (133 Hz) harmonics of rotor rotation. However, the most important phenomenon consists in the presence of fraction harmonics in the spectrum, which in turn indicates system nonlinearities caused by loosening and contact impacts. These harmonics are 0.5 and 3.5 harmonics of rotor rotation (16.5 Hz and 116.6 Hz). A quantitative comparison shows that the largest vibration level is observed in the axial direction and the smallest one is observed in the horizontal direction. The comparison of vibrations of the defected and non-defected fire pumps shows that the defect makes an axial direction weaker and it leads to increasing axial vibration acceleration up to 80%. Vibrations in other directions are approximately the same in case of defected and non-defected pumps. Changes in the orientation angle of the vibrations ellipse trajectory were identified.

Conclusions: The information about vibrational symptoms of the analysed type of hidden defect is useful in fire pumps technical diagnostics. This method will improve the quality of systems technical check-ups as well as their preventive maintenance. This in turn will contribute to the decrease in the amount of firefighting equipment left standing idle due to untimely repair works as well as prevent sudden failures of the utilised pumps.

Keywords: fire pump, centrifugal pump, technical diagnostics, vibrational symptoms

Type of article: case study – analysis of actual events

¹ National University of Civil Defence of Ukraine, address: Ukraine, 61023, Kharkiv, str. Chernishevskaya, 94, e-mail: o.m.larin@gmail.com; percentage contribution – 40%.

² National Technical University “Kharkiv Polytechnical Institute”; address: Ukraine, 79000, Lviv, Kleparivska St., 35; e-mail: AlexeyA.Larin@gmail.com; percentage contribution – 30%.

³ Chief Directorate of the State Emergency Service of Ukraine in the Lviv region; address: Ukraine, 79008, Lviv, vul. Podvalnaya, 6; e-mail: ipovx@i.ua; percentage contribution – 30%.

Аннотация

Цель. В статье рассматриваются экспериментальные исследования колебаний центробежного пожарного насоса, который имеет скрытый дефект. Работа посвящена идентификации колебательных симптомов, которые сопровождают эксплуатацию пожарного насоса с дефектом (ослабленная посадка вала в подшипниковом узле). Такая информация может быть использована для технической диагностики пожарного насоса в эксплуатации.

Проект и методы. Данные исследования представляют экспериментальные тесты, которые были сделаны с центробежным насосом, который установлен на действующей пожарной машине. Эксперименты проводились на базе системы измерения «Ультра- VI», которая имеет действительное свидетельство о государственной метрологической аттестации в Украине и позволяет производить измерение виброускорений в точке исследуемого объекта. Все полученные сигналы были спектрально проанализированы, с применением быстрого преобразования Фурье (FFT) для стационарных сигналов, а для переходных режимов были проведены оконные преобразования Фурье.

Результаты. Определены изменение в спектре и в ориентации колебаний пожарного насоса с указанным типом дефекта. Анализ спектров колебаний на частоте возбуждения 2000 оборотов в минуту в вертикальном направлении показывает сильное доминирование 7 гармоники (233 Гц). Кроме того, в спектре существует первый (33,3 Гц), третий (99 Гц) и четвертый (133 Гц) гармоник вращения ротора. Тем не менее, наиболее важным явлением есть присутствие дробных гармоник в спектре, что указывает на наличие нелинейности в системе, вызванной наличием зазоров и контактных взаимодействий. Это гармоники 0,5 и 3,5 кратности вращения ротора (16,5 Гц и 116,6 Гц). Количественное сравнение показывает, что наибольший уровень вибрации наблюдается в осевом направлении и является наименьшим в горизонтальном направлении. Сравнение колебаний дефектного и недефектного пожарного насоса. Показано, что дефект делает слабее осевое направление и это приводит к увеличению осевых колебаний по ускорению до 80%. Вибрации в других направлениях остались примерно на том же уровне для дефектных и не дефектных насосов. Также было определено явления изменение угла ориентации эллипса траектории колебаний.

Выводы. Вибрационные симптомы анализируемого типа скрытых дефектов могут быть использованы в процедурах технической диагностики пожарных насосов. Использование этого метода позволит улучшить систему технического осмотра и профилактического обслуживания, что, с одной стороны, приводит к уменьшению простоя пожарной техники в результате несвоевременных ремонтных работ, а с другой стороны позволит предотвратить внезапные отказы насосов в эксплуатации.

Ключевые слова: пожарный насос, центробежный насос, техническая диагностика, вибрационные симптомы

Вид статьи: исследования случая – анализ реальных событий

Abstrakt

Cel: W artykule omówiono badania eksperymentalne wibracji pompy odśrodkowej, w której stwierdzono ukrytą wadę. Celem pracy jest określenie charakterystyk drgań mechanicznych, które towarzyszą pracy pompy z defektem (luz w gnieździe łożyska). Wiedza ta ma zastosowanie dla diagnostyki stanu technicznego użytkowanej pompy pożarniczej.

Projekt i metody: Omawiana analiza polegała na wykonaniu szeregu testów eksperymentalnych na odśrodkowej pompie pożarniczej zamontowanej w uruchomionym samochodzie pożarniczym. Eksperymenty przeprowadzono z wykorzystaniem systemu pomiarowego „Ultra-V-1”, posiadającym ważny państwowy certyfikat metrologiczny wydany na Ukrainie i pozwalającym na wykonanie pomiarów przyspieszenia wibracji badanego urządzenia. Wszystkie sygnały poddano analizie widmowej z wykorzystaniem szybkiej transformacji Fourier. Analiza widmowa dla przebiegów przejściowych wibracji była dokonana przy użyciu krótko-czasowej transformaty Fouriera.

Wyniki: Określono zmiany w widmie i kierunku wibracji pompy pożarniczej z danym typem defektu. Analiza widmowa wibracji przy częstotliwości wzbudzenia na poziomie 2000 obrotów na minutę w kierunku pionowym wykazuje silną dominację siódmej harmonicznej (233Hz). Ponadto w widmie obecne są pierwsza (33,3 Hz), trzecia (99 Hz) i czwarta (133 Hz) harmoniczne obrotu wirnika. Niemniej jednak najważniejszym odnotowanym zjawiskiem jest obecność dodatkowych składowych harmonicznych w spektrum dla niskich częstotliwości, co wskazuje na nieliniowość systemu, spowodowaną poluzowaniami i oddziaływaniami kontaktowymi. Są to harmoniczne 0,5 i 3,5 częstotliwości obrotu wirnika (16,5 Hz i 116,6 Hz). Na podstawie analizy porównawczej stwierdzono, iż największy poziom wibracji ma miejsce w kierunku osiowym, a najmniejszy – w kierunku horyzontalnym. Porównanie wibracji pompy pożarniczej z defektem i bez defektu wykazało, że defekt osłabia kierunek osiowy, a to powoduje zwiększenie przyspieszenia drgań osiowych do 80%. Wibracje o innych kierunkach były zbliżone do siebie w przypadku pomp sprawnych i z uszkodzeniem. W toku badań zauważono zjawisko zmiany kąta orientacji trajektorii eliptycznej drgań.

Wnioski: Przeprowadzone badania dotyczące analizy zmian drgań mechanicznych pompy odśrodkowej z ukrytym defektem. Otrzymane wyniki mogą zostać wykorzystane w procedurach diagnostyki technicznej pomp gaśniczych. Wykorzystanie tej metodyki badawczej przyczyni się do polepszenia przeglądów technicznych i zabiegów profilaktycznych, co z jednej strony wpłynie na zmniejszenie zastoju będącego skutkiem przeprowadzania prac naprawczych w nieodpowiednim czasie, a z drugiej strony pozwoli zapobiegać nagłym awariom użytkowanych pomp.

Słowa kluczowe: pompa pożarnicza, pompa odśrodkowa, diagnostyka techniczna, symptomy wibracji

Typ artykułu: studium przypadku – analiza zdarzeń rzeczywistych

1. Introduction

One of the most important elements of the emergency response divisions equipment is the fire engine with a centrifugal pump. Extreme operation conditions together with the long-term utilisation substantially increase the probability of hidden defects in the centrifugal fire pumps. These defects may significantly decrease the effi-

ciency of the operational activities of the emergency response divisions, since they can lead to a sudden failure or negative influence on the fire-pump performance characteristics, such as discharge head, for instance. A current system of fire pump reliability control is based on the system of technical check-ups and preventive maintenance (repair). This system is effective if qualitative dia-

gnostic methods exist, especially without disassembling of the pump which is under examination.

The experience in the area of fire pump operation indicates that common defects usually lead to the higher vibration levels during the pump operation. Thus, vibration diagnostics can be used as a good tool for identification of technical state of centrifugal fire pumps, as it is commonly used [1] for the technical diagnostics of different rotor machines (turbines, compressors and etc).

2. Testing technique

The methodology of experimental studies is based on a series of measurements which allow defining a regularity of changes in vibration parameters caused by the presence of the hidden defects. Thus, a comparative analysis of changes in the dynamics of the systems with and without the defect provides a possibility to define hidden defects symptoms. In consequence, it provides us with tools for diagnosis of the device's technical state.

3. Experiment conditions and facilities

In the work, the experimental tests have been done with the centrifugal pump, which has been installed on an active fire engine.

Experiments were carried out on the base of a measurement system "Ultra-V-I" [2,3], which has been developed at the Department of the Dynamics and Strength of Machines of the National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute" (Kharkiv, Ukraine). The measuring system consists of (fig. 1): a detector of vibration accelerations, an analogue-to-digital converter (ADC) and a portable computer. "Ultra-V-I" has a valid certificate of state metrological certification and allows to make a measurement of vibration acceleration at the point of investigated object. Some details of experiments study facilities are presented in the paper [4].

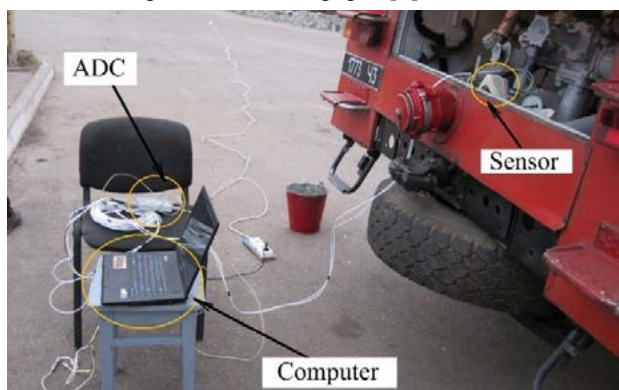


Fig. 1. Measurement system "Ultra-V-I" during the fire-pump vibration tests

The detector of vibration accelerations was equipped with the MEMS sensor ADXL250 (Analog Device, USA). This is a capacitive sensor that allows to carry out measurements of the accelerations with amplitudes in the range from 0.5 to 40 m/s² and in the frequency range from 1 to 400 Hz. The measurements have been carried out on the body of a suction pipe of the fire pump (fig. 1) in 3 directions: axial (Z), vertical (Y) and horizontal (X). The registration of the vibro-acceleration signals were carried

out simultaneously in 3 dimensions with sampling frequency of 25 kHz. A circumferential velocity of rotor rotation was also measured concurrently to the main signals.

4. Vibration analysis of the non-defected centrifugal fire pump

The analysis deals with an experimental study of vibration occurring during the operation of the fire pump PN- 40UV that has no defects. The study of pump vibrations has been carried out on the most loaded regime, that provides a pump with an opportunity to realise different dynamic peculiarities.

The Measurements have been carried out on the body of the suction pipe of the fire pump. During these tests, an angular velocity of rotor was set near the maximum operational value that was slightly more than 2000 rpm. It should be noted that the angular velocity of the pump rotor could not be precisely fixed due to the presence of irregularity of the engine motion. Moreover, the angular velocity of the pump is controlled manually, so a human element is always present.

Therefore, it is necessary to control the angular velocity of the pump rotor rotation during measurements. It was decided to use frequency counter during the current investigation. The counter was installed at the connection of the pump rotor with a fire engine shaft. The data from frequency counter have been transmitted to the ADC and recorded on a computer in real time.

Fig. 2,a shows a typical realisation of time depending changing of the rotor angular velocity during the test. Average frequency was $\langle \omega \rangle = 37.73$ Hz that corresponds to 2264 rpm. Variations in the frequency was observed in the range from 35.67 Hz to 39 Hz (2140 rpm - 2340 rpm) with dispersion $\sigma_{\omega}^2 = 0.71$ Hz².

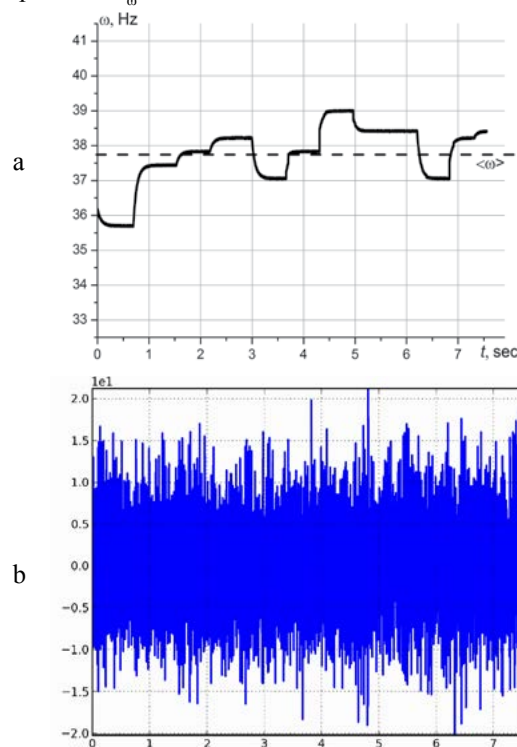


Fig. 2. A typical obtained signals during the tests of fire pump vibration a – time varying angular velocity; b – recorded vibration acceleration signal

Fig. 2b presents vibrational acceleration obtained in the vertical direction at the measurement point. A presence of the random fluctuations and polyharmonic nature in the signal can be observed. At the same time, the signal has no outliers, periodic impacts or other evident signal distortions. This confirms the absence of the defects in the pump and its well performed assembling. Analogous tests with the over values of pump rotor angular velocities have been carried out to obtain more detailed information about the vibrational processes. Generalization of these results can be obtained by special tests, when vibrational signal is analyzed during continuous gradual increasing of the frequency of excitation. So, the test was made with the pump that operates with the angular velocity, which is gradually increased from 800 rpm to 2100 rpm.

The obtained signals show dependence on time of angular velocity of the pump rotor (Fig. 3,a), and vibrational acceleration (Fig. 3,b). The test was held for 30 seconds.

All the obtained signals were spectrally analyzed. A Fast Fourier Transform (FFT) is used for these procedures [5,6]. A vibration acceleration signal, which was obtained at the test with continuous excitation frequency increasing, was analyzed using spectrograms [7]. The signal was divided into separate fragments (windows). FFT analysis has been carried out with the signal fragment on each window. The map of spectrums has been built in the next step. The axis X of spectrum map presents the rotor angular velocity (or the equivalent time of test process), the axis Y corresponds to the frequency of obtained vibrations and the different colours shows the level of the amplitude at these frequencies (the largest amplitude in black and the smallest one in white). This procedure is called short-time Fourier transform and resulting map is called spectrogram.

The width of the window was set to 0.5 seconds. This value on the one hand is sufficient to obtain correct results with FFT transform within each window (lowest operating frequency of the signal corresponds to 800 rpm, so equal to 13.3 Hz, that means that at least 10 periods analy-

sed on each window). On the other hand, this width of the window allows to get results in more than 60 windows at the signal and obtain a continuous field of changing of the vibration spectrum over the time with increasing frequency of load.

Fig. 4 presents vibration spectra at the fixed value of the pump rotor angular velocity (2000 rpm) and spectrograms for the vibration accelerations in three different directions. It should be noted that high harmonics have essential amplitudes in the spectrums of pump vibrations that even exceeded first based harmonic. It has become apparent especially for the 7 harmonic. This harmonic dominates all others in spectrums across the range of frequency of perturbation, especially for vertical and axial directions.

Existence and domination of 7 harmonics are associated with turbulent flows in the chamber of the pump that forms near the edges of driven wheel blades. The pump driven wheel has 7 blades.

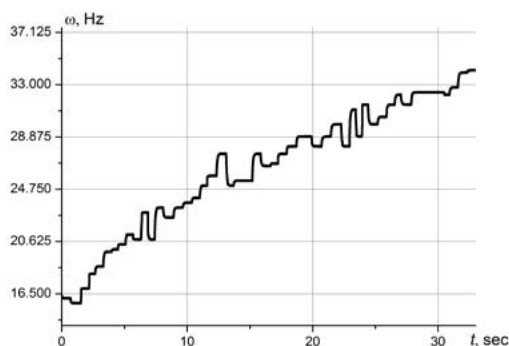
A quantitative comparison shows that the largest vibration level is observed in the vertical direction and the smallest one is observed in the horizontal direction.

A detailed analysis of the orientation of vibration at the point of the pump can be made from the spatial trajectory of the acceleration vector. Corresponding results are shown in the Fig. 5.

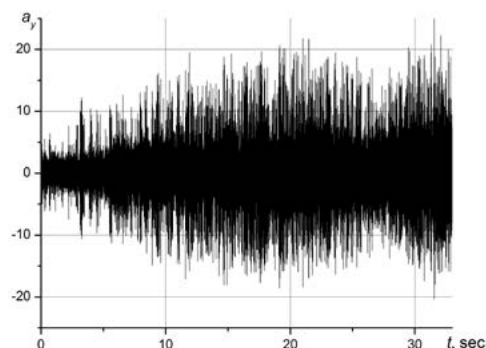
All projections of trajectory form elliptic shapes. A major axis of the ellipse of the YZ projection of the trajectory of the vibration acceleration vector shows an inclination from the axial direction. The angle of the inclination is around 55°.

5. Investigations of the fire pump vibrations that has unfasten shaft in a bearing seat

A defect consisting in the unfastened shaft installation in a bearing seat is a widespread imperfection that accompanies the centrifugal fire pumps in operation.



a



b

Fig. 3. The test of the pump vibration with the continuous gradual increasing of the frequency of excitation
a – registered signal from the frequency counter (rotor angular velocity in time);
b – registered vibration acceleration signal in the vertical direction

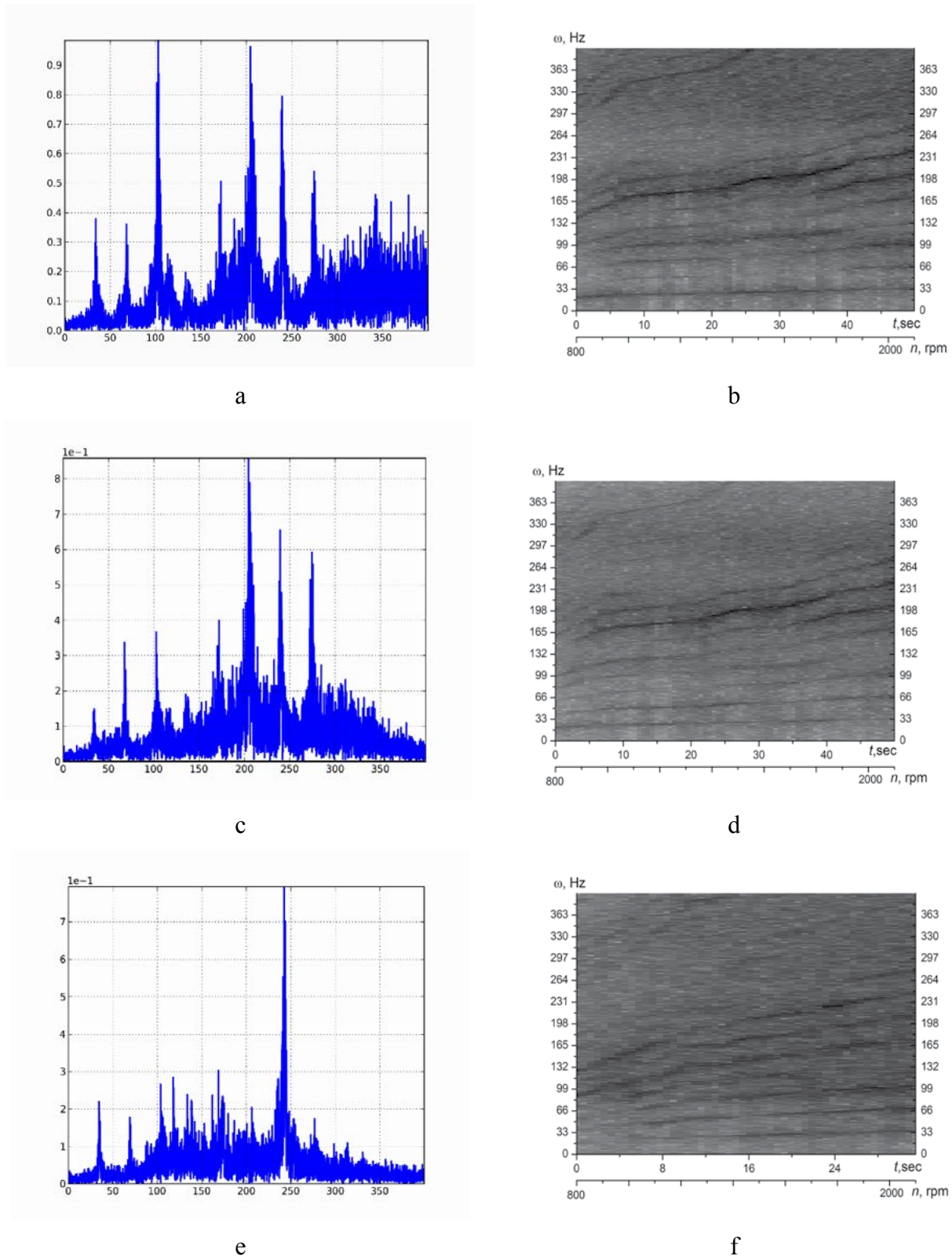


Fig. 4. Spectrums (a, c, e) and spectrograms (b, d, f) of vibration accelerations of the fire pump in the vertical (a, b), the axial (c, d) and horizontal (e, f) directions

The shaft which has a smaller radius on 0.03mm at the place of his landing on the first bearing was installed into a new non-defected fire pump in order to study vibrations of the pump with only unfastened shaft defect inside it.

Spectrums of pump vibration at rotor angular velocity of 2000 rpm and spectrograms at different frequencies of excitation are shown in Fig. 6.

An analysis of vibrations at the frequency of excitation of 2000 rpm in the vertical direction which is presented on the Fig. 6,a shows a strong domination of 7 harmonic (233 Hz).

Besides it, in the spectrum exists first (33.3 Hz), third (99 Hz) and fourth (133 Hz) harmonics of rotor rotation. However, the most important phenomenon is in the pre-

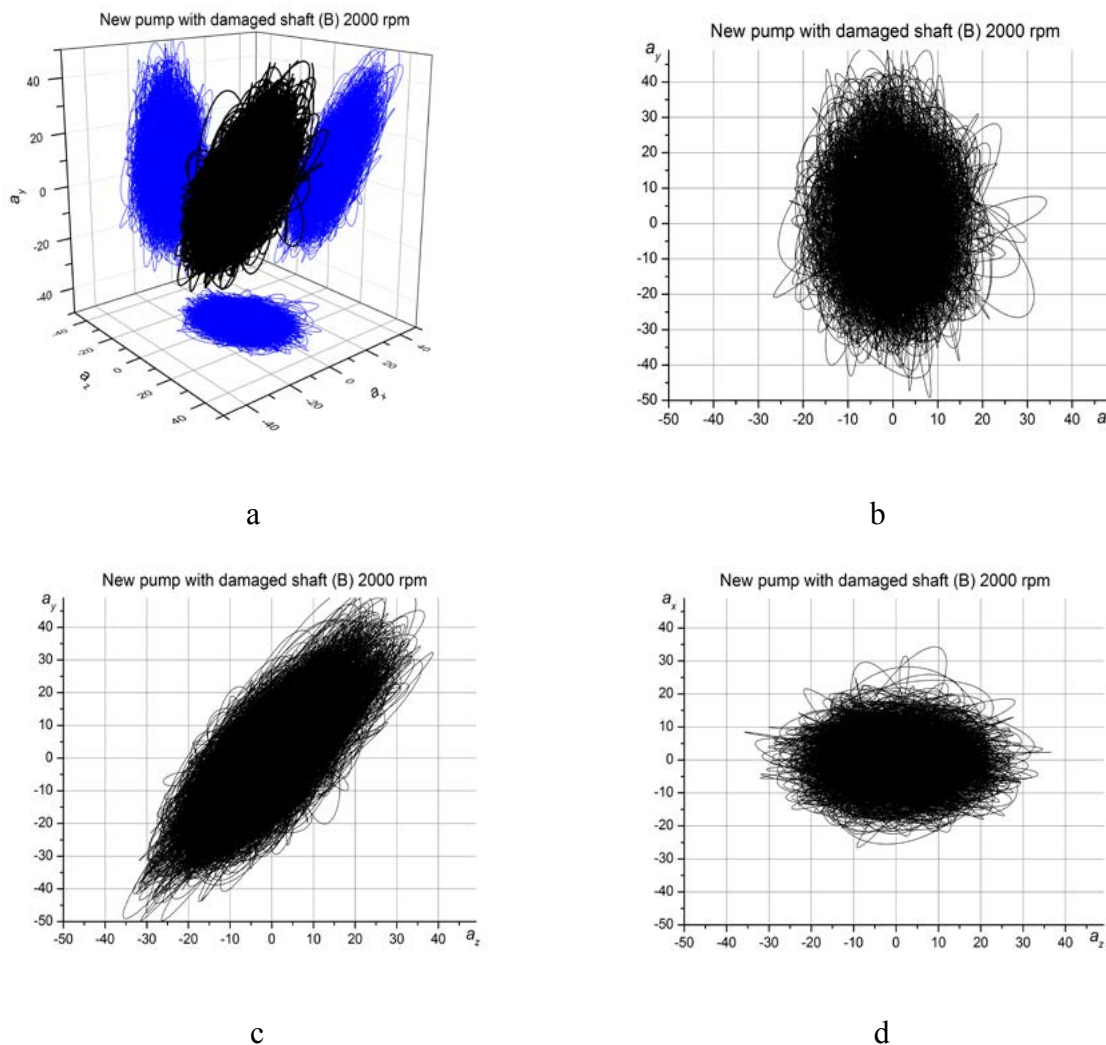


Fig. 5. Spatial trajectory of vibration acceleration vector (pump rotor angular velocity is about 2000 rpm)
(a) - the trajectory in space, (b, c, d) - its XY; YZ; XZ projections

sence of fraction harmonics in the spectrum, which indicates the presence of system nonlinearities caused by the presence of looseness and contact impacts. These harmonics are 0.5 and 3.5 harmonics of rotor rotation (16.5 Hz and 116.6 Hz).

The same result can be seen on the spectrogram, which is shown in Fig. 6,b. The analysis of presented measurements indicates a significant domination of the 1st (main) and 7th harmonics of rotor rotation.

Besides, the presence in the spectrum of fractional harmonics is also confirmed. The harmonic of the 0.5 of rotor rotation is observed in the all range of frequency of excitation. The harmonic with frequency 3.5 of rotor rotation appears only at high levels of vibration that is at the highest frequencies of excitation.

Analysis of spectrum and spectrogram for vibrations in the axial direction are close to the corresponding spectrum and spectrogram of non-defected fire pump vibrations at the appropriate regime. The harmonic with the

frequency of 0.5 of rotor rotation is also presented in the spectrogram of vibrations in the axial direction.

A quantitative comparison shows that the largest vibration level is observed in the axial direction and the smallest one is in the horizontal direction. A comparison of vibrations of the defected and non-defected fire pump showed that defect makes the axial direction weaker and this leads to increasing axial vibration acceleration up to 80%. Vibrations in other directions are approximately at the same level when it comes to defected and non-defected pumps.

Another feature that accompanies the unfastened shaft defect are changes in the spatial form of vibration. Indeed, the presence of such defect leads to the rearrangement of system stiffness that becomes a cause of the changing of vibration modes. An analysis of this phenomenon can be realised relying on the comparison of the spatial trajectory of the vector of vibration acceleration for defected and non-defected pumps.

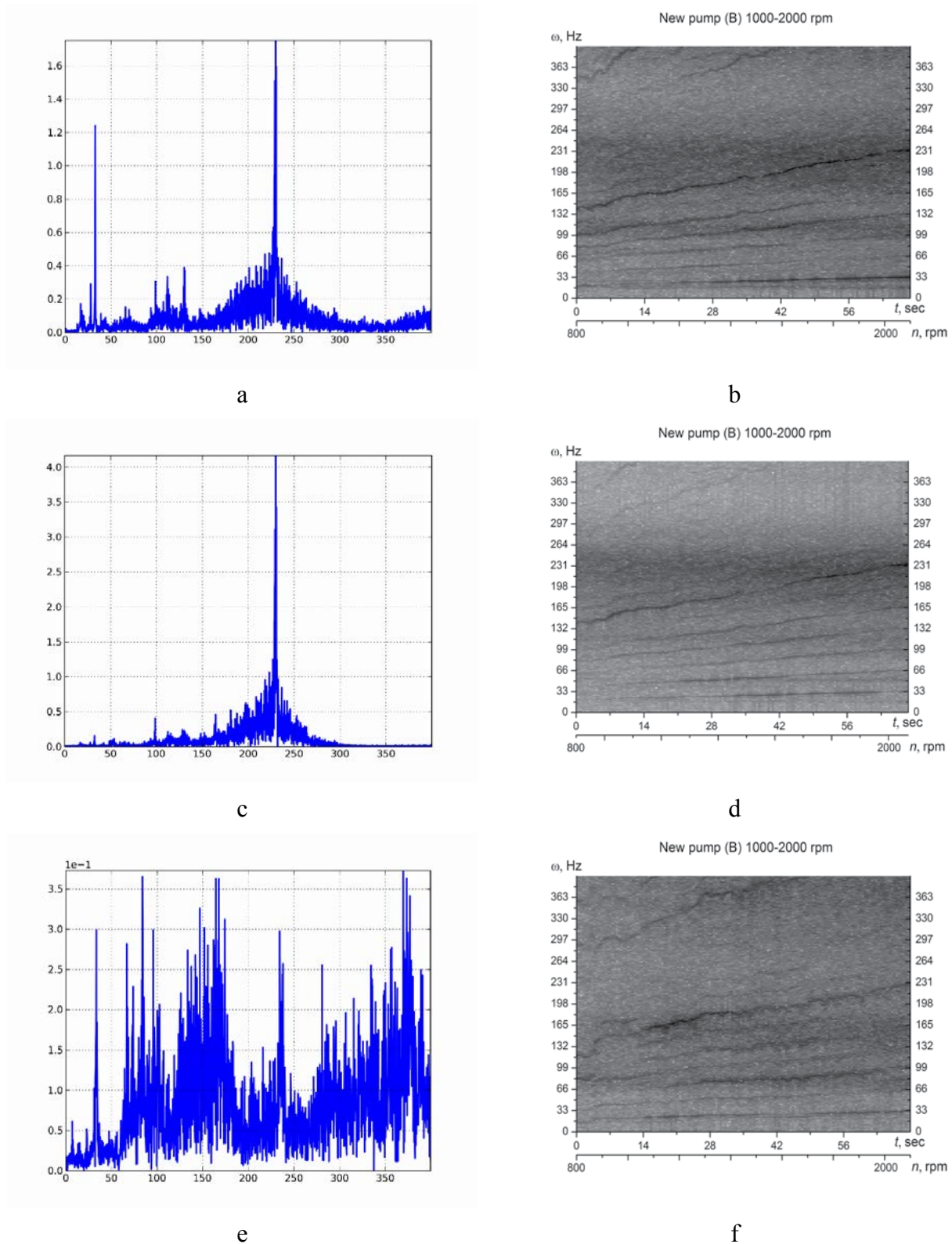


Fig. 6. Spectrums (a, c, e) and spectrograms (b, d, f) of vibration accelerations of the fire pump, which has defect (unfasten shaft) in the vertical (a, b), the axial (c, d) and horizontal (e, f) directions

Fig. 7 shows the spatial trajectory of the acceleration vector at the point of the pump with the presence of internal defect. Apart from previously marked domination of the vibration in the axial direction, the phenomenon of changing of the angle of orientation of the ellipse tra-

jectory in the YZ projection are presented. Thus, the angle of the inclination of major axis of ellipse to the axial direction is around 80° that significantly differs from the previously obtained value of 55° for the non-defected fire pump.

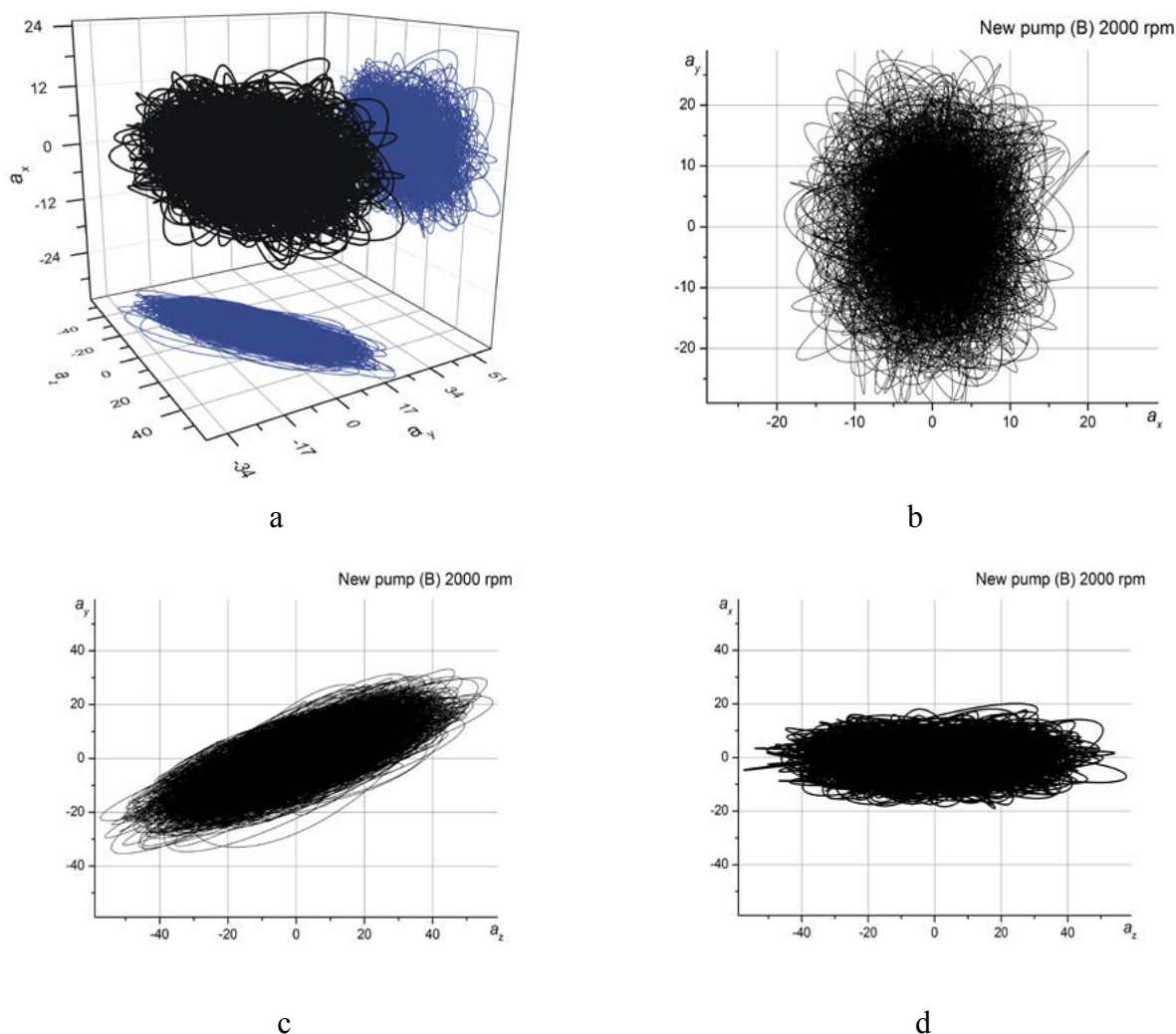


Fig. 7. Spatial trajectory of vibrations acceleration vector of the fire pump, which has defect (unfasten shaft) (pump rotor angular velocity is about 2000 rpm) - the trajectory in space, (b, c, d) - its XY; YZ; XZ projections

6. Conclusions

Thus, in the current experimental studies of vibrations of centrifugal fire pump PN- 40UV without defects and with unfastened shaft in a bearing seat. A spectral analysis of vibration and investigation of the forming of spatial trajectory of vibration acceleration vector have been carried out. It should be noted that obtained results on spatial trajectories as well as conclusions about levels of vibrations magnification cannot be generalized for other types of a centrifugal pump and should be used for diagnostics of the PN-40 UV fire pump which is installed in an emergency vehicle.

It was determined that the spectrum of vibrations of the pump with mentioned type of defect have fractional harmonics (0.5 and 3.5 of the rotor rotation). The changing in the spatial orientation of the vibration of the defected pump has been defined. So, a non-defected pump has vibrations with domination in the vertical direction, but a defected fire pump vibrations are axially oriented.

These vibrational symptoms of the analyzed type of hidden defects can be used in the procedures of fire pumps technical diagnostics. A usage of this technique will im-

prove system technical check-up and preventive maintenance, that, on the one hand, leads to a reduction of the idle standing of fire equipment that are associated with untimely repair work, and on the other hand, will prevent sudden failures of pumps in operation.

References

1. ISO-10816-1-6 Mechanical vibration – Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating Parts.
2. Vodka A.A. *Measurement system on the base of MEMS sensor*, A.A. Vodka, A.I. Trubaiev, Yu.N. Ulianov, in: "Bulletin of the Volodymyr Dal Eastern Ukrainian National University", Lugansk, 2012, Vol. 1 Issue 9, pp. 140-147.
3. Ulianov Yu.N. *A system for vibration acceleration measurements on the base of MEMS sensor*, A.A. Vodka, A.I. Trubaiev, Yu.N. Ulianov, in: *Proceedings of the III International Scientific conference The problems of the transport technic and logistics*, Evpatoria, Ukraine, 3-8 may 2012, p. 191.
4. Larin O.M., *A diagnosis of the technical state of the support of fire pump by the spectra of its vibrations*, O.M. Larin, O.O. Larin, V.V. Chigrin, "Science and Education a New Dimension: Natural and Technical Science", Vol. 8 (2013), pp. 112-116.

5. Brigham, E. Oran, *The fast Fourier transform and its applications*, Englewood Cliffs Prentice Hall, New Jersey, 1988.
6. Oppenheim A.V.; Schafer R.W., Buck J.R., *Discrete-time signal processing*, Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall, 1999.
7. Jont B., *Allen Short Time Spectral Analysis, Synthesis, and Modification by Discrete Fourier Transform*, "IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing" Vol. 25 Issue 3, pp. 235–238.

Aleksandr Larin – Professor of the Department of General, Emergency and Rescue Engineering of the National University of Civil Defence of Ukraine, Doctor of Science, Professor. Sphere of scientific interests: operation and repair of vehicles, fire and emergency engineering, diagnostics of fire and rescue equipment. The author (co-author) of more than 200 scientific publications.

Aleksii Larin – Associated Professor of the Department of Dynamics and Strength of Machines of the National Technical University "Kharkiv Polytechnical Institute", PhD. Sphere of scientific interests: prediction of the reliability of mechanical systems, nonlinear and random vibration of machines and machine elements, vibration measurements, technical diagnostics. The author (co-author) of more than 70 scientific publications.

Igor Ushapivsky – Head of the department of emergency response of the General Directorate of State Service for Emergency Situations of Ukraine in Lviv region. Sphere of scientific interests: operational activities in emergency elimination, fire engineering, diagnostics of fire and rescue equipment.



KONFERENCJA NAUKOWA

BEZPIECZEŃSTWO NA LĄDZIE, MORZU I W POWIETRZU W XXI WIEKU

**10
października
2014**

INFORMACJE

ORGANIZATORZY: CNBOP-PIB,
Akademia Marynarki Wojennej im.
Bohaterów Westerplatte, Instytut
Lotnictwa, Regionalne Centrum Badań
nad Bezpieczeństwem

MIEJSCE: Centrum
Naukowo-Badawcze Ochrony
Przeciwpożarowej - PIB
ul. Nadwiślańska 213 Józefów
k/Otwocka

KONTAKT: Ilona Masna
tel.: +(48 22) 76 93 304
e-mail: imasna@cnbop.pl

STRONA WWW:
[www.cnbop.pl/dzialy/ds/aktualnosci/
konferencja_komunikat3](http://www.cnbop.pl/dzialy/ds/aktualnosci/konferencja_komunikat3)

CEL KONFERENCJI

Przedstawienie wyników badań naukowych
i wymiana poglądów oraz doświadczeń
z zakresu praktyki zapewnienia bezpieczeństwa
na lądzie, morzu i w powietrzu

GŁÓWNE OBSZARY TEMATYCZNE

Istota i znaczenie zagrożeń oraz ich postrzeganie przez społeczeństwo

Problemy zapewnienia bezpieczeństwa ludności w XXI wieku

Bezpieczeństwo na lądzie, morzu i w powietrzu

Zagrożenia i ich charakterystyka ze względu na miejsce występowania

Relacje zachodzące pomiędzy poszczególnymi typami zagrożeń
a utrzymaniem bezpieczeństwa, w tym
bezpieczeństwo ekologiczne
i ochrona środowiska



instytut lotnictwa
warszawa, rok założenia 1926





DZIAŁ SZKOLEŃ

Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowarowej
im. Józefa Tuliszkowskiego
Państwowy Instytut Badawczy

***zaprasza do udziału w szkoleniach
z zakresu ochrony przeciwpowarowej***

Oferta Działu Szkoleń na rok 2014

- ❖ Szkolenie dla projektantów, instalatorów i konserwatorów systemów sygnalizacji powaru
- ❖ Szkolenie dla projektantów, instalatorów i konserwatorów dźwiękowych systemów ostrzegawczych
- ❖ Szkolenie dla projektantów i instalatorów systemów wentylacji powarowej w obiektach budowlanych
- ❖ Szkolenie dla konserwatorów hydrantów zewnętrzných
- ❖ Szkolenie dla konserwatorów hydrantów wewnętrzných i węży
- ❖ Szkolenie dla konserwatorów podręcznego sprzętu gaśniczego
- ❖ Szkolenie: oświetlenie awaryjne – projektowanie, instalacja i konserwacja
- ❖ Szkolenie: stałe urządzenia gaśnicze gazowe w ochronie przeciwpowarowej
- ❖ Szkolenie: stałe urządzenia tryskaczowe w ochronie przeciwpowarowej
- ❖ Szkolenie dla inspektorów ochrony przeciwpowarowej
- ❖ Szkolenie aktualizacyjne dla inspektorów ochrony przeciwpowarowej
- ❖ Szkolenie z zakresu prawidłowego sporządzania instrukcji bezpieczeństwa powarowego
- ❖ Warsztaty doskonalące dla projektantów systemów sygnalizacji powarowej
- ❖ Szkolenie: dobór przewodów i kabli elektrycznych niskiego napięcia
- ❖ Szkolenie: ochrona przeciwpowarowa w instalacjach elektrycznych
- ❖ Szkolenie: instalacje w strefach zagrożonych wybuchem

ul. Nadwiślańska 213, 05-420 Józefów
tel. + 48 22 769 304, 221, 391
fax: + 48 22 769 221

edukacja@cnbop.pl

Serdecznie zapraszamy !!!

Wytyczne dla Autorów

Maszynopis

Artykuły prosimy przysyłać w wersji elektronicznej w formacie Word. Redakcja przyjmuje do druku oryginalne artykuły naukowe, doniesienia wstępne, artykuły przeglądowe, studia przypadków oraz z praktyki dla praktyki. Maszynopis w języku polskim, angielskim lub rosyjskim nie powinien przekraczać 22 stron (format A4, Times New Roman 12 pkt., interlinia 1,5), pisany bez podziału na kolumny (łącznie 40 000 znaków razem ze spacjami).

Definicje typów artykułów

A. Oryginalny artykuł naukowy – opisane są w nim wyniki dotychczas niepublikowanych badań i eksperymentów naukowych autora lub bezpośrednio mu podlegającego zespołu naukowego, nowych w stosunku do dotychczasowej wiedzy i dorobku w danej dziedzinie, stanowiących oryginalny wkład w światową naukę. Publikacje naukowe są zazwyczaj naukowym źródłem pierwotnym.

B. Doniesienie wstępne (komunikat z badań) – opisane są w nim wstępne, ale już na tym etapie obiecujące wyniki prowadzonych, lecz jeszcze nieukończonych badań;

C. Artykuł przeglądowy – opisuje obecny stan wiedzy w danym obszarze tematycznym, czasem przy uwzględnieniu kontrowersyjnych lub spornych kwestii, zawiera opis zarówno teoretyczny, aktualną i właściwie dobraną literaturę źródłową, jak i praktyczny aspekt zagadnienia; autor powinien uwzględnić nierozwiązane w danej kwestii problemy.

D. Studium przypadku – analiza zdarzeń rzeczywistych – artykuł zawiera opis zdarzenia lub przypadku (jednego lub kilku), ciekawego z naukowego lub praktycznego punktu widzenia; analizę tego zdarzenia, dyskusję opartą na najnowszym piśmiennictwie oraz wnioski wynikające z przeprowadzonej analizy.

E. Z praktyki dla praktyki – podstawą tego artykułu są doświadczenia związane z prowadzonymi akcjami ratowniczym lub innymi praktykami stosowanymi w ochronie przeciwpożarowej, z których wnioski mogą mieć zastosowanie praktyczne w innych tego typu przypadkach.

Abstrakty ustrukturyzowane

Artykuł zgłaszany do redakcji musi być poprzedzony dwujęzycznym abstraktem ustrukturyzowanym według jednego z poniższych przykładów. Artykuły z abstraktem nieustrukturyzowanym krótsze niż 2400 znaków ze spacjami nie będą kwalifikowane przez redakcję do procesu recenzyjnego.

1. Struktura abstraktu dla oryginalnego artykułu naukowego/doniesienia wstępnego

- **Cel** – powinien jasno przedstawiać hipotezę postawioną w artykule;
- **Projekt i metody** – narzędzia i metody użyte w badaniach;
- **Wyniki** – rezultaty badań;
- **Wnioski** – w odniesieniu do hipotezy oraz możliwe kierunki przyszłych badań.

2. Struktura abstraktu dla artykułu przeglądowego/studium przypadku – analiza zdarzeń rzeczywistych

- **Cel** – główne pytania postawione w artykule
- **Wprowadzenie** – kontekst/tło przedstawionego w artykule zagadnienia/problemu/zdarzenia
- **Metodologia** – użyte do omówienia/analizy tematu metody/narzędzia
- **Wnioski** – główne wnioski wynikające z analizy przeglądowej/analizy zdarzenia rzeczywistego

3. Struktura abstraktu dla artykułu z praktyki dla praktyki

- **Cel** – główne pytania postawione w artykule
- **Wprowadzenie** – kontekst/tło przedstawionego w artykule zagadnienia/problemu
- **Wnioski** – główne wnioski wynikające z artykułu i ich znaczenie dla dziedziny
- **Znaczenie dla praktyki** – przedstawienie sugerowanego wykorzystania dla praktyki

Jeśli artykuł nie pasuje do żadnej z powyższych struktur, należy użyć odpowiednio podobnej struktury. Autorzy mają obowiązek podania informacji, jaki rodzaj artykułu przysyłają do redakcji (oryginalny artykuł naukowy, artykuł przeglądowy, doniesienie naukowe, studium przypadku – analiza zdarzeń rzeczywistych lub z praktyki dla praktyki), oraz wstępnie kwalifikują artykuł do jednego z działów:

1. Rozdział autorski*
2. Postacie pożarnictwa
3. Organizacja i zarządzanie strategiczne
4. Nauki humanistyczne i społeczne na rzecz bezpieczeństwa
5. Partnerstwo dla innowacyjności na rzecz bezpieczeństwa
6. Badania i rozwój
7. Certyfikaty, aprobaty i rekomendacje
8. Technika i technologia
9. Szkolenia i propagowanie wiedzy
10. Z praktyki dla praktyki
11. Studium przypadku – Analiza zdarzeń rzeczywistych

**Do tego rozdziału Komitet Redakcyjny kwalifikuje artykuły szczególnej wagi*

Struktura artykułu

A. Struktura oryginalnego artykułu naukowego/doniesienia wstępnego:

- 1) Tytuł – w jęz. polskim lub w jęz. rosyjskim (Times New Roman 16 pkt., WERSALIKI) oraz w języku angielskim (Times New Roman 14 pkt., tekst zwykły)
- 2) Abstrakt ustrukturyzowany – cztery akapity z nagłówkami zapisanymi pogrubioną czcionką, **około 2500 znaków ze spacjami w jęz. polskim lub rosyjskim** (jednak nie krótsze niż 2400) oraz **około 2500 znaków ze spacjami w jęz. angielskim (jednak nie krótsze niż 2400 znaków)**; Times New Roman 10 pkt. (W przypadku autorów anglojęzycznych wymagany jest tylko abstrakt w jęz. angielskim).
- 3) Słowa kluczowe (w jęz. polskim i angielskim lub w jęz. rosyjskim i jęz. angielskim lub tylko w jęz. angielskim w przypadku autorów anglojęzycznych, łącznie do 10 wyrazów; Times New Roman 10 pkt.)
- 4) Wprowadzenie
- 5) Metody
- 6) Wyniki
- 7) Dyskusja nad metodami i wynikami
- 8) Podsumowanie/Wnioski
- 9) Literatura
- 10) Nota biograficzna o autorze/autorach

B. Struktura artykułu przeglądowego/studium przypadku/z praktyki dla praktyki:

- 1) Tytuł – w jęz. polskim lub w jęz. narodowym autora (Times New Roman 16 pkt., DRUKOWANY) oraz w języku angielskim (Times New Roman 14 pkt., tekst zwykły)
- 2) Abstrakt ustrukturyzowany – cztery akapity z nagłówkami zapisanymi pogrubioną czcionką, **około 2500 znaków ze spacjami w jęz. polskim lub rosyjskim** (jednak nie krótsze niż 2400) oraz **około 2500 znaków ze spacjami w jęz. angielskim (jednak**

nie krótszej niż 2400 znaków); Times New Roman 10 pkt. (W przypadku autorów anglojęzycznych wymagany jest tylko abstrakt w jęz. angielskim).

3) Słowa kluczowe (w jęz. polskim i angielskim lub w jęz. rosyjskim i jęz. angielskim lub tylko w jęz. angielskim w przypadku autorów anglojęzycznych, łącznie do 10 wyrazów; Times New Roman 10 pkt.)

4) Wprowadzenie

5) Rozdziały zatytułowane przez autora

6) Podsumowanie

7) Wnioski

8) Literatura

9) Nota biograficzna o autorach

Literatura

Odwołania do literatury umieszcza się na końcu artykułu w kolejności pojawiania się w tekście. Przypisy bibliograficzne należy podawać w jednolitej wersji. **Nazwiska i tytuły pisane cyrylicą powinny być podane w transliteracji zgodnie z normą GOST 52535.1-2006.** Zalecane jest odwoływanie się głównie do publikacji recenzowanych. W przypadku dokładnego cytowania w tekście obok numeru przyporządkowanego publikacji zamieszczonej w spisie Literatury podaje się również numer strony, z której pochodzi cytat – np. [2, s. 234]. Cytaty polskojęzyczne należy umieszczać w cudzysłowach, cytaty obcojęzyczne należy pisać kursywą.

Przykłady tworzenia odsyłaczy bibliograficznych w spisie literatury (oparte o system cytowania Chicago):

Cytowanie książek:

Szczerba K., *Bezpieczny dom*, Wydawnictwo CNBOP-PIB, Józefów, 2012.

Rozdział pracy zbiorowej

Suchorab P., *Wpływ produktów pochodzenia naftowego na cechy fizyczno-mechaniczne betonu*, w: *Usuwanie substancji ropopochodnych z dróg i gruntów*, J. Rakowska (red.), Wydawnictwo CNBOP-PIB, Józefów, 2012, 37–44.

Cytowanie czasopism

Mizerski A., *Piany jako nośniki chemicznych środków neutralizacji skażeń*, BiTP Vol. 29 Issue 1, 2013, pp. 87–93.

Cytowanie publikacji ze źródeł cyfrowych:

Ciekanowski Z., *Motywacja a system ocen*, BiTP Vol. 29 Issue 1, 2013, pp. 29-33 [dok. elektr.] <http://czytelnia.cnbop.pl/czytelnia/31/348> [dostęp 2 maja 2013].

Cytowanie materiałów pokonferencyjnych:

Adamiec P., *Problemy przy spawaniu i napawaniu części maszyn*, w: *Technologia maszyn. Zbiór referatów: III Naukowe Warsztaty Profesorskie – TM ,97, II Forum Prac Badawczych ,96 - Kształtowanie części maszyn przez usuwanie materiału*, T. Karpiński (red.), Wydaw. Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Koszalin, 1997, 23–31.

Cytowanie komunikatów z badań

Centrum Badania Opinii Społecznej, Komunikat z badań: Aktualne problemy i wydarzenia, [dok. elektr.] <http://badanie.cbos.pl/details.asp?q=a1&id=4809>, [dostęp 06.05.2013].

Cytowanie ustaw, norm, dyrektyw unijnych:

1) Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o Państwowej Straży Pożarnej (Dz. U. 2009 r. Nr 12 poz. 68).

2) PN-EN 54-4:2001 Systemy sygnalizacji pożarowej – Część 4: Zasilacze.

3) Dyrektywa Komisji 2009/149/WE z dnia 27 listopada 2009 r. dotycząca dyrektywy 2004/49/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w odniesieniu do wspólnych wskaźników bezpieczeństwa oraz wspólnych metod obliczania kosztów wypadków.

Tabele, ryciny, ilustracje

Podpisy do tabel, rycin i ilustracji oraz treść w tabelach, rycinach i ilustracjach należy podawać w języku, w którym został napisany artykuł, oraz w języku angielskim.

Tabele należy dodatkowo przygotować w oddzielnym załączniku. Rysunki należy nadsyłać w formie gotowej do druku jako oddzielne pliki w formacie jpg, png lub tiff (min. 300 dpi, wielkość około 1 MB). Wykresy tworzone w programie Excel (lub w jego odpowiedniku) należy przysyłać w formacie .xls (format programu Excel).

Artykuły bez elementów graficznych odpowiedniej jakości nie będą przyjmowane do druku.

Przy wszystkich tabelach, rycinach, wykresach, zdjęciach itd. należy podać źródło, z którego pochodzą, lub umieścić informację „Opracowanie własne”.

Skróty

Rozwinięcia wszystkich użytych w artykule skrótów należy podać w formie wykazu na końcu artykułu.

Autor

W przypisie do nazwiska autora należy podać pełną nazwę instytucji oraz adres korespondencyjny (jak również adres e-mailowy). Autorzy proszeni są o załączenie krótkiej noty biograficznej (ok. 50 słów). Jeśli artykuł ma więcej niż jednego autora, należy podać udział procentowy poszczególnych osób w powstaniu artykułu oraz zakres wkładu merytorycznego (zob. **współautorstwo artykułu**).

Redakcja zobowiązuje się do zachowania poufności informacji dotyczących szczegółowych danych osobowych autorów i recenzentów.

Współautorstwo artykułu

Zgodnie z definicją współautorstwa zawartą w publikacji Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego pt. „Rzetelność w badaniach naukowych oraz poszanowanie własności intelektualnej” to pojęcie należy rozumieć w następujący sposób:

Współautor to każdy, kto napisał niewielki nawet jego fragment, wniósł twórczy wkład w jego koncepcję lub układ, brał udział w projektowaniu badań naukowych, których wynikiem jest dany utwór. Współautorem nie jest osoba, która wykonywała czynności administracyjne związane z pracą nad stworzeniem dzieła naukowego (np. szef placówki naukowej, osoba pozyskująca środki do badań, osoba zbierająca dane lub wykonująca obliczenia statystyczne). Prawa do współautorstwa nie nabywa również konsultant, dzielący się swą wiedzą.

W związku z powyższym Redakcja zobowiązuje autorów do podawania w artykułach wkładu procentowego oraz wykazywanie zakresu wkładu poszczególnych współautorów w powstanie artykułu, czyli tzw. atrybucji (autor koncepcji, założeń, metod) – tę informację należy umieścić w Deklaracji wkładu autorskiego, którą autor załącza do artykułu przesyłanego do redakcji.

Deklaracja wkładu autorskiego oraz informacja o źródle finansowania znajduje się na stronie internetowej: <http://czytelnia.cnbop.pl/wytyczne-dla-autorow>.

Redakcja zobowiązuje również autora/autorów do podania informacji o źródle finansowania badań. Odpowiedzialność za

prawdziwość powyższych danych ponosi osoba przedkładająca artykuł do druku.

Zapora ghostwriting i guest autorship

Mając na uwadze prawdziwość publikowanych danych o wkładzie autorskim w powstanie zgłaszanych do druku artykułów i by uniknąć zjawisk typu *ghostwriting* i *guest autorship*, Redakcja kwartalnika „BiTP. Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza” zobowiązuje autorów do rzetelnego wykazywania udziału osób trzecich w procesie powstawania artykułu.

1) *Ghostwriting* ma miejsce wtedy, gdy wkład w powstanie artykułu wniosła osoba niewymieniona w wykazie autorów lub w podziękowaniach.

2) *Guest autorship* zachodzi wtedy, gdy artykuł powstał bez udziału osoby wymienionej w wykazie autorów lub wniosła ona znikomy wkład w powstanie danej publikacji.

Zgodnie z wytycznymi Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego Redakcja prosi autorów o ujawnianie wkładu poszczególnych osób w powstanie artykułu przez podawanie udziału procentowego w przypisie do tytułu artykułu.

W przypadku stwierdzenia zjawisk typu *ghostwriting* lub *guest autorship* Redakcja będzie informowała o tym jednostkę naukową zatrudniającą autora, inne stowarzyszenia, których jest on członkiem, inne ośrodki naukowe i redakcje czasopism.

Etyka

Dane opublikowane w kwartalniku „Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza” powinny być oryginalne. Nie należy przysyłać tekstów, które zostały wcześniej opublikowane w innym czasopiśmie lub monografii. Podawanie fałszywych danych, plagiaty oraz inne działania, które mogą prowadzić do fałszywych wniosków, są nieetyczne.

System antyplagiatowy

Artykuły nadsyłane do redakcji są poddawane ocenie przez internetowy system antyplagiatowy (Plagiat.pl). Nadesłanie artykułu jest równoznaczne z akceptacją faktu, że artykuł może zostać poddany takiej ocenie. Wszystkie wykryte przypadki nie rzetelności naukowej redakcja będzie zgłaszać do odpowiednich organów instytucjonalnych.

Copyright

Autor przesyła do Wydawcy pocztą tradycyjną oświadczenie, w którym przekazuje zbywalne prawa autorskie na rzecz CNBOP-PIB na wszelkich polach eksploatacji umożliwiających publikowanie i powielanie w wersji drukowanej i elektronicznej (w tym również na stronie internetowej CNBOP-PIB) oraz na jego publikowanie w innych zintegrowanych naukowych źródłach informacyjnych z możliwością wglądu, pobierania i zwielokrotniania. Autor poświadczają również, że praca nie była wcześniej publikowana, a także nie narusza ona praw autorskich innych osób.

Oświadczenie o oryginalności artykułu oraz o przekazaniu praw autorskich znajduje się na stronie internetowej: <http://czytelnia.cnbop.pl/wytyczne-dla-autorow>.

Polityka Open Access

Kwartalnik „Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza” jest publikowany w darmowym i otwartym dostępie tzn. każdy użytkownik ma prawo czytać, kopiować, drukować, rozpowszechniać,

cytować i przeszukiwać zasoby otwarte, w tym pełne teksty artykułów, z zachowaniem praw autorskich ich twórców.

Użytkownik korzysta z zamieszczonych w Kwartalniku artykułów zgodnie z obowiązującymi przepisami o dozwolonym użytku, podając na kopii utworu informację o źródle i autorze/ach.

Procedura recenzyjna

Wszystkie napływające do Redakcji teksty przechodzą następującą procedurę zgodnie z wytycznymi Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego:

1. Wstępna ocena formalna

Nadesłany artykuł jest poddawany ocenie formalnej przez Redakcję (zgodność z profilem czasopisma oraz z wymogami technicznymi), a następnie kierowany do redaktora działu tematycznego.

2. Kwalifikacja przez Komitet Redakcyjny

Po zaakceptowaniu artykułu przez redaktora działu Redakcja konsultuje poprawność stylistyczną z redaktorami językowymi oraz obliczenia statystyczne z redaktorem statystycznym, jeżeli istnieje taka potrzeba. Artykuł trafia na listę artykułów oczekujących na publikację w Kwartalniku oraz pod obrady Komitetu Redakcyjnego i po akceptacji kierowany jest do recenzentów.

3. Proces recenzji

Artykuł przesyłany jest do dwóch niezależnych recenzentów, którzy są specjalistami w danej dziedzinie (wyższych lub równych stopniem naukowym z autorem), i nie są powiązani z autorem/autorami. **Zarówno autor, jak i recenzenci nie znają swoich tożsamości zgodnie z zasadą double-blind review (podwójnie ślepa recenzja).** Po otrzymaniu przez Redakcję dwóch arkuszy recenzji autor informowany jest o ewentualnych uwagach i poprawkach recenzyjnych, które powinien nanieść na tekst.

4. Decyzja o publikacji artykułu

Jeżeli jeden z recenzentów dopuści tekst do druku, a drugi odrzuci, redaktor działu, do którego zakwalifikowano artykuł, oraz Redakcja na podstawie analizy uwag zawartych w recenzjach i ostatecznej wersji artykułu podejmują decyzję o skierowaniu go do trzeciego recenzenta. W sytuacji, gdy trzeci recenzent odrzuci artykuł, Redakcja wycofuje tekst z listy oczekujących na publikację w Kwartalniku oraz informuje o swojej decyzji autora artykułu.

5. Konsultacja z Radą Naukową

Po pomyślnym przejściu procedury recenzyjnej tytuł i abstrakt artykułu jest konsultowany z członkami Rady Naukowej kwartalnika – organem opiniującym naukowy kierunek czasopisma.

6. Wybór artykułu numeru

Komitet Redakcyjny po uwzględnieniu opinii recenzyjnych wybiera artykuł rekomendowany uwadze Czytelników w danym numerze kwartalnika.

Zapraszamy Autorów, niezależnie od afiliacji, do nadsyłania swoich prac.

Artykuły należy przysyłać na adres:

Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwożarowej
im. Józefa Tuliszkowskiego

Państwowy Instytut Badawczy

ul. Nadwiślańska 213 05-420 Józefów k/Otwocka

Kwartalnik CNBOP-PIB

e-mail: kwartalnik@cnbop.pl

Guide for Authors

Typescript

Articles should be submitted electronically in Word format. Editors will accept for publication original research material, short scientific report, review articles, case studies – analysis of actual events and best practice in action articles. The script in Polish or Russian or English should not exceed 22 pages (A4 format, Times New Roman 12 pts., 1.5 interspaced), written without a division into columns (Total 40,000 symbols, including spaces).

Types of articles

A. Original scientific article – describes the results of not yet published research and scientific experiments carried out by the author, or a team of scientists directly subordinated to him/her. The results are new in relation to the foregoing knowledge and achievements in the particular field, and constitute original contribution to the world's science. Such publications are usually scientific primary sources.

B. Short scientific report (initial report; survey report) – describes initial but at this stage promising results of conducted, but still unfinished research;

C. Review article – describes the current state of knowledge in the particular thematic field, sometimes providing controversial issues and contentions; involves both theoretical (current and properly chosen literature) and practical description of the topic; the author should include into the article unresolved problems related to the issue.

D. Case study – analysis of actual events – an article of this type includes: description of the untypical event / case (one or more), difficult from the scientific and practical point of view; the analysis of this event, discussion based on the up-to-date literature and conclusions derived from the conducted analysis.

E. The best practice in action – the basis for this type of article are experiences related to carried out rescue actions and other fire protection operations, conclusions of which can have practical application in other similar cases.

Structured abstracts

An article submitted for publication shall have a structured abstract written in two languages in accordance with one of the following examples. Articles without structured abstracts and with less than 2400 symbols including spaces will not be qualified for the reviewing process.

1) Abstract structure of an original scientific article / short scientific report

- **Objective** – should clearly state the hypothesis which is formulated in the article
- **Project and methods** – tools and methods used in the research
- **Results** – the outcome of the study
- **Conclusions** – the outcome in relation to the hypothesis and possible directions for future research

2) Abstract structure of a review article / case study – analysis of actual events

- **Objective** – main questions made in the article
- **Introduction** – context / background of the issue/problem introduced in the article
- **Methodology** – methods or tools used in the analysis
- **Conclusions** – main conclusions derived from a review article / analysis of actual events

3) Abstract structure of an article best practice in action

- **Objective** – main questions made in the article
- **Introduction** – context / background of the issue / problem introduced in the article
- **Conclusions** – main conclusions derived from the review article / analysis of actual events
- **Importance for practice** – presentation of suggested application for practice

If the article does not fit none of the aforementioned structures, a most adequate structure shall be applied.

Authors are obliged to inform the editorial office about the type of article they are sending (an original scientific article, a review article, a scientific report, a case study – analysis of actual events or best practice in action article). Moreover, they shall qualify tentatively the article into one of the following chapters:

1. Author's Chapter*
2. People Involved in Firefighting
3. Organization and Strategic Management
4. Humanities and Social Sciences in the Context of Safety
5. Partnership for Safety Innovation
6. Research and Development
7. Certification, Approvals and Recommendations
8. Technique and Technology
9. Training and Knowledge Promotion
10. Best practice in action
11. Case Study – Analysis of Actual Events

**Editorial Committee qualifies here particularly important articles.*

Article's structure

A. Structure of an original scientific article/short scientific report:

- 1) Title – in Polish or Russian (Times New Roman 16 pts., upper-case CAPITALS) and in English (Times New Roman 14 pts., lower-case)
- 2) Structured Abstract – four paragraphs with headings in bold-face type, **about 2500 symbols - including spaces in Polish or Russian (but not less than 2400) and about 2500 symbols - including spaces in English (but not less than 2400)**; Times New Roman 10 pts. (Native English-speaking authors are requested to provide the abstract only in English language)
- 3) Keywords (in Polish and English or Russian and English, or only in English in case of native English-speaking authors, a total of 10 phrases; Times New Roman 10 pts.)
- 4) Introduction
- 5) Methods
- 6) Results
- 7) Discussion about methods and results
- 8) Summing-up/Conclusions
- 9) Literature
- 10) Biographical note about the author(s)

B. Structure of a review article/case study – analysis of actual events / best practice in action article:

- 1) Title – in Polish or Russian (Times New Roman 16 pts., upper-case CAPITALS) and in English (Times New Roman 14 pts., lower-case)
- 2) Structured Abstract – four paragraphs with headings in bold-face type, **about 2500 symbols - including spaces in Polish or Russian (but not less than 2400) and about 2500 symbols - including spaces in English (but not less than 2400)**; Times New Roman 10 pts. (Native English-speaking authors are requested to provide the abstract only in English language)

- 3) Keywords (in Polish and English or Russian and English, or only in English in case of native English-speaking authors, a total of 10 phrases; Times New Roman 10 pts.)
- 4) Introduction
- 5) Chapters titled by the author
- 6) Summing-up
- 7) Conclusions
- 8) Literature
- 9) Biographical note about the author(s)

Literature

Literature references are identified at the end of the article in a sequence as they appear in the text. Bibliographic commentary should be in a uniform version. **Names and titles, written in Cyrillic should appear in the transliteration in accordance with the standard GOST 52535.1-2006.** It is recommended that, in the main, referenced material should be publications, which have been reviewed. In the case of precise quotations in the text against the number of an assigned publication located in the literature index, one should also include the page number, of the quotation source e.g. [12, p. 234]. Polish quotations should be inserted within quotation marks. Quotations in other languages should be written in italics.

Examples of bibliographic references in the literature index (based on the Chicago Citation Style):

Book references

Szczerba K., *Safe Home*, Publisher CNBOP-PIB, Józefów, 2012

Chapter from joint sources

Suchorab P., *The impact of crude oil based products on the physical and mechanical properties of concrete*, in: *Removal of oil derived substances from roads and the soil*, J. Rakowska (Ed.), Publisher CNBOP-PIB, Józefów, 2012, 37-44.

Journal article

Mizerski A., *Foams as carriers of chemicals for neutralizing contamination*, BiTP Vol. 29 Issue 1, 2013, pp. 87-93.

Article in an online journal

Ciekanowski Z., *Motivation and system of periodic assessment*, BiTP, Vol. 29 Issue 1, 2013, 29-33 [dok. elektr.] <http://czytelnia.cnbop.pl/czytelnia/31/348> [accessed May 2 2013].

Material from conferences

Adamiec P., *Problems encountered during welding and repair of machinery*, in: *Machine Technology. Collection of papers: III Professorial Scientific Workshops – TM '97, II Research Work Forum '96 – Shaping of machine parts by the removal of substances*, T Karpiński (ed), Publisher Politechnika Koszalińska, Koszalin, 1997, 23-31.

Research communications

Centre for Research of Public Opinion, Research communication: Actual problems and incidents, [doc. elektr.] <http://badanie.cbos.pl/details.asp?q=a1&id=4809>, [access 06.05.2013].

Statute, standards and EU Directives

- 1) Statute dated 24 August 1991 concerning The Polish State Fire Service (Dz. U. [Journal of Laws] 2009 No. 12 item 68)
- 2) PN-EN 54-4:2001 Fire alarm systems – Part 4: Power supply.
- 3) Commission Directive 2009/149/WE dated 27 November 2009 concerning directive 2004/49/WE of the European Parliament dealing with community safety indicators and community methods of calculating costs of incidents.

Tables, figures and illustrations

Captions for tables, figures and illustrations as well **as texts in tables, figures and illustrations** should be in the language in which the article was written **and in English**. Tables should be incorporated in the text and, additionally, produced in a separate file and submitted as an enclosure to the article. As a rule, figures should be submitted in a form ready for printing, in separate files (jpg or tiff format – minimum 300 dpi, about 1MB). Diagrams made in Excel (or its analogue) should be sent in .xls format. Articles without graphic elements of appropriate quality will not be printed. Authors shall always indicate sources while presenting tables, figures, diagrams and photographs or inform about own elaboration using caption: "Author's own elaboration".

Abbreviations

At the end of the article the author should draw up the list of abbreviations used in the paper with the information what they stand for.

Author

The authors name should be accompanied by a note reflecting the full name of the institution, and the address for correspondence (e-mail address). Authors are requested to enclose a short biographical note (about 50 words). If an article has more than one author, it is necessary to indicate the percentage contribution of each individual to the creation of the article as well as the scope of authors' contribution (**see Co-authorship**). Editors are obliged to preserve the confidentiality of personal information about authors and reviewers.

Co-authorship

Co-authorship, as defined by the Polish Ministry of Science and Higher Education in the publication '**Reliability in research and respect for intellectual property rights**' should be understood in the following way:

A co-author is a person who has: written even a small fragment, made a creative contribution to the concept or format, participated in the design of a research project, from which a given piece of work represents the outcome. A co-author is not a person who performs administrative tasks related to a research project (e.g. head of a research establishment, a person raising research funding, a person engaged with data collection or someone performing statistical calculations). The right to co-authorship is not acquired by a consultant who shares his/her knowledge.

Accordingly, authors are obliged to identify, in percentage terms, co-author contributions and reveal the actual input of an individual co-author to original scientific papers, i.e. attribution (author of the concept, assumptions, methods). Such information should be included as the Declaration of author's contribution which should send as a form of an attachment with the article.

Declaration of the author's contribution and information of funding source is available at the website: <http://czytelnia.cnbop.pl/en/node/6>.

Authors are also requested to provide information about funding sources supporting the work described in an article. Responsibility for veracity of the above mentioned information rests with the person submitting the script for publication.

Ghost-writing and guest authorship boundaries

In scientific research articles, ghost-writing and guest authorship is considered a misconduct.

1) *Ghost-writing* occurs when the input to an article is by a person who is not named in the list of authors or excluded from acknowledgements.

2) *Guest authorship* describes a situation where an article is created without participation or with a negligible contribution of a person named in the list of authors. In accordance with directions from the Minister of Science and Higher Education, the Editorial Board requires authors to disclose individual contributions to articles in percentage terms, by an annotation to the title of an article.

With due regard to the need for integrity of information concerning authors and to avoid situations known as ghost-writing and guest authorship, the BiTP Editorial Board requires authors to disclose honest information about third parties who participate in the creation of submitted articles. Where ghost-writing or guest authorship is identified, the Editorial Board will inform the author's Research Establishment, associations of which the author is a member, other Research Centres and Editorial Boards of different publications about the incident.

Ethics

Material published in BiTP should be original. Articles reproduced previously in other journals and specialist study publications should not be submitted. Falsified data, plagiarism and any other inappropriate act, which could lead to false conclusions, is unethical.

Anti-plagiarism system

The articles sent to the editing office are checked by Internet anti-plagiarism system (Plagiat.pl). If an author sends his/her article to the editing office he or she automatically accepts the fact that the article can be assessed in such a context. All cases of author's unreliability in research will be reported by the editing staff to appropriate administrative authorities.

Copyright

The author of the article sends the Publisher via traditional post a declaration, by means of which he or she transfers his or her all copyright to the Publisher so that the Publisher can make use of the article in any way, including publishing, copying in print and electronic version (including CNBOP-PIB website) and publishing in other integrated scientific resources with the possibility for reading, downloading and copying. The author also confirms that the work has not been published previously and that the article does not infringe other persons' copyright.

Declaration of originality and copyright transfer is available at our website: <http://czytelnia.cnbop.pl/en/node/6>

Open access policy

The Quarterly "Safety & Fire Technique" is published in free and open access, i.e., each user can read, copy, print, spread, cite and search open resources, including full texts of articles, **respecting** the copyright of its authors. A user can take advantage of articles published in the Quarterly in accordance with binding law on permitted use, indicating on the copy of the material information about the source and authors.

Review Procedure

All incoming texts to the Editorial Board undergo the following procedure in accordance with the guidelines set by the Ministry of Science and Higher Education:

1. Initial formal evaluation

Received article is subjected to a formal evaluation by the Editorial Board (compatibility with magazine profile and technical requirements) and then sent to the editor of the thematic section.

2. Qualification by the Editorial Committee

Once the article is accepted by the editor, the editorial department will consult the style with the language editors and the statistics with the statistical editor, if necessary. The article is placed on the waiting list of articles to be published in the Quarterly and is simultaneously discussed by the Editorial Board. Then, once the article is approved, it is sent to the reviewers.

3. Review procedure

The article is sent to two independent reviewers who are experts in the field (with a higher or equal degree as the author), and are not affiliated with the author / authors. **Both the author and the reviewers do not know each other's identities which is in accordance with the principle of double-blind review.** Upon receipt of two reviews, the author is informed of any possible comments and revisions which should be included in the text.

4. The decision to publish the article

If one of the reviewers allowed to print the article and the other rejects it, the Editor, who is in charge of the article and the Editorial Board, based on the observations made in the reviews and the final version of the article, make the decision to send the article to a third reviewer. In a situation where the third reviewer rejects the article, the Editorial Board withdraws the article from the waiting list of articles to be published in the Quarterly and informs the author of the article about the decision.

5. Consultation with the Scientific Committee

Once the review procedure is successfully completed, the title and abstract of the article are consulted with the members of the Scientific Committee of the Quarterly – consultative body of the scientific path of the magazine.

6. Selection of recommended article

Editorial Committee, after taking into account the opinion of the reviewers, selects an article recommended to the readers in a given Quarterly.

We invite Authors, regardless of their affiliation, to submit their papers.

The papers should be sent to:

CNBOP-PIB Scientific and Research Centre for Fire Protection

National Research Institute

Nadwiślańska Street 213

05-420 Józefów near Otwock

Poland

CNBOP-PIB's Quarterly

e-mail: kwartalnik@cnbop.pl

Правила для авторов

Машинопись

Статьи должны быть отправлены в электронном виде в формате Word. Редакция принимает к печати оригинальные научные статьи, предварительные отчёты, обзорные статьи, тематические исследования, а также статьи с практики для практики. Машинопись на польском, английском или русском языке не должна превышать 22 страниц (формат A4, шрифт Times New Roman 12 пунктов, межстрочный интервал 1,5), написан без разделения на столбцы (вместе 40 000 знаков, включая пробелы).

Определения видов статей

А. Оригинальная научная статья - описывает результаты ещё неопубликованных исследований и научных экспериментов автора или непосредственно подчинённой ему исследовательской группы, новые в отношении к существующим знаниям и достижениям в данной области, составляющие оригинальный вклад в мировую науку. Научные публикации обычно являются первичным научным источником.

Б. Предварительный отчёт - описывает предварительные, но на данном этапе обещающие результаты проведённых, но ещё неоконченных научных исследований.

В. Обзорная статья - описывает актуальное состояние знаний в данной тематической области, время от времени при учетии спорных вопросов; в статье находятся теоретическое описание, актуальная и правильно выбранная литература, практический аспект вопроса; автор должен учесть неразрешенные проблемы, касающиеся этого вопроса.

Г. Тематическое исследование - анализ реальных случаев - статья включает описание события или случая (одного или несколько), интересного с научной или практической точки зрения; анализ этого события, дискуссию, основанную актуальной литературой, а также выводы, вытекающие из проведенного анализа.

Д. С практики для практики - основой этой статьи является опыт связанный с проведенными спасательными операциями или другими практиками, применяемыми в противопожарной охране; выводы вытянутые из этих практик могут иметь практическое применение в других похожих случаях.

Структурированные аннотации

Статья направленная в редакцию должна содержать двукратную структурированную аннотацию оформленную согласно одному из нижеприведённых образцов. Статьи без структурированной аннотации содержащей минимум 2400 знаков с пробелами не будут допущены редакционным советом в рецензионный процесс.

1) Структура аннотации оригинальной научной статьи / научного отчёта

- **Цель** - должна ясно представлять гипотезу, поставленную в статье;
- **Проект и методы** - инструменты и методы, использованные в исследованиях;
- **Результаты** - результаты исследований;
- **Выводы** - относительно гипотезы, а также возможные направления будущих исследований.

2) Структура аннотации обзорной статьи / тематического исследования - анализа реальных событий

- **Цель** - главные вопросы заданы в статье;
- **Введение** - контекст / общий план представленного в статье вопроса / проблемы / события;

- **Методология** - инструменты и методы, использованные в исследованиях;
- **Выводы** - главные выводы, вытекающие из обзорного анализа / анализа реальных событий

3. Структура аннотации статьи с практики для практики

- **Цель** - главные вопросы заданы в статье;
- **Введение** - контекст / общий план, представленного в статье вопроса / проблемы;
- **Выводы** - главные выводы, вытекающие из статьи и их значение для данной области
- **Значение для практики** - представление суггестии предлагаемого использования в практике

Если статья не отвечает ни одной из вышеприведённых структур, автор должен применить наиболее похожую структуру. Авторы обязаны передать информацию, какой вид статьи они направляют в редакцию (оригинальная научная статья, предварительный отчёт, обзорная статья, тематическое исследование, статья с практики для практики), а также предварительно определить в который из нижеприведённых разделов редакция должна поместить статью:

1. Авторская глава*
 2. Лица пожарной охраны
 3. Организация и стратегическое руководство
 4. Гуманистические и общественные науки на благо безопасности
 5. Партнерство для развития в целях безопасности
 6. Исследования и развитие
 7. Сертификация, одобрения и рекомендации
 8. Техника и технология
 9. Обучение и пропагандирование знаний
 10. С практики для практики
 11. Тематическое исследование - анализ реальных событий
- * К этому разделу Редакционный Совет присоединяет особенно интересные статьи

Структура статьи

А. Структура оригинальной научной статьи/предварительного отчёта:

- 1) Заглавие - на польском или русском языке (Times New Roman 16 пунктов, ЗАГЛАВНЫЕ), **а также на английском языке** (Times New Roman 14 пунктов, строчные)
- 2) Структурированная аннотация (резюме) - четыре абзаца с заглавиями, записанные жирным шрифтом, около **2500 знаков с пробелами на польском языке либо русском языке** и (но мин. 2400 знаков с пробелами) **около 2500 знаков с пробелами на английском языке (но мин. 2400 знаков с пробелами)**; Times New Roman 10 пунктов. (От англоязычных авторов (родным языком которых является английский требуют аннотацию только на английском).
- 3) Ключевые слова (на польском и английском языках или русским и английским, либо только на английском (в случае англоязычных авторов) в общем до 10 выражений; Times New Roman, 10 пунктов)
- 4) Введение
- 5) Методы
- 6) Результаты
- 7) Дискуссия над методами и результатами
- 8) Подведение итогов/Выводы
- 9) Литература
- 10) Биографическая справка об авторе/авторах

В. Структура обзорной статьи, тематического исследования и статьи с практики для практики

- 1) Заглавие - на польском или русском языке (Times New Roman 16 пунктов, ЗАГЛАВНЫЕ), **а также на английском языке** (Times New Roman 14 пунктов, строчные)
- 2) Структурированная аннотация (резюме) - четыре абзаца с заглавиями, записанные жирным шрифтом, **около 2500 знаков с пробелами на польском языке либо русском языке** и (но мин. 2400 знаков с пробелами) **около 2500 знаков с пробелами на английском языке (но мин. 2400 знаков с пробелами)**; Times New Roman 10 пунктов. (От англоязычных авторов (родным языком которых является английский требуют аннотацию только на английском).
- 3) Ключевые слова (на польском и английском языках или русском и английском, либо только на английском (в случае англоязычных авторов) в общем до 10 выражений; Times New Roman, 10 пунктов)
- 4) Введение
- 5) Разделы, озаглавленные автором
- 6) Подведение итогов
- 7) Выводы
- 8) Литература
- 9) Биографическая справка об авторах

Литература

Литературные ссылки размещаются в конце статьи в порядке их появления в тексте. Библиографические ссылки следует подавать в одиночной версии. **Фамилии и заглавия написанные кириллицей должны быть поданы в транслитерации в соответствии со стандартом ГОСТ 52535.1-2006.** Рекомендуется обратить внимание в первую очередь на рецензированные публикации. В случае подробного цитирования, в тексте около номера приписанного статье, размещенной в списке Литературы, представляется также номер страницы, с которой происходит цитата, - напр. [2, с. 234]. Цитаты в национальном языке автора следует помещать в кавычках, иноязычные цитаты следует писать курсивом.

Примеры создания библиографических ссылок в списке литературы (основаны на системе цитирования Chicago):

Цитирование книг:

Щерба К., *Безопасный дом*, издательство CNBOP-PIB, Юзефув, 2012.

Раздел групповой работы:

Сухораб П., *Влияние нефтепродуктов на физико-механические характеристики бетона*, в: Удаление нефтяных веществ с дорог и почв, Й. Раковска (ред.), издательство CNBOP-PIB, Юзефув, 2012, 37-44.

Цитирование журналов:

Mizerski A., *Пены как накопители химических средств при нейтрализации загрязнений*, BiTP Vol 29. Issue 1, 2014, pp. 87-93.

Цитирование публикации из цифровых источников:

Цекановски З., Мотивация и система оценок, BiTP, 1 (2013), 29-33 [док. электр.] <http://czytelnia.cnbop.pl/czytelnia/31/348> [доступ 2 мая 2013].

Цитирование послеконференционных материалов:

Адамец П., Проблемы сварки и наплавки деталей машин, в: Технология машин. Сбор рефератов: III Научные Профессорские Семинары - ТМ '97, II Форум Исследовательских

Работ '96 - Формирование части машин путем удаления материала, Карпински Т. (ред.), Вузовское Издательство Кошалинской Политехники, Кошалин, 1997, 23-31.

Цитирование сообщений с исследований:

Центр Исследования Общественного Мнения, Сообщение с исследований: Актуальные проблемы и события [док. электр.] <http://badanie.cbos.pl/details.asp?q=a1&id=4809> [доступ 06.05.2013].

Цитирование законов, стандартов, директив Евросоюза :

- 1) Закон от 24 августа 1991 года о Государственной Противопожарной Службе (Законодательный вестник 2009 № 12, ст. 68).
- 2) PN-EN 54-4:2001 Системы пожарной сигнализации - Часть 4: Питание.
- 3) Директива Комиссии 2009/149/ЕС от 27 ноября 2009 г. касающаяся директивы 2004/49/ЕС Европейского парламента и Совета относительно общих показателей безопасности и общих методов расчета затрат аварии.

Таблицы, рисунки, иллюстрации

Подписи к таблицам, рисункам и иллюстрациям, а также содержание в таблицах, рисунках и иллюстрациях должны быть поданы в языке, на котором статья была написана также на английском языке. Таблицы следует дополнительно подготовить в отдельном приложении. Рисунки следует присылать в готовой форме к печати в виде отдельных файлов в формате jpg или tiff (мин. 300 dpi, весом около 1Мб).

Диаграммы созданные в программе Excel (или её аналогах) надо передавать в формате .xls (формат программы Excel). Статьи с графическими изображениями плохого качества не будут приняты в печать. На все таблицы, рисунки, диаграммы, фотографии и др. обязательно должны быть ссылки. Изображения разработанные автором обозначаются подписью «Собственная разработка».

Аббревиатуры

В конце статьи следует представить перечень всех использованных в тексте аббревиатур.

Автор

В сноске к фамилии автора следует подать полное название и адрес учреждения (также электронный), а в случае ведущего автора, также корреспонденционный адрес (адрес e-мил). Авторы просят о привлечении короткой биографической справки (около 50 слов). Если статья имеет больше чем одного автора, следует подать процентное участие отдельных личностей в возникновении статьи и описание способа участия в её подготовке (**смотри Соавторство статьи**) Редакция обязывается к соблюдению конфиденциальности информации, касающейся персональных данных авторов и рецензентов.

Соавторство статьи

Согласно определению о соавторстве, содержащемуся в публикации Министерства Науки и Высшего Образования под заглавием „Тщательность в научных исследованиях и уважение к правам интеллектуальной собственности” этот термин следует понимать в следующий способ:

Соавтор это каждый, кто даже написал небольшой фрагмент, внес творческий вклад в концепцию или системы,

принимал участие в проектировании научных исследований, которые являются результатом данной работы. Соавтором не является лицо, которое выполняет административную деятельность, связанную с работой над созданием научного дела (напр. шеф научного учреждения, лицо, добывающее средства на исследования, лицо, собирающее данные или выполняющее статистические расчёты). Права на соавторство также не приобретает консультант, который делится своими знаниями.

В связи с вышеупомянутым Редакция обязывает авторов к подаче в статьях процентного вклада отдельных соавторов в возникновение статьи, то есть так называемой атрибуции (автор концепции, оснований, методов) – эту информацию следует поместить в **Объявлении о соавторстве**, прилагаемом к статье представленной в редакцию.

Объявление о соавторстве и источниках финансирования находится на интернет-сайте: <http://czytelnia.cnbop.pl/ru/node/49>.

Редакция обязывает также автора/авторов предоставить информацию об источниках финансирования исследований. Ответственность за подлинность вышеупомянутых данных несет лицо, представляющее статью к печати.

Препятствие ghostwriting и guest autorship

Имея в виду подлинность публикуемых данных об авторском вкладе в возникновение статей, которые предъявляются к печати, и, чтобы избежать явлений типа ghostwriting и guest autorship, Редакция ежеквартального журнала BiTP «Безопасность и Пожарная Техника» обязывает авторов к тщательному подходу представления вклада третьих лиц в процессе возникновения статьи.

1) *Ghostwriting* имеет место тогда, когда вклад в возникновение статьи внесло лицо, неупомянутое в списке авторов или в благодарностях.

2) *Guest autorship* происходит тогда, когда статья была написана без участия лица, указанного в списке авторов или она сделала незначительный вклад в возникновение данной публикации.

Согласно постановлениям Министерства Науки и Высшего Образования Редакция просит авторов о предъявлении вклада отдельных лиц в создании статьи путём подачи процентного участия в сноске к заглавию статьи.

В случае подтверждения явлений типа ghostwriting или guest autorship Редакция будет информировать об этом научную организацию, трудоустраивающую автора, другие общества, в которых является он членом, другие научные центры и редакции журналов.

Этика

Данные, опубликованные в ежеквартальном журнале «Безопасность и Пожарная Техника», должны быть оригинальными. Не следует посылать текстов, которые были ранее опубликованы в другом журнале или монографии. Предоставление ложных данных, плагиатов и иной деятельности, которая может привести к ложным выводам, являются неэтичными.

Антиплагиатная система

Статьи поступающие в редакцию подвергаются оценке в антиплагиатной программе, работающей в режиме онлайн (Plagiat.pl). Отправление статей в редакцию означает акцептацию факта, что статья может быть подана такой оценке.

О всех обнаруженных случаях научной нечестности редакция будет информировать соответствующие институциональные органы.

Авторское право

Автор отправляет Издателю по традиционной почте заявление, в котором передает авторские права для CNBOP-PIB и в это время разрешает любое использование, в том числе публикацию и воспроизведение данной статьи в печатной и электронной версиях, в том числе на сайте CNBOP-PIB и других научных электронных ресурсах с возможностей просмотра, скачивания и копирования. Автор удостоверяет, что работа не была опубликована раньше и не нарушает она авторских прав других лиц.

Заявление об оригинальности и передачи авторских прав находится на интернет-сайте: <http://czytelnia.cnbop.pl/ru/node/49>.

Политика открытого доступа

Ежеквартальник BiTP „Безопасность и Пожарная Техника” публикуется в открытом и бесплатном доступе т.е. каждый пользователь в праве читать, копировать, печатать, распространять, цитировать и пересматривать открытые ресурсы, в том полные тексты статей с сохранением авторских прав их создателей.

Пользователь использует помещенные в Ежеквартальнике статьи согласно действующим правилам допустимого использования, указывая на копии произведения информацию об источнике и авторе/авторах.

Рецензийный процесс

Все поступающие в Редакцию статьи проходят следующую процедуру согласно с указаниями Министерства Науки и Высшего Образования

1. Вступительная формальная оценка

Отправленная статья поддается формальной оценке Редакции (совместимость с профилем журнала и техническими требованиями), а затем направляется к редактору тематического отдела.

2. Квалификация Редакционным Комитетом

По одобрению статьи редактором отдела, Редакция консультирует стилистическую корректность с языковыми редакторами, а также статистические вычисления со статистическим редактором, если существует такая потребность. Статья попадает в список статей ожидающих публикацию в ежеквартальном Журнале, а также на обсуждение Редакционного Комитета и по одобрению направляется к рецензентам.

3. Процесс рецензии

Статья отправляется к двум независимым рецензентам, которые являются специалистами в данной отрасли (больше или равных научной степени с автором), и не связаны с автором/авторами. Одинаково автор, как и рецензенты не знают своих тождественности согласно принципу double-blind review (вдвойне слепая рецензия). После получения Редакцией двух листов рецензии автор информируется о возможных замечаниях и поправках рецензентов, которые должен нанести в текст.

4. Решение о публикации статьи

Если один из рецензентов допустит текст к печати, а другой отвергнет, редактор отдела, к которому квалифицирована статья, а также Редакция на основании анализа замечаний, составленных в рецензиях и окончательной версии статьи, принимают решение о её направлении к третьему

рецензенту. В ситуации, когда третий рецензент отбросит статью, Редакция изымает текст из списка ожидающих на опубликование в ежеквартальном Журнале и также сообщает о своем решении автора статьи.

5. Консультация с Научным Советом

После успешного завершения процедуры рецензии, заглавие и абстракт статьи консультируется с членами Научного Совета ежеквартальника – консультативным органом научного направления журнала.

6. Выбор номера статьи

Редакционный Комитет, учитывая мнение рецензентов выбирает статью, рекомендованную вниманию Читателей в данном номере ежеквартальника.

Приглашаем Авторы, независимо от принадлежности, представить свои работы.

Статьи следует направлять по адресу:

**Научно-Исследовательский Центр Противопожарной
Охраны им. Иосифа Тулишковского - Государственный
Исследовательский Институт**

ул. Надвисьяньска 213

05-420 Юзефув около Отвоцка, Польша

Ежеквартальный журнал CNBOP-PIB

Электронная почта:

kwartalnik@cnbop.pl;

jpinkiewicz@cnbop.pl

MISJA

Uczestnictwo w procesie poprawy bezpieczeństwa państwa oraz skutecznej walki z zagrożeniami dzięki rozwiązaniom innowacyjnym.

WIZJA

Status cenionego w Polsce oraz na międzynarodowej arenie naukowej czasopisma – agory wymiany informacji w obszarze bezpieczeństwa powszechnego, a w szczególności w zakresie ochrony przeciwpożarowej, ochrony ludności i zarządzania kryzysowego.

PRIORYTETY

1. Wspieranie transferu wiedzy w Polsce i za granicą
2. Promowanie wyników badań oraz przedsięwzięć innowacyjnych
3. Edukacja na rzecz bezpieczeństwa

GDZIE MOŻNA NAS ZNALEŹĆ

Kierując się przedstawioną wizją, redakcja podejmuje działania mające na celu zwiększenie zasięgu czasopisma poprzez udostępnianie materiałów w polskich oraz zagranicznych bazach i bibliotekach. Jesteśmy dostępni w następujących źródłach elektronicznych:

BAZY CZASOPISM NAUKOWYCH:

- EBSCO 
- BazTech 
- Index Copernicus
- RINC 

PLATFORMY KSIĘGARSKIE I BIBLIOTEKI:

- Centralna Biblioteka Naukowa Narodowej Akademii Nauk Białorusi, Mińsk
- Biblioteka Narodowa Ukrainy im. W.I. Wiernadskiego, Kijów
- Federacja Bibliotek Cyfrowych
- e-publicacje Nauki Polskiej
- ibuk.pl

MISSION

Participation in the process of improving the state security and effective way of combating threats using innovative solutions.

VISION

Status of the scientific journal recognized in Poland and on the international scene - agora for information exchange in the area of public safety, especially in the field of fire protection, civil protection and crisis management.

PRIORITIES

1. Supporting the knowledge transfer in Poland and abroad
2. Promotion of research results and innovative projects
3. Safety Education

WHERE TO FIND US

Following presented vision, the editing staff of the Quarterly takes actions aimed at expanding the magazine's audience. One of the ways to achieve this consists in providing our materials in national and foreign bases and libraries. You can find us in the following e-sources:

JOURNAL DATABASES:

- EBSCO



- BazTech



- Index Copernicus

- RINC



BOOKSTORE PLATFORMS AND LIBRARIES

- The Yakub Kolas Central Scientific Library of National Academy of Sciences of Belarus
- Vernadsky National Library of Ukraine
- e-publications of Polish Science
- ibuk.pl
- Digital Libraries Federation

МИССИЯ

Участие в процессе повышения безопасности государства и эффективной борьбы с угрозами благодаря инновационным решениям.

ВИДЕНИЕ

Статус уважаемого журнала в Польше, а также на международной научной арене – агогу обмена информации в области общественной безопасности, особенно в сфере противопожарной охраны, охраны населения и кризисного управления.

ПРИОРИТЕТЫ

1. Поддержка трансфера знаний в Польше и за рубежом
2. Содействие результатам исследований и инновационным мероприятиям
3. Образование для безопасности

МЕСТА, ГДЕ МОЖНО НАС НАЙТИ

Имея в виду представленное видение, редакция принимает действия направленные на расширение круга читателей журнала. Примером таких действий есть включение наших материалов в народные и заграничные базы и библиотеки. Журнал можно найти в следующих электронных ресурсах:

БАЗЫ ЖУРНАЛОВ:

- EBSCO



- BazTech



- Index Copernicus

- РИНЦ

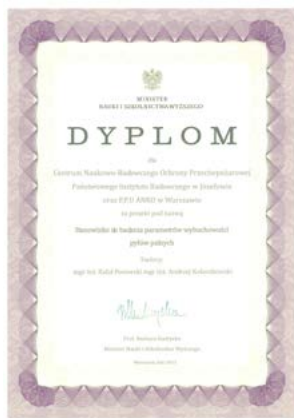


КНИЖНЫЕ ПЛАТФОРМЫ И БИБЛИОТЕКИ:

- Центральная научная библиотека имени Якуба Коласа Национальной академии наук Беларуси
- Национальная библиотека Украины имени В. И. Вернадского
- Электронные издания Польской науки
- ibuk.pl
- Федерация цифровых библиотек

**Osiągnięcia Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwpowarowej
im. Józefa Tuliszkowskiego
Państwowego Instytutu Badawczego na targach, wystawach
i konkursach krajowych i międzynarodowych w 2013 roku**

DYPLOMY MINISTRA NAUKI I SZKOLNICTWA WYŻSZEGO



Na XX Jubileuszowej Giełdzie Wynalazków CNBOP-PIB otrzymało dyplomy Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego za wynalazki, które zdobyły medale na międzynarodowych targach w Brukseli i w Paryżu (Dwufunkcyjne urządzenie gaśnicze mgłowe – GAM oraz Stanowisko do badania parametrów wybuchowości pyłów palnych).

NOMINACJA DO GODŁA TERAZ POLSKA



Kwartalnik „Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza” został nominowany do Polskiego Godła Promocyjnego w VI edycji Konkursu „Teraz Polska” dla Przedsięwzięć Innowacyjnych.

**WYRÓŻNIENIE NA MIĘDZYNARODOWYCH
TARGACH I KONFERENCJI NAFTA I GAZ 2013**



Konsorcjum naukowo-przemysłowe: Centrum Naukowo Badawcze Ochrony Przeciwpowarowej im. Józefa Tuliszkowskiego - Państwowy Instytut Badawczy, Instytut Ciężkiej Syntezy Organicznej „Błachownia” Kędzierzyn-Koźle oraz P.P.H. CHEMKONFEKT otrzymało wyróżnienie za „Środek odtłuszczający do usuwania substancji ropopochodnych z powierzchni przemysłowych” finansowany przez NCBR w latach 2011-2013, o nr O ROB 000401/ID4/3.

NAGRODY I WYRÓŻNIENIA NA MIĘDZYNARODOWYCH TARGACH WYNAŁAZCZOŚCI, BADAŃ NAUKOWYCH I NOWYCH TECHNIK BRUSSELS INNOVA 2013

Centrum Naukowo Badawcze Ochrony Przeciwpowodzi im. Józefa Tuliszkowskiego – Państwowy Instytut Badawczy w konsorcjum z Instytutem Ciężkiej Syntezy Organicznej „Blachownia” Kędzierzyn-Koźle oraz P.P.H. CHEMKON-FEKT otrzymały za projekt „Innowacyjny środek do usuwania zanieczyszczeń i skażeń z infrastruktury drogowej:

ZŁOTY MEDAL Z WYRÓŻNIENIEM W KONKURSIE EUREKA

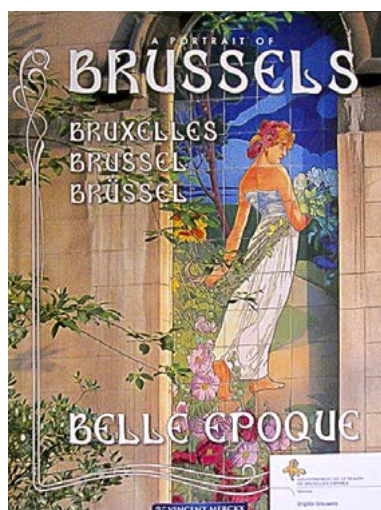


MEDAL EUROPEJSKIEJ IZBY FRANCUSKICH WYNAŁAZCÓW



NAGRODA BRIGITTE GROUWELS

Minister of the Government of the Brussels-Capital Region of Public Works,
Transport, IT and the Port of Brussels



NAGRODY I WYRÓŻNIENIA NA MIĘDZYNARODOWYCH TARGACH WYNAŁAZCZOŚCI CROATIA INOVA 2013

Wynalazek realizowany w ramach projektu nr O ROB 000401/ID4/3 pt. „Opracowanie innowacyjnego środka przeznaczonego do usuwania zanieczyszczeń i skażeń z infrastruktury drogowej oraz przemysłowej” finansowany przez NCBR został uhonorowany medalami:

SREBRNY MEDAL



MEDAL Z WYRÓŻNIENIEM PRYZNANY PRZEZ WIIPA



ZŁOTY LAUR INNOWACYJNOŚCI 2013



Naczelna Organizacja Techniczna NOT nagrodziła konsorcjum: Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowodziowej im. Józefa Tuliszkowskiego - Państwowy Instytut Badawczy, Instytut Ciężkiej Syntezy Organicznej „Błachownia” Kędzierzyn-Koźle oraz P.P.H. CHEMKONFEKT za projekt „Innowacyjny środek do usuwania zanieczyszczeń i skażeń z infrastruktury drogowej” Złotym Laurem Innowacyjności 2013 za najlepsze produkty innowacyjne.

Achievements of the Scientific and Research Centre for Fire Protection National Research Institute at fairs, exhibitions, national and international competitions in 2013

DIPLOMAS OF THE MINISTER OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION



At XX jubilee Exhibition of Inventions CNBOP-PIB received diplomas of the Minister of Science and Higher Education for the inventions awarded medals at international fairs in Brussels and Paris.

NOMINATION TO TERAZ POLSKA [POLAND NOW] PROMOTIONAL EMBLEM



Quarterly Journal Safety & Fire Technique was nominated to Teraz Polska [Poland Now] promotional emblem at the VI edition of Teraz Polska competition for innovative projects.

HONOURABLE MENTION AT INTERNATIONAL FAIRS AND CONFERENCE OIL AND GAS 2013



Scientific-industrial consortium: Scientific and Research Centre For Fire Protection – National Research Institute, Institute of Heavy Organic Synthesis „Błachownia” in Kędzierzyn-Kozle and P.P.H. CHEMKONFEKT received honourable mention for the „Innovative agent designated to remove pollutants and contaminations from road and industrial infrastructure” financed by National Centre for Research and Development (NCBiR) in 2011-2013, no. O ROB 000401/ID4/3.

AWARDS AND HONOURABLE MENTIONS AT WORLD EXHIBITION ON INVENTIONS, RESEARCH AND NEW TECHNOLOGIES BRUSSELS INNOVA 2013

Scientific and Research Centre For Fire Protection – National Research Institute in the consortium with the Institute of Heavy Organic Synthesis “Blachownia” in Kedzierzyn-Kozle and P.P.H. CHEMKONFEKT received for the project “Innovative agent designated to remove pollutions and contaminations from road and industrial infrastructure”

GOLD MEDAL WITH DISTINCTION IN THE EUREKA CONTEST



PRIZE OF THE FRENCH INVENTORS FEDERATION



BRIGITTE GROUWELS PRIZE

Minister of the Government of the Brussels-Capital Region of Public Works,
Transport, IT and the Port of Brussels



AWARDS AND HONOURABLE MENTIONS AT INTERNATIONAL FAIRS OF INVENTIONS CROATIA INOVA 2013

An invention designed within the project no. O ROB 000401/ID4/3 entitled: “Producing an innovative agent designed to remove contaminations from road and industrial infrastructure” won a silver medal and a medal with distinction granted by WIIPA

SILVER MEDAL



MEDAL WITH DISTINCTION GRANTED BY WIIPA



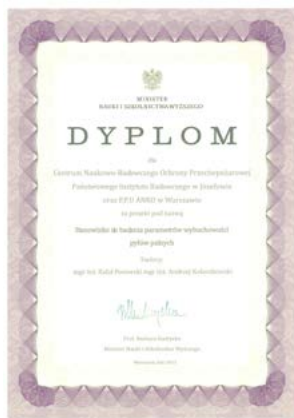
THE LAUREL OF INNOVATION 2013



Polish Federation of Engineering Associations – NOT awarded the Laurel of Innovation 2013 to Scientific-industrial consortium: Scientific and Research Centre For Fire Protection – National Research Institute, Institute of Heavy Organic Synthesis „Błachownia” in Kędzierzyn-Koźle and P.P.H. CHEMKONFEKT for the project „Innovative agent designated to remove pollution and contaminations from road and industrial infrastructure”.

Достижения Научно-Исследовательского Центра Противопожарной Охраны им. Иосифа Тулишковского - Государственного Исследовательского Института на международных и национальных выставках, ярмарках и конкурсах в 2013 году

ДИПЛОМЫ МИНИСТРА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ



На XX. юбилейной выставке „Биржа изобретений” CNBOP-PIB был награждён дипломами Министра Науки и Высшего Образования за изобретения, которые получили медали на международных ярмарках инноваций в Брюсселе и Париже. Варшава, февраль 2013.

НОМИНАЦИЯ НА РЕКЛАМНУЮ ЭМБЛЕМУ „ПОЛЬША СЕГОДНЯ”



Ежеквартальный журнал „Безопасность и Пожарная Техника” получил номинацию на польскую рекламную эмблему в VI. выпуске конкурса „Польша Сегодня” для инновационных предприятий. Варшава май 2013.

ПОХВАЛЬНЫЙ ОТЗЫВ НА МЕЖДУНАРОДНОЙ ЯРМАРКЕ И КОНФЕРЕНЦИИ НЕФТЬ И ГАЗ 2013



Научно-промышленное консорциум: CNBOP-PIB, Институт тяжелого органического синтеза „Блаховня” Кендзежин-Козле и Р.П.Н. СНЕМ-КОНФЕКТ получило поощрительную премию похвальный отзыв за „Обезжиривающее средство для удаления нефтепроизводных веществ с промышленных поверхностей” финансируемый Национальным центром исследований и развития за 2011-2013 годы, № O ROB 000401/ID4/3.

НАГРАДЫ И ПОХВАЛЬНЫЕ ОТЗЫВЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ ВО ВРЕМЯ ВСЕМИРНОЙ ВЫСТАВКИ ИЗОБРЕТЕНИЙ, НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ БРЮССЕЛЬ «INNOVA» 2013

CNBOP-PIB в консорциум с Институтом тяжелого органического синтеза „Блаховня” Кендзежин-Козле и Р.Р.Н. CHEMKONFEKT получили за проект „Разработка инновационного средства предназначенного для удаления нефтепроизводных веществ с промышленных поверхностей” следующие награды:

ЗОЛОТУЮ МЕДАЛЬ С ПОХВАЛЬНЫМ ОТЗЫВОМ В КОНКУРСЕ EUREKA



МЕДАЛЬ ЕВРОПЕЙСКОЙ ПАЛАТЫ ФРАНЦУЗСКИХ ИЗОБРЕТАТЕЛЕЙ



НАГРАДУ BRIGITTE GROUWELS

**Minister of the Government of the Brussels-Capital Region of Public Works,
Transport, IT and the Port of Brussels**



НАГРАДЫ И ПОХВАЛЬНЫЕ ГРАМОТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ ВО ВРЕМЯ МЕЖДУНАРОДНОЙ ВЫСТАВКИ ИЗОБРЕТЕНИЙ ХОРВАТИЯ «INNOVA» 2013

Изобретение разработанное в рамках проекта № O ROB 000401/ID4/3 под названием „Разработка инновационного средства предназначенного для удаления нефтепроизводных веществ с промышленных поверхностей” финансируемого Национальным центром исследований и развития был награждён медалями:

СЕРЕБРЯНОЙ МЕДАЛЬЮ



МЕДАЛЬЮ И ПОХВАЛЬНОЙ ГРАМОТОЙ ПРИЗНАНОЙ ВСЕМИРНОЙ АССОЦИАЦИЕЙ ПО ЗАЩИТЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ НА ИЗОБРЕТЕНИЯ



ЗОЛОТОЙ ЛАВР ИННОВАЦИОННОСТИ 2013



Главная техническая организация NOT наградила Консорциум: CNBOP-PIB, Институт тяжелого органического синтеза „Блаховня” Кендзежин-Козле и Р.Р.Н. CHEMKONFEKT за проект „Разработка инновационного вещества предназначенного для удаления нефтепроизводных веществ с промышленных поверхностей” Золотым лавром инновационности за наилучшие инновационные продукты.

Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowazarowej
im. Józefa Tuliszkowskiego
Państwowy Instytut Badawczy
Najważniejsze wydarzenia



1972

Utworzenie Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Ochrony Przeciwpowazarowej (OBROP) w Józefowie-Dębince na podstawie zarządzenia Nr 81 Ministra Spraw Wewnętrznych z dnia 14 sierpnia 1972 r. (Dz. Urz. MSW Nr 7 poz. 24).

Dyrektor OBROP w latach 31.08.1972–31.12.1974 **mgr inż. Zygmunt STANOWSKI**

Pierwsze Świadectwo dopuszczenia nr (1/72) wyrobu do produkcji dla agregatu proszkowego AP50 wydane przez OBROP i KG PSP na podstawie zarządzenia nr 25 MPC z dnia 04.02.1965. Świadectwa dopuszczenia na tej podstawie były wydawane w okresie 1972-1982.

1974

Ustanowienie OBROP jako ośrodka normalizacyjnego w resorcie spraw wewnętrznych na podstawie zarządzenia Nr 66/67 Ministra Spraw Wewnętrznych.

1975

Dyrektor OBROP w latach 01.03.1975–31.12.1976 **plk poż. Włodzimierz STRUŚ**

1977

Dyrektor OBROP w latach 01.01.1977–31.07.1980 **plk poż. mgr inż. Zbigniew GRYNCEL**

1980

Dyrektor OBROP w latach 01.08.1980–31.10.1982 **prof. dr hab. inż. Wiktor BABUL**



1982

Dyrektor OBROP/CNBOP w latach 11.11.1982–31.08.1987 **plk poż. prof. dr inż. Mirosław ZDANOWSKI**

Zmiana podstaw oceny wyrobów. W latach 1982-1992 dla wyrobów wydawano atesty na podstawie zarządzenia nr 9/82 Komendanta Głównego Straży Pożarnej z dnia 30 maja 1982 roku w sprawie wymagań technicznych, jakim powinny odpowiadać sprzęt i urządzenia pożarnicze oraz chemiczne środki gaśnicze.

1984

Przekształcenie OBROP w Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowazarowej (CNBOP), na podstawie zarządzenia Nr 9/84 Ministra Spraw Wewnętrznych z dnia 28 stycznia 1984 r. (Dz. ZiR KG SP Nr 1-2, poz.3).

1987

Dyrektor CNBOP w latach 01.11.1987–14.06.1992 **plk poż. dr inż. Henryk JAWORSKI**

1990

Początki upowszechniania wiedzy przez Instytut: uczestnictwo w krajowych i zagranicznych wystawach, konferencjach i sympozjach, wprowadzenie Seminariów CNBOP.

1992

Włączenie CNBOP w poczet jednostek organizacyjnych Państwowej Straży Pożarnej w rozumieniu ustawy z dnia 24 sierpnia 1991 r. o Państwowej Straży Pożarnej.

Dyrektor CNBOP w latach 15.06.1992–30.09.1996 **st. bryg. dr inż. Eugeniusz W. ROGUSKI**

Zmiana podstaw oceny wyrobów. W latach 1992-1998 dla wyrobów wydawano świadectwa dopuszczenia na podstawie delegacji ustawy z dnia 24 sierpnia 1991 roku o ochronie przeciwpożarowej (Dz. U. 1991, Nr 81, poz. 351 z późn. zm.) i na podstawie rozporządzenia MSW z dnia 22.04.1992 r.

**1995**

Ustanowienie nowego logo CNBOP.

1996

Uzyskanie akredytacji Polskiego Centrum Badań i Certyfikacji przez:

Laboratorium Badań Właściwości Pożarowych Materiałów, numer certyfikatu L 60/1/96 (następnie Zakład Laboratorium Badań Właściwości Pożarowych Materiałów, certyfikat akredytacji Nr **AB 060** wydany przez Polskie Centrum Akredytacji),

Laboratorium Pomp i Armatury Wodno-Pianowej, numer certyfikatu L 59/1/96 (następnie Zakład Laboratorium Technicznego Wyposażenia Straży Pożarnej, certyfikat akredytacji Nr **AB 059** wydany przez Polskie Centrum Akredytacji).

Dyrektor CNBOP w latach 01.10.1996–27.02.2005 **st. bryg. dr inż. Ryszard SZCZYGIEL**

1997

Nadanie CNBOP imienia Józefa Tuliszkowskiego na podstawie zarządzenia Nr 4 Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 23 stycznia 1997 r. (Dz. Urz. MSWiA Nr 2, poz. 22).

1998

Utworzenie w CNBOP **Jednostki Certyfikującej** w celu prowadzenia oceny zgodności wyrobów wprowadzanych do obrotu i stosowanych w ochronie przeciwpożarowej.

Uzyskanie akredytacji Polskiego Centrum Badań i Certyfikacji przez **Zakład-Laboratorium Sygnalizacji Alarmu Pożaru i Automatyki Pożarniczej**, numer certyfikatu L 207/1/98 (obecnie **certyfikat akredytacji Nr AB 207** wydany przez Polskie Centrum Akredytacji).

Zmiana podstaw oceny wyrobów. W latach 1998-2007 prowadzono certyfikację wyrobów na podstawie delegacji zniewielizowanego art. 7 ustawy o ochronie przeciwpożarowej i rozporządzenie MSWiA z dnia 22 kwietnia 1998 r. w sprawie wyrobów służących do ochrony przeciwpożarowej, które mogą być wprowadzane do obrotu i stosowane wyłącznie na podstawie certyfikatu zgodności (Dz. U. 1998 Nr 55, poz. 362)

1999

Uzyskanie akredytacji Polskiego Centrum Badań i Certyfikacji przez **Jednostkę Certyfikującą**, numer certyfikatu 63/Cw-69/99 (obecnie **certyfikat akredytacji Nr AC 063** wydany przez Polskie Centrum Akredytacji).

2001

Uzyskanie akredytacji Polskiego Centrum Badań i Certyfikacji przez kolejne 3 laboratoria badawcze:

Zakład-Laboratorium Technicznych Zabezpieczeń Przeciwpożarowych otrzymuje certyfikat akredytacji Nr L 305/1/2000 (następnie certyfikat akredytacji Nr **AB 305** wydany przez Polskie Centrum Akredytacji), **Laboratorium Środków Gaśniczych i Sprzętu Podręcznego**, Nr certyfikatu L 306/1/2000 (następnie Zakład-Laboratorium Technicznych Zabezpieczeń Przeciwpożarowych, certyfikat akredytacji Nr **AB 305** wydany przez Polskie Centrum Akredytacji),

Laboratorium Pojazdów i Wyposażenia otrzymuje certyfikat akredytacji Nr L 307/1/2000 (następnie Zakład-Laboratorium Technicznego Wyposażenia Straży Pożarnej, certyfikat akredytacji Nr **AB 059; AB060** wydany przez Polskie Centrum Akredytacji).

2002

Rozszerzenie zakresu działania CNBOP o tematykę ochrony ludności na podstawie rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji.

2003

Przekształcenie CNBOP z państwowej jednostki budżetowej w **jednostkę badawczo-rozwojową**, w rozumieniu ustawy z dnia 25 lipca 1985 r. o jednostkach badawczo-rozwojowych. Wpisanie CNBOP do Krajowego Rejestru Sądowego. Uzyskanie przez CNBOP **autoryzacji Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej** w zakresie dyrektywy 89/686/EWG z dnia 21 grudnia 1989 r. w sprawie ujednolicenia przepisów prawnych Państw Członkowskich dotyczących środków ochrony indywidualnej.

2004

Uzyskanie przez CNBOP **autoryzacji Ministra Infrastruktury** w zakresie dyrektywy 89/106/EWG z dnia 21 grudnia 1988 r. w sprawie zbliżenia ustaw i aktów wykonawczych Państw Członkowskich dotyczących wyrobów budowlanych.

Uzyskanie przez CNBOP **notyfikacji Komisji Europejskiej (numer identyfikacji 1438)** w zakresie dyrektyw: 89/686/EWG z dnia 21 grudnia 1989 r. w sprawie ujednolicenia przepisów prawnych Państw Członkowskich dotyczących środków ochrony indywidualnej, 89/106/EWG z dnia 21 grudnia 1988 r. w sprawie zbliżenia ustaw i aktów wykonawczych Państw Członkowskich dotyczących wyrobów budowlanych.

Utworzenie **Zakładu Aprobat Technicznych**, realizującego zadania CNBOP w zakresie regulacji rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 8 listopada 2004 r. w sprawie aprobat technicznych oraz jednostek organizacyjnych upoważnionych do ich wydawania (Dz. U. Nr 249, poz. 2497).

Rozpoczęcie przez CNBOP prowadzenia oceny zgodności wyrobów budowlanych – w europejskim systemie oceny zgodności – oznakowanie CE, i w krajowym systemie oceny zgodności – znak budowlany B.

2005

p.o. Dyrektor CNBOP od 28.02.2005 do 31.05.2005 **st. bryg. dr inż. Władysław WĘGRZYN**

Z dniem 01 czerwca 2005 r. na podstawie art. 21 ust. 2 ustawy z dnia 25 lipca 1985 r. o jednostkach badawczo-rozwojowych (tj. Dz. U. z 2001 r. Nr 33, poz. 388 z późn. zm.) Minister Spraw Wewnętrznych i Administracji powołał na stanowisko Dyrektora Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwpożarowej **st. bryg. dr inż. Eugeniusza W. ROGUSKIEGO** wyłonionego w drodze konkursu zgodnie z rozporządzeniem MNiSW z dnia 10 września 2001 r. (Dz. U. Nr 101, poz. 1101).

2007

Zmiana podstaw oceny wyrobów. Od 2007 roku świadectwa dopuszczenia wydawane są na podstawie delegacji art. 7 ustawy o ochronie przeciwpożarowej i rozporządzenia MSWiA z dnia 20.06.2007 r. zmienionego rozporządzeniem MSWiA z dnia 27.04.2010 r.

2009

Wpisanie przez Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego (Komunikat Nr 8 z dnia 31 marca 2009 r.), wydawanego od 2006 r. kwartalnika CNBOP „Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza” na listę **czasopism punktowanych** (za artykuły naukowe opublikowane na łamach czasopisma przyznawane były 4 punkty do dorobku naukowego, od 2010 r. przyznawanych jest 6 punktów, a od 2012 r. 7 punktów).

p.o. Dyrektor CNBOP od 01.02.2009 do 30.04.2009 **ml. bryg. dr inż. Dariusz WRÓBLEWSKI**

Z dniem 01 maja 2009 r. na podstawie art. 21 ust. 2 ustawy z dnia 25 lipca 1985 r. o jednostkach badawczo-rozwojowych (tj. Dz. U. z 2008 r. Nr 159, poz. 993) Minister Spraw Wewnętrznych i Administracji powołał na stanowisko Dyrektora Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwpożarowej **ml. bryg. dr inż. Dariusza WRÓBLEWSKIEGO** wyłonionego w drodze konkursu zgodnie z rozporządzeniem MNiSW z dnia 21 września 2007 r. (Dz. U. Nr 182, poz. 1303).

2010

Nadanie przez Radę Ministrów Centrum Naukowo-Badawczemu Ochrony Przeciwpożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego w Józefowie **statusu państwowego instytutu badawczego** (Dz. U. Nr 181, poz. 1219), a tym samym wejście CNBOP do prestiżowego grona kilkunastu państwowych instytutów badawczych.

Odzyskanie przez CNBOP-PIB **II kategorii** w ocenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego w ocenie parametrycznej (według obecnej klasyfikacji – **kategoria B**).



2011

Uzyskanie akredytacji Polskiego Centrum Akredytacji przez **Zespół Laboratoriów Procesów Spalania i Wybuchowości**, certyfikat akredytacji Nr AB 1280.

Ustanowienie nowego logo CNBOP-PIB.

Uzyskanie nominacji do **Polskiego Godła Promocyjnego „Teraz Polska”** w IV Edycji Konkursu dla Przedsiębiorstw Innowacyjnych za projekt edukacyjny „Multimedialne i teleinformatyczne narzędzia wspomagające edukację lokalnych społeczności w zakresie zwiększenia ich odporności na zagrożenia związane z klęskami żywiołowymi i katastrofami”.

2012

Uzyskanie **Godła „Teraz Polska”** w V edycji Konkursu „Teraz Polska” dla Przedsiębiorstw Innowacyjnych za opracowanie innowacyjnego „Środka zwilżającego do gaszenia pożarów lasów i torfowisk”.

Grand Prix SAWO przyznane CNBOP-PIB przez Ministra Pracy i Polityki Społecznej w kategorii „Inne wyroby i rozwiązania związane z tematyką Targów SAWO” dla Kwartalnika „Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza”, podczas XXI edycji Międzynarodowych Targów Ochrony Pracy, Pożarnictwa i Ratownictwa SAWO.

2013

Uzyskanie nominacji do **Polskiego Godła Promocyjnego „Teraz Polska”** w VI Edycji Konkursu dla Przedsiębiorstw Innowacyjnych dla kwartalnika CNBOP „Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza”.

Utrzymanie kategorii B w ocenie parametrycznej Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Objęcie 4 pozycji w grupie wspólnej oceny.

W ocenie czasopism MNiSW w swojej grupie, czyli na liście B, kwartalnik CNBOP-PIB „**Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza**” uzyskał 9 pkt na 10 możliwych.

**The Scientific and Research Centre for Fire Protection
National Research Institute
Major events**



1972

Establishment of the Research and Development Centre for Fire Protection (OBROP) in Józefów-Dębnie on the basis of Regulation No. 81 of 14 August 1972 issued by the Ministry of International Affairs (Dz. Urz. [Official Journal of the Ministry of Foreign Affairs] No. 7 item 24).

The Director of OBROP in the period between 31.08.1972 and 31.12.1974 - **Zygmunt STANOWSKI, MSc, Eng**
First Certificate of Admittance No. (1/72) for the production of transportable powder type extinguisher AP50 issued by OBROP and KG PSP on the basis of Regulation No. 25 MPC of 04.02.1965. On this basis certificates of admittance were issued in the period between 1972 to 1982.

1974

Granting OBROP the standardization centre status in the Home Affairs Department on the basis of Regulation No. 66/67 of the Minister of Home Affairs.

1975

The Director of OBROP between 01-03-1975 and 31.12.1976 **plk. poż. Włodzimierz STRUŚ**

1977

The Director of OBROP between 01.01.1977 and 31.07.1980 **plk. poż. Zbigniew GRYNCEL, MSc, Eng**

1980

The Director of OBROP between 01.08.1980 and 31.10.1982 **prof. Wiktor BABUL, PhD, Eng**



1982

The Director of OBROP/CNBOP between 11.11.1982 and 31.08.1987 **prof. plk. poż. Mirosław ZDANOWSKI, PhD, Eng**

Change of the basis for the assessment of products. In 1982-1992 certificates of admittance for products were issued on the basis of Regulation No. 9/82 on technical requirements, that shall be met by equipment and firefighting devices as well as chemical extinguishing agents, issued by the Chief Commandant of the State Fire Service on 30 May 1982.

1984

The transformation of OBROP into the Scientific and Research Centre for Fire Protection (CNBOP) on the basis of Regulation No. 9/84 of the Minister of Home Affairs of 28 January 1984 (Dz. ZiR KG SP [Official Journal of the National Headquarters of the State Fire Service of Poland No. 1-2, item 3]).

1987

The Director of CNBOP from 01.11.1987 to 14.06.1992 **plk. poż. Henryk JAWORSKI, PhD, Eng**

1990

Beginnings of the knowledge promotion by the Institute: participation in national and international exhibitions, conferences, symposiums, introduction of CNBOP seminars.

1992

Inclusion of CNBOP into State Fire Service organizational units in reference to the State Fire Service Act of 24 August 1991.

The Director of CNBOP from 15.06.1992 to 30.09.1996 **st. bryg. Eugeniusz W. ROGUSKI, PhD, Eng**

Change of the basis for product assessment. In 1992-1998, certificates of admittance products were issued on the basis of delegated Fire Protection Act of 24 August 1991 (Dz. U. [Journal of Laws], No. 81, item 351 as amended) and on the basis of Regulation of the Ministry of Home Affairs of 22 April 1992.



1995

Introduction of a new logo for CNBOP.

1996

The following departments obtained Accreditation of the Polish Centre for Testing and Accreditation:

Laboratory for Testing Fire Properties of Materials, Accreditation Certificate number L 60/1/96 (then called Department - Laboratory for Testing Fire Properties of Materials; Accreditation Certificate No. **AB 060** issued by the *Polish* Centre for Accreditation),

Laboratory of Pumps and Water-foam fittings, Accreditation Certificate No. L 59/1/96 (then called Department - Laboratory of Technical Equipment for Fire Service and Technical Fire Protection, Accreditation Certificate No. **AB 059** issued by the *Polish* Centre for Accreditation).

The Director of CNBOP in 01.10.1996-27.02.2005 **st. bryg. Ryszard SZCZYGIEL, PhD, Eng**

1997

CNBOP was named after Józef Tuliszkowski under Regulation No. 4 of the Minister of Interior and Administration of 23 January 1997 (Dz. Urz. MSWiA [Official Journal of the Ministry of Interior and Administration] No. 2, item 22).

1998

Establishment of CNBOP Certification Department aimed at assessment of the compliance of marketed products used in fire protection.

Department - Laboratory of Fire Signalling and Fire Automation gained accreditation of the Polish Centre for Testing and Accreditation, certificate No. L 207/1/98 (currently **Accreditation Certificate No. AB 207** issued by the Polish Centre for Accreditation).

Change of the basis for product assessment. In 1998-2007 products certification was carried out on the basis on delegated Article 7 of Fire Protection Act and The Regulation of 22 April 1998 on the products used in fire protection which can be marketed and used only after acquiring conformity certificate issued by the Ministry of Interior and Administration (Dz. U. [Journal of Laws]1998, No. 55, item 362).

1999

CNBOP Certification Department obtained accreditation of the Polish Centre for Testing and Accreditation No. 62/Cw-69/99 (currently **Accreditation Certificate No. AC 063** issued by the Polish Centre for Accreditation).

2001

Another three laboratories obtained accreditation of the Polish Centre for Testing and Accreditation:

Department - Laboratory of Technical Fire Protection was granted Accreditation Certificate No. L: 305/1/2000 (then accreditation certificate No. **AB 305** issued by the Polish Centre for Accreditation);

Laboratory of Extinguishing Media and Portable Equipment, certificate No. L 306/1/200 (then Department-Laboratory of Technical Fire Protection, accreditation certificate No. **AB 305** issued by the Polish Centre for Accreditation);

Laboratory of Vehicles and Equipment was granted accreditation certificate No. 307/1/2000 (then Department-Laboratory of Technical Equipment of Fire Service, accreditation certificate No. **AB 059**; **AB060** issued by the Polish Centre for Accreditation).

2002

Extension of CNBOP sphere of activities with the issues related to civil protection under Regulation by the Minister of Interior and Administration.

2003

Transformation of CNBOP from a state administrative entity into a **research and development entity** understood in accordance with the Act of 25 July 1985 on Research and Development Entities. CNBOP entered into the National Court Register and obtained authorization of the Ministry of Labour and Social Policy within the scope of Council Directive 89/686/EEC of 21 December 1989 on the approximation of the laws of the Member States relating to personal protective equipment.

2004

CNBOP obtained authorization of the Minister of Infrastructure within the scope of Council Directive 89/106/EEC of 21 December 1988 on the approximation of laws, regulations and administrative provisions of the Member States relating to construction products.

CNBOP obtained **notification of the European Commission (notification No. 1438)** within the scope of Council Directive 89/686/EEC of 21 December 1989 on the approximation of the laws of the Member States relating to personal protective equipment, and Council Directive 89/106/EEC of 21 December 1988 on the approximation of laws, regulations and administrative provisions of the Member States relating to construction products.

Establishment of **Technical Approval Department**, aimed at realizing the tasks of CNBOP within the scope of the control of Regulation of the Minister of Infrastructure of 8 November 2004 on technical approvals and organizational units entitled to issue them (Dz. U. [Journal of Laws] No. 249, item 2497).

CNBOP started carrying out conformity assessment of construction products – in the European conformity assessment system - the CE marking, and in the national conformity assessment system – B construction mark.

2005

The Acting Director of CNBOP since 28.02.2005 to 31.05.2005 **st. bryg. Władysław WĘGRZYN, PhD, Eng**

From the date of 01 June 2005 under art. 2 sec. 2 of the Act of 25 July 1985 on research and development entities (i.e. Dz. U. [Journal of Laws] of 2001, No. 33 as amended), the Minister of Interior and Administration appointed **st. bryg. W. ROGUSKI, PhD, Eng** the Director of the Scientific and Research Centre for Fire Protection, chosen through a competition in accordance with Regulation of the Ministry of Science and Higher Education of 10 September 2001 (Dz. U. [Journal of Laws] No. 101, item 1101).

2007

Change of the basis for product assessment. Since 2007, certificates of admittance have been issued on the basis of delegated Fire Protection Act and on the basis of Regulation of the Ministry of Interior and Administration of 20 June 2007 amended by Regulation of the Ministry of Interior and Administration of 27 April 2010.

2009

Inclusion by the Minister of Science and Higher Education (Announcement No. 8 of 31 December 2009) published since 2006 the Quarterly “Safety and Fire Technique” into the list of journals where the authors were attributed points to academic achievements for scientific articles published in the Quarterly (there were 4 points in 2009, since 2010 – 6 points have been attributed to the author’s academic achievements and since 2012 – 7 points).

Acting as the Director of CNBOP since 01.02.2009 to 30.04.2009 **ml. bryg. Dariusz WRÓBLEWSKI, PhD, Eng**

On 1 May 2009 under art. 2, sec. 21 of the Act of 25 July 1985 on Research and Development Entities (i.e. Dz. U. [Journal of Laws] of 2008, No. 159, item 993), the Minister of Interior and Administration appointed **ml. bryg. Dariusz. Wróblewski, PhD, Eng** the Director of the Scientific and Research Centre for Fire Protection. The Director was chosen through a competition in accordance with Regulation of the Ministry of Science and Higher Education of 21 September 2007 (Dz.U. [Journal of Laws] No. 182, item 1303).

2010

The Józef Tuliszkowski Scientific and Research Centre for Fire Protection (CNBOP) was granted by the Council of Ministers of the Republic of Poland the status of a National Research Institute (Dz. U. [Journal of Laws], No. 181, item 1219) thus joining the elite group of few national research institutes.

CNBOP-PIB was reassigned **the second category** by the Minister of Science and Higher Education in its parametric assessment (according to the current classification – **category B**).

2011

CNBOP-PIB Combustion Processes and Explosion Laboratories were granted accreditation by the Polish Centre for Accreditation, Accreditation Certificate No. **AB 1280**.

Introduction of a new logo for CNBP-PIB.

CNBOP-PIB was granted nomination for **Polish Promotional Emblem “Teraz Polska” [Poland Now]** in the IV Edition of Competition for Innovative Projects for educational project



“Multimedia and teleinformatic tools supporting education of local communities in the field of enlarging their resistance to threats related to natural disasters and catastrophes”.

2012

CNBOP-PIB was granted **Polish Promotional Emblem “Teraz Polska” in the V edition of the “Poland Now” Competition for Innovative Projects** for designing of the innovative **“Wetting agent for extinguishing forest and peat-bog fires”**.

SAWO Grand Prix was awarded to CNBOP-PIB by the Minister of Labour and Social Policy in the category of “Other products and technical solutions with relevance to SAWO” for the Quarterly „Safety & Fire Technique”, at the XXI edition of the International Fair of Work Protection, Fire Fighting and Rescue Equipment SAWO.

2013

CNBOP-PIB was granted nomination for Polish Promotional Emblem “Teraz Polska” [Poland Now] in the VI edition of The Competition for Innovative Projects for the CNBOP quarterly “Safety & Fire Technique”.

CNBOP-PIB maintained B category in the parametric assessment carried by the Ministry of Science and Higher Education of Poland. CNBOP-PIB was classified on the fourth position within the common assessment group.

In the rating carried by the Ministry of Science and Higher Education of Poland the Quarterly obtained 9 out of 10 points within its group, i.e. the B list.

**Научно-Исследовательский Центр Противопожарной Охраны им. Иосифа
Тулишковского – Государственный Исследовательский Институт
Самые важные события**



1972

Образование Исследовательно-экспериментальной организации противопожарной охраны (OBROP) в городе Юзефов-Дембнице на основе распоряжения № 81 Министра внутренних дел от 14 августа 1972 года (официальный журнал МВД Польши № 7, поз. 24).

Директор OBROP от 31 августа 1974 до 31 декабря 1974 **магистр инженер Зыгмунт СТАНОВСКИ**

Первое свидетельство о допущении изделия к продукции для порошкового агрегата AP50, номер свидетельства (1/72) было выдано OBROP и KG PSP на основе распоряжения № 25 MPC от 4 февраля 1965. Свидетельства допущения на этой основе были выданные в период 1972-1982 годов.

1974

OBROP установлен центром стандартизации в ведомстве внутренних дел на основе распоряжения № 66/67 Министра внутренних дел Польши.

1975

Директор OBROP от 1 марта 1975 до 31 декабря 1976 – **полковник противопожарной службы Владимеж СТРУСЬ**

1977

Директор OBROP от 1 января 1977 до 31 июля 1980 – **полковник противопожарной службы, магистр инженер Збигнев ГРЫНЧЕЛЬ**

1980

Директор OBROP от 1 августа 1980 до 31 октября 1982 – **профессор, доктор наук, инженер Виктор БАБУЛЬ**

1982



Директор OBROP/CNBOP от 11 ноября 1982 до 31 августа 1987 – **полковник противопожарной службы, профессор, кандидат наук, инженер Мирослав ЗДАНОВСКИ**

Изменение основ оценки изделий. В 1982-1992 годах для изделий были выданы сертификаты на основе распоряжения № 9/82 Главного коменданта государственной пожарной охраны от 30 мая 1982 относительно технических требований, которым должны соответствовать изделия и противопожарное оборудование, а также химические гасящие вещества.

1984

Преобразование OBROP в Научно-Исследовательский Центр Противопожарной Охраны (CNBOP), на основе распоряжения № 9/84 Министра Внутренних Дел от 28 января 1984.

1987

Директор CNBOP от 01 ноября 1987 до 15 июня 1992 – **полковник противопожарной службы, кандидат наук, инженер Хенрик ЯВОРСКИ**

1990

Начало распространения знаний Институт; участие в национальных и зарубежных выставках, конференциях и симпозиумах, введение семинаров CNBOP.

1992

Включение CNBOP в группу организационных единиц Государственной противопожарной службы в понятии закона от 24 августа 1991 о Государственной противопожарной службе.

Директор CNBOP от 15 июня 1992 до 30 сентября 1996 – **старший бригадир, кандидат наук, инженер Эугениуш В. РОГУСКИ**

Изменение основ для оценки изделий. С 1992 по 1998 изделиям выдавали свидетельства допущения на основе делегации закона от 24 августа 1991 года о противопожарной охране (Дневник законов 1991, № 81, поз. 351 со следующими изменениями) и на основе распоряжения МВД Республики Польша от 22 апреля 1992 года.



1995

Введение нового логотипа CNBOP.

1996

Получение аккредитации Польского центра исследований и сертификации:

Лабораторией исследований пожароопасных свойств материалов, номер сертификата L/60/1/96 (позже Отдел Лаборатория исследований пожароопасных свойств материалов, сертификат аккредитации № **AB 060** выдан Польским Центром Аккредитации),

Лабораторией насосов и водно-пенной арматуры, номер сертификата L59/1/96 (позже: Отдел Лаборатория технического оборудования Пожарной службы, сертификат аккредитации № **AB 059** выдан Польским Центром Аккредитации).

Директор CNBOP от 1 октября 1996 года до 27 февраля 2005 года - **старший бригадир, кандидат наук, инженер Рышард ЩИГЕЛ**

1997

CNBOP назван в честь Иосифа Тулишковского на основе распоряжения № 4 Министра внутренних дел и администрации от 23 января 1997 года (Официальный журнал Министерства внутренних дел и администрации № 2 поз. 22).

1998

Образование в CNBOP сертификационного отдела с целью проведения оценки соответствия изделий, выпускаемых на рынок и использованных в противопожарной охране.

Получение аккредитации Польского центра исследований и сертификации **Отделом-лабораторией аварийной сигнализации пожара и пожарной автоматики**, номер сертификата L207/1/98 (теперь **сертификат аккредитации № AB 207** выдан Польским Центром Аккредитации).

Изменение основ оценки изделий. В 1998-2007 годах сертификация изделий была ведена соответственно измененной 7 статьи Закона о противопожарной охране и распоряжения Министерства внутренних дел и администрации от 22 апреля 1998 года по вопросу изделий применяемых в противопожарной охране, которые могут быть внедрены на рынок и использованы исключительно на основе сертификата соответствия (Дневник законов 1998 № 55, поз. 362).

1999

Получение аккредитации Польского центра исследований и сертификации **Сертификационным департаментом**, номер сертификата 63/Cw-69/99 (теперь **сертификат аккредитации № AC 063** выдан Польским Центром Аккредитации).

2001

Получение аккредитации Польского центра исследований и сертификации тремя следующими исследовательскими лабораториями:

Отдел лаборатория технической противопожарной защиты получил сертификат аккредитации № L 305/1/2000 (позже сертификат аккредитации № **AB 305** выдан Польским Центром Аккредитации),

Лаборатория огнетушительных средств и подручного оборудования, № L 306/1/2000 (позже Отдел лаборатория технической противопожарной защиты, сертификат аккредитации № **AB 305** выдан Польским Центром Аккредитации),

Лаборатория автомобилей и оборудования получила сертификат аккредитации № L307/1/2000 (позже Отдел лаборатория технического оборудования противопожарной службы, сертификат аккредитации № **AB 059; AB060** выдан Польским Центром Аккредитации).

2002

Расширение деятельности CNBOP по вопросу тематики гражданской защиты на основе распоряжения Министра внутренних дел и администрации.

2003

Преобразование CNBOP из государственного бюджетного учреждения в исследовательско-экспериментальное учреждение соответственно Закона от 25 июля 1985 года о исследовательско-развивательных учреждениях. Включение CNBOP в Государственный судебный реестр (KRS). CNBOP получил авторизацию Министра экономики, труда и социальной политики в области директивы 89/686/EEG от 21 декабря 1989 года по унифицированию правовых норм Стран-Членов ЕС, касающихся средств индивидуальной защиты.

2004

Получение Центром (CNBOP) авторизации Министра инфраструктуры в области директивы 89/106/EEG от 21 декабря 1988 года по сближению законов и исполнительных актов Стран-Членов, касающихся строительных изделий.

CNBOP получил нотификацию **Европейской комиссии (номер идентификации 1438)** в области директив: 89/686/EEG от 21 декабря 1989 года по унифицированию правовых норм Стран-Членов ЕС, касающихся средств индивидуальной защиты, 89/106/EEG от 21 декабря 1988 года по сближению законов и исполнительных актов Стран-Членов, касающихся строительных изделий.

Образование Департамента технических одобрений, выполняющего задачи CNBOP в области регулирования распоряжения Министра инфраструктуры от 8 ноября 2004 года относительно технических одобрений и организационных единиц уполномоченных к их выдаче (Дневник законов № 249, поз. 2497).

CNBOP начал проводить оценку соответствия строительных изделий - в европейской системе оценки соответствия - маркировка CE, и в национальной систем оценки соответствия - строительная маркировка B.

2005

Исполняющий должность Директора CNBOP от 28 февраля 2005 года до 31 мая 2005 года - **старший бригадир, кандидат наук, инженер Владислав ВЕНГЖИН**

С 1 июня 2005 года на основе пункта 2 статьи 21 Закона от 25 июля 1985 года о исследовательско-экспериментальных учреждениях (Дневник законов от 2001 года № 33, поз. 228 со следующими изменениями) Министр внутренних дел и администрации назначил на должность Директора научно-исследовательского центра противопожарной охраны **Старшего бригадира, кандидата наук, инженера Эугениуша В. Рогуского**, выбранного путём конкурса соответственно распоряжения Министерства науки и высшего образования от 10 сентября 2001 года (Дневник законов № 101, поз. 1101).

2007

Изменение основ для оценки изделий. С 2007 изделиям выдавали свидетельства допущения на основе делегации статьи 7 Закона о противопожарной охране и Распоряжения Министерства внутренних дел и администрации Республики Польша от 20 июня 2007 года, измененным Распоряжением Министерства внутренних дел и администрации от 27 апреля 2010 года.

2009

На основе постановления Министра Науки и Высшего Образования (Обвещение № 8 от 31 марта 2009) издаваемый от 2006 года ежеквартальник CNBOP „Безопасность и Пожарная Техника” был вписан в список пунктированных журналов (за научные статьи опубликованные на колонках ежеквартальника „Безопасность и пожарная техника” признавалось 4 пункта к научным достижениям автора, с 2007 г - 6 пунктов, а с 2012 признается 7 пунктов).

Исполняющий должности Директора CNBOP от 01 февраля 2009 до 30 апреля 2009 - **младший бригадир, кандидат наук, магистр инженер Дариуш ВРУБЛЕВСКИ**

С 1 мая 2009 года на основе пункта 2, статьи 21 Закона от 25 июля 1985 года о исследовательско-экспериментальных учреждениях (Дневник законов от 2008 года № 159, поз. 993) Министр внутренних дел и администрации назначил на должность Директора научно-исследовательского центра противопожарной охраны **Младшего бригадира, кандидата наук, инженера Дариуша Врублевского**, избранного на основании конкурса соответственно распоряжения Министерства науки и высшего образования от 21 сентября 2007 года (Дневник законов № 182, поз. 1303).

2010

Совет министров дал Научно-Исследовательскому Центру Противопожарной Охраны им. Иосифа Тулишковского статус государственного исследовательского института (Дневник законов № 181, поз. 1291). Одновременно CNBOP-PIB вошёл в небольшую престижную группу государственных исследовательских институтов.

CNBOP-PIB вернул вторую категорию по оценке Министра науки и высшего образования в параметрической оценке (по настоящей классификации - категория В (Б))

2011

Получение аккредитации Польского центра аккредитации **Отделом Лабораторией процессов горения и взрывчатости**, сертификат аккредитации № **AB 1280**.

Введение нового логотипа CNBOP-PIB.

Получение номинации на польскую рекламную эмблему „Польша сегодня” в IV выпуске конкурса для инновационных проектов за образовательный проект „**Мультимедийные и телеинформатические инструменты, содействующие обучению местных обществ в рамках повышения их сопротивления угрозам, связанным со стихийными бедствиями и катастрофами**” в IV выпуске Конкурса Инновационных проектов.

2012



CNBOP награждён **Польской рекламной эмблемой „Польша Сегодня” в V выпуске Конкурса „Польша Сегодня” для Инновационных Проектов** за разработку инновационного „**Увлажняющего средства для тушения лесных и торфяных пожаров**”.

Награду SAWO Гран-при в категории „Другие изделия и решения связанные с темой Ярмарки SAWO” за Ежеквартальник „Безопасность и Пожарная Техника” Научно-исследовательскому Центру Противопожарной Охраны (CNBOP-PIB) присудил Министр труда и социальной политики во время XXI выпуска „Международной ярмарки охраны труда, противопожарной защиты и спасательных средств”.

2013

Получение номинации на польскую рекламную эмблему „Польша сегодня” для **Ежеквартальника CNBOP „Безопасность и пожарная техника” в VI выпуске Конкурса Инновационных проектов**.

CNBOP-PIB сохранил категорию В в параметрической оценке, проведённой Министерством Науки и Высшего Образования Польши. Институт находится на четвёртом месте в группе общей оценки.

В оценке журналов Министерства Науки и Высшего Образования в своей группе, т.е. в группе В, ежеквартальник CNBOP-PIB „Безопасность и Пожарная Техника» получил 9 из 10 возможных баллов.



Zeskanuj kod i wejdź na naszą stronę

Czytelnia.cnbop.pl