

BiTP

Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza **Safety & Fire Technique**



Vol. 40 Issue 4, 2015

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 2015

Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza

BiTP Vol. 40 Issue 4, 2015

X rok wydawania

KOMITET REDAKCYJNY

Redaktor Naczelny

bryg. dr inż. Dariusz Wróblewski

Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowarowej im. Józefa Tuliszowskiego Państwowy Instytut Badawczy

Przewodniczący Komitetu Redakcyjnego

Redaktor Działu Organizacja i Zarządzanie Strategiczne

dr inż. Eugeniusz W. Roguski

Redaktor Działu Badania i Rozwój

mł. bryg. dr inż. Joanna Rakowska – Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowarowej im. Józefa Tuliszowskiego Państwowy Instytut Badawczy

Redaktor Działu Technika i Technologia

dr Tomasz Węsierski – Szkoła Główna Służby Pożarniczej

Redaktor Działu Certyfikacja, Aprobata i Rekomendacje

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

Redaktor Działu Partnerstwo dla Innowacyjności na Rzecz Bezpieczeństwa

st. bryg. mgr inż. Krzysztof Biskup – Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowarowej im. Józefa Tuliszowskiego Państwowy Instytut Badawczy

Redaktor Działu Studium Przypadku – Analiza Zdarzeń

Rzeczywistych
nadbryg. Janusz Skulich

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

prof. dr hab. Bernard Wiśniewski – SGSP, Wyższa Szkoła Policji w Szczytnie

Redaktor Działu Postacie Pożarnictwa

mgr inż. Jan Kielin – Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowarowej im. Józefa Tuliszowskiego Państwowy Instytut Badawczy

Redaktor Działu Ratownictwo i Medycyna Katastrof

dr n. med. Magdalena Witt – Uniwersytet Medyczny w Poznaniu

Sekretarz Redakcji, Redaktor Językowy – język polski

mgr Julia Pinkiewicz

Redaktor Językowy – język angielski

Jan Stanisław Łopata

Redaktor Językowy – język rosyjski

mgr inż. Julia Mazur

Redaktor Statystyczny

dr Tomasz Węsierski

Przygotowanie do wydania:

mgr Anna Golińska

Elżbieta Muszyńska

© by Wydawnictwo Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwpowarowej im. Józefa Tuliszowskiego Państwowego Instytutu Badawczego
Nakład 150 egzemplarzy

Wersja papierowa jest wersją pierwotną.

RADA NAUKOWA

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 Климкин (Wiktor Iwanowicz Klimkin),

Oversight and Prevention Department of EMERCOM of Russia

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. dr inż. Venkatesh Kodur,

Michigan State University (Stany Zjednoczone)

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 Panczernej 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 przeciwpożarowej, 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

IC Journals Master List

13 pkt

7,26 pkt

Na podstawie decyzji Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego (Komunikat z dnia 18 grudnia 2015 roku) za artykuły naukowe opublikowane na łamach czasopisma przyznawane jest 13 punktów do dorobku naukowego.

Safety & Fire Technique/Безопасность и Пожарная Техника

BiTP Vol. 40 Issue 4, 2015

The Xth year of publishing/X год публикации журнала

EDITORIAL COMMITTEE/РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ ЖУРНАЛА

Editor-in-Chief/Главный Редактор

bryg. Dariusz Wróblewski, PhD/бригадир Дариуш Врублевски, д-р инж.
Scientific and Research Centre for Fire Protection – National Research Institute,
Poland/Научно-Исследовательский Центр Противопожарной Охраны
– Государственный Исследовательский Институт, Польша

Chairman of Editorial Committee/Возглавляющий Редакционного Совета

Section Editor: Organization and Strategic Management/

Редактор Отдела: Организация и Стратегическое Руководство

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

Section Editor: Research and Development/

Редактор Отдела: Исследования и развитие

mł. bryg. Joanna Rakowska, PhD / Иоанна Раковска, 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/

Редактор Отдела: Техника и технология

Tomasz Węsierski, PhD/Томаш Венсьерски, д-р – The Main School of Fire
Service (SGSP), Poland / Главная Школа Пожарной Службы (SGSP), Польша

Section Editor: Certification, Approvals and Recommendations/

Редактор Отдела: Сертификация, одобрения и рекомендации

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/

Редактор Отдела: Партнерство для развития в целях безопасности

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/

Редактор Отдела: Анализ реальных событий

nadbryg. Janusz Skulich/надбригадир Януш Скулик

Section Editor: Training and Knowledge Promotion/

Редактор Отдела: Обучение и пропагандирование знаний

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: Best Practice in Action/

Редактор Отдела: С практики для практики

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

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

Гуманитарные и общественные науки на благо безопасности

prof. Bernard Wiśniewski/ проф. Бернард Висьневски – The Main School of Fire
Service (SGSP), Police Academy in Szczepitno/Главная Школа Пожарной Службы
(SGSP), Высшая школа полиции в г. Щитно

Section Editor: People Involved in Firefighting/Редактор Отдела: Лица 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

Section Editor: Rescue and Disaster Medicine / Редактор Отдела: Служба спасения и медицина катастроф

Magdalena Witt, MD / Магдалена Витт, д-р мед. наук – Medical University in
Poznań, Poland / Медицинский университет в г. Познань, Польша

Editorial Secretary, Language Editor – Polish Language/ Секретарь

Редакции, языковой редактор – польский язык:

Julia Pinkiewicz, M.A./ Юлия Пинкевич

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

Jan Stanisław Łopata / 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 Венсьерски, 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

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

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

prof. Aleš Dudáček, PhD/проф. Алеш Дудачек, д-р инж.

Technical University of Ostrava, Czech Republic/Остравский Технический
Университет, Чехия

prof. Fan Weicheng/проф. Фан Вейчент

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

Oversight and Prevention Department of EMERCOM of Russia / Департамент
надзорной деятельности и профилактической работы 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. Venkatesh Kodur, PhD/проф. Венкатеш Кодур, д-р инж.

Michigan State University (USA) / Мичиганский университет (США)

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: 150 copies/экземпляров
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, занимающихся проблематикой кризисного управления, работникам научно-педагогических университетов и исследовательских институтов, заинтересованным 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. Ежеквартальник BiTP «Безопасность и Пожарная Техника» публикуется в открытом и бесплатном доступе т.е. каждый пользователь вправе 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

13 points/13 баллов

IC Journals Master List

7.26 points/7,26 балла

Under decision of the Minister of Science and Higher Education (The announcement of December 18, 2015) there are 13 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 18 декабря 2015 года) за статьи, опубликованные в Ежеквартальнике авторы получают 13 баллов, прибавляемых к результатам их научной деятельности..

SPIS TREŚCI

NAUKI HUMANISTYCZNE I SPOŁECZNE
NA RZECZ BEZPIECZEŃSTWA

- Analiza wybranych dokumentów planistycznych
pod względem zagrożenia awariami
przemysłowymi na przykładzie Poznania** 15
Maria Teresa Markiewicz

BADANIA I ROZWÓJ

- Gaszenie płomienia dyfuzyjnego przy pomocy
fal akustycznych** 29
Henryk Radomiak, Marlena Mazur,
Monika Zajemska, Dorota Musiał
- Wprowadzenie do komputerowego modelowania
zachowania się tłumu. Wybrane aspekty
psychologii tłumu** 39
Tadeusz Maciak, Mariusz Barański
- Obliczenie stacjonarnego pola temperatury
w wielowarstwowej płycie z uwzględnieniem
wewnętrznych źródeł ciepła w warunkach
nieidealnego kontaktu termicznego między
warstwami** 51
Tacy R.M., Pazen O.Yu.

CERTYFIKATY, APROBATY
I REKOMENDACJE

- Przegląd możliwości wykorzystania wybranego
sprzętu ratowniczo-gaśniczego w działaniach
jednostek ochrony przeciwpożarowej
w kontekście wymagań systemu dopuszczeń** 61
Joanna Kalinowska, Michał Chmiel
- Dobrowolna ocena wyrobów prowadzona przez
polskie i europejskie jednostki** 81
Jacek Zboina, Grzegorz Mroczo

TECHNIKA I TECHNOLOGIA

- Kompaktowe narzędzie elektrohydrauliczne
o dużej mocy do rozbijania obiektów z betonu
i skał kopalnianych podczas działań ratowniczych** 91
Tarkovskiy V.V., Vasilevich A.E., Balykin A.S.,
Stakheyko P.N., Levanovich A.V., Sakovich E.I.,
Filipovich S.M., Skripko A.N.
- Analiza porównawcza czujników
wykorzystywanych w czujkach gazu
do wczesnego wykrywania pożaru** 107
Kozubovskiy V.R., Misevich I.Z., Ivanchuk M.M.

SZKOLENIA I PROPAGOWANIE WIEDZY

- Instrukcja bezpieczeństwa pożarowego, scenariusz
pożarowy oraz próbna ewakuacja jako kluczowe
elementy zarządzania systemem bezpieczeństwa
pożarowego budynku** 123
Iwona Cłapa

Z PRAKTYKI DLA PRAKTYKI

- CBRN Analysis i SI Promień – porównanie
funkcjonalności oprogramowania do oceny
sytuacji skażeń** 133
Mariusz Młynarczyk, Paweł Maciejewski,
Marcin Szerszeń
- Ocena stanu bezpieczeństwa pracy w oparciu
o analizę wypadkowości bezwzględnej
i rodzajowej w zakładzie tworzyw sztucznych
i materiałów wybuchowych** 139
Dorota Wandzich, Grażyna Płaza

STUDIUM PRZYPADKU
– ANALIZA ZDARZEŃ RZECZYWISTYCH

- Analiza zagrożeń pożarowych związanych
z instalowaniem wkładów kominkowych
w istniejących budynkach na podstawie
rzeczywistych zdarzeń** 149
Tomasz Wiśniewski
- Recenzenci 2015** 167
Wytyczne dla Autorów 170
Nagrody CNBOP-PIB 183
Najważniejsze wydarzenia 190

TABLE OF CONTENT СОДЕРЖАНИЕ

HUMANITIES AND SOCIAL SCIENCES IN THE CONTEXT OF SAFETY ГУМАНИСТИЧЕСКИЕ И ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ НА БЛАГО БЕЗОПАСНОСТИ

- An Analysis of Selected Planning Documents in Context of Hazards Presented by Industrial Accidents: Case Study Involving Poznań**
Анализ выбранных документов планирования относительно угрозы промышленных аварий на примере г. Познань 15
Maria Teresa Markiewicz

RESEARCH AND DEVELOPMENT ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗВИТИЕ

- Extinguishing a diffusion flame with the aid of acoustic waves**
Тушение диффузионного пламени с помощью акустических волн 29
Henryk Radomiak, Marlena Mazur, Monika Zajemska, Dorota Musiał
- Introduction to Computer Modelling of Crowd Behaviour. Selected Aspects of Crowd Psychology**
Введение в компьютерное моделирование поведения толпы. Отдельные аспекты психологии толпы 39
Tadeusz Maciak, Mariusz Barański
- Calculation of a Stationary Temperature Field in a Multi-Layerd Panel with due regard to Internal Heat Sources Containing Non-Ideal Thermal Links Between Layers**
Расчет стационарного температурного поля в многослойной плите с учетом внутренних источников тепла при условиях неидеального теплового контакта между слоями 51
Tacy R.M., Pazen O.Yu.

CERTIFICATION, APPROVALS AND RECOMMENDATIONS СЕРТИФИКАЦИЯ, ОДОБРЕНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ

- Review of the Potential Exploitation of Selected Firefighting and Rescue Equipment during Incidents Addressed by Fire Service Units in the context of Requirements Stipulated by the Admittance Process**
Обзор возможностей использования выбранного спасательно-гасящего

- оборудования в деятельности подразделений пожарной охраны в контексте требований системы допусков** 61
Joanna Kalinowska, Michał Chmiel

- Voluntary product evaluation conducted by Polish and European organizations**
Добровольная оценка изделий, проводимая польскими и европейскими учреждениями 81
Jacek Zboina, Grzegorz Mroczko

TECHNIQUE AND TECHNOLOGY ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

- A powerful and Compact Electro-hydraulic Device for Demolishing Concrete Structures and Mining Rocks during Rescue Operations**
Мощное, компактное электрогидравлическое устройство для раскалывания объектов из бетона и горных пород при проведении спасательных работ 91
Tarkovskiy V.V., Vasilevich A.E., Balykin A.S., Stakheyko P.N., Levanovich A.V., Sakovich E.I., Filipovich S.M., Skripko A.N.
- Comparative Analysis of Sensors Contained in Gas Detectors Designed For Early Fire Detection**
Сравнительный анализ датчиков газовых извещателей для раннего обнаружения пожара 107
Kozubovskiy V.R., Misevich I.Z., Ivanchuk M.M.

TRAINING AND KNOWLEDGE PROMOTION ОБУЧЕНИЕ И ПРОПАГАНДИРОВАНИЕ ЗНАНИЙ

- Fire Safety Instruction, Fire Incident Scenario and Test Evacuation as Key Elements of the Fire Safety Management System Within Buildings**
Инструкция по пожарной безопасности, сценарий пожара и пробная эвакуация – как ключевые элементы управления системой пожарной безопасности здания 123
Iwona Ślapa

BEST PRACTICE IN ACTION С ПРАКТИКИ ДЛЯ ПРАКТИКИ

- CBRN Analysis and SI Promień – Comparison of the Functionality of the Software for the Assessment of Contamination**

CBRN Analysis и SI Promień – сравнение функциональности программного обеспечения для оценки ситуации загрязнения	133
Mariusz Młynarczyk, Paweł Maciejewski, Marcin Szerszeń	

Safety at Work Assessment Based on an Analysis of Severity and Nature of Accidents in a Plastics and Explosives Production Plant	
Оценка уровня безопасности труда на заводе искусственных и взрывчатых материалов на основе анализа тяжести и типов несчастных случаев	139
Dorota Wandzich, Grażyna Płaza	

CASE STUDY – ANALYSIS OF ACTUAL EVENTS
ТЕМАТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ – АНАЛИЗ РЕАЛЬНЫХ СОБЫТИЙ

Analysis of Fire Hazards Associated with the Installation of Fireplace Inserts in Existing Buildings, based on Actual Incidents	
Анализ пожарной угрозы, связанной с установкой каминных топок в уже построенных зданиях на основе реальных событий	149
Tomasz Wiśniewski	

Reviewers / Рецензенты 2015	167
Guide for authors / Правила для авторов	170
CNBOP-PIB Achievements / Достижения CNBOP-PIB	183
Major events / Самые важные события	190

CNBOP-PIB, grudzień 2015

Szanowni Czytelnicy,

To już 40. numer naszego czasopisma, którego wydanie zbiegło się w czasie z ogłoszeniem wyników ewaluacji czasopism naukowych Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Pragniemy Państwa poinformować, że nasze czasopismo uzyskało 13 punktów w ocenie czasopism naukowych Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Jest to wynik dwóch lat starań, aby treści publikowane w czasopiśmie prezentowały wysoki poziom naukowy, a także by proces wydawniczy był zgodny z najwyższymi standardami naukowymi. Dziękujemy wszystkim osobom zaangażowanym w proces tworzenia naszego czasopisma – szczególnie współpracującym z redakcją specjalistom, którzy recenzują zgłaszane do publikacji artykuły i którzy dbają, by na łamach „Bezpieczeństwa i Techniki Pożarniczej” pojawiały się materiały o wysokiej wartości naukowej. Dziękujemy również autorom, bez których czasopismo nie mogłoby istnieć, a którzy właśnie w naszym czasopiśmie zdecydowali się opublikować wyniki swoich badań.

Kwartalnik patronował w upływającym roku wielu wydarzeniom związanym z promowaniem bezpieczeństwa, a także został doceniony na arenie międzynarodowej i nagrodzony złotym medalem w VII edycji Europejskich Targów Kreatywności i Wynalazczości EUROINVENT.

W ostatnim tegorocznym numerze znalazło się 12 interesujących artykułów, spośród których Państwa uwadze chcieliśmy polecić artykuł zespołu autorskiego z Akademii Obrony Narodowej pt. *CBRN ANALYSIS I SI PROMIENŃ – porównanie funkcjonalności oprogramowania do oceny sytuacji skażeń*. Przedstawione w artykule porównanie SI PROMIENŃ z innym, wiodącym i rozwijanym od wielu lat narzędziem, przeznaczonym do oceny sytuacji skażeń i wymiany informacji o zdarzeniach CBRN, pozwoliło na obiektywną ocenę, zidentyfikowanie niedociągnięć oraz określenie kierunków jego rozwoju. Na podstawie analizy programów autorzy doszli do wniosku, że niewątpliwą zaletą SI Promień jest jego narodowy charakter, współpraca z Pakietem Grafiki Operacyjnej oraz kompatybilność z innymi analogicznymi rozwiązaniami. Przyszłość SI PROMIENŃ zależy jednak od podjęcia działań w kierunku jego certyfikacji potwierdzającej wiarygodność i niezawodność oprogramowania. Te dwie cechy powiązane z terminowym przepływem informacji mają decydujące znaczenie dla trafności podejmowanych decyzji, a tym samym stworzenia warunków do prowadzenia skutecznych działań interwencyjnych.

Świadomość zagrożeń i przyczyn pożarów to pierwszy krok do uchronienia się przed nimi. W Polsce z roku na rok coraz poważniejszym problemem są pożary spowodowane przez nieprawidłową eksploatację i montaż kominków. W artykule pt. *Analiza zagrożeń pożarowych związanych z instalowaniem wkładów kominkowych w istniejących budynkach na podstawie rzeczywistych zdarzeń* autorstwa Tomasza Wiśniewskiego przedstawiono główne przyczyny tego rodzaju zdarzeń. Przeanalizowano zaistniałe pożary oraz wskazano, jak w sposób bezpieczny instalować kominki i używać ich. Artykuł bez wątpienia stanowi cenne źródło wiedzy dla wszystkich zainteresowanych problematyką zagrożeń pożarowych, a w szczególności dla instalatorów kominków, a także specjalistów od zabezpieczeń przeciwpożarowych.

Zapraszamy do lektury, a w nadchodzącym roku życzymy Państwu wielu sukcesów na polu nauki i nieustająco zachęcamy do dzielenia się nimi właśnie na łamach kwartalnika „Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza”.

Komitet Redakcyjny

CNBOP-PIB, December 2015

Dear Readers,

We present you the 40th issue of our Journal. Its publication coincided with the announcement of the results of the scientific journals evaluation by the Ministry of Science and Higher Education.

After two years of our efforts to make the journal content represent high scientific quality, and render the publishing process consistent with the highest academic standards, we would like to inform you that our journal obtained 13 points in the evaluation of scientific journals carried out by the Ministry of Science and Higher Education. We would like to express our gratitude to all persons involved in the process of publishing our journal – particularly to the specialists who cooperate with the editorial staff and review the articles to be published. Their role is to care about high scientific value of the articles published in BiTP Journal. We would also like to thank the authors, without whom the magazine would not exist, and who decided to publish their own research results namely in our Journal.

This year the Quarterly provided patronage to a number of events, and was recognized at the international scene and awarded a gold medal in the seventh edition of the European Exhibition of Creativity and Innovation EUROINVENT.

In the last issue of the year there are 12 articles. We especially recommend to your attention the article written by the authors from the National Defence Academy, entitled *CBRN Analysis and SI Promień – Comparison of the Functionality of the Software for the Assessment of Contamination*. The article compares SI PROMIEN with another, leading and developed for many years tool designed for the assessment of contamination and exchange of information about CBRN. Comparative analysis of the programmes allowed for an objective assessment, identification of flaws and determination of the directions for the development of the programme. Based on the analysis of the software, the authors concluded that the advantage of SI PROMIEN comes down to its national character, cooperation with Graphics Package Operation, and compatibility with other analogous solutions. The future of SI PROMIEN depends on its certification confirming the credibility and reliability of the software. These two features are associated with the timely flow of information and are critical to the accuracy of decisions, and thus create the conditions for conducting effective interventions.

Awareness of the risks and causes of fires constitutes the first step to protection against them. Fires caused by improper use and installation of fireplaces are an increasingly serious problem. The article by Tomasz Wiśniewski, entitled *Analysis of Fire Hazards Associated with the Installation of Fireplace Inserts in Existing Buildings, based on Actual Incidents*, describes main causes of such events. The author analysed real fires and described how to properly install fireplaces and use them in a safe manner. The article undoubtedly is a valuable resource for all readers interested in the issues of fire hazards, especially for installers of fireplaces, as well as specialists in fire protection.

We invite you to read all the articles, and we wish you every success in your research in the upcoming year. As always, we encourage you to share its results in the “Safety and Fire Technique” Quarterly.

Editorial Committee

CNBOP-PIB, декабрь 2015

Уважаемые Читатели,

Представляем Вам уже 40 номер нашего журнала, публикация которого совпала с объявлением результатов оценки научных журналов Министерством Науки и Высшего Образования. После двух лет усилий, направленных на то, чтобы материалы, публикуемые в журнале, были самого высокого научного уровня, а также чтобы издательский процесс соответствовал самым высоким научным стандартам, мы хотели бы Вам сообщить, что наш журнал получил 13 баллов в оценке научных журналов Министерства Науки и Высшего Образования. Благодарим всех, кто принимал участие в процессе создания нашего журнала - особенно сотрудничающих с редакцией специалистов, которые занимаются рецензией направленных в редакцию статей и заботятся о том, чтобы на страницах журнала „Безопасность и Пожарная Техника” появлялись материалы высокого научного качества. Мы хотели бы также поблагодарить авторов, без которых журнал не мог бы существовать, а которые именно в нашем журнале решили опубликовать результаты своих исследований.

Под патронатом журнала в уходящем году прошло много мероприятий, связанных с пропагандой безопасности. Журнал был также признан на международном уровне и награждён золотой медалью в VII выпуске Европейской Ярмарки Креативности и Изобретательности EUROINVENT.

В последнем в этом году номере находятся 12 интересных статей, среди которых Вашему вниманию мы хотим предложить статью авторской группы и Академии Национальной Обороны под названием *CBRN Analysis u SI Promień – сравнение функциональности программного обеспечения для оценки ситуации загрязнения*. Представленное в статье сравнение SI Promień с другим, ведущим и разрабатываемым в течение многих лет инструментом, предназначенным для оценки ситуаций загрязнений и обмена информацией о происшествиях ХБРЯ, позволило провести объективную оценку, определение ограничений и направления развития. На основе анализа программ авторы пришли к выводу, что неоспоримым преимуществом SI Promień является её национальный характер, работа с PGO (пакетом оперативной графики) и совместимость с другими аналогичными решениями. Будущее программы SI Promień зависит однако от принятия мер, направленных на её сертификацию, которая подтвердит достоверность и целостность программного обеспечения. Эти две черты, вместе с своевременным потоком информации, имеют ключевое значение для точности принимаемых решений, и, тем самым, в создании условий для проведения эффективных интервенционных действий.

Осведомленность об угрозах и причинах пожаров - это первый шаг к защите от них. В Польше из года в год всё более серьёзной проблемой становятся пожары, вызванные неправильной эксплуатацией и инсталляцией каминов. В статье под названием *Анализ пожарной угрозы, связанной с установкой каминных топок в уже построенных зданиях на основе реальных событий* авторства Томаша Висьневского представлены главные причины таких событий. В статье проанализированы случившиеся пожары, а также указано, как безопасным способом устанавливать камины и пользоваться ими. Статья, без сомнений, является ценным источником знаний для всех, кто интересуется темой пожарных угроз, а особенно для специалистов по элементам пожарной защиты.

Мы предлагаем Вам прочитать настоящий номер журнала, а в наступающем новом году желаем Вам много успехов в сфере науки и, постоянно предлагаем делиться ими на страницах журнала „Безопасность и Пожарная Техника”.

Редакционный Совет



Kwartalnik naukowy „Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza” wydawany przez CNBOP-PIB to czasopismo kierowane do szerokiego grona odbiorców. Wydawnictwo łączy wiele dyscyplin naukowych, których wspólnym mianownikiem jest bezpieczeństwo. Artykuły naukowe publikowane na łamach BiTP są cennym źródłem wiedzy nie tylko dla naukowców zainteresowanych problematyką bezpieczeństwa, ale również inżynierów pożarnictwa, projektantów budynków i systemów zabezpieczeń przeciwpożarowych, a także rzeczoznawców i specjalistów ds. zabezpieczeń ppoż.

Każdy numer kwartalnika to zbiór kilkunastu starannie dobranych i recenzowanych artykułów, które zawierają m.in. najnowsze wyniki badań naukowych związanych z bezpieczeństwem oraz analizy technologii i rozwiązań w zakresie pożarnictwa.

Zakres tematyczny kwartalnika w wielu aspektach pokrywa się z głównymi celami Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Pożarnictwa takimi jak szerzenie wiedzy i postępu technicznego w zakresie ochrony przeciwpożarowej i ratownictwa oraz popularyzowanie tych zagadnień w społeczeństwie. Dlatego też uważam, że kwartalnik BiTP to bardzo ważna i godna polecenia pozycja wydawnicza dla osób zainteresowanych problematyką ochrony przeciwpożarowej, ochrony ludności i ratownictwa.

Bronisław Skaźnik
Prezes Stowarzyszenia Inżynierów
i Techników Pożarnictwa

dr inż. **Maria Teresa Markiewicz**¹

Przyjęty/Accepted/Принят: 24.11.2014;

Zrecenzowany/Reviewed/Рецензирована: 10.09.2015;

Opublikowany/Published/Опубликована: 31.12.2015;

Analiza wybranych dokumentów planistycznych pod względem zagrożenia awariami przemysłowymi na przykładzie Poznania

An Analysis of Selected Planning Documents in Context of Hazards Presented by Industrial Accidents: Case Study Involving Poznań

Анализ выбранных документов планирования относительно угрозы промышленных аварий на примере г. Познань

ABSTRAKT

Cel: Ocena dokumentów planistycznych z obszaru Poznania pod względem zapisów dotyczących zagrożenia poważnymi awariami przemysłowymi.

Wprowadzenie: Zakłady przemysłowe, w szczególności te zaliczane do zakładów o dużym ryzyku (ZDR) lub zakładów o zwiększonym ryzyku wystąpienia awarii przemysłowej (ZZR), w przypadku wystąpienia awarii mogą stanowić zagrożenie dla środowiska oraz mieszkańców i ich mienia. Planowanie przestrzenne jest jednym z narzędzi pozwalających na zmniejszanie tego zagrożenia poprzez odpowiednie zagospodarowanie terenów wokół takich zakładów, co powinno być odzwierciedlone w zapisach dokumentów planistycznych. Na terenie Poznania występuje 5 zakładów ZZR. Zakładów ZDR nie ma. Studium dla Poznania uchwalono w 1999 r. i uaktualniano je w latach 2008 i 2014. Tylko trzy spośród pięciu zakładów ZZR z Poznania objęte są miejscowymi planami.

Metodologia: Wykonywanie pracy przebiegało w następujących etapach: określenie lokalizacji zakładów ZZR na terenie Poznania, przyporządkowanie poszczególnym zakładom miejscowych planów, przeprowadzenie analizy zapisów dostępnych dokumentów planistycznych. W analizach wykorzystano metodę opisową.

Wnioski: Informacja o lokalizacji zakładu ZZR i zagrożeniu poważną awarią znajduje się tylko w jednym na trzy analizowane zestawy dokumentów planistycznych. Można to próbować wyjaśnić tym, że wszystkie analizowane miejscowe plany zostały uchwalone przed wprowadzeniem obowiązku ich opiniowania pod względem zagrożenia poważnymi awariami przemysłowymi i tylko jeden z rozważanych zakładów został zgłoszony jako ZZR przed uchwaleniem planu. Optymizmem nastrajają wyraźne zapisy – wprowadzone do aktualizacji studium z 2014 r. – o istniejących na terenie Poznania zakładach ZZR, strefach zagrożeń wokół nich i możliwościach wystąpienia poważnej awarii przemysłowej. Nie zaobserwowano, aby pojęcie odległości bezpiecznej było używane w praktyce planistycznej. W artykule przedstawiono regulacje prawne obowiązujące na dzień 15 września 2015 r. oraz propozycje zmian związanych z koniecznością dostosowania przepisów obowiązujących w Polsce do wymagań nowej Dyrektywy Seveso III, która weszła w życie 1 czerwca 2015 r. Zdaniem autorki warto zastanowić nad rozszerzeniem projektu Rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie ustalania bezpiecznej odległości przy lokalizacji zakładów stwarzających zagrożenie wystąpienia poważnej awarii o referencyjny model matematyczny do wyznaczania stref zagrożenia.

Słowa kluczowe: zagospodarowanie przestrzenne, Dyrektywa Seveso, poważna awaria przemysłowa

Typ artykułu: z praktyki dla praktyki

ABSTRACT

Aim: The evaluation of planning documents for Poznań area, in context of recording hazards presented by major industrial accidents.

Introduction: In case of an accident, industrial plants, particularly those categorised as high risk (higher category), or plants with an elevated industrial accident risk (lesser category), may be a source of danger to the environment, inhabitants of the area and their property. Regional development planning provides a facility to mitigate such a risk through suitable planning of developments in the immediate vicinity of industrial plants and this information should be reflected in planning documents. There are five plants with an elevated industrial accident risk potential located in Poznań. There are no plants categorised as high risk plants in the area. A study covering the Poznań area was adopted in 1999 and revised in 2008, and in 2014. Only three out of five plants with an elevated industrial accident risk potential in Poznań are encapsulated by local management plans.

¹ Politechnika Warszawska / Warsaw University of Technology; maria.markiewicz@is.pw.edu.pl;

Methodology: Work was performed in the following stages; identification of plant location in Poznań, assignment of area management plans to the plants and analysis of provisions within accessible planning documents. Descriptive methods were used in the analysis.

Conclusion: Information about the location of plants with an elevated risk of an industrial accident and danger of a serious accident were found in one of the three analysed planning documents. This may be explained by the fact that all analysed local management plans were adopted before the introduction of regulatory requirements to incorporate an opinion about dangers of a serious industrial accidents. Consequently only one plant under scrutiny was categorised as a plant with an elevated risk of an industrial accident before adoption of the plan. A degree of optimism is generated by clear records, revealing the existence of industrial plants with an elevated risk of industrial accidents in the Poznań region, identification of the danger zone surrounding the plants and potential for a serious industrial accident, which was introduced into the study update of 2014. There was no evidence to show that the concept of 'safe distance' was applied during planning. The article identified legal requirements effective from 15 September 2015, as well as proposed changes associated with the need to align Polish regulations to requirements of the new Seveso III Directive, which came into force on 1 June 2015. It may be pertinent to consider broadening draft regulations from the Minister for the Environment, dealing with the establishment of safe distances for the location of plants with a risk of a major accident, with the use of a mathematical reference model to identify danger zones.

Keywords: regional development planning, Seveso Directive, major industrial accident

Type of article: best practice in action

АННОТАЦИЯ

Цель: Оценка документов планирования на примере города Познань с точки зрения положений, касающихся угрозы возникновения серьёзных промышленных аварий.

Введение: Промышленные предприятия, в частности те, которые относятся к предприятиям большого риска (ZDR) или предприятиям повышенного риска возникновения промышленной аварии (ZZR), в случае возникновения аварии могут представлять угрозу для окружающей среды, жителей и имущества. Пространственное планирование является одним из инструментов, позволяющих снизить эту угрозу путем соответствующего использования районов вокруг предприятий, что должно быть отражено в документах планирования. На территории г. Познань находится пять предприятий повышенного риска возникновения промышленной аварии (ZZR). Предприятий большого риска (ZDR) нет. Анализ для г. Познань был принят в 1999 году и обновлен в 2008 и 2014 годах. Только 3 из 5 предприятий повышенного риска возникновения промышленной аварии в г. Познань взяты во внимание в местных планах.

Методология: Работа выполнялась следующими этапами: определение местоположения предприятий повышенного риска возникновения промышленной аварии (ZZR) на территории г. Познань, принадлежность местных планов к отдельным предприятиям, проведение анализа записей имеющихся документов планирования. В анализах использован описательный метод.

Выводы: Информация о месте нахождения предприятия повышенного риска возникновения промышленной аварии (ZZR) и угрозе крупной аварии присутствует лишь в одном из трех наборов анализируемых документов планирования. Это можно объяснить тем, что все анализируемые местные планы были приняты до введения их обязательной оценки касающейся угрозы возникновения крупных промышленных аварий, и только одно из рассматриваемых предприятий было определено как ZZR до принятия плана. Оптимистическими являются четкие записи о существующих предприятиях на территории г. Познань ZZR, зонах угрозы вокруг них и возможной крупной промышленной аварии, внедрённые до обновления анализа 2014 года.

Не замечено использования понятия безопасное расстояние в практике планирования. В статье представлены правовые нормы, действующие на день 15 сентября 2015 года, а также предложения изменений, связанные с необходимостью адаптации правил в Польше с требованиями новой директивы Севезо III, которая вступила в силу 1 июня 2015 года. Возможно было бы целесообразно рассмотреть вопрос расширения проекта Распоряжения Министра охраны окружающей среды относительно определения безопасного расстояния вокруг предприятий, представляющего угрозу крупной аварии, реферативной математической моделью для определения опасных зон.

Ключевые слова: пространственное планирование, Севезо, серьёзная промышленная авария

Вид статьи: с практики для практики

1. Wprowadzenie

Zakłady przemysłowe w przypadku wystąpienia awarii mogą stanowić zagrożenie dla środowiska oraz mieszkańców i ich mienia. Z tego względu niezwykle istotne jest podejmowanie działań, które prowadzą do zapobiegania wystąpieniu takich sytuacji oraz minimalizacji ich ewentualnych skutków. Planowanie przestrzenne jest jednym z narzędzi pozwalających na realizację tego celu. Dzieje się to poprzez odpowiednią lokalizację zakładów przemysłowych, jak również dzięki niedopuszczeniu do powstawania zabudowy mieszkaniowej oraz użyteczności publicznej w okolicy już istniejącego zakładu.

Głównymi dokumentami planistycznymi na poziomie gminy są: studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy oraz miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego. Studium określa politykę przestrzenną gminy. Zakres ustaleń studium musi być zgodny z art. 10 Ustawy z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz.U. z 2015 r., poz. 774) [1] i Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 28 kwietnia 2004 r. w sprawie wymaganego zakresu projektu studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego (Dz.U. z 2004 r. nr 118, poz. 1233) [2]. Na podstawie studium, przy uwzględnieniu zawartych w nim wytycznych, opracowywane są miejscowe plany. Zakres miejscowych planów określa art. 15 Ustawy z dnia

27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym [1] i Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 26 sierpnia 2003 r. w sprawie wymaganego zakresu projektu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego (Dz.U. z 2003 r. nr 164, poz. 1587) [3].

W dokumentach planistycznych, a także w prognozach oddziaływania na środowisko – sporządzanych obowiązkowo do tych dokumentów na mocy art. 46 Ustawy z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (Dz.U. z 2013, poz. 1235) [4] – należy uwzględnić zagrożenie wynikające z możliwych poważnych awarii przemysłowych.

Zgodnie z definicją zawartą w ustawie z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz.U. z 2015, poz. 933) [5] poważna awaria to „zdarzenie, w szczególności emisja, pożar lub eksplozja, powstałe w trakcie procesu przemysłowego, magazynowania lub transportu, w których występuje jedna lub więcej niebezpiecznych substancji, prowadzące do natychmiastowego powstania zagrożenia życia lub zdrowia ludzi lub środowiska, lub powstania takiego zagrożenia z opóźnieniem” [5, s. 7]. Gdy zdarzenie takie ma miejsce w zakładzie – rozumianym zgodnie z Ustawą jako „jedna lub kilka instalacji wraz z terenem, do którego prowadzą instalacje posiada tytuł prawny, oraz znajdujące się na nim urządzenia” [5, s. 14] – mamy wtedy do czynienia z poważną awarią przemysłową.

W publikacji przedstawiono ocenę wybranych dokumentów planistycznych dla Poznania pod względem zapisów związanych z zagrożeniem poważnymi awariami przemysłowymi. Analizy studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Poznania oraz wybranych miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego wraz z ich prognozami oddziaływania na środowisko zostały przeprowadzone w ramach pracy statutowej w Katedrze Ochrony i Kształtowania Środowiska na Wydziale Inżynierii Środowiska Politechniki Warszawskiej [6]. Realizacja pracy wymagała: określenia miejsc lokalizacji zakładów zagrożonych ryzykiem poważnej awarii przemysłowej na obszarze Poznania, przyporządkowania tym zakładom odpowiednich miejscowych planów i przeprowadzenia analizy zapisów tych dokumentów. Wykorzystano metodę opisową. Studium i miejscowe plany były zgromadzone na stronie internetowej Miejskiej Pracowni Urbanistycznej w Poznaniu, a prognozy oddziaływania na środowisko pracownia udostępniła na pisemną prośbę autorki.

2. Najważniejsze akty prawa międzynarodowego i Unii Europejskiej dotyczące uwzględniania zagrożenia awariami przemysłowymi w zagospodarowaniu przestrzennym

Wśród przepisów międzynarodowych najważniejsze są: Konwencja Europejskiej Komisji Gospodarczej Organizacji Narodów Zjednoczonych (EKG ONZ) w sprawie transgranicznych skutków awarii przemysłowych sporządzona w Helsinkach dnia 18 marca 1992 r., zwana Konwencją

awaryjną [7], Konwencja EKG ONZ o ocenach oddziaływania na środowisko w kontekście transgranicznym sporządzona w Espoo dnia 25 lutego 1991 r. [8] oraz Konwencja EKG ONZ o dostępie do informacji, udziale społeczeństwa w podejmowaniu decyzji oraz dostępie do sprawiedliwości w sprawach dotyczących środowiska, podpisana w Aarhus 25 czerwca 1998 roku [9].

Wśród najważniejszych przepisów Unii Europejskiej należy wymienić: Dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/18/UE z dnia 4 lipca 2012 r. w sprawie kontroli zagrożeń poważnymi awariami związanymi z substancjami niebezpiecznymi czyli tzw. Dyrektywę Seveso III [10], Dyrektywę Rady 2003/35/WE z dnia 26 maja 2003 r. przewidującą udział społeczeństwa w odniesieniu do sporządzania niektórych planów i programów w zakresie środowiska [11] oraz zmieniającą w odniesieniu do udziału społeczeństwa i dostępu do wymiaru sprawiedliwości Dyrektywę Rady 85/337/EWG [12] i 96/61/WE [13] oraz Dyrektywę 2001/42/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 27 czerwca 2001 r. w sprawie oceny wpływu niektórych planów i programów na środowisko czyli tzw. Dyrektywę SOOŚ [14].

Należy zaznaczyć, że Dyrektywa Seveso III zastąpiła obowiązującą do 31 maja 2015 r. Dyrektywę Rady 96/82/WE z dnia 9 grudnia 1996 r. dotyczącą zarządzania poważnymi awariami przemysłowymi z udziałem substancji niebezpiecznych czyli tzw. Dyrektywę Seveso II [15] i Dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2003/105/WE z dnia 16 grudnia 2003 r. nowelizującą zapisy Dyrektywy Seveso II [16]. Głównym celem nowej Dyrektywy było podniesienie poziomu ochrony przed awariami w sektorze gospodarującym substancjami niebezpiecznymi. Kluczowym powodem przyjęcia nowej regulacji była konieczność uwzględnienia zmian dotyczących klasyfikowania substancji i mieszanin chemicznych. Nowy system klasyfikacji substancji niebezpiecznych wprowadzony został Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1272/2008 z dnia 16 grudnia 2008 r. w sprawie klasyfikacji, oznakowania i pakowania substancji i mieszanin, zmieniając i uchylając Dyrektywę 67/548/EWG [17] i 1999/45/WE oraz zmieniając rozporządzenie (WE) nr 1907/2006 (Dz.Urz. UE L 353 z 31.12.2008) (Rozporządzenie CLP) [17].

W Dyrektywie Seveso III, oprócz zmian związanych z dostosowaniem kryteriów kwalifikacyjnych do Rozporządzenia CLP, konieczne było uwzględnienie aspektów określonych w Konwencji dotyczącej dostępu do informacji, udziału społeczeństwa w podejmowaniu decyzji oraz dostępu do wymiaru sprawiedliwości w sprawach dotyczących środowiska [9], a także dotyczących zagadnień związanych z zagospodarowaniem przestrzennym czy kontrolą instalacji. Termin transpozycji Dyrektywy Seveso III upłynął 31 maja 2015 r. Procedura ta nie została zakończona.

Warto zauważyć, że szczegółowe omówienie zapisów Dyrektywy Seveso III ze wskazaniem wprowadzonych zmian w stosunku do zapisów Dyrektywy Seveso II można znaleźć na przykład na stronie internetowej CIOP [18], z której pochodzi następujący cytat, odnoszący się do sposobu ujęcia w Dyrektywie Seveso III

kwestii planistycznych: „Duży nacisk został położony na zagadnienia związane z zagospodarowaniem przestrzennym, m.in. kontrolowaniem lokalizacji nowych zakładów, zmianach, które powinny zostać wprowadzone w istniejących zakładach oraz w ich otoczeniu, z uwzględnieniem tzw. bezpiecznych odległości lub wprowadzeniem dodatkowych środków technicznych, a także konieczności bliższej współpracy między różnymi organami, w tym również współpracy między państwami członkowskimi a Komisją”.

3. Regulacje prawne dotyczące uwzględniania zagrożenia poważnymi awariami przemysłowymi w zagospodarowaniu przestrzennym w Polsce

W artykule przedstawiono regulacje prawne obowiązujące w Polsce na dzień 15 września 2015 r., które są związane z tematyką pracy oraz propozycje zmian prawa krajowego, obecnie realizowane, które dostosowują je do postanowień Dyrektywy Seveso III.

W prawodawstwie polskim zagadnienia dotyczące poważnych awarii przemysłowych w nawiązaniu do zagospodarowania przestrzennego zawarte zostały przede wszystkim w Ustawie z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz.U. z 2015 r., poz. 933) [5], Ustawie z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz.U. z 2015 r., poz. 774) [1], Ustawie z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (Dz.U. z 2013 r., poz. 1235) [4], Ustawie z dnia 24 sierpnia 1991 r. o Państwowej Straży Pożarnej (Dz.U. z 2015 r., poz. 881) [19], Ustawie z dnia 20 lipca 1991 r. o Inspekcji Ochrony Środowiska (Dz.U. z 2015 r., poz. 1223) [20] oraz w szeregu akt wykonawczych wydanych na podstawie tych ustaw, które wymieniono w dalszej części artykułu.

Zgodnie z art. 73 Ustawy Prawo ochrony środowiska [5] lokalizacja zakładów stwarzających zagrożenie wystąpienia poważnej awarii powinna uwzględniać bezpieczne odległości od: budynków mieszkalnych oraz użyteczności publicznej, obszarów chronionych przepisami Ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (Dz.U. z 2015 r., poz. 1045) [21] oraz Ustawy z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne (Dz.U. z 2015 r., poz. 469) [22], upraw wieloletnich, dróg krajowych i linii kolejowych o znaczeniu państwowym. Lokalizowanie tych zakładów powinno odbywać się także w bezpiecznych odległościach od istniejących zakładów, których działalność może być powodem wystąpienia poważnej awarii. Dla istniejących zakładów, które zlokalizowane są bez zachowania bezpiecznych odległości, odpowiednie organy Inspekcji Ochrony Środowiska, po uzyskaniu opinii właściwego organu Państwowej Straży Pożarnej, mogą nakazać wprowadzenie dodatkowych rozwiązań technicznych w celu poprawy bezpieczeństwa ludzi.

Można zauważyć, że regulacje prawne nie podają ani definicji „odległości bezpiecznej” ani referencyjnej metodyki

jej wyznaczania. Próba definicji tego terminu pojawia się w opracowaniu wydanym przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska o charakterze wytycznych, a więc nieobligatoryjnym pt. *Metodologia określania bezpiecznych lokalizacji zakładów mogących powodować poważne awarie* [23] i brzmi: „jest to odległość pomiędzy obiektami stwarzającymi zagrożenie poważną awarią a obszarami wrażliwymi (np. osiedla mieszkaniowe, urzędy, obszary przyrodniczo chronione)” [23 s. 5].

Zgodnie z art. 248 Ustawy Prawo ochrony środowiska [5] zakłady stwarzające zagrożenie poważną awarią przemysłową, w zależności od rodzaju, kategorii i ilości substancji niebezpiecznej występującej w zakładzie, uznaje się za zakłady o dużym ryzyku wystąpienia awarii przemysłowej (ZDR) albo za zakłady o zwiększonym ryzyku wystąpienia awarii przemysłowej (ZZR). Rodzaje i ilości substancji niebezpiecznych, decydujące o zaliczeniu zakładu przemysłowego do któregoś z wymienionych rodzajów, określone są w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 9 kwietnia 2002 r. w sprawie rodzajów i ilości substancji niebezpiecznych, których znajdowanie się w zakładzie decyduje o zaliczeniu go do zakładu o zwiększonym ryzyku albo zakładu o dużym ryzyku wystąpienia poważnej awarii przemysłowej (Dz.U. z 2002 r. nr 58, poz. 535) [24].

Warto dodać, że jako potencjalnych sprawców poważnych awarii przemysłowych w raportach GIOŚ wymienia się również zakłady pozostałe, których działalność może spowodować awarię w rozumieniu przepisów określonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 30 grudnia 2002 r. w sprawie poważnych awarii objętych obowiązkiem zgłoszenia do Głównego Inspektora Ochrony Środowiska (Dz.U. z 2002 r. nr 5, poz. 58) [25]. Kryterium klasyfikacji do tej grupy zakładów stanowi występowanie na terenie zakładu substancji niebezpiecznych w ilości co najmniej 5% ilości, której posiadanie kwalifikuje zakład do grupy zakładów ZDR [26].

Zgodnie z art. 250 Ustawy Prawo ochrony środowiska [5] w celu oceny bezpieczeństwa w zakładach ZDR i ZZR sporządzane są specjalistyczne opracowania. Dla ZDR są to: program zapobiegania poważnym awariom przemysłowym, system bezpieczeństwa, raport o bezpieczeństwie oraz wewnętrzny i zewnętrzny plan operacyjno-ratowniczy. Dla ZZR wymagane jest sporządzenie programu zapobiegania awariom. Zawartość raportu o bezpieczeństwie i planów operacyjno-ratowniczych określają odpowiednio: Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 maja 2003 r. w sprawie wymagań, jakim powinien odpowiadać raport o bezpieczeństwie zakładu o dużym ryzyku (Dz.U. z 2003 r. nr 104, poz. 970) [27] i Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 17 lipca 2003 r. w sprawie wymagań, jakim powinny odpowiadać plany operacyjno-ratownicze (Dz.U. z 2003 r. nr 131, poz. 1219) [28].

Warto podkreślić, że informacje zawarte w tych opracowaniach mogą być bardzo pomocne przy sporządzaniu dokumentów planistycznych dotyczących zagospodarowania terenów wokół zakładów ZDR i ZZR i wyznaczaniu odległości bezpiecznych.

Ustawa Prawo ochrony środowiska [5] w art. 73 wprowadza zakaz lokalizowania nowych zakładów stwarzających zagrożenie dla życia lub zdrowia mieszkańców na terenach zwartej zabudowy wsi oraz w granicach administracyjnych miast, z wyjątkiem terenów przeznaczonych w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego pod działalność produkcyjną, składowanie i magazynowanie. Rozbudowa istniejących zakładów przemysłowych stwarzających zagrożenie wystąpienia poważnych awarii jest dopuszczalna na tych terenach, jeżeli przyczyni się do ograniczenia tego zagrożenia.

Art. 267 Ustawy Prawo ochrony środowiska [5] nakłada na Komendanta Wojewódzkiego Państwowej Straży Pożarnej obowiązek podania do publicznej wiadomości informacji o rejestrze substancji niebezpiecznych, grupach zakładów ZDR lub ZZR, które – zlokalizowane w niewielkiej odległości od siebie – mogą powodować zwiększenie ryzyka wystąpienia awarii przemysłowej oraz jej ewentualnych skutków, raportach bezpieczeństwa lub ich zmianach, zewnętrznych planach operacyjnych lub ich zmianach oraz instrukcjach postępowania dla mieszkańców w przypadku wystąpienia awarii. Zakres tych informacji określa Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 4 czerwca 2002 r. w sprawie szczegółowego zakresu informacji wymaganych do podania do publicznej wiadomości przez Komendanta Wojewódzkiego Państwowej Straży Pożarnej (Dz.U. 2002 r. nr 78, poz. 712) [29].

Zgodnie z Ustawą z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym [1] w dokumentach planistycznych opracowywanych na poziomie gminy, jakimi są studia uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy oraz miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego, należy uwzględnić problematykę zagrożenia poważnymi awariami przemysłowymi. Zgodnie z art. 11 ww. Ustawy, po podjęciu uchwały o przystąpieniu do sporządzenia studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy w zakresie lokalizacji ZZR oraz ZDR, a także zabudowy mieszkaniowej i przestrzeni publicznych w sąsiedztwie istniejących zakładów, konieczne jest jego zaopiniowanie przez właściwy organ Państwowej Straży Pożarnej i Wojewódzkiego Inspektora Ochrony Środowiska. W art. 11 Ustawa nakłada obowiązek takiego samego zaopiniowania w stosunku do projektów miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego. W art. 23 Ustawy organy te zostały uznane jako organy właściwe do współpracy przy sporządzaniu odpowiednio: projektu studium albo miejscowego planu polegającej na wyrażeniu opinii, składaniu wniosków oraz udostępniania informacji. Oznacza to, że są one źródłem informacji o możliwościach wystąpienia sytuacji wymagających określenia bezpiecznych odległości w otoczeniu zakładów ZDR lub ZZR. Przepisy te wprowadzono do Ustawy dopiero w 2010 r.

Warto zwrócić uwagę, że obowiązek opiniowania opracowań planistycznych nie obejmuje zakładów określanych terminem „zakłady pozostałe”, będących potencjalnymi sprawcami poważnych awarii przemysłowych poza ZZR i ZDR.

Dla sporządzanych dokumentów planistycznych ważna jest Ustawa z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko [4]. Ustawa wymienia dokumenty wymagające przeprowadzenia strategicznej oceny oddziaływania na środowisko, a także określa zakres prognozy oddziaływania na środowisko, sposób opiniowania i przyjęcia dokumentu oraz udział społeczeństwa w całej procedurze. Zgodnie z art. 51 tej Ustawy prognoza powinna m.in. określać, analizować i oceniać przewidywane znaczące oddziaływania na środowisko, jak również przedstawiać rozwiązania mające na celu zapobieganie, ograniczanie i kompensację przyrodniczą negatywnych oddziaływań na środowisko. Przed rokiem 2008 obowiązek sporządzania prognozy wynikał z Ustawy Prawo ochrony środowiska [5], a sposób jej wykonania określało Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 29 marca 1995 r. w sprawie określenia wymagań, jakim powinna odpowiadać prognoza skutków wpływu ustaleń miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego na środowisko przyrodnicze (Dz.U. 1995 r. nr 29, poz. 150) [30].

Do kontroli zakładów w zakresie poważnych awarii upoważnione są organy Inspekcji Ochrony Środowiska i Państwowej Straży Pożarnej. Kontrolę podmiotów korzystających ze środowiska w zakresie przeciwdziałania poważnym awariom oraz sprawowania nadzoru nad usuwaniem ich skutków, jako jedno z zadań przypisanych Inspekcji Ochrony Środowiska wymienia art. 2 Ustawy Inspekcja Ochrony Środowiska [20].

Zasady i tryb przeprowadzania kontroli zakładów, objętych przepisami w zakresie poważnych awarii wykonywanych przez właściwe organy Państwowej Straży Pożarnej, regulują art. 269 Ustawy Prawo ochrony środowiska [5] i art. 23 Ustawy o Państwowej Straży Pożarnej [19]. Wydane Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 24 października 2005 r. w sprawie czynności kontrolno-rozpoznawczych przeprowadzanych przez Państwową Straż Pożarną (Dz.U. nr 225, poz. 1934) [31] ma umożliwić właściwą realizację tych czynności oraz ich dokumentację.

We wspomnianej *Metodologii określania bezpiecznych lokalizacji zakładów mogących powodować poważne awarie* [23], [32] przedstawiona została metoda wyznaczania bezpiecznych odległości od zakładów ZZR lub ZDR, gdy planowana jest budowa nowego obiektu przemysłowego, przebudowa, rozbudowa lub modernizacja istniejącego obiektu tego rodzaju, a także gdy istnieje zamiar zbliżenia obiektów mieszkalnych, usługowych lub użyteczności publicznej do istniejących obiektów ZZR lub ZDR. Odległości bezpieczne, podane w formie tabelarycznej, opracowane zostały w oparciu o doświadczenie użytkowników instalacji, opinie ekspertów oraz dane historyczne. Nie zależą one natomiast od położenia obiektu, jego charakterystyki oraz stosowanych w zakładzie zabezpieczeń.

Przy opracowywaniu studiów uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy zaleca się stosowanie tabeli klasyfikacyjnej, zawierającej wstępne

odległości bezpieczne, w której uwzględniona została tylko ogólna klasyfikacja obiektu i rodzaj przemysłu. Przy opracowaniu miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego zalecana jest tabela klasyfikacyjna, która zawiera szczegółowe wartości odległości bezpiecznych, a także w której uwzględnione zostały – poza rodzajem przemysłu – także rodzaj i ilość substancji niebezpiecznych oraz wielkość największego zbiornika na terenie zakładu.

W przypadku braku danych w tabelach dla danego zakładu lub potrzeby przeprowadzenia wnikliwszych analiz dopuszcza się stosowanie dodatkowych procedur w celu wyznaczenia odległości bezpiecznej. W procedurze tej do wyznaczenia zasięgów oddziaływania potencjalnych rodzajów awarii przemysłowych (stref zagrożenia wokół zakładów) wykorzystywane są modele matematyczne. Uwolnienia do powietrza substancji niebezpiecznych, do których dochodzi w większości awarii przemysłowych, wymagają zastosowania modeli rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w powietrzu atmosferycznym, w szczególności modeli rozprzestrzeniania się gazów cięższych od powietrza. Jest to praca dla eksperta. Przegląd modeli rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w powietrzu można znaleźć na przykład w pracach Markiewicz [33], [34], [35].

Należy podkreślić, że modeli tych jest bardzo dużo i nawet te najczęściej używane w zastosowaniach praktycznych istotnie różnią się między sobą pod względem szczegółowości opisów zjawisk związanych z rozprzestrzenianiem się zanieczyszczeń i wymagań co do danych wejściowych.

Podejścia dotyczące oceny ryzyka zagrożenia awarią przemysłową dla celów planistycznych są zróżnicowane w poszczególnych krajach Unii Europejskiej. Ocena ta może być realizowana z wykorzystaniem trzech rodzajów metod: metody deterministycznej tzn. z użyciem „najgorszego, możliwego scenariusza awarii” lub tabelarycznych odległości bezpiecznych, metody probabilistycznej tzn. oceny ilościowej ryzyka lub metody analizy wielokryterialnej [36–46]. Metoda z użyciem tabelarycznych odległości bezpiecznych – zalecana do stosowania w Polsce przy sporządzaniu opracowań planistycznych, opisana w *Metodologii...* – należy do metod najprostszych.

Dostosowanie regulacji krajowych do postanowień dyrektywy Seveso III jest realizowane Ustawą z dnia 23 lipca 2015 r. o zmianie Ustawy Prawo ochrony środowiska oraz niektórych innych ustaw [47]. Ustawa nowelizująca wprowadza przede wszystkim niezbędne przepisy do Ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska [5] oraz szeregu rozporządzeń wykonawczych. Są one głównie w gestii ministra gospodarki i dotyczą: rodzajów i ilości substancji niebezpiecznych, których znajdowanie się w zakładzie decyduje o zaliczeniu go do zakładu o zwiększonym ryzyku albo zakładu o dużym ryzyku wystąpienia poważnej awarii przemysłowej [24]; wymagań, jakim powinien odpowiadać raport o bezpieczeństwie zakładu o dużym ryzyku [27]; wymagań, jakim powinny odpowiadać plany operacyjno-ratownicze [28]; szczegółowego zakresu informacji wymaganych do podania do publicznej wiadomości przez Komendanta Wojewódzkiego Państwowej

Straży Pożarnej [29]. Do Ustawy Prawo ochrony środowiska wprowadza się upoważnienie do wydania rozporządzenia, określającego kryteria ustalania bezpiecznych lokalizacji zakładów ZDR lub ZZR [48].

Poza wymienionymi wyżej aktami prawnymi nowelizacji wymagały: Ustawa z dnia 20 lipca 1991 r. o Inspekcji Ochrony Środowiska [20] oraz wydane na jej podstawie Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 grudnia 2002 r. w sprawie poważnych awarii objętych obowiązkiem zgłoszenia do Głównego Inspektora Ochrony Środowiska [25]; Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym [1]; Ustawa z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko [4]; Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o Państwowej Straży Pożarnej [19] oraz wydane na jej podstawie Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 24 października 2005 r. w sprawie czynności kontrolno-rozpoznawczych przeprowadzanych przez Państwową Straż Pożarną [31].

Proponowane przepisy dostosowują przede wszystkim istniejący system klasyfikacji zakładów ZDR lub ZZR do nowego systemu klasyfikacji substancji i mieszanin. Przyjęto, że prowadzący zakłady ZDR lub ZZR będą zobowiązani do wdrożenia programu zapobiegania poważnym awariom przemysłowym za pomocą systemu zarządzania bezpieczeństwem. System ten powinien zagwarantować odpowiedni w stosunku do zagrożeń poziom ochrony ludzi i środowiska. Wprowadzono ponadto obowiązek stałej aktualizacji tego programu. Ponadto uszczegółowiono zakres informacji, które musi uwzględniać dokumentacja opracowywana przez prowadzących zakłady o dużym i zwiększonym ryzyku wystąpienia poważnej awarii przemysłowej. Określono zasady i tryb przeprowadzenia kontroli (w tym wspólnych kontroli Państwowej Straży Pożarnej i Inspekcji Ochrony Środowiska) w zakładach ZDR i ZZR. Wzmocniono również wymogi dotyczące dostępu społeczeństwa do informacji o zagrożeniach poważnymi awariami.

Najważniejsze zmiany dotyczące zagadnień związanych z zagospodarowaniem przestrzennym obejmują: propozycję wydania nowego rozporządzenia przez ministra środowiska, w którym określone zostaną: sposób ustalania bezpiecznej odległości, rodzaje poważnych awarii przemysłowych, których potencjalne skutki należy uwzględnić przy ustalaniu takiej odległości, parametry graniczne oddziaływania potencjalnych skutków poważnych awarii przemysłowych oraz wprowadzenie konieczności uzgadniania decyzji lokalizacji inwestycji celu publicznego oraz decyzji o warunkach zabudowy z organami Inspekcji Środowiska i Państwowej Straży Pożarnej [49].

4. Zakłady zagrożone ryzykiem poważnej awarii przemysłowej i sytuacja planistyczna w Poznaniu

Zgodnie z Informacją o stanie bezpieczeństwa i ratownictwa miasta Poznania i powiatu poznańskiego za rok 2012

[50], przygotowaną przez Komendę Miejską Państwowej Straży Pożarnej w Poznaniu, w mieście tym znajduje się 5 ZZR i 15 zakładów pozostałych, których działalność może spowodować wystąpienie poważnej awarii przemysłowej, nie funkcjonuje natomiast żaden zakład zaliczony do ZZR. Do ZZR należą:

1. Wyborowa S.A. – zakład znajduje się przy ulicy Janikowskiej, substancją niebezpieczną decydującą o zakwalifikowaniu do ZZR jest spirytus, przechowywany w zbiornikach magazynowych. Zakład jest na liście ZZR od 2002 r.
2. Kompania Piwowarska S.A. – zakład znajduje się przy ulicy Szwajcarskiej, substancją niebezpieczną decydującą o zakwalifikowaniu do ZZR jest amoniak, obecny w instalacjach chłodniczych. Zakład jest na liście ZZR od 2002 r.
3. ADOB Sp. z o.o. Sp.k. – zakład znajduje się przy ulicy Kołodzieja, substancjami niebezpiecznymi decydującymi o zakwalifikowaniu do ZZR są: kwas azotowy, jodan potasu, azotan potasu, nadtlenek wodoru, woda amoniakalna, jod, węglan miedzi, tlenek cynku oraz siarczany manganu, przechowywane w zbiornikach magazynowych, paletopojemnikach, a także w 25-kilogramowych workach. Zakład jest na liście ZZR od 2007 r.
4. HADEx GAZ Sp. z o.o. – zakład znajduje się przy ulicy Dąbrowskiego, substancją niebezpieczną decydującą o zakwalifikowaniu do ZZR jest propan-butan, znajdujący się w instalacjach technologicznych oraz przechowywany w zbiornikach magazynowych. Zakład jest na liście ZZR od 2009 r.
5. BROS Sp.j. – zakład znajduje się przy ulicy Karpia, substancją niebezpieczną decydującą o zakwalifikowaniu do ZZR jest propan-butan, znajdujący się w instalacjach technologicznych, zbiornikach magazynowych i opakowaniach jednostkowych na paletach zbiorczych. Zakład jest na liście ZZR od 2009 r.

Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Poznania aktualizowane było kolejno w latach 2008 i 2012. Podjęta w 2012 r. aktualizacja studium, została zakończona uchwaleniem studium w roku 2014 [51]. W nowej wersji studium zagrożenie poważnymi awariami przemysłowymi poruszone jest w części omawiającej uwarunkowania rozwoju w podrozdziale 5.3 pt. „Uwarunkowania wynikające z zagrożenia bezpieczeństwa ludności i jej mienia”. Wymienione zostały zarówno zakłady ZZR występujące w mieście, jak i pozostałe zakłady będące potencjalnymi sprawcami poważnych awarii, ujęte w rejestrze Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska. Podano, że maksymalny promień skażeń waha się od 0,8 do 3,5 km. Dodatkowo podano, że w 14 podmiotach przechowywane są niebezpieczne substancje chemiczne, których szkodliwe oddziaływanie na ludzi może zaistnieć w promieniu do 1,6 km. Dalej

czytamy: „Na terenie miasta Poznania w latach 2009–2012 nie odnotowano poważnych awarii przemysłowych, które wpłynęłyby w znaczący sposób na stan środowiska lub mogłyby stworzyć powszechne niebezpieczeństwo dla ludzi. Wystąpiło jedno zdarzenie o znamionach poważnych awarii w roku 2011” [51, s. 82].

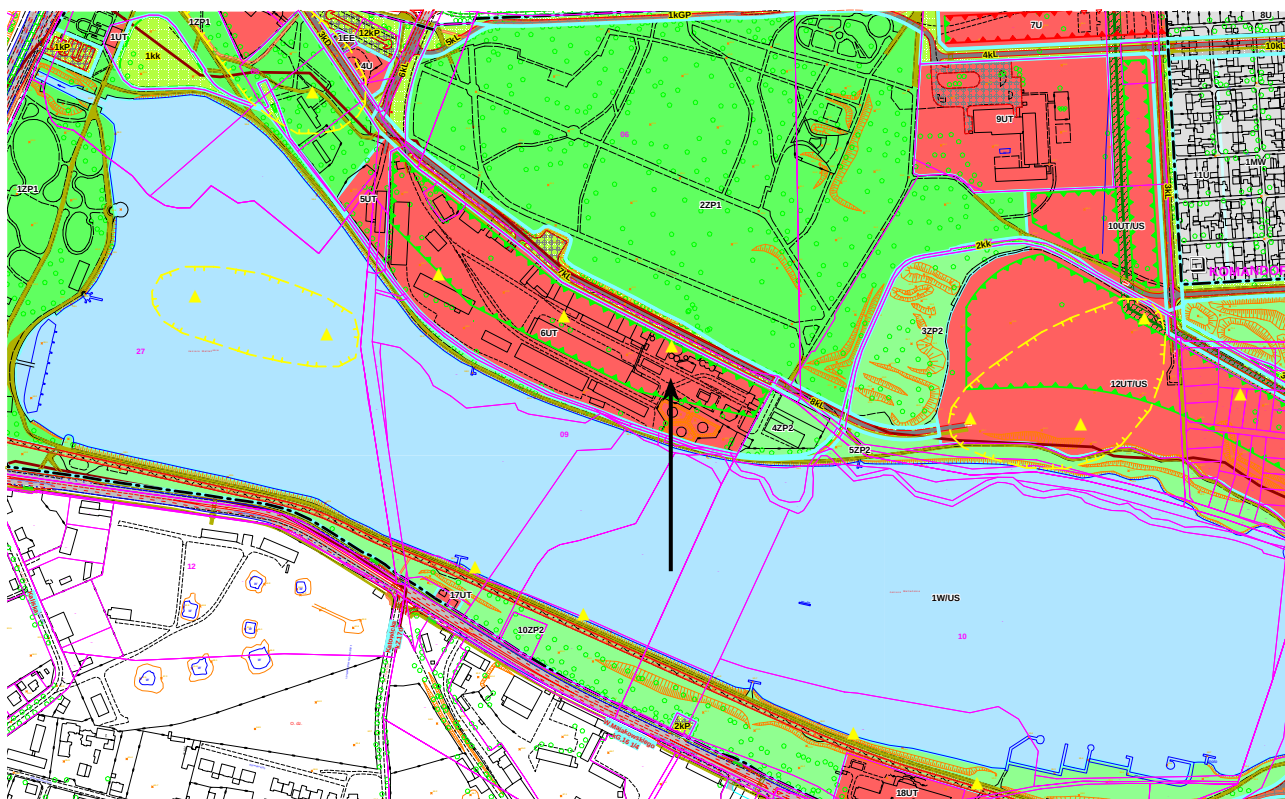
W prognozie oddziaływania na środowisko do aktualizacji studium nie występuje tematyka zagrożenia awariami przemysłowymi [44].

Sytuacja planistyczna na obszarze Poznania jest bardzo dobra. Dane z dnia 30 listopada 2013 r. zawarte w uaktualnianej wersji studium potwierdzają, że w mieście obowiązuje 177 miejscowych planów, a kolejne 129 jest w opracowaniu. Pokrycie obszaru Poznania planami uchwalonymi wynosi 41%, a sporządzanymi 27%, co łącznie wynosi 68%.

Obecnie obowiązujące miejscowe plany nie pokrywają obszarów, na których położone są zakłady Kompania Piwowarska S.A. i HADEx GAZ Sp. z o.o. Analizie poddane zostały zatem trzy wybrane miejscowe plany dla Poznania, na których położone są pozostałe trzy z pięciu zakładów ZZR.

5. Analiza miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego i prognoz oddziaływania na środowisko pod względem zapisów dotyczących zakładów przemysłowych stwarzających ryzyko wystąpienia poważnej awarii przemysłowej w Poznaniu

Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego obszaru „Malta” uchwalony został 23 kwietnia 2002 r. [53]. Zakres planu obejmuje między innymi teren zakładu Wyborowa S.A. Teren zakładu ZZR na rycinie planu oznaczony został symbolem 6UT, czyli tereny usług rekreacyjnych (ryc. 1). Zgodnie z § 9 uchwały miejscowego planu, teren zakładu ma zostać przekształcony z obecnej funkcji na usługi rekreacyjno-sportowe. W tekście planu czytamy m.in.: „ustala się, w ciągu 15 lat od daty podjęcia niniejszej uchwały, przekształcenie terenu Zakładów Przemysłu Spirytusowego Wyborowa S.A. na tereny usług rekreacyjno-sportowych, oznaczone na rysunku planu symbolem 6UT” [53, s. 11]. Do czasu uzyskania docelowego przeznaczenia plan zezwala na obecne zagospodarowanie. Ogranicza możliwość rozbudowy i modernizacji istniejących budynków, nakazując także likwidację tymczasowych budynków gospodarczych oraz wiat. Wskazuje również na konieczność odnowienia elewacji budynków istniejących. W miejscowym planie nie pojawiają się zapisy dotyczące zagrożenia wystąpieniem poważnej awarii przemysłowej, nie zostały także wskazane odległości bezpieczne.



Ryc. 1. Fragment rysunku miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego obszaru „Malta” w Poznaniu. Lokalizację zakładu ZZR Wyborowa S.A. zaznaczono strzałką. Oryginalny rysunek planu jest sporządzony w skali 1:4000, jednak zamieszczony fragment planu nie zachowuje skali.

Legenda: ■ wody powierzchniowe, ■ zielen urządzona, ■ usługi

Fig. 1. A fragment of the map showing the area management plan for “Malta” district in Poznań. The location of the lower risk category establishment “Wyborowa” S.A. is shown by an arrow. The original map of the area management plan is drawn using a scale of 1:4000 however, the fragment of the map in the illustration does not correspond to the scale.

Legend: ■ surface water, ■ green belt area, ■ commercial area

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [53].

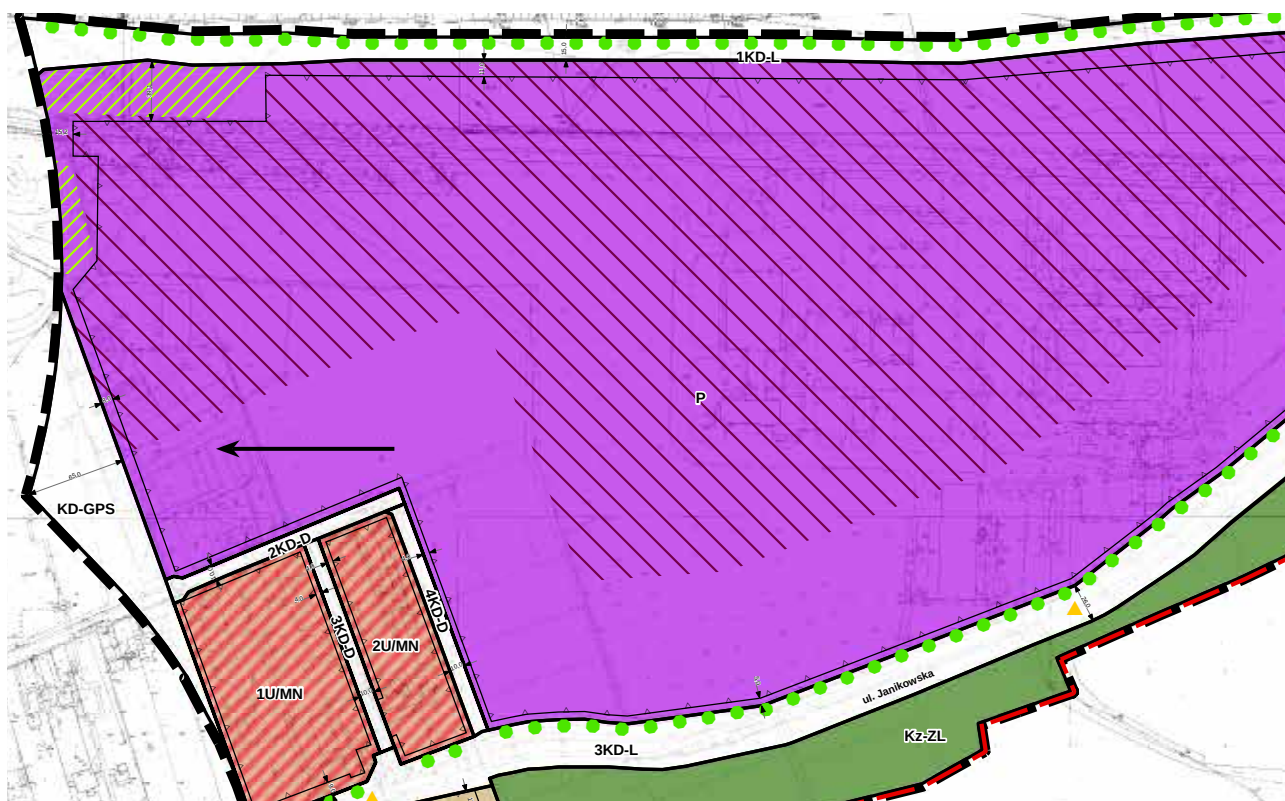
Source: Own elaboration adapted from [53].

Prognozę do miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego obszaru „Malta” sporządzono w 2000 r. [54]. W odniesieniu do zakładu Wyborowa S.A. używana w niej jest dawna nazwa Poznańskie Zakłady Spirytusowe „Polmos”. Wzmianki o zakładzie znajdują się w części tekstowej w rozdziałach 3, 4 i 5. W rozdziale 3 pt. „Aktualny stan środowiska i uwarunkowania przyrodnicze do planu” Czytamy m.in.: „Obecnie na terenach objętych MPZP znajdują się: (...) obiekty aktywności gospodarczej m.in. Poznańskie Zakłady Spirytusowe – «Polmos»” [54, s. 7]. W rozdziale 4 pt. „Ocena stanu środowiska przyrodniczego, warunków do rekreacji, wypoczynku i życia człowieka na obszarze planu miejscowego «Malta» w Poznaniu” czytamy m.in.: „(...) w obrębie planu potencjalnym źródłem degradacji środowiska mogą być stacje paliw i magazyny «Polmosu»” [54, s. 20]. W rozdziale 5 pt. „Prognoza skutków wpływu ustaleń planu na środowisko” znajdują się m.in. zapisy: „W porównaniu z dotychczasowym zagospodarowaniem nowy plan: (...) docelowo ustala zmianę terenów aktywności gospodarczej (Zakłady Przemysłu Spirytusowego «Polmos» i baza techniczna Zarządu Zieleni Miejskiej przy ul. Świętojańskiej) na tereny usług rekreacyjnych, turystycznych i hotelowych” [54, s. 24] i „Ustalając docelowo w ciągu 10 lat likwidację Zakładów Spirytusowych «Polmos»

i przekształcenie zajmowanych przez niego terenów na tereny usług turystycznych, plan likwiduje jedyny na jego obszarze teren aktywności gospodarczej, nie mieszczący się w funkcjach przewidywanych dla terenów zielonych [54, s. 30]”.

W tekście prognozy brak jest jakichkolwiek informacji o zaliczeniu zakładu do ZZR i zagrożeniu poważną awarią przemysłową. Zakład stał się ZZR w 2002 r. Również w tym roku uchwalono miejscowy plan. Prawdopodobnie było to przed zaliczeniem zakładu do ZZR. W prognozie występuje pewna niezgodność znajdujących się tam zapisów z zapisami planu. Użyto innej nazwy zakładu i podano inny termin zamknięcia. Rysunek prognozy był niedostępny.

Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego obszaru „Janikowo 1” został przyjęty uchwałą z dnia 4 listopada 2008 r. [55]. W zakres obszaru planu wchodzi teren zakładu ADOB Sp. z o.o. Sp.k. (ryc. 2). Teren ZZR wchodzi w skład obszaru oznaczonego na rysunku planu symbolem P, czyli terenów zabudowy techniczno-produkcyjnej. W uchwale miejscowego planu brak jest zapisów dotyczących istniejącego ZZR. W bliskiej odległości, przy oddzieleniu drogą lokalną, przebiega linia zabudowy dla terenów usług z dopuszczeniem zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej.



Ryc. 2. Fragment rysunku miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego obszaru „Janikowo 1” w Poznaniu. Lokalizację zakładu ZZR ADOB Sp. z o.o. Sp.k. zaznaczono strzałką. Oryginalny rysunek planu jest sporządzony w skali 1:2000, jednak zamieszczony fragment planu nie zachowuje skali.

Legenda: przemysł, usługi/zabudowa mieszkaniowa jednorodzinna, zielen naturalna

Fig. 2. A fragment of the map showing the area management plan for “Janikowo 1” district in Poznań. The location of the lower risk category establishment ADOB Sp. Z o.o. Sp.k. is shown by an arrow. The original map of the area management plan is drawn using a scale of 1:2000 however, the fragment of the map in the illustration does not correspond to the scale.

Legend: industry, commercial/housing area, green belt area

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [55].

Source: Own elaboration adapted from [55].

Prognoza została wykonana w 2008 r. [56]. Wzmianki o zakładzie ADOB SP z o.o. znajdują się w rozdziałach 4 i 5. W rozdziale 4 pt. „Charakterystyka stanu funkcjonowania środowiska” czytamy m.in.: „Układ funkcjonalno-przestrzenny badanego obszaru rozdzielony jest ulicą Janikowską. Na północ od tej ulicy znajdują się tereny przemysłowe oraz usługowo-produkcyjne, w tym jeden z większych zakładów w Poznaniu – zakłady przemysłu spirytusowego Wyborowa S.A. oraz przedsiębiorstwo produkujące nawozy azotowe ADOB. (...) Istnieje niebezpieczeństwo wystąpienia poważnej awarii, co może mieć duże skutki i nieść niebezpieczeństwo skażenia środowiska, a przez to być niebezpieczne dla pracowników i mieszkańców tego obszaru. Istniejący zakład produkcyjny ADOB, wytwarzający m.in. płynne nawozy azotowe, z uwagi na technologię produkcji został zakwalifikowany jako przedsięwzięcie mogące znacząco oddziaływać na środowisko. (...) Zakład ten został zaliczony do zakładów zwiększonego ryzyka wystąpienia awarii i zgłoszony do Komendy Miejskiej Straży Pożarnej. (...) Podsumowując, środowisko na analizowanym obszarze jest w dużym stopniu zagrożone, wymagane są różne działania zabezpieczające obszar objęty planem, zwłaszcza poprzez wyznaczenie nieprzekraczalnej granicy

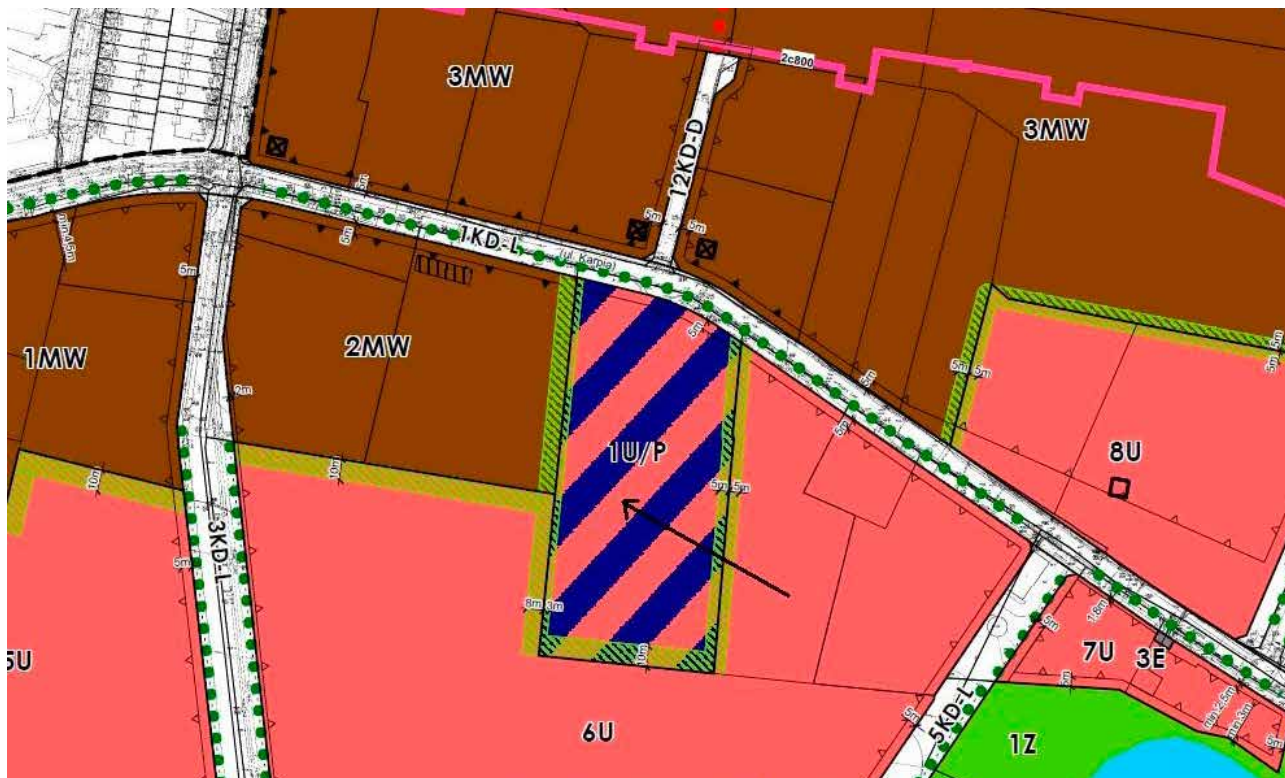
dla terenów przemysłowych, tak aby w jak największym stopniu ograniczyć ich negatywny wpływ na środowisko, a jednocześnie umożliwić funkcjonowanie i rozwój w ramach wyznaczonego obszaru” [55, s. 13]. W rozdziale 5 pt. „Ocena rozwiązań funkcjonalno-przestrzennych zawartych w projekcie planu miejscowego” czytamy m.in.: „Realizacja zabudowy produkcyjnej w planie skutkuje potencjalnymi zagrożeniami dla środowiska i może wpłynąć na warunki życia i zdrowia ludzi. Z drugiej strony ustalenia planu zapewniają kontrolowany rozwój zabudowy o funkcjach techniczno-produkcyjnych, zapewniają zachowanie terenów zieleni i w sposób odpowiedni wyznaczają granice zabudowy mieszkaniowej, tak aby nie dochodziło do konfliktów funkcjonalno-przestrzennych między poszczególnymi obszarami” [55, s. 13].

W tekście prognozy jest więc zarówno podana informacja o tym, że zakład ADOB należy do zakładów zwiększonego ryzyka zagrożenia poważną awarią, jak i informacja, że taka awaria może nieść niebezpieczeństwo dla ludzi i środowiska. Rysunek prognozy był niedostępny.

Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego obszaru „Naramowice – ul. Karpią” został uchwalony 7 kwietnia 2009 roku [57]. Do obszaru objętego planem

wchodzi między innymi teren zakładu BROS Sp.j. (ryc. 3). Na rysunku został on oznaczony symbolem 1U/P, czyli tereny zabudowy usługowej oraz obiektów produkcyjnych, składów i magazynów. Zgodnie z § 9 uchwały miejscowego planu dla terenu zakładu, w celu ochrony terenów przyległych przewidziano nasadzenie pasa zieleni izolacyjnej.

W miejscowym planie nie pojawiają się zapisy dotyczące zagrożenia wystąpienia awarii przemysłowych, ani też nie wskazane zostały odległości bezpieczne. Poza strefą zieleni izolacyjnej, w miejscowym planie, nie ma żadnych ograniczeń dotyczących odległości, w jakiej może być lokalizowana zabudowa mieszkaniowa.



Ryc. 3. Fragment rysunku miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego „Naramowice – ul. Karpia” w Poznaniu. Lokalizację zakładu ZZR BROS Sp.j. zaznaczono strzałką. Oryginalny rysunek planu jest sporządzony w skali 1:2000, jednak zamieszczony fragment planu nie zachowuje skali.

Legenda: zabudowa mieszkaniowa wielorodzinna, usługi, usługi/przemysł, zieleni urządzonej, wody powierzchniowe.

Fig. 3. A fragment of the map showing the area management plan for “Naramowice – Karpia Street” district in Poznań. The location of the lower risk category establishment BROS Sp.j. is shown by an arrow. The original map of the local plan is drawn to a scale of 1:2000, however, the fragment of the map presented in the illustration does not correspond to the scale

Legend: housing area, commercial area, commercial area/industry, green belt area, surface water

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [57].

Source: Own elaboration adapted from [57].

Prognoza do miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego „Naramowice – ul. Karpia” powstała w 2008 r. [58]. Wzmianki o zakładzie BROS Sp. j. możemy przeczytać w rozdziałach 4 i 5. W rozdziale 4 pt. „Charakterystyka poszczególnych elementów środowiska przyrodniczego i ich wzajemnych powiązań” czytamy m.in.: „Aktywność gospodarcza zlokalizowana została głównie wzdłuż ul. Karpia, a także przy ul. Dworskiej. Funkcja ta rozwinęła się tu zgodnie z zapisami nieobowiązującego miejscowego planu ogólnego miasta Poznania, który zakładał na tym terenie rozwój terenów aktywności gospodarczej – produkcji, dystrybucji towarów, handlu masowego, baz, składów, itp. W ramach tej funkcji powstały m.in. nowoczesne przedsiębiorstwa produkcyjno-usługowe i usługowe (m.in. Victus, Skotch, Talex S.A., BROS)” [58, s. 7]. W rozdziale 5 pt. „Ocena odporności środowiska na degradację i zdolności do regeneracji” czytamy m.in.: „Efektem trwających

procesów adaptowania przedmiotowego terenu do celów działalności gospodarczej o funkcjach usługowych, magazynowych i przemysłowych jest postępujące zmniejszenie jego odporności na dalszą degradację” [58, s. 14].

W części tekstowej i na rysunku prognozy brak jest informacji o tym, że zakład BROS należy do zakładów ZZR i istnieje z jego strony zagrożenie awarią przemysłową, być może dlatego, że został on wprowadzony na listę ZZR już po uchwaleniu planu lub bardzo krótko przed tym. Zakład został wprowadzony na listę ZZR w 2009 r., podobnie jak plan, który został uchwalony w tym samym roku.

6. Podsumowanie i wnioski

Na podstawie przeglądu wybranych dokumentów planistycznych dla Poznania można sformułować następujące wnioski:

1. W aktualizacji studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Poznania podjętej w 2012 r. i zakończonej uchwaleniem w 2014 r. [51] znajduje się zarówno informacja o istniejących zakładach ZZR położonych na terenie Poznania, zagrożeniu awariami przemysłowymi, jak i o strefach zagrożenia. Natomiast w prognozie oddziaływania na środowisko [52] ten temat nie występuje.
 2. Nie dla wszystkich obszarów zakładów o zwiększonym ryzyku zagrożenia awarią przemysłową znajdujących się na terenie Poznania zostały sporządzone miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego. Tylko trzy spośród pięciu zakładów ZZR z Poznania objęte są miejscowymi planami zagospodarowania przestrzennego. Są to: Wyborowa S.A. – Miejskowy plan zagospodarowania przestrzennego obszaru „Malta” [55], ADOB Sp. z o.o. Sp.k. – Miejskowy plan zagospodarowania przestrzennego obszaru „Janikowo 1” [55], BROS Sp.j. – Miejskowy plan zagospodarowania przestrzennego obszaru „Naramowice – ul. Karpią” [57]. Można to wyjaśnić tym, że nie ma obowiązku sporządzania miejscowych planów dla obszarów, gdzie zlokalizowane są zakłady tego typu.
 3. Nie we wszystkich miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego lub prognozach oddziaływania na środowisko do planów, na obszarze których znajduje się zakład ZZR, zawarta jest informacja, że taki zakład jest zlokalizowany. Informacja o lokalizacji zakładu ZZR i zagrożeniu poważną awarią znajduje się tylko w jednym na trzy analizowane zestawy dokumentów planistycznych – dotyczy to prognozy do miejscowego planu obszaru „Janikowo 1” [56]. W dwóch pozostałych zestawach brak takich informacji. Można to próbować wyjaśnić, biorąc pod uwagę terminy: zgłoszenia zakładu jako ZZR, uchwalenia miejscowego planu wraz z prognozą, powstania obowiązku opiniowania projektu miejscowego planu pod względem zagrożenia poważnymi awariami przemysłowymi. Dwa analizowane plany najprawdopodobniej uchwalono przed zgłoszeniem zakładów jako ZZR. Tylko zakład ADOB Sp. z o.o. Sp.k. został zgłoszony jako ZZR przed uchwaleniem miejscowego planu „Janikowo 1” dla obszaru obejmującego teren zakładu. Wszystkie miejscowe plany uchwalone zostały przed wprowadzeniem obowiązku ich opiniowania pod względem zagrożenia poważnymi awariami przemysłowymi.
 3. Wokół niewielu zakładów ZZR lub ZDR wprowadzony jest pas zieleni izolacyjnej. Tylko w przypadku jednego z trzech analizowanych miejscowych planów wprowadzono wokół terenu przemysłowego zabezpieczenie w postaci pasa zieleni, dotyczy to miejscowego planu dla obszaru „Naramowice – ul. Karpią” [57]. Obowiązku takiego nie ma.
 4. Nie zaobserwowano, aby pojęcie odległości bezpiecznej było używane w praktyce planistycznej. W żadnym z analizowanych zestawów dokumentów planistycznych – miejscowym planie wraz z prognozą nie zostały wyznaczone odległości bezpieczne. W studium mówi się o strefach zagrożenia wokół zakładów, który to termin jest używany w specjalistycznych opracowaniach z zakresu oceny bezpieczeństwa w zakładach.
- Podsumowując analizę wybranych dokumentów planistycznych, należy stwierdzić, że optymizmem nastrajają wyraźne zapisy – wprowadzone do aktualizacji studium z 2014 r. – o istniejących na terenie Poznania zakładach ZZR, strefach zagrożeń wokół nich i możliwościach wystąpienia poważnej awarii przemysłowej. Problematyka zagrożenia awariami przemysłowymi powoli „wkracza” do tych dokumentów. Zdaniem autorki pouczające byłoby rozszerzenie analiz na inne miasta i ponowne przeprowadzenie analiz dokumentów planistycznych dla Poznania za jakiś czas, tak aby dać możliwość powstania nowych dokumentów planistycznych po zmienionych regulacjach. Prace takie są już zaplanowane i mają objąć Warszawę, Kraków i Gdańsk. Dostosowanie regulacji krajowych do postanowień dyrektywy Seveso III jest realizowane Ustawą z dnia 23 lipca 2015 r. o zmianie Ustawy Prawo ochrony środowiska oraz niektórych innych ustaw [47]. Ustawa nowelizująca poza wprowadzeniem niezbędnych przepisów do Ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska [5] (w tym zastąpieniem szeregu rozporządzeń do ustawy nowymi aktami wykonawczymi i dodanie jednego nowego rozporządzenia, określającego sposób ustalania bezpiecznej odległości przy lokalizacji zakładu stwarzającego zagrożenia wystąpienia poważnej awarii przemysłowej [48]) wprowadza również zmiany i uzupełnienia w ustawach: o Inspekcji Ochrony Środowiska [20]; o Państwowej Straży Pożarnej [19]; o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym [1]; o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie; o udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko [4]. Zdaniem autorki jest to bardzo pozytywna zmiana. Wydaje się, że warto byłoby się zastanowić nad rozszerzeniem Projektu rozporządzenia, który określiłby sposób definiowania odległości bezpiecznej przy lokalizacji zakładu stwarzającego zagrożenia wystąpienia poważnej awarii przemysłowej i wprowadzeniem do polskich regulacji referencyjnej metody obliczania zasięgów oddziaływania potencjalnych rodzajów poważnych awarii (modelu matematycznego).
- Artykuł został opracowany w ramach pracy statutowej w Katedrze Ochrony i Kształtowania Środowiska na Wydziale Inżynierii Środowiska Politechniki Warszawskiej.

Literatura

- [1] Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz.U. z 2015 r., poz. 774).
- [2] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 28 kwietnia 2004 r. w sprawie wymaganego zakresu projektu studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego (Dz.U. z 2004 r. nr 118, poz. 1233).
- [3] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 26 sierpnia 2003 r. w sprawie wymaganego zakresu projektu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego (Dz. U. z 2003 r. nr 164, poz. 1587).
- [4] Ustawa z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale

- społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (Dz.U. z 2013 r., poz. 1235).
- [5] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz. U. z 2015 r., poz. 933).
- [6] Markiewicz M.T., *Analiza wybranych opracowań planistycznych pod względem zagrożenia awariami przemysłowymi na przykładzie miasta Poznania. Praca statutowa*, Katedra Ochrony i Środowiska, Politechnika Warszawska, Warszawa 2013.
- [7] Konwencja Europejskiej Komisji Gospodarczej Organizacji Narodów Zjednoczonych (EKG ONZ) w sprawie transgranicznych skutków awarii przemysłowych sporządzona w Helsinkach dnia 18 marca 1992 r.
- [8] Konwencja EKG ONZ o ocenach oddziaływania na środowisko w kontekście transgranicznym sporządzona w Espoo dnia 25 lutego 1991 r.
- [9] Konwencja EKG ONZ o dostępie do informacji, udziale społeczeństwa w podejmowaniu decyzji oraz dostępie do sprawiedliwości w sprawach dotyczących środowiska, podpisana w Aarhus dnia 25 czerwca 1998 r.
- [10] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/18/UE z dnia 4 lipca 2012 r. w sprawie kontroli zagrożeń poważnymi awariami związanymi z substancjami niebezpiecznymi.
- [11] Dyrektywa Rady 2003/35/WE z dnia 26 maja 2003 r. przewidująca udział społeczeństwa w odniesieniu do sporządzania niektórych planów i programów w zakresie środowiska oraz zmieniająca w odniesieniu do udziału społeczeństwa i dostępu do wymiaru sprawiedliwości Dyrektywę Rady 85/337/EWG i 96/61/WE.
- [12] Dyrektywa Rady z dnia 27 czerwca 1985 r. 85/337/EWG w sprawie oceny skutków wywieranych przez przedsięwzięcia publiczne i prywatne na środowisko naturalne.
- [13] Dyrektywa Rady 96/61/W z dnia 26 września 1996 r. dotycząca zintegrowanego zapobiegania zanieczyszczeniom i ich kontroli.
- [14] Dyrektywa 2001/42/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 27 czerwca 2001 r. w sprawie oceny wpływu niektórych planów i programów na środowisko.
- [15] Dyrektywa Rady 96/82/WE z dnia 9 grudnia 1996 r. dotycząca zarządzania poważnymi awariami przemysłowymi z udziałem substancji niebezpiecznych.
- [16] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2003/105/WE z dnia 16 grudnia 2003 r. nowelizująca zapisy Dyrektywy Rady 96/82/WE.
- [17] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1272/2008 z dnia 16 grudnia 2008 r. w sprawie klasyfikacji, oznakowania i pakowania substancji i mieszanin, zmieniające i uchylające Dyrektywy 67/548/EWG i 1999/45/WE oraz zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1907/2006 (Dz. Urz. UE L 353 z 31.12.2008).
- [18] Porównanie zapisów Dyrektywy Seveso II i Dyrektywy Seveso III [dok. elektr.] <http://archiwum.CIOP.pl> [dostęp wrzesień 2015].
- [19] Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o Państwowej Straży Pożarnej (Dz.U. 2015 r., poz. 881).
- [20] Ustawa z dnia 20 lipca 1991 r. o Inspekcji Ochrony Środowiska (Dz.U. 2015 r., poz. 1223).
- [21] Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (Dz. U. z 2015 r., poz. 1045).
- [22] Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne (Dz.U. z 2015 r., poz. 469).
- [23] Małaczyński M., Bańkowska B., Wieszczyński T., *Metodologia określania bezpiecznych lokalizacji zakładów mogących powodować poważne awarie*, GIOŚ, Warszawa 2007.
- [24] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 9 kwietnia 2002 r. w sprawie rodzajów i ilości substancji niebezpiecznych, których znajdowanie się w zakładzie decyduje o zaliczeniu go do zakładu o zwiększonym ryzyku albo zakładu o dużym ryzyku wystąpienia poważnej awarii przemysłowej (Dz.U. z 2002 r. nr 58, poz. 535).
- [25] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 grudnia 2002 r. w sprawie poważnych awarii objętych obowiązkiem zgłoszenia do Głównego Inspektora Ochrony Środowiska (Dz.U. z 2002 r. nr 5, poz. 58).
- [26] Bronisz B., Dadasiewicz P., Jastrzębska H., *Raport o występowaniu zdarzeń o znamionach poważnej awarii*, GIOŚ, Warszawa 2013.
- [27] Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 maja 2003 r. w sprawie wymagań, jakim powinien odpowiadać raport o bezpieczeństwie zakładu o dużym ryzyku (Dz.U. z 2003 r. nr 104, poz. 970).
- [28] Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 17 lipca 2003 r. w sprawie wymagań, jakim powinny odpowiadać plany operacyjno-ratownicze (Dz. U. 2003 r. nr 131, poz. 1219).
- [29] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 4 czerwca 2002 r. w sprawie szczegółowego zakresu informacji wymaganych do podania do publicznej wiadomości przez komendanta wojewódzkiego Państwowej Straży Pożarnej (Dz.U. z 2002 r. nr 78, poz. 712).
- [30] Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 29 marca 1995 r. w sprawie określenia wymagań jakim powinna odpowiadać prognoza skutków wpływu ustaleń miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego na środowisko przyrodnicze (Dz. U. z 1995 r. nr 29, poz. 150).
- [31] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 24 października 2005 r. w sprawie czynności kontrolno-rozpoznawczych przeprowadzanych przez Państwową Straż Pożarną (Dz.U. nr 225, poz. 1934).
- [32] Małaczyński M., Bańkowska B., Wieszczyński T., *Metodologia określania bezpiecznych lokalizacji zakładów mogących powodować poważne awarie. Aktualizacja*, GIOŚ, Warszawa 2010.
- [33] Markiewicz M.T., *A review of mathematical models for heavy gas dispersion in the atmosphere. Part I: Classification of models*, "Chemistry and Ecological Engineering S", Vol. 19 Issue 3, 2012, pp. 297–314, doi: 10.2478/v10216-011-0022-4.
- [34] Markiewicz M., *A review of models for the atmospheric dispersion of heavy gases. Part II: Model quality evaluation*, "Chemistry and Ecological Engineering S", Vol. 20 Issue 4, 2013, pp. 763–785, doi: 10.2478/eces-2013-0053.
- [35] Markiewicz M.T., *Podstawy modelowania rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w powietrzu atmosferycznym*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2004.
- [36] Christou M.D., Struckle M., *Land use planning guidelines in the context of article 12 of the Seveso II Directive*, JRC, Ispra 2006.
- [37] Papazoglou L. A., Nivoliantiou Z.S., Bonanos G.S., *Land use planning stemming from the implementation of the SEVESO II Directive in the EU*, "Journal of Hazardous Materials", Vol. 61 Issue 3, 1998, pp. 345–353, PII S0304-3894(98)00142-3.
- [38] Christou M.D., Amendola A., Smeder M., *The control of major accident hazards: The land-use planning issue*, "Journal of Hazardous Materials", Vol. 65 Issue 1–2, 1999, pp. 151–178, PII: S0304-3894(98)00261-1.
- [39] Gronberg C. (ed.), *Land use planning and chemical sites. Summary report Riso R-1234 EN*, Riso, Roskilde 2000.
- [40] Cozzani V., Bandini R., Basta C., Christou M.D., *Application of land-use planning criteria for the control of major accident hazards: A case-study*, "Journal of Hazardous Materials", Vol. A136, 2006, pp. 170–180. doi:10.1016/j.hazmat.2005.12.031.

- [41] Basta C., Struckle S.M., Christou M., *Land use planning in selected member states. Report EUR 23519 EN*, IPSC, JRC, Ispra 2008.
- [42] Basta C., Neuvel J.M.M., Zlatanova S., Ale B., *Risk maps informing local use planning process. A survey on the Netherlands and the United Kingdom*, "Journal of Hazardous Materials", Vol. 145, 2007, pp. 241–249, doi: 10.1016/j.jhazmat.2006.11.032.
- [43] Taveau J., *Risk assessment and land use planning regulations in France following the AZF disaster. Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, Vol. 23, Issue 6, 2010, pp. 813–823, doi:10.1016/j.jlp.2010.04.003.
- [44] Christou M., Gyenes Z., Struckle M., *Risk assessment in support to land use planning in Europe: towards more consistent decisions?*, "Journal of Loss Prevention in the Process Industries", Vol. 24 Issue. 3, 2011, pp. 219–226, doi: 10.1016/j.jlp.2010.10.001.
- [45] Tugnoli A., Gyenes Z., Wijk L.V., Christou M., Spandoni G., Cozzani V., *Reference criteria for the identification of accident scenarios in the framework of land use planning*, "Journal of Loss Prevention in the Process Industries", Vol. 26, 2013, pp. 614–627, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jlp.2012.12.004>.
- [46] Basta C., *Sitting risky facilities: probabilism, determinism and beyond*, "Planning theory", Vol. 13 Issue 1, 2014 pp. 44–46.
- [47] Ustawa z dnia 23 lipca 2015 r o zmianie ustawy Prawo ochrony środowiska oraz niektórych innych ustaw (Dz.U. z 2015 r., poz. 1434).
- [48] Projekt rozporządzenia, określającego kryteria ustalania bezpiecznych lokalizacji zakładów o dużym lub zwiększonym ryzyku wystąpieniu poważnej awarii przemysłowej.
- [49] Projekt ustawy o zmianie ustawy Prawo ochrony środowiska oraz niektórych innych ustaw. Komentarz. [dok. elektr.] <https://www.premier.gov.pl/wydarzenia/aktualności> [dostęp: wrzesień 2015].
- [50] Rewers W., *Informacja o stanie bezpieczeństwa i ratownictwa miasta Poznania i powiatu poznańskiego za rok 2011*, Komenda Miejska Państwowej Straży Pożarnej w Poznaniu, Poznań 2012.
- [51] Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Poznania. Aktualizacja z 2012 r., Poznań 2014, [dok. elektr.] <http://www.mpu.poznan> [dostęp: marzec 2014].
- [52] Prognoza oddziaływania na środowisko do aktualizacji studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Poznania z 2012 r., Poznań 2014, [dok. elektr.] <http://www.mpu.poznan> [dostęp: marzec 2014].
- [53] Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego obszaru „Malta”, Poznań, 2002, [dok. elektr.] <http://www.mpu.poznan> [dostęp: marzec 2014].
- [54] Prognoza oddziaływania na środowisko do miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego obszaru „Malta”, Poznań, 2000.
- [55] Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego obszaru „Janikowo 1”, Poznań, 2008 [dok. elektr.] <http://www.mpu.poznan> [dostęp: marzec 2014].
- [56] Prognoza oddziaływania na środowisko do miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego obszaru „Janikowo 1”, Poznań, 2008.
- [57] Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego obszaru „Naramowice – ul. Karpia”, Poznań 2009, [dok. elektr.] <http://www.mpu.poznan> [dostęp marzec 2014].
- [58] Prognoza oddziaływania na środowisko do miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego obszaru „Naramowice- ul. Karpia”, Poznań 2008.

* * *

dr inż. Maria Markiewicz – adiunkt w Katedrze Ochrony i Kształtowania Środowiska na Wydziale Inżynierii Środowiska Politechniki Warszawskiej. Obszary zainteresowań naukowych: ochrona powietrza, planowanie przestrzenne.

dr hab. inż. **Henryk Radomiak**, prof. P. Cz.¹
mgr inż. **Marlena Mazur**¹
dr hab. inż. **Monika Zajemska**, prof. P. Cz.¹
dr inż. **Dorota Musiał**¹

Przyjęty/Accepted/Принята: 18.02.2015;

Zrecenzowany/Reviewed/Рецензирована: 23.11.2015;

Opublikowany/Published/Опубликована: 31.12.2015;

Gaszenie płomienia dyfuzyjnego przy pomocy fal akustycznych²

Extinguishing a diffusion flame with the aid of acoustic waves

Тушение диффузионного пламени с помощью акустических волн

ABSTRAKT

Cel: W artykule przedstawiono możliwości wygaszania płomienia dyfuzyjnego za pomocą fal akustycznych. Wyznaczono krytyczną wartość częstotliwości oraz graniczną moc akustyczną, przy których zachodzi zjawisko wygaszenia płomienia.

Metody: Na potrzeby realizacji zamierzonego celu niezbędne było skonstruowanie stanowiska umożliwiającego generowanie fal akustycznych w kierunku palnika. Stanowisko wyposażono w generator częstotliwości oraz wzmacniacz sygnału, głośnik o niskim paśmie przewodzenia, falowód, a także mierniki: napięcia, natężenia i częstotliwości. Pomiaru ciśnienia akustycznego w miejscu usytuowania płomienia dokonano za pomocą sondy Culite. Sonda jest skonstruowana na zasadzie mikrofonu z bardzo czułą membraną, elektrodą oraz kondensatorem. Zmiana ciśnienia w ośrodku powoduje minimalne przesunięcie membrany, co w konsekwencji powoduje zmiany w poziomie naładowania kondensatora. Poziom ten jest rejestrowany jako zmiana napięcia przepływającego przez układ. Wartości tego napięcia obserwuje się na ekranie systemu pomiarowego, co pozwala na przeliczenie ich na wartości ciśnienia, uwzględniając zakres pracy systemu pomiarowego. Ponadto wykonano wizualizację przebiegu procesu wygaszania płomienia za pomocą aparatu smugowego. Jest to idealna metoda graficznego dokumentowania wyników badań prowadzonych nad procesami spalania, gdzie niedostateczne oświetlenie wyciemnionego otoczenia nie pozwala na prawidłowe zobrazowanie tradycyjnymi metodami, zaś przy otoczeniu oświetlonym zachodzi nieoddanie całej struktury płomienia na zdjęciu, wywołane mocnym światłem emitowanym przez płomień.

Wyniki: Przeprowadzone badania dowiodły, że dla danej wartości mocy cieplnej płomienia możliwe jest jego wygaszenie za pomocą szerokiego spektrum częstotliwości krytycznej ($35 \div 155$ Hz) oraz poziomu mocy granicznej poniżej 30 W. Zdolność gaśniczą oszacowano, wyznaczając współczynnik skuteczności gaszenia płomienia – dla wartości $35 \div 45$ Hz mieściła się ona w przedziale od 35 do 155 Hz. Ponadto wyznaczono graniczną wartość ciśnienia akustycznego (zakres $45 \div 55$ Pa), poniżej której zjawisko wygaszania płomienia było praktycznie niezauważalne.

Wnioski: Przedstawiona metoda gaszenia płomienia umożliwia, poprzez zadziaływanie falą akustyczną o odpowiedniej częstotliwości, całkowite wygaszenie płomienia. Fakt ten potwierdzają uzyskane w ramach eksperymentów wyniki, jak również przeprowadzona wizualizacja za pomocą aparatu smugowego.

Słowa kluczowe: pożar, gaszenie płomienia, płomień dyfuzyjny, fala akustyczna

Typ artykułu: oryginalny artykuł naukowy

ABSTRACT

Aim: The paper presents the feasibility of extinguishing a diffusion flame with the aid of acoustic waves. The study includes an assignment of critical frequency values and the acoustic force limit, the point at which a flame is extinguished.

Methods: In order to achieve the desired aim, it was necessary to construct a test stand, to facilitate the generation of acoustic waves in the direction of a burner. The experimental stand was equipped with a frequency generator and amplifier, speaker with a low frequency band, waveguide and voltage strength and frequency meters. Measurement of sound pressure at the flame location was performed using a Culite probe. The probe was constructed on the principle of a microphone, using a very sensitive membrane, electrode and capacitor.

¹ Politechnika Częstochowska / Częstochowa University of Technology; henrad@wip.pcz.pl;

² Autorzy wnieśli jednakowy wkład merytoryczny w powstanie artykułu / The authors contributed equally to this article;

Changing the pressure within the probe resulted in a minimal displacement of the membrane, which in turn caused changes to the charge level of the capacitor. This level was recorded as a change in the voltage flowing through the system. The voltage value was revealed on the screen of the measuring device, which allowed for the calculation of pressure values, taking into account the operating range of the measuring device. Additionally, extinguishing of the flame was observed visually with the aid of Schlieren imagery apparatus. This is considered to be an ideal method for graphical recording of research results associated with the combustion processes where insufficient lighting of a dim environment does not allow for proper imaging, using traditional methods. Whereas, in ambient lit conditions it is not possible to reveal the entire structure of the flame because of strong light emitted by the flame.

Results: Studies reveal that for a given value of flame thermal power it is possible to extinguish a flame with the use of a wide spectrum of critical frequency ($35 \div 155$ Hz) and force limit level below 30 W. Extinguishing ability was estimated by assigning a flame extinguishing effectiveness ratio; for the value of $35 \div 45$ Hz it was within the range between 35 to 155 Hz. Additionally, the sound pressure level limit value (range of $45 \div 55$ Pa) was assigned, below which the flame extinguishing activity was virtually unnoticeable.

Conclusions: The described flame extinguishing technique allows for the total extinguishing of flames with the aid of generated sound waves at an appropriate frequency. This is confirmed by results from research experiments and visual observation, using Schlieren imagery apparatus.

Keywords: fire, extinguishing a flame, diffusion flame, acoustic wave

Type of article: original scientific article

АННОТАЦИЯ

Цель: Эта статья представляет возможность тушения диффузионного пламени с помощью акустических волн. Определено критическую частоту и предел акустической мощности, при которых возникает явление тушения пламени.

Методы: Для того чтобы достичь поставленной цели, необходимо было построить установку для генерации акустических волн в направлении горелки. Установку оборудовано в генератор частоты и усилитель, громкоговоритель с низкой зоной проводимости, волновод и измерительные приборы: напряжения, интенсивности и частоты. Измерение акустического давления в месте расположения пламени было выполнено с использованием зонда Culite. Зонд построен на основе микрофона с очень чувствительной мембраной, электроду и конденсатором. Изменение давления в среде приводит к минимальному смещению мембраны, что следовательно вызывает изменения на уровне заряда конденсатором. Этот уровень записывается как изменение напряжения, проходящего через систему. Значения этого напряжения можно наблюдать на экране измерительной системы, что позволяет пересчитать их на значения давления, принимая во внимание диапазон работы измерительной системы. Кроме того, сделано визуализацию процесса тушения пламени с помощью Шлирен-аппарата ИАБ-451. Это идеальный метод для использования графической документации результатов исследования, проведенного на процессы горения, где недостаточное освещение затемненной среды не позволяет его правильно изображать традиционными методами, в то время как для освещенной среды на фотографии происходит неполное изображение всей структуры пламени, вызванное острым светом, излучаемым пламенем.

Результаты: Исследование показало, что для данной тепловой мощности пламени существует возможность его угасания с помощью широкого спектра критической частоты ($35 \div 155$ Гц) и предельного уровня мощности ниже 30 W. Эффективность тушения определена фактором, определяющим эффективность тушения пламени при величине $35 \div 45$ Гц, была расположена в диапазоне от 35 до 155 Гц. Кроме того, установлен предел звукового давления (диапазон $45 \div 55$ Па), ниже которого тушение пламени было практически незаметно.

Выводы: Предложенный метод тушения пламени позволяет, при воздействии акустической волны соответствующей частоты, полностью потушить огонь. Этот факт подтверждается результатами экспериментов, а также визуализации, выполненных с помощью тШлирен-аппарата ИАБ-451.

Ключевые слова: огонь, тушить пламя, диффузионная пламя, акустическая волна

Вид статьи: оригинальная научная статья

1. Wprowadzenie

Już od wielu lat poszukuje się skutecznych sposobów wygaszania pożarów. Mimo prowadzenia w tej dziedzinie badań na szeroką skalę, nadal nie przyniosły one oczekiwanych rezultatów w postaci nowych metod gaszenia pożarów. Wbrew postępowi nauki i techniki, w chwili obecnej za najskuteczniejszy sposób ochrony przed pożarami uznaje się rozsądne obchodzenie się z ogniem, natomiast do ich gaszenia używa się przeważnie tradycyjnych środków gaśniczych, w szczególności wody [1–3]. Jak wskazują wyniki badań przeprowadzonych zarówno w kraju [3–7], jak i poza jego granicami [2], [8–11], przyszłościową metodą walki z ogniem może być fala akustyczna.

Istota procesu wygaszania płomienia za pomocą fali akustycznej oparta jest na mechanizmie wygaszania płomienia za pomocą jego rozciągania [12–13]. Turbulencje

wartości jednego z parametrów otoczenia, wpływając na wektor prędkości propagacji frontu płomienia, zmieniają jego kierunek, rozciągając go, co z kolei powoduje zwiększoną emisję ciepła do momentu przekroczenia granicy palności [12], [14]. O wpływie dźwięku na przebieg procesu spalania świadczą wyniki eksperymentów prowadzonych już od 2008 roku przez Agencję Zaawansowanych Obronnych Projektów Badawczych DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency). Do badań wykorzystano podpalone paliwo płynne oraz dwa głośniki ułożone po obu jego stronach. Na zamieszczonym na portalu internetowym [2] krótkim filmiku z przebiegu tego eksperymentu widać, że w momencie odtwarzania dźwięku płomień słabnie, a następnie zachodzi zjawisko rozpraszania się płomienia, które również wspomaga ugaszenie ognia. Z przeprowadzonych przez DARPA testów wynika, że fala dźwiękowa, poprzez zwiększenie prędkości ruchu

powietrza na brzegach płomienia, powoduje zmniejszenie obszaru, na którym pożar występuje. Zaobserwowane zjawisko może mieć istotny wpływ na osłabienie płomienia, a tym samym może się przyczynić do całkowitego jego ugaszenia. Dodatkowym spostrzeżeniem podczas przeprowadzonych przez DARPA testów był fakt, że dźwięk wykorzystany do gaszenia płomienia nie musi być głośny, ale musi być odpowiednio modulowany. Świadczą o tym badania przeprowadzone przez Węsierskiego i innych [4]. W swoich badaniach wykazali, że istotny jest nie tylko dobór odpowiedniej częstotliwości dźwięku podczas gaszenia pożaru, ale również sposób skupienia wiązki na możliwie najmniejszym obszarze.

Zaproponowana w niniejszym artykule metoda gaszenia płomienia, na obecnym etapie znajomości technologii, nie jest możliwa do zastosowania w przypadku większych pożarów, zwłaszcza w otwartej przestrzeni.

Mogłaby natomiast być pomocna podczas gaszenia pożarów w zamkniętych pomieszczeniach, takich jak np. kokpit samolotu [2], a nawet mogłaby wspomagać, na zasadzie stałych urządzeń gaśniczych, bezpieczeństwo magazynów, hal przemysłowych, czy zbiorników cieczy palnych [4].

Zamieszczone w niniejszym artykule wybrane badania wygaszania płomienia falą akustyczną zostały wykonane na potrzeby realizacji pracy inżynierskiej pod kierunkiem jednego z autorów [15].

2. Stanowisko pomiarowe

W celu wyznaczenia częstotliwości krytycznej, granicznej mocy akustycznej, a także wizualizacji procesu wygaszania płomienia za pomocą aparatu smugowego, skonstruowano stanowisko pomiarowe przedstawione na ryc. 1.

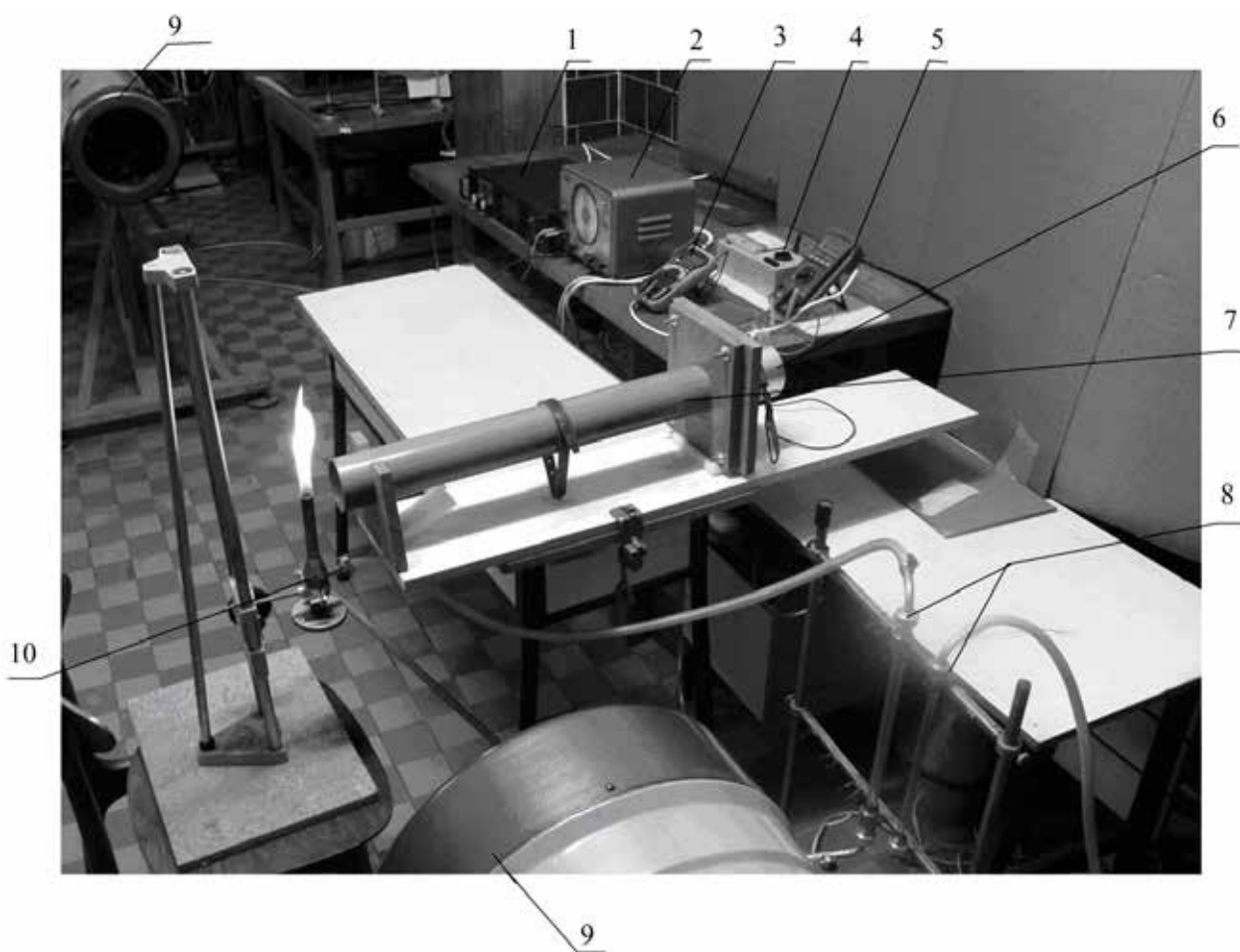


Рис. 1. Уклад до генерации фали акустичеј: 1 – вѣмачнѣц, 2 – генератор, 3 – мѣрнѣкѣ, 4 – фаловѣд, 5 – пѣмѣнѣ
Fig. 1. Mechanism for generation of acoustic wave: 1 – amplifier, 2 – generator, 3 – gauges, 4 – waveguide, 5 – burner

Źródło: Opracowanie wlasne.

Source: Own elaboration.

Układ pomiarowy składał się z:

- wzmacniacza Mosfet MDD. 2108M,
- generatora częstotliwości TESLA RC OSCILATOR BM 365U,
- mierników cyfrowych:

- BRYMEN BM805 jako miernik częstotliwości,
- KYORITSU MODEL 1009 jako woltomierz,
- miernika analogowego ГОСТ 10374-82 jako amperomierz,
- głośnika SONY 1-825-378-11,

- tunelu aerodynamicznego o wymiarach $l = 0,65$ m, $\phi = 0,07$ m,
- rotametrów,
- aparatu smugowego,
- palnika o średnicy dyszy $\phi_{dyszy} = 0,0168$ m.

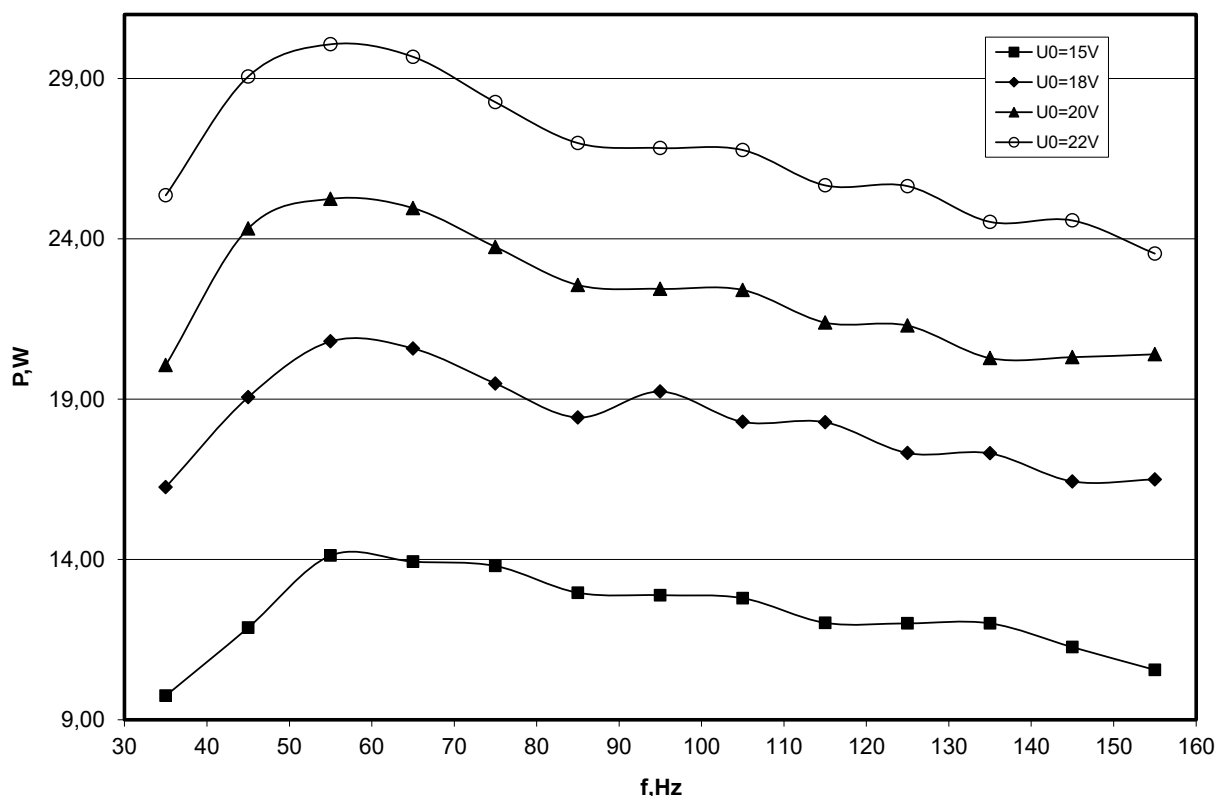
Badania ciśnienia akustycznego w miejscu usytuowania płomienia dokonano za pomocą sondy Culite.

Istotnym elementem analizy procesu spalania jest wizualizacja tego procesu. Podczas realizacji ww. metody badawczej naukowcy często borykają się z problemem niedostatecznego oświetlenia w wyciemnionym otoczeniu. Przy otoczeniu oświetlonym struktura płomienia nie może

być oddana na zdjęciu całkowicie ze względu na własne silne światło. Aby wyeliminować te problemy, zastosowano tzw. metodę cieniową, która wykorzystuje zmiany we współczynniku załamania światła przy występowaniu zmian gęstości, co powoduje inny kąt ugięcia promienia świetlnego.

3. Wyniki i dyskusja

Badania wstępne przeprowadzono w celu określenia mocy podawanej na głośnik. Dla częstotliwości z zakresu $35 \div 155$ Hz przeprowadzono kolejne serie pomiarowe na wybranych czterech poziomach napięć odniesienia (ryc. 2).



Ryc. 2. Zależność mocy głośnika od częstotliwości
Fig. 2. Relationship between loudspeaker's power and frequency

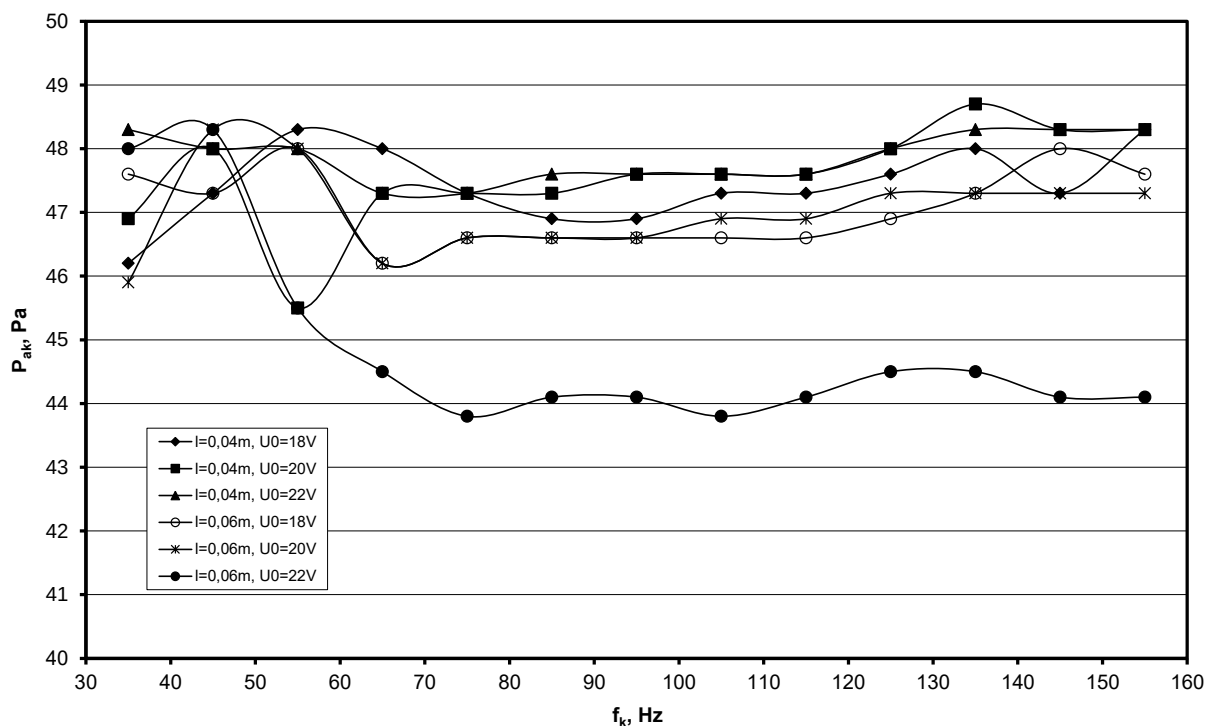
Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Z przedstawionych na ryc. 2 przebiegów mocy głośnika w funkcji częstotliwości w zakresie od 35 do 155 Hz widać, że istotny wpływ na wartość mocy ma napięcie odniesienia. Największą moc głośnika zaobserwowano dla częstotliwości największej tj. odpowiednika napięcia $U_0 = 22$ V, natomiast najmniejszą dla częstotliwości $U_0 = 15$ V, tj. najmniejszej z analizowanych częstotliwości. Ponadto można zauważyć pewien powtarzający się dla wszystkich badanych poziomów napięcia odniesienia charakter krzywych, a mianowicie: początkowo moc głośnika

rośnie, osiągając maksimum dla wartości częstotliwości równej 55 Hz, a następnie maleje dla całego przedziału analizowanej częstotliwości.

Istotnym zagadnieniem jest określenie skuteczności wygaszania płomienia w zależności od odległości płaszczyzny wylotu falowodu od czoła płomienia. W tym celu zbadano zależność ciśnienia akustycznego od częstotliwości fali akustycznej w różnych odległościach od wylotu falowodu. Wyniki pomiarów przedstawiono na ryc. 3 i 4.

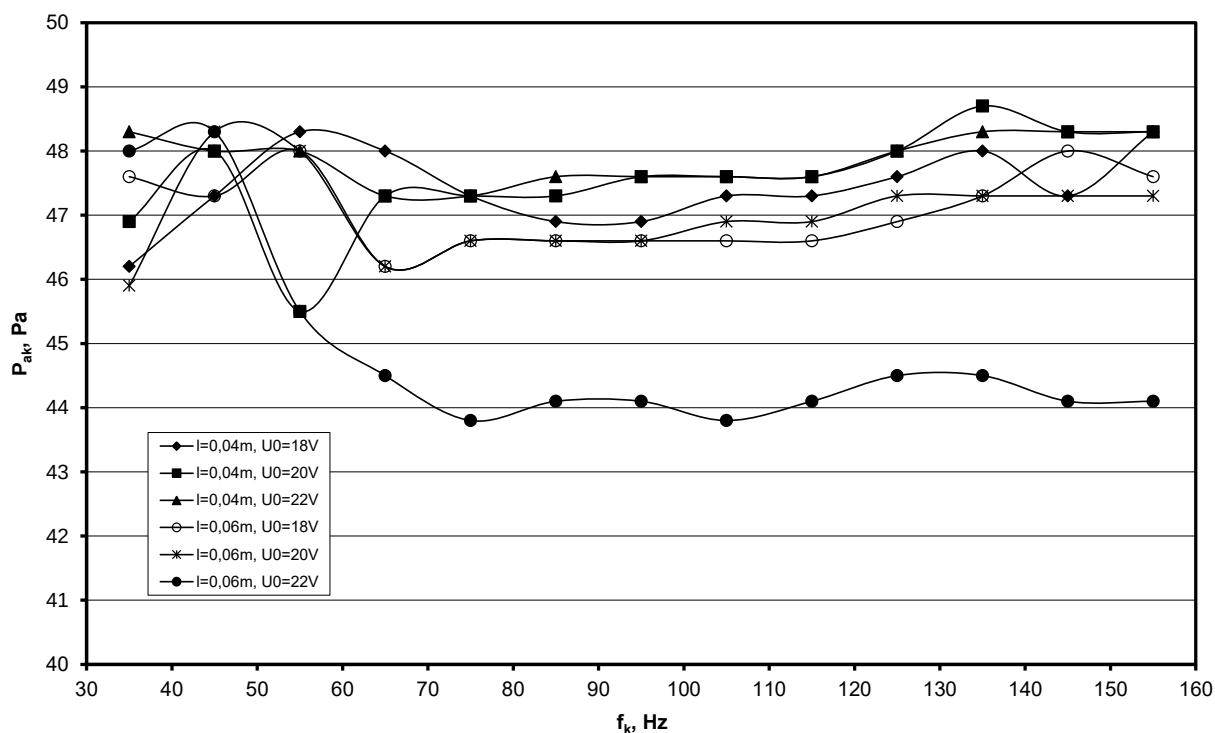


Ryc. 3. Zależność poziomu ciśnienia akustycznego od częstotliwości fali, $l = 0$ i $0,02$ m

Fig. 3. Relationship between acoustic pressure and wave frequency, $l = 0$ and 0.02 m

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.



Ryc. 4. Zależność poziomu ciśnienia akustycznego od częstotliwości fali, $l = 0,04$ i $0,06$ m

Fig. 4. Relationship between acoustic pressure and wave frequency, $l = 0.04$ and 0.06 m

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Podczas analizy przedstawionych na ryc. 3 i 4 zależności można zauważyć nieznaczne różnice w wartości ciśnienia

dla kolejnych częstotliwości. Podobnie jest z wartościami ciśnienia akustycznego dla różnych poziomów napięcia

początkowego – niezależnie od tej wartości, poziom ciśnienia akustycznego jest porównywalny. Różnice można dostrzec dopiero między wartością ciśnienia akustycznego dla danej, dowolnie wybranej częstotliwości fali i odległości od płaszczyzny wylotu tunelu aerodynamicznego. Tendencja ta jest wyraźnie malejąca. Dlatego też w przeprowadzanych badaniach często wygaszał się płomień znajdujący się blisko powierzchni wylotu tunelu aerodynamicznego, a niemożliwe stawało się ugaszenie tego samego płomienia, oddalonego o pewną odległość. Może być to spowodowane niedostatecznym poziomem turbulencji poziomu ciśnienia, co nie prowadziło do wystarczającego rozciągnięcia płomienia, a następnie jego wygaszenia.

W tabelach 1–4 przedstawiono wartości częstotliwości krytycznej (f_k) oraz mocy granicznej (P_g), przy których nastąpiło zjawisko zgaszenia płomienia. Pomiar przeprowadzono przy stałej wartości strumienia gazu ($V_g = 100 \text{ l/h}$) dla wartości częstotliwości w zakresie $35 \div 155 \text{ Hz}$, co 5 Hz , w ściśle określonych odległościach od wylotu tunelu

aerodynamicznego, aż do wartości $l = 0,06 \text{ m}$. W tabelach zamieszczono również współczynnik skuteczności wygaszania płomienia (k), który stanowi porównanie mocy cieplnej płomienia oraz mocy granicznej. Moc cieplną płomienia dyfuzyjnego obliczono wykorzystując równanie Simona i Wagnera [8]:

$$P_p = \frac{Q}{V_{pl}} W_d$$

$$P_p = \frac{27,778 \cdot 10^{-6} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{\frac{1}{3} \cdot \pi \cdot \frac{0,0168^2}{2} \text{ m}^2 \cdot 0,30 \text{ lm}} \cdot 35 \cdot 10^6 \frac{\text{J}}{\text{m}^3}$$

$$P_p = 43,74 \cdot 10^6 \frac{\text{W}}{\text{m}^3} \quad (1)$$

gdzie: W_d – wartość opałowa gazu ziemnego, J/m^3 ;

Q – natężenie przepływu paliwa, m^3/s ;

V_{pl} – objętość płomienia, m^3 .

Tabela 1. Wartości f_k , P_g oraz k dla odległości $l = 0 \text{ m}$

Table 1. The values f_k , P_g and k for the distance $l = 0 \text{ m}$

f_k , Hz	U, V	I, A	P_g , W	$k = P/P_g$ $\cdot 10^{-4} \text{ m}^3$
35	6,77	0,10	0,68	1,55
40	6,99	0,15	1,05	2,40
45	7,94	0,20	1,59	3,64
50	8,16	0,30	2,45	5,60
55	10,74	0,50	5,37	12,28
60	9,52	0,45	4,28	9,79
65	10,16	0,50	5,08	11,61
70	11,56	0,65	7,51	17,17
75	12,89	0,75	9,67	22,11
80	14,59	0,85	12,40	28,35
85	17,15	1,05	18,01	41,18
90	16,63	1,00	16,63	38,02
95	19,72	1,20	23,66	54,09
100	24,85	1,40	34,79	79,54
105	18,35	1,10	20,19	46,16
110	21,87	1,30	28,43	65,00
115	22,25	1,30	28,93	66,14
120	20,07	1,20	24,08	55,05
125	23,23	1,30	30,20	69,04
130	23,30	1,30	30,29	69,25
135	23,47	1,30	30,51	69,75
140	22,68	1,25	28,35	64,81
145	23,70	1,25	29,63	67,74
150	23,45	1,40	32,83	75,06
155	22,70	1,20	27,24	62,28

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Tabela 2. Wartości f_k , P_g oraz k dla odległości $l = 0,02$ m**Table 2.** The values f_k , P_g and k for the distance $l = 0,02$ m

f_k , Hz	U, V	I, A	P_g , W	$k = P/P_g$ $\cdot 10^{-4} \text{ m}^3$
35	7,21	0,10	0,72	1,65
40	7,41	0,15	1,11	2,54
45	9,42	0,35	3,30	7,54
50	9,44	0,40	3,78	8,64
55	11,09	0,55	6,10	13,95
60	12,80	0,75	9,60	21,95
65	13,39	0,80	10,71	24,49
70	14,01	0,95	13,31	30,43
75	15,76	1,00	15,76	36,03
80	17,55	1,10	19,31	44,15
85	19,19	1,15	22,07	50,46
90	20,49	1,25	25,61	58,55
95	22,22	1,30	28,89	66,05
100	22,56	1,30	29,33	67,06
105	24,99	1,45	36,24	82,85
110	22,82	1,30	29,67	67,83
115	23,47	1,35	31,68	72,43
120	24,87	1,40	34,82	79,61

Źródło: Opracowanie własne.**Source:** Own elaboration.**Tabela 3.** Wartości f_k , P_g oraz k dla odległości $l = 0,04$ m**Table 3.** The values f_k , P_g and k for the distance $l = 0,04$ m

f_k , Hz	U, V	I, A	P_g , W	$k = P/P_g$ $\cdot 10^{-4} \text{ m}^3$
35	8,7	0,15	1,31	2,99
40	10,14	0,30	3,04	6,95
45	11,54	0,50	5,77	13,19
50	12,97	0,65	8,43	19,27
55	14,79	0,85	12,57	28,74
60	15,44	0,90	13,90	31,78
65	18,24	1,10	20,06	45,86
70	24,55	1,50	36,83	84,20
75	25,56	1,50	38,34	87,65

Źródło: Opracowanie własne.**Source:** Own elaboration.**Tabela 4.** Wartości f_k , P_g oraz k dla odległości $l = 0,06$ m**Table 4.** The values f_k , P_g and k for the distance $l = 0,06$ m

f_k , Hz	U, V	I, A	P_g , W	$k = P/P_g$ $\cdot 10^{-4} \text{ m}^3$
35	14,75	0,6	8,85	20,23
40	17,17	0,7	12,02	27,48

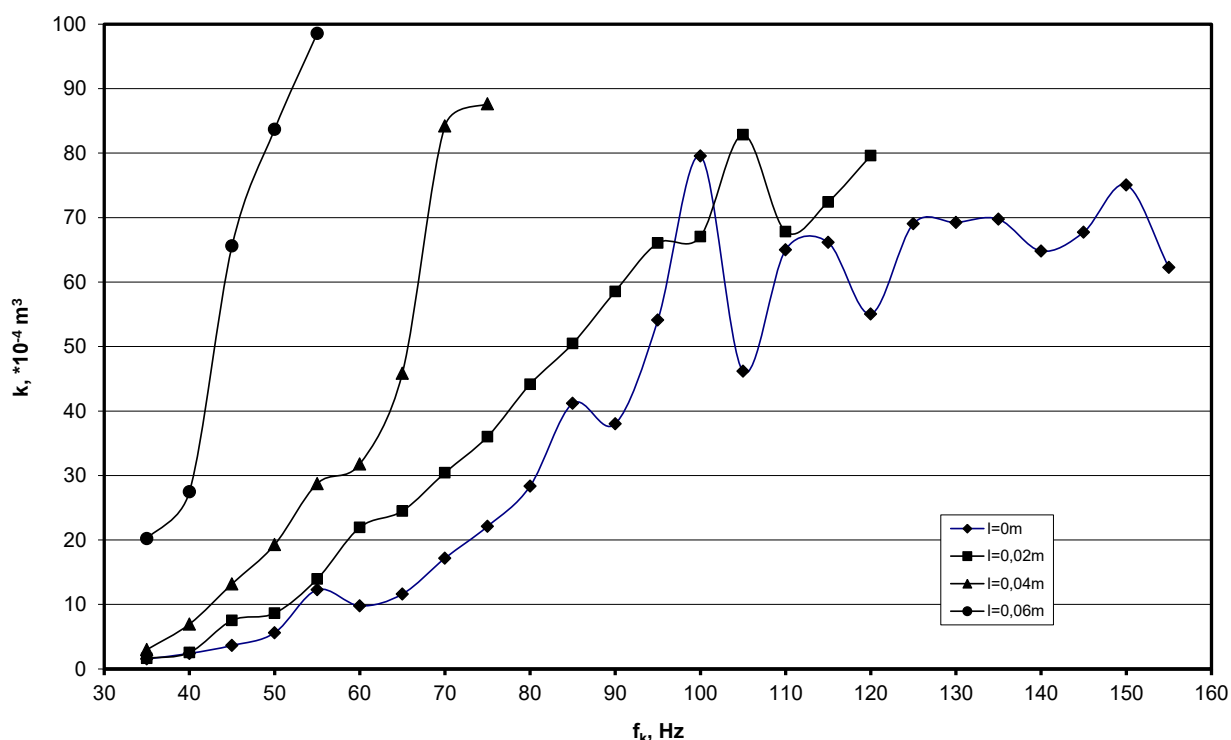
f_k , Hz	U, V	I, A	P_g , W	$k=P/P_g$ $\cdot 10^{-4} \text{ m}^3$
45	22,07	1,3	28,69	65,59
50	26,14	1,5	36,60	83,68
55	30,74	1,8	43,11	98,56

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Dla płomienia o danej mocy cieplnej, współczynnik k , będący stosunkiem mocy granicznej i mocy płomienia, jest związany w sposób funkcyjny z częstotliwością krytyczną (ryc. 5). Funkcja ta, w większej części zbadanej dziedziny (w granicach $35 \div 155 \text{ Hz}$), jest funkcją rosnącą, co wskazuje na wzrost mocy granicznej dla zwiększających się częstotliwości. Dla częstotliwości krytycznej,

których wartości zbliżają się do granic wyznaczonego przedziału badawczego, funkcja nieznacznie zmienia swoją monotoniczność, osiągając minimum w okolicach $f_k = 35 \div 45 \text{ Hz}$. Warto zauważyć również fakt, że wartości stosunku mocy granicznej do mocy płomienia rosną przy zwiększaniu odległości płomienia od płaszczyzny wylotu tunelu aerodynamicznego.



Ryc. 5. Zależność współczynnika k od częstotliwości krytycznej, dla płomienia o mocy cieplnej $43,74 \cdot 10^6 \text{ W/m}^3$

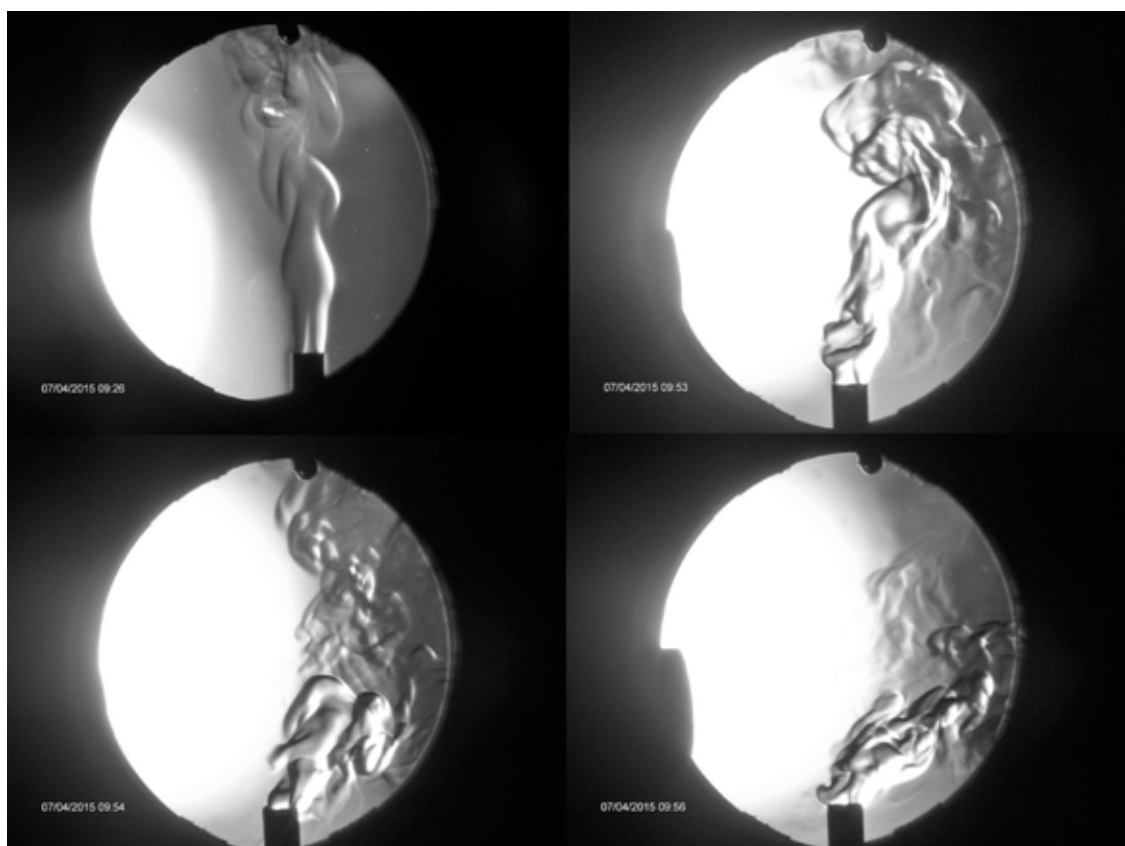
Fig. 5. Coefficient k as a function of critical frequency, the flame of thermal power $43.74 \cdot 10^6 \text{ W/m}^3$

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Zaobserwowano również różnice między wartościami współczynnika k w zależności od mocy cieplnej płomienia. W badaniach przeprowadzonych przez Węsierskiego i innych [4] wykazano, iż dla mocy płomienia znajdującej się w zakresie wartości $1,32 \div 6,08 \times 10^6 \text{ W/m}^3$, i częstotliwości krytycznej 40 Hz , wartość współczynnika $k \approx 3,77 \times 10^{-6} \text{ m}^3$. Rozbieżność między wyżej wymienioną wartością, a wynikami otrzymanymi w tych badaniach może wynikać z dużych różnic w objętości badanych płomieni (w szczególności średnicy dyszy palnika), a także z różnic wartości natężenia przepływu paliwa (za czym idzie zmiana objętości płomienia).

Jak już wcześniej wspomniano, niezmiernie istotna jest analiza procesu spalania z wykorzystaniem metod wizualizacji. Niezdolność oka ludzkiego do obserwacji odpowiednich zmian zachodzących podczas wygaszania płomienia oraz niedokładność powszechnie dostępnych przyrządów optycznych (aparatury fotograficznej, kamery), wyrażająca się podczas pracy z obiektami świecącymi, wymusiła konieczność przeprowadzenia wizualizacji procesu wygaszania płomienia za pomocą aparatu smugowego. Na ryc. 6 przedstawiono wizualizację wygaszania płomienia dla wybranej wartości częstotliwości krytycznej i mocy granicznej.



Ryc. 6. Wizualizacja wygaszania płomienia dla $f_k = 35$ Hz i $P_g = 0,68$ W
Fig.6. Visualization of the process of extinguishing the flame for $f_k = 35$ Hz and $P_g = 0.68$ W

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Z przedstawionej na ryc. 6 wizualizacji z użyciem aparatu smugowego widać wyraźnie, jak płomień pod działaniem fali akustycznej rozprasza się i słabnie, a następnie gaśnie.

4. Wnioski

Wykazano, że dla danej wartości mocy cieplnej płomienia możliwe jest wygaszenie go za pomocą szerokiego spektrum częstotliwości krytycznej ($35 \div 155$ Hz) oraz poziomem mocy granicznej poniżej 30 W. Badania przeprowadzono dla różnych odległości od płaszczyzny wylotu tunelu aerodynamicznego.

Turbulencją zaburzającą front płomienia może być poziom ciśnienia akustycznego, zmieniający się sinusoidalnie. Za jego graniczną wartość, poniżej której trudno było zaobserwować zjawisko wygaszania płomienia, można przyjąć zakres $45 \div 55$ Pa, w zależności

od odległości płomienia od płaszczyzny wylotu tunelu aerodynamicznego.

Wyznaczony współczynnik skuteczności gaszenia płomienia jest zależnością funkcyjną, która przyjmuje minimum lokalne (dla przedziału $35 \div 155$ Hz) dla wartości $35 \div 45$ Hz. Świadczy to o największej zdolności gaśniczej wartości krytycznych znajdujących się w tym przedziale wartości.

Wyniki przedstawionych badań mogą znaleźć zastosowanie w systemach gaśniczych, zwłaszcza w miejscach, w których ilość środków gaśniczych jest ograniczona (np. pokłady samolotów podczas lotu), jak i w przypadku pożarów substancji, których właściwości nie pozwalają na gaszenie ich konwencjonalnymi metodami. Problematyczne pozostaje jednak stwierdzenie wpływu tak niskich częstotliwości na organizm ludzki oraz opracowanie technologii pozwalającej na jak najdokładniejsze dotarcie do źródła ognia.

Literatura

- [1] Wilczkowski S., *Poszukiwanie nowych sposobów gaszenia pożarów*, „BiT Nauka i Technika Pożarnicza”, Vol. 30 Issue 2, 1988.
- [2] Czarczyńska K., *Gaszenie ognia dźwiękiem. DARPA pokazuje, jak użyć głośników do walki z pożarem*, <http://gadzetomania.pl/5335/gaszenie-ognia-dzwiekiem-darpa-pokazuje-jak-uzyc-glosnikow-do-walki-zpozarem> [dostęp 11 lutego 2014].
- [3] Wilczkowski S., *Środki gaśnicze*, Szkoła Aspirantów PSP, Kraków 1995.
- [4] Węsierski T., Wilczkowski S., Radomiak H., *Wygaszanie procesu spalania przy pomocy fal akustycznych*, BiTP Vol. 30 Issue 2, 2013, pp. 59–64.
- [5] Wilczkowski S., Szczówka L., Radomiak H., Mszoro K., *Sposób gaszenia płomieni falami akustycznymi*, Patent krajowy Nr 177792.

- [6] Leśniak B., Wilczkowski S., *Próby zastosowania fal akustycznych do hamowania procesów spalania*, „BiT Nauka i Technika Pożarnicza”, Vol. 30 Issue 2, 1988.
- [7] Wilczkowski S., Szczówka L., Radomiak H., Mszoro K., Urządzenie do gaszenia falami akustycznymi. Patent krajowy Nr 177478.
- [8] Simon D.M., Wagner P., *Characteristics of turbulent combustion by flame space and space heating*, “Journal of Industrial and Engineering Chemistry”, Issue 1, 1956, p. 129.
- [9] Im H.G., Law C.K., Axelbaum R.L., *Opening of the burkeschumann flame tip and the effects of curvature on diffusion flame extinction*, “Symposium (International) on Combustion 01/1991” Volume 23, Issue 1, 1991, pp. 551–558, DOI: 10.1016/S0082-0784(06)80302-4.
- [10] Zambon A.C., Chelliah H.K., *Acoustic-wave interactions with counterflow single- and twin-premixed flames: finite-rate kinetics, heat release and phase effects*, Proc. Combust. Institute, Volume 31, 2007, 1247–1255.
- [11] Lentati A.M., Chelliah H.K., *Physical, thermal and chemical effects of fine-water droplets in extinguishing counterflow diffusion flames. Twenty-Seventh Symposium (International) on Combustion*, The Combustion Institute, Pittsburg 1998.
- [12] Kowalewicz A., *Podstawy procesów spalania*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2000.
- [13] Kordylewski W., *Spalanie i paliwa*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2005.
- [14] Rocznik M., *Fizyka hałasu. Część I. Podstawy akustyki ośrodków gazowych*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1996.
- [15] Mazur M., *Gaszenie płomienia falami akustycznymi*. Praca inżynierska, Częstochowa 2014.

* * *

dr hab. inż. Henryk Radomiak, prof. P.Cz. – kierownik Katedry Pieców Przemysłowych i Ochrony Środowiska Wydziału Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów Politechniki Częstochowskiej. Zajmuje się szeroko pojętym spalaniem paliw i odpadów oraz diagnostyką urządzeń grzewczych. Wielokrotnie nagrodzony nagrodą Rektora PCZ za osiągnięcia naukowe. Jest autorem i współautorem ponad 100 publikacji w czasopismach krajowych i zagranicznych oraz materiałach konferencyjnych. Członek wielu organizacji naukowych, a w szczególności Polskiego Instytutu Spalania.

mgr inż. Marlena Mazur – absolwentka kierunku „Inżynieria Bezpieczeństwa” studiów I stopnia na wydziale Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów Politechniki Częstochowskiej. Obecnie studentka studiów niestacjonarnych stopnia II Wydziału Elektrycznego PCZ.

dr hab. inż. Monika Zajemska, prof. P.Cz. – zastępca kierownika Katedry PPiOŚ Wydziału Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów Politechniki Częstochowskiej. Zajmuje się przewidywaniem i ograniczaniem szkodliwych produktów spalania z przemysłowych komór grzewczych, jak również numerycznym modelowaniem ww. procesów. Wielokrotnie nagrodzona nagrodą Rektora PCZ za osiągnięcia naukowe. Jest autorem monografii oraz autorem i współautorem ponad 100 publikacji w czasopismach krajowych i zagranicznych oraz materiałach konferencyjnych. Jest członkiem wielu organizacji naukowych, a w szczególności Polskiego Instytutu Spalania.

dr inż. Dorota Musiał – adiunkt w Katedrze PPiOŚ Politechniki Częstochowskiej. Jest absolwentką Wydziału Inżynierii Procesowej, Materiałowej i Fizyki Stosowanej Politechniki Częstochowskiej (2002). Tytuł doktora z dziedziny Metalurgia otrzymała w 2007 r. Wielokrotnie wyróżniona nagrodą Rektora PCZ za osiągnięcia naukowe. Zainteresowania naukowe: spalanie paliw i odpadów, emisja zanieczyszczeń powietrza, numeryczne modelowanie. Jest autorem i współautorem ponad 60 publikacji w materiałach konferencyjnych, czasopismach krajowych i zagranicznych.

dr hab. inż. **Tadeusz Maciak**, prof. PB¹
mł. kpt. mgr inż. **Mariusz Barański**²

Przyjęty/Accepted/Принята: 20.11.2014;
Zrecenzowany/Reviewed/Рецензирована: 11.16.2015;
Opublikowany/Published/Опубликована: 31.12.2015;

Wprowadzenie do komputerowego modelowania zachowania się tłumu. Wybrane aspekty psychologii tłumu³

Introduction to Computer Modelling of Crowd Behaviour. Selected Aspects of Crowd Psychology

Введение в компьютерное моделирование поведения толпы. Отдельные аспекты психологии толпы

ABSTRAKT

Cel: Zaprezentowanie problematyki modelowania numerycznego zachowania się zgromadzeń ludzkich na tle wybranych elementów psychologii tłumu.

Wprowadzenie: W pracy zaprezentowano różne definicje i podziały zgromadzeń ludzkich, jak również cechy charakterystyczne tłumu. Omówiono klasyczne spojrzenie na zachowanie się tłumu Le Bona, które sprowadza się do dwóch zasadniczych stwierdzeń: po pierwsze tłum stanowią masy ludzi o ujednoliconym zachowaniu, które mogą być zakwalifikowane jako aktywne, ekspresyjne w wyrażaniu swojej postawy; po drugie, że uczestnicy tłumu są podatni na spontaniczne działanie, nieraz irracjonalne, z utratą samokontroli w poczuciu pełnej anonimowości. Zwrócono uwagę na pewne osobliwe zachowania jednostek ludzkich występujące w tłumie takie jak utrata poczucia indywidualności, jedność psychiczna osób biorących udział w zbiorowości oraz instynktowny proces decyzyjny. Wskazano na pewne normy zachowań postrzegane przez uczestników zbiorowości takie jak np. wzmożone naśladownictwo. Omówiono również zjawisko paniki w tłumie wywołane obawą o zagrożenie życia, które generalnie prowadzi do pojawienia się dwóch postaw tj. podjęcia próby ucieczki z zagrożonego miejsca lub przejście w stan zubożnienia i odrętwienia wobec niebezpieczeństwa. W kolejnej części pracy zaprezentowano współczesne rozumienie zachowania tłumu, w którym podważono szereg stereotypów występujących w koncepcji klasycznej Le Bona. Modele opisujące zachowania ludzi w tłumie oparte na nowoczesnych założeniach reprezentują w pracy Model punktu zapalnego, Model społecznej tożsamości oraz Model inicjacji – eskalacji przemocy w tłumie. Omówienie obecnego stanu wiedzy na temat psychologii tłumu było podstawą do zaprezentowania kierunków modelowania numerycznego zachowania się jednostek ludzkich w tłumie. Przedstawiono zarówno podejście bazujące na prawach fizyki, gdzie tłum jest traktowany jako fizyczny płyn cząsteczkowy, oraz modelowanie agentowe, gdzie osoby w tłumie traktuje się jako jednostki autonomiczne, aktywnie postrzegające środowisko i podejmujące decyzje według z góry zdefiniowanych reguł. Omawiając różne sposoby modelowania, zwrócono uwagę na modele, które umożliwiają symulacje ewakuacji tłumu w stanie paniki.

Metodologia: Omówienie wybranych elementów składających się na psychologię tłumu w rozumieniu klasycznym jak i współczesnym stanowiło podstawę do przedstawienia obecnie istniejących kierunków modelowania numerycznego ruchu ludzi w dużych skupiskach.

Wnioski i znaczenie dla praktyki: W celu zminimalizowania ryzyka wystąpienia niebezpieczeństwa dla życia osób poruszających się w tłumie podejmowane są próby opisywania i modelowania matematycznego ruchu ludzi. Symulacje komputerowe bazujące na takich modelach umożliwiają określenie krytycznych punktów na drodze ucieczki w czasie ewakuacji i następnie ich wyeliminowanie poprzez poprawienie planów budowlanych lub zastosowanie dodatkowych zabezpieczeń w przypadku istniejących budynków. Teoria psychologii tłumu ma wpływ na rozwijającą się dziedzinę symulacji ewakuacji. Odgrywa szczególną rolę, gdyż pozwala na dostosowanie procedur i etapów ewakuacji w taki sposób, aby zminimalizować możliwość powstania paniki.

Słowa kluczowe: psychologia tłumu, matematyczne modelowanie zachowania się tłumu, ewakuacja ludności

Typ artykułu: artykuł przeglądowy

¹ Politechnika Białostocka / Białystok University of Technology;

² Komenda Powiatowej Państwowej Straży Pożarnej w Oławie / District Headquarters of the State Fire Service, Oława, Poland; mariusz.baranski@straz.olawa.pl;

³ Procentowy wkład merytoryczny w powstanie artykułu / Percentage contribution: T. Maciak – 85%, M. Barański – 15%;

ABSTRACT

Aim: Presentation of issues associated with numerical modelling of human behaviour in context of selected elements of crowd psychology.

Introduction: The article identifies a range of definitions and classification of human gatherings as well as crowd characteristics. Le Bon classic view of crowd behaviour is examined and narrowed down to two basic statements: First, a crowd is made up of a mass of people, of unified behaviour, which can be classified as active, expressive in communicating their attitudes and secondly, members of a crowd are likely to behave spontaneously, sometimes irrationally, with a loss of self control influenced by a sensation of complete anonymity. Attention was focussed on the behaviour of individuals, which occur in crowds, such as a loss of sense of individuality, psychological (mental) unity of individuals taking part in a gathering and instinctive decision making process. Certain behaviour patterns were identified with people taking part in gatherings, such as increased mimicry. Additionally, the article examined the appearance of panic in a crowd caused by anxiety about life threatening dangers, which generally lead to the emergence of two stances i.e. attempt an escape from the danger zone or enter into a state of indifference and numbness in face of danger. The subsequent part of the paper reveals current understanding of crowd behaviour, where a range of stereotypes identified in Le Bon's classic concept are challenged. Models describing crowd behaviour, based on contemporary assumptions, are revealed in work titled *Flashpoint Model*, *Elaborated Social Identity Model* and *The initiation-escalation model of collective violence*. The discourse dealing with current knowledge about crowd psychology provided the foundation for a focus on numerical modelling of human behaviour for individuals in a crowd. Two approaches were put forward. One based on the laws of physics, where a crowd is treated as physical molecular liquid and agent-based modelling, where individuals in a crowd are treated as an autonomous entity actively perceiving the environment and making decisions according to predefined rules. The discourse involving different modelling approaches focussed attention on processes, which facilitate evacuation simulations involving crowds in a state of panic.

Methodology: Examination of selected aspects of crowd psychology in context of classical and contemporary perspectives provided a foundation for the presentation of current numerical modelling approaches dealing with the behaviour of people in large crowd gatherings.

Conclusions and relevance to practice: In order to minimize the risk of danger to the life of people moving in a crowd, an attempt was made to illustrate a mathematical model dealing with the movement of people. Computer simulations based on such models facilitate the identification of critical stages along an escape route during an evacuation and their subsequent elimination through improvements to building plans, or by application of additional safety measures to existing buildings. The theory of crowd psychology has an impact on the development of evacuation simulations. It plays an important role, because it allows for the adaptation of procedures and stages of an evacuation in such a way so as to minimize the possibility of panic.

Keywords: crowd psychology, mathematical modelling of crowd behaviour, evacuation of people

Type of article: review article

АННОТАЦИЯ

Цель: Представить проблематику численного моделирования поведения скоплений людей в контексте отдельных аспектов психологии толпы.

Введение: В статье представлены разные определения и классификации скоплений людей, а также характеристические черты толпы.

Рассмотрен классический взгляд на поведение толпы Лебона, который сводится к двум основным утверждениям: во-первых, толпу составляют массы людей с одинаковым поведением, которых можно классифицировать как активных, экспрессивных в выражении своего мнения; во-вторых, что люди, находящиеся в толпе, восприимчивы к спонтаническому поведению, иногда иррациональны, теряют самоконтроль из-за чувства полной анонимности. Внимание было обращено на некие нетипичные поведения человека в толпе такие как: потеря чувства индивидуальности, психическое единство людей, участвующих в коллективе, а также инстинктивный процесс принятия решений. Были указаны некоторые формы поведения участников толпы такие как, например, чрезмерное подражание. Рассмотрен также феномен паники в толпе, вызванный страхом угрозы жизни, который в общем приводит к двум типам поведения т.е. попытки бегства из опасного места или перехода в состояние безразличия и остоленения при появлении опасности. В следующей части статьи было описано современное представление о поведении толпы, которое ставит под сомнение ряд стереотипов, присутствующих в классической концепции Лебона.

Обсуждение текущего состояния знаний о психологии толпы стало основой для представления направлений численного моделирования поведения человеческих единиц в толпе.

Представлен также подход, основанный на законах физики и агентном моделировании. Обсуждая различные способы моделирования, обращено внимание на модели, которые позволяют проводить симуляцию эвакуации толпы в состоянии паники.

Методология: Обсуждение отдельных элементов психологии толпы в классическом и современном значении было основой для представления имеющихся сегодня направлений численного моделирования движения людей в больших группах.

Выводы и значение для практики: С целью минимизации риска опасности для жизни людей, которые находятся в толпе, проводятся попытки описать и математически смоделировать движение людей. Компьютерные симуляции, базирующиеся на таких моделях, позволяют определить критические пункты на дороге во время эвакуации и в дальнейшем их устранить, благодаря улучшению планов постройки или использованию дополнительных элементов защиты, в случае уже построенных зданий. Теория психологии толпы влияет на развивающуюся область симуляции эвакуации. Она играет особенную роль, так как позволяет адаптировать процедуры и фазы эвакуации таким образом, чтобы минимизовать возможность возникновения паники.

Ключевые слова: психология толпы, математическое моделирование поведения толпы, эвакуация людей

Вид статьи: обзорная статья

1. Wstęp

Psychologia tłumu jako nowa dyscyplina nauki narodziła się w XIX wieku. Jej podłożem były przemiany społeczne zachodzące pod koniec XIX wieku w dużych miastach Europy zachodniej takich jak Paryż czy Mediolan, określane w literaturze światowej jako nowoczesna kultura miejska (*modern urban culture*). Jednocześnie pojawiły się nowe zjawiska kryminalne kojarzone z występowaniem tłumu. Pierwsza debata nad psychologią tłumu prowadzona pod kątem występowania zjawisk kryminalnych w zbiorowiskach ludzkich miała miejsce w Rzymie w roku 1885. Pierwsza publikacja na temat tłumu pojawiła się w roku 1841 (Ch. MacKay *Extraordinary Delusions and the Madness of Crowds*) [1]. Praca Hippolyte Taine *The Origins of Contemporary France* (1875) rzuciła nowe światło na rolę tłumu w rewolucji francuskiej z roku 1789. Opisy postaw ludzkich występujące we wczesnych publikacjach zostały rozwinięte przez lekarza, antropologa i socjologa Gustava Le Bona w wydanej w 1895 roku książce *Psychologie des Foules*. Le Bon opisał zjawisko odmiennego zachowania się ludzi, gdy są badani pojedynczo i innego, gdy są badani w masie ludzkiej. Jest on również autorem pojęcia „tłum psychologiczny”, który określa również jako „zbiorową istotę”. Zauważył, że przy zbiegu pewnych okoliczności i tylko w tych okolicznościach, zbiorowość ludzi nabiera zupełnie nowych właściwości, różnych od tych, jakie posiadają poszczególne jednostki, składające się w danym wypadku na tłum [2].

W ostatnich latach pojawiły się liczne prace, w których podjęta została próba modelowania w sposób matematyczny zachowania się tłumu w różnych sytuacjach ekstremalnych np. ewakuacji w stanie paniki. Umiejętność modelowania procesu ewakuacji tłumu z określonych obiektów pozwala wykryć miejsca, w których może dochodzić do blokowania przejść i na etapie projektu zaplanować właściwą przepustowość dróg ewakuacyjnych. Aby zrozumieć i określić prawidłowo założenia opracowanych modeli matematycznych, niezbędna jest podstawowa wiedza na temat tłumu i zachowania się jednostki ludzkiej w tłumie.

W artykule zaprezentowano różne definicje i klasyfikacje tłumu, jak również opisano cechy charakterystyczne zgromadzeń ludzkich. Omówiono tradycyjne, jak i współczesne rozumienie zachowania tłumu. Klasyczne spojrzenie na zachowanie tłumu przedstawiono w postaci siedmiu założeń tradycyjnych Le Bona. Modele opisujące zachowania ludzi w tłumie oparte na nowoczesnych założeniach reprezentują w pracy model punktu zapalnego, model społecznej tożsamości oraz model inicjacji – eskalacji przemocy w tłumie. W podsumowaniu spojrzenia psychologicznego zaprezentowano krótko obecnie istniejące kierunki numerycznego modelowania zachowania się tłumu.

2. Kategorie zbiorowości

Wśród różnych form zbiorowości ludzkiej znajdujących się w tym samym miejscu i w tym samym czasie można wyróżnić trzy podstawowe kategorie: zbiegowisko, publiczne zebranie oraz tłum [2]. Dwie pierwsze postacie zbiorowości

mogą w pewnych warunkach przekształcić się w tłum, choć ich pierwotna przyczyna ma nieco inny charakter.

2.1. Zbiegowisko

Zbiegowisko jest przelotnym zgrupowaniem osób wykazujących zainteresowanie tym samym zdarzeniem. Z reguły zdarzenie to jest nagłe i nieoczekiwane. Na przykład zbiegowisko ludzi wywołuje nagły wypadek drogowy, awantura na ulicy, czy też handlarz sprzedający atrakcyjny towar. Osoby w zbiegowisku starają się uzyskać informację na temat zaistniałej sytuacji. W zbiegowisku, dzięki bliskości przestrzennej, występują zbliżone reakcje emocjonalne. Nagłe zachowania jednostek mogą przekształcić się w aktywność całego zgromadzenia. Stąd też zbiegowiska zawsze muszą być brane pod uwagę jako potencjalne zagrożenie dla porządku publicznego [4].

2.2. Publiczność zebrana

Publicznością zebraną (audytorium) nazywamy zgromadzenie intencjonalne takie jak np. publiczność szukająca szeroko pojętej rozrywki (zgromadzenie np. w kinie, na sali koncertowej czy na zawodach sportowych). Do tej kategorii zalicza się również wiernych zgromadzonych w świątyniach oraz osoby poszukujące informacji na zebraniach informacyjnych, pokazach, czy wiecach politycznych.

Publiczność zebraną odróżnia od zbiegowiska postawa uczestników, którzy są bardziej uporządkowani w działaniu. Podobnie jak to ma miejsce w przypadku zbiegowiska, publiczność zebrana wykazuje podobne działanie. Słuchanie przemówień politycznych lub religijnych może powodować silne napięcia emocjonalne.

2.3. Tłum

Tłum jest formą zbiorowości, w której zjawiska zachodzące w zbiegowisku, czy w audytorium pod wpływem bardzo silnego pobudzenia emocjonalnego powodują, że wszystkie jednostki wykazują to samo zachowanie oraz jednakowy stan psychiczny. Jednostki w tłumie zawsze przebywają w bliskości fizycznej, podlegają wspólnym oddziaływaniom i mają wspólny obiekt zainteresowania. Nierozróżnialność jednostek w tłumie powoduje, że zwykle mechanizmy kontroli społecznej tracą swoją skuteczność, a do głosu dochodzą zachowania instynktowne. Tłum jest zdolny do nieprzewidywalnych zachowań spontanicznych, a jego uczestnicy podejmują działania często chaotyczne, do których nie dopuściliby się w normalnych warunkach.

3. Tłum – definicje, klasyfikacja i cechy charakterystyczne

W przypadku tłumu brak jest jednolitej i ogólnie przyjętej klasyfikacji. Trudności związane z jednolitą klasyfikacją wynikają z dużej różnorodności czynników, które mogą doprowadzić do powstania tłumu. W literaturze przedmiotu można spotkać się z różnymi podziałami wynikającymi z odmiennego zrozumienia pojęcia zjawiska zbiorowości ludzkiej. Poniżej przedstawiono wybrane propozycje klasyfikacji tłumu według Le Bona, Blumera, Zajdela oraz Forsytha, które mogą być przydatne w zrozumieniu założeń matematycznych modelowania zachowania jednostek ludzkich w tłumie.

Zgodnie z podziałem wprowadzonym przez Le Bona tłumy dzieli się na dwie grupy [2]:

1. Tłumy heterogeniczne:
 - a) bezimienne (tłum uliczny),
 - b) nie anonimowe (parlament).
2. Tłumy homogeniczne:
 - a) sekty (organizacja religijna),
 - b) kasty (wojsko),
 - c) warstwy społeczne (mieszczaństwo).

Dwie wymienione powyżej grupy różnią się tym, że pierwsza nie ma żadnego poczucia odpowiedzialności, druga zaś posiada poczucie silnie rozwiniętej odpowiedzialności, co nadaje określony kierunek ich działaniu.

Z kolei Blumer wyróżnia następujące rodzaje tłumów [3]:

1. Tłum przypadkowy, charakteryzujący się słabą interakcją pomiędzy uczestnikami lub wręcz jej brakiem. Są to jednostki, które przyciągnęło jakieś (często przypadkowe) wydarzenie. Przykładem takiego tłumy są osoby przyglądające się wypadkom, czy też osoby zgromadzone wokół stoiska w hipermarkecie.
2. Tłum konwencjonalny to jednostki zebrane w jakimś celu, który to cel jest jednak osiągany przez każdą z nich z osobna. Przykładem takiego tłumy są pasażerowie na przystanku lub widzowie w kinie. Tłum konwencjonalny czasem nazywany jest publicznością. Publiczność charakteryzuje to, że zdania na temat osiąganego celu mogą być różne.
3. Tłum ekspresyjny to taki, w którym szczególną rolę ma jakiś ładunek emocjonalny i na nim oparta jest interakcja. Przykładem takiego tłumy są uczestnicy karnawału w Rio de Janeiro.
4. Tłum aktywny jest nastawiony na działalność niszczycielską, której celem jest rozładowanie emocji lub zniszczenie jakiegoś zła czy przeciwnika. Przykładem takiego tłumy są agresywni kibice na meczach piłkarskich.

Bardziej szczegółowy jest podział wprowadzony przez Zajdela [4]. Wyodrębnił on cztery najważniejsze kategorie:

1. Tłum agresywny atakuje jednostkę, inną zbiorowość lub instytucję. Występuje on w trzech formach, jako:
 - a) tłum linczujący – powstaje w wyniku wykrzyka jakiegoś haniebnego faktu,
 - b) tłum terroryzujący – powstaje na podłożu ideologicznym, celem ataków są najczęściej mniejszości narodowe, religijne, seksualne lub inne
 - c) tłum walczący – formuje się w czasie zaburzeń społecznych, skierowany jest przeciwko siłom porządkowym. Od występowania takich tłumów zaczynały się zazwyczaj rewolucje i przewroty społeczne (Majdan, Kijów 2014). Techniki wywoływania tłumów walczących stanowią obiekt zainteresowania rządów i grup planujących przejęcie władzy politycznej.
2. Tłum uciekający (ogarnięty paniką):
 - a) niesformalizowany jak np. tłum ogarnięty paniką po wybuchu bomby, bez racjonalnego rozeznania rzucający się do ucieczki,
 - b) sformalizowany jak np. formalna grupa o uporządkowanym charakterze, posiadająca określony cel oraz świadoma niebezpieczeństwa. Panika powstaje wówczas, gdy grupa ta napotka coś, co spowoduje

rozpad formalnych więzi. Przykładem mogą tu być oddziały wojska.

3. Tłum nabywający (rabujący, grabiący). Ten rodzaj tłumy występuje tylko w specyficznych sytuacjach katastrof, klęsk żywiołowych i ogólnej dezorganizacji społecznej. Tworzą się wówczas zbiegowiska, które atakują i rabują sklepy, banki, mieszkania i ludzi.
4. Tłum demonstrujący (ekspresyjny). Przykładem może być tutaj tłum powstający aby dać wyraz uczuciom wdzięczności, uznania bądź potępienia lub protestu.

Jednym z najpopularniejszych podziałów tłumy jest klasyfikacja wprowadzoną przez Forsytha [5]. Zakłada ona podział na dwie główne kategorie – zgromadzenie i tłum (wraz z szeregiem podkategorii):

1. Zgromadzenie:
 - a) tłumy przypadkowe,
 - b) publiczność zebrana,
 - c) tłumy kolejkowe.
2. Tłum:
 - a) tłum agresywny,
 - tłum linczujący,
 - tłum walczący (zbuntowany).
 - b) tłum spanikowany:
 - tłum uciekający,
 - tłum zdobywający (rabujący).

Wymienione w powyższej klasyfikacji kategorie zostały już wcześniej dokładnie omówione.

4. Klasyczne spojrzenie na zachowanie tłumy

Klasyczna teoria psychologii tłumy, której początek dał Le Bon sprowadza się do dwóch zasadniczych stwierdzeń:

- a) tłum stanowią masy ludzi o ujednoliconym zachowaniu, które mogą być zakwalifikowane jako aktywne, ekspresyjne w wyrażaniu swojej postawy i momentami wrogie,
- b) uczestnicy tłumy są podatni na spontaniczne działanie, nieraz irracjonalne, z utratą samokontroli w poczuciu pełnej anonimowości.

4.1. Homogenizacja struktury

Podstawę tworzenia się tłumy stanowi proces ujednolicenia zachowania jednostek ludzkich. O tym czy mamy już do czynienia z tłumem, decydują zjawiska okresowego zaniku cech indywidualnych i zmiany w psychice osób biorących udział w zbiorowości. Proces ten powoduje powstanie pewnej jedności umysłowej u jednostek biorących udział w zbiorowości, co w dalszej kolejności powoduje pojawienie się osobliwych zachowań, nietypowych dla pojedynczego osobnika. Mamy tu zanik własnych myśli i uczuć. Nosi to miano dezindywidualizacji.

4.2. Jedność psychiczna

W wyniku ujednolicenia zachowania jednostek ludzkich w tłumie, jego uczestnicy zaczynają czuć się anonimowo. Są w środowisku, które zapewnia im poczucie bezpieczeństwa. Dzięki temu pomiędzy jednostkami a tłumem nawiązuje się specyficzna więź emocjonalna. W tłumie występuje najdalej posunięte poczucie identyfikacji jednostek ze

zbiorowością. Jednostki uczestniczące w tłumie z reguły przeżywają głębokie zadowolenie z uczestnictwa w zbiorowości działającej tak samo jak oni. Potwierdza to tezę, że tłum jest formą życia zbiorowego zaspakajającą istotne potrzeby ludzkiej natury [6]. Na tym poziomie zespolenia jednostki trzymają się razem, chcąc uniknąć izolowania. W przypadku rozerwania tłumy dążą do jak najszybszego dołączenia do innych osób. Z powyższego wynika, że jednostki zaczynają zachowywać się jak jeden zespolony organizm. Takiemu zespolonemu i ujednoliconemu organizmowi psychologowie przypisują tzw. duszę [2]. Dusza tłumy w tym przypadku stanowi element ściśle grupujący jednostki i sprawia, że tłum działa autonomicznie. Tłum potrafi obrać sobie cel działania i wszystkie jednostki dążą do realizacji obranego celu. Silna więź emocjonalna, anonimowość oraz bezpieczeństwo powodują to, że jednostki w tłumie utrzymują spójność grupy, są odważne i konsekwentne w działaniu oraz nabierają poczucia ważnej misji do spełnienia. Dotyczy to szczególnie tłumy agresywnego.

4.3. Instynktowny proces decyzyjny

Odpowiedź tłumy na bodziec jest nieraz bardzo gwałtowna i zacięta, a podejmowanie decyzji odbywa się na poziomie instynktu. Taki sposób podejmowania decyzji wynika z pośpiesznego interpretowania zjawisk, ponieważ w obszarze tłumy wymuszona jest konieczność szybkiego podejmowania decyzji. Sposób zachowania jest oparty na pierwotnym wrażeniu. Proces decyzyjny podejmowany jest szybko i odbywa się na poziomie podświadomości. W podświadomości zapamiętywane są wyuczone wzorce postępowania w danych okolicznościach. Instynktowny charakter stanowi również o tym, że tłum nie ma zdolności do nabywania i wykorzystywania doświadczenia. Co również jest ważne, nie potrafi ocenić krytycznie wydarzeń i powstrzymać się od podjęcia działania, które przyniosło mu już raz szkodę.

W kwestii postrzegania zjawisk ważną rolę odgrywa symbolika zjawisk. Symbolika upraszcza percepcję emocjonalną postrzeganych zjawisk i pozwala na nadawanie elementom otoczenia pewnych określonych znaczeń. Mogą to być znaczenia zarówno pozytywne, jak i negatywne. Przykładem pozytywnego symbolu może być oznakowanie drogi i wyjścia ewakuacyjnego, którym tłum chce się wydostać z zagrożonego obiektu. Negatywnym bodźcem będzie rozpoznanie domniemanego sprawcy wypadku, który może stać się obiektem ataku tłumy. Należy podkreślić, że symbole są dla uczestników tłumy bardzo czytelne i w istotny sposób wpływają na działanie tłumy.

Emocje, instynkt oraz anonimowość decydują o podejmowaniu działania w tłumie przez jednostki. Działanie to ma często charakter spontaniczny i w większości dość prymitywny. Przejawiający się w tłumie prymitywny sposób działania zazwyczaj nie występuje w codziennym życiu. Uwalnianie prymitywnych zachowań w życiu codziennym jest moderowane przez uznane normy zachowania. Tłum nie jest w stanie podejmować działań wymagających zaawansowanych procesów myślowych, a reakcje kierowane są przede wszystkim impulsami emocjonalnymi. Często też uczestnicy tłumy czują się silniejsi i tracą zdolność

obiektywnej oceny sytuacji. Warto jednocześnie podkreślić, że tłum dając poszczególnym jednostkom poczucie siły i odwagi, pomniejsza jednocześnie odpowiedzialność, która zostaje rozdzielona na wszystkie jednostki biorące udział w zgromadzeniu.

4.4. Elementy organizacji tłumy

W ogólności w tłumie nie występują z góry określone normy zachowań przestrzegane przez uczestników zbiorowości. W tym sensie nie można mówić o występowaniu elementów organizacji tłumy. Niemniej istnieją zjawiska, które mogą świadczyć o pewnym chociażby okresowym uporządkowaniu działań jednostek ludzkich. Jednym z takich przykładowych zachowań jest wzmożone naśladownictwo określane jako zjawisko osmozy psychologicznej. Osmozę psychologiczną definiuje się jako zjawisko zarażania się emocjami (wchłaniania emocji innych ludzi) [7]. Polega ono na wytworzeniu u wszystkich jednostek identycznych lub podobnych stanów napięcia, powstającego na podłożu podobnego zaangażowania emocjonalnego [6]. Wystarczy by jedna osoba rzuciła chwytliwe hasło, a reszta uczestników podejmuje je w naturalny sposób. Za taki naśladowczy sposób postępowania odpowiadają tzw. neurony lustrzane [8]. Niemniej pojedynczy impuls naśladowczy podtrzymywany jest zazwyczaj przez krótki okres. W przypadku skandowania hasła po chwilowym zaangażowaniu całego tłumy, liczba osób wykrzykujących hasło silnie maleje.

Przebieg zjawiska zarażenia emocjonalnego nie jest do końca poznany. Biorą w nim udział złożone procesy, wśród których można wyodrębnić: wzmożone uleganie sugestiom, jednorodność doświadczeń w obrębie grupy, efekt zamkniętych kręgów wzrastającego podniecenia (osoba A przekazuje werbalnie emocje osobie B, ta osobie C, osoba C osobie A, a w każdym przekazie ładunek emocjonalny rośnie – tworzy się dodatnie sprzężenie zwrotne zwiększające siłę emocji w kręgu osób przekazujących sobie informacje). Oczywiście nie wszystkie informacje zarażają tłum w podobny sposób. Przekaz pozytywny z reguły odbierany jest sceptycznie i powoli. Natomiast przekaz negatywny potrafi rozchodzić się niemal błyskawicznie, doprowadzając często tłum do paniki. Próby uspokojenia spanikowanego tłumy niestety z reguły kończą się niepowodzeniem. Natomiast o wiele łatwiej jest, przekazując informacje o zagrożeniu, tłum usposobiony w sposób pozytywny zamienić na tłum spanikowany.

Zjawisko naśladownictwa ma swoje zauważalne konsekwencje. Tworzy dogodne warunki do rozprzestrzeniania się fałszywych spostrzeżeń i sugestii.

5. Zjawisko paniki w tłumie

Zdarza się, że w tłumach może dochodzić pod wpływem pewnych bodźców zewnętrznych lub na skutek wewnętrznych interakcji do zjawiska poczucia przez jednostki ekstremalnej obawy o swoje życie. Pojawiają się wówczas w tłumie zachowania nie do końca przewidywalne, służące obronie zagrożonego życia. Takie zachowania noszą nazwę paniki. Pojawiające się zagrożenie często nie jest na tyle duże, aby w rzeczywistości zagrozić życiu ludzi.

Niemniej występujący lęk potęguje przerażenie i wzmacnia działania obronne. Stąd też panika pojawia się często bez rzeczywistych powodów mogących zagrozić życiu jednostek znajdujących się w tłumie. Panice towarzyszą zmiany wegetatywne, przymglenie świadomości (obniżona kontrola postępowania) oraz zerwanie więzi społecznych [9].

5.1. Zmiany wegetatywne

Obawa o życie powoduje w organizmie człowieka szeregi procesów fizjologicznych powodujących początkowo niewielkie, a następnie znaczne otwarcie kanałów naczyniowych w błonie włókien nerwowych umożliwiających dodatkowy przepływ jonów sodu [10]. Obecność zwiększonego stężenia jonów sodu prowadzi do nietypowych reakcji organizmu. Proces postrzegania rzeczywistości przez jednostkę staje się w tym momencie zaburzony i nienaturalny.

Jednocześnie następują zmiany w funkcjonowaniu organizmu, które mają przygotować organizm do działania z maksymalną sprawnością. Następuje przyspieszenie bicia serca oraz przyspieszanie akcji oddychania, aby dostarczyć więcej tlenu do organów potrzebnych do sprawnej ucieczki. Organizm wtłacza więcej krwi do kończyn, a wycofuje krew z miejsc mniej ważnych takich jak np. żołądek.

5.2. Zachowanie ludzi ogarniętych paniką

Osoba ogarnięta paniką ma poczucie zbliżającej się katastrofy. Taki stan świadomości człowieka ogarniętego lękiem o swoje życie prowadzi do pojawienia się generalnie dwóch postaw. Pierwsza postawa polega na podjęciu próby ucieczki z zagrożonego miejsca bez zwracania uwagi na otoczenie. Druga postawa (rzadziej spotykana) to przejście osoby spanikowanej w stan zubożenia wobec niebezpieczeństwa i odrętwienie.

5.2.1. Ucieczka z zagrożonego miejsca

W momencie podjęcia decyzji ucieczki z zagrożonego miejsca, najważniejsze staje się indywidualne przetrwanie. Ludzie ogarnięci paniką stają się niewrażliwi na elementy otoczenia, które są nieistotne z punktu widzenia indywidualnego przetrwania. W tłumie dochodzi do głosu tylko indywidualny instynkt samozachowawczy. Poczucie spójności z innymi osobami zanika. W panice zanikają więzi emocjonalne także z osobami bliskimi. To oznacza faktyczny zanik wszelkich więzi społecznych. W ucieczce dominuje strach, niekontrolowany żadną refleksją. Druga jednostka przestaje istnieć, zostaje zredukowana do postaci fizycznej przeszkody. Ludzie kierują się emocjami, a to prowadzi do zaburzenia procesu podejmowania logicznych decyzji i racjonalnego działania.

Człowiek w panice stosuje rozwiązania siłowe. Polega to na odpychaniu innych osób w celu uutorowania sobie drogi ucieczki. Odpychane osoby popychają osoby stojące obok. W spanikowanym tłumie bardzo łatwo o upadek. Upadek jest w takiej sytuacji niezwykle niebezpieczny. Osoba, która upadnie, w panującym ścisku uciekającego tłumu nie jest w stanie się podnieść i jest narażona na śmiertelne strącanie przez uciekający tłum, który nie jest nawet świadomy, że na ziemi znajdują się przewrócone osoby. Jak wspomniano, w spanikowanym tłumie ludzie zauważają tylko swój indywidualny interes. Bywa, że potrafią odciągnąć innych od wyjścia, licząc że dzięki temu sami łatwiej wydadzą

się na zewnątrz. Często również w spanikowanym tłumie zagęszczenie przeciskających się przez wyjścia ewakuacyjne ludzi jest tak duże, że dochodzi do zablokowania się drogi ucieczki. Oddziaływanie pomiędzy spanikowanymi osobami nawzajem, pomiędzy osobami a ścianami i innymi elementami architektonicznymi budynku powoduje powstawanie w środowisku tłumu wielkich ciśnień o wartościach przekraczających 4,5 kPa. W warunkach tak wysokiego ciśnienia wyginają się metalowe poręcze, a nawet pękają słabsze ścianki działowe. Ciśnienie może doprowadzić do urazów ciała lub w skrajnych przypadkach do uduszenia słabszych fizycznie jednostek [11].

Niezwykle stresowa sytuacja uniemożliwia logiczne rozpoznanie sytuacji. Często dochodzi do bezmyślnego podążania za całą uciekającą grupą, zamiast poszukiwania drogi ewakuacji na własną rękę. Znane są przypadki traktowania się osób pod jednym z wyjść, gdy przez inne można wyjść bezpiecznie.

5.2.2. Postawa zubożenia

Podczas analizy zachowania osób w tłumie ogarniętym paniką, należy również wspomnieć o innej formie panicznego lęku. U niektórych osób stan paniki przybiera formę przejścia w stan zubożenia. Jest to wynik zadziałania mechanizmu obronnego człowieka przed stresem, w którym zauważa on, że nie jest w stanie nic zrobić, aby wydostać się z zagrożonego miejsca. Towarzyszy temu poczucie bezradności, odrętwienia oraz zahamowania ruchowego. Taki stan jest również niezwykle groźny, ponieważ uniemożliwia danej osobie ucieczkę. Ponadto paraliż ruchowy stanowi poważny problem dla osób, które chcą pomóc danej osobie w ewakuacji [12].

6. Współczesne rozumienie zachowania tłumu

We współczesnym świecie zrozumienie zachowania tłumu jest niezwykle ważne. Badanie zachowania się tłumu nie jest jednak rzeczą prostą. Teoretyczny postęp w rozumieniu zachowania tłumu jest utrudniony przede wszystkim ze względu na stosowaną metodologię. Do badań tłumu służą różnorodne instrumenty badawcze na przykład: studia przypadków, badanie wsteczne incydentów, wywiady i badania obserwacyjne. Badania obserwacyjne są obecnie głównym narzędziem badawczym wykorzystywanym w analizie zachowania się tłumu. Trudność wykonania kontrolowanych eksperymentów stanowi największe ograniczenie w rozwoju badań tłumu. Istnieją również ograniczenia etyczne – przeprowadzony eksperyment może być niebezpieczny dla osób biorących udział w doświadczeniu. Wykonywanie eksperymentów może być możliwe tylko dla mniejszych grup, które w kwestii zachowania nie powodują wysokiego poziomu ciśnienia lub przemocy. Dla większości sytuacji zachodzących w tłumie wzrost poziomu ciśnienia jest integralną częścią zjawiska. Stąd też jest prawie niemożliwe, aby wysunięte teorie przetestować doświadczalnie, a co za tym idzie, by zrozumieć i prawidłowo wyjaśnić zachowanie tłumu [13].

Jednocześnie analizując zjawiska psychologiczne zachodzące u osób będących członkami zbiorowości, należy zwrócić uwagę na to, że człowiek w sytuacji zagrożenia zachowuje się adekwatnie do posiadanych przez siebie danych [14].

Niekoniecznie zjawiska, które są postrzegane z zewnątrz jako panika, są podobnie odczuwane przez członka zbiorowości znajdującego się w określonym miejscu. Może to prowadzić do sytuacji, w której działania zagrożonych osób nie będą w pełni pokrywać się z zamiarami projektantów systemów oraz osób kierujących ewakuacją [15].

W roku 1968 Couch zanegował wiele stereotypów klasycznej teorii Le Bona zachowania się tłumu. Wyniki jego prac pokazują inne oblicze szeregu dotychczas uważanych za poprawne twierdzeń [16]. Według Coucha:

- a) tłum nie jest jednorodną masą, ale składa się z mniejszości z pojedynczych osób oraz w większości z małych grup osób, które zapoznały się ze sobą,
- b) uczestnicy tłumu nie są zgodni w motywacji, rzadko działają w harmonii, działanie harmonijne nie trwa długo,
- c) tłumy nie paraliżują indywidualnego poznania, nie wyróżniają się specjalnie w przemocy oraz działaniach destabilizujących,
- d) indywidualne postawy i cechy osobowości, jak również zmienne warunki społeczno-ekonomiczne, demograficzne i polityczne są słabymi wskazówkami co do indywidualnego zaangażowania w wywoływanie i uczestnictwie w zamieszkach.

Wymienione powyżej spostrzeżenia i wykonane przez innych autorów badania pozwoliły na podważenie szeregu pewnych uznanych twierdzeń obowiązujących od czasu Le Bona:

- idea sugestywności: ludzie w tłumie chętniej naśladują innych,
- idea niszczycielstwa: jednostki w tłumie są bardziej skłonne do działania w sposób gwałtowny,
- idea spontaniczności: przemoc w tłumie występuje nagle,
- idea anonimowości: jednostki w tłumie czują się bardziej anonimowo,
- idea jednolitości: wszyscy w tłumie postępują w ten sam sposób.

W ostatnich latach w miarę analizy dostępnych dobrze udokumentowanych przypadków, sposób podejścia do modelowania tłumu podlegał dalszym głęboko idącym zmianom. W obecnej chwili dominują trzy główne sposoby podejścia do modelowania zachowania się tłumu:

- a) model punktu zapalnego,
- b) model społecznej tożsamości,
- c) model inicjacji-eskalacji przemocy zbiorowej.

6.1. Model punktu zapalnego

Model punktu zapalnego (Flashpoint Model) zaproponowany przez Waddingtona i współpracowników wyjaśnia, w jakich okolicznościach może dojść do wybuchu publicznych zaburzeń [17]. „Punkty zapalne” stanowią zdarzenia, które mogą rozpętać chaos zamieszek. Analiza jest przeprowadzana w obrębie wybranych ogólnych ram strukturalnych. Ogólne ramy strukturalne integrują ze sobą istotne czynniki mogące powodować publiczne zaburzenia, przypisując je do danego poziomu analizy i wyjaśniając z każdego poziomu, na ile zainicjowanie chaosu jest prawdopodobne. Model posiada sześć współzależnych od siebie

poziomów analizy: strukturalny, polityczno-ideologiczny, kulturowy, kontekstowy, sytuacyjny i interakcyjny.

Każdy poziom opisuje związek pomiędzy nieładem a istotnymi czynnikami mogącymi spowodować wybuch zamieszek. Czynniki zmieniają się od globalnych czynników kontekstowych (makro) do czynników interakcji bezpośredniej (mikro). Jeśli chodzi o poziom interakcji – brane są pod uwagę bezpośrednie interakcje pomiędzy grupami, aby wyjaśnić potencjalny chaos. Każdy poziom analizy funkcjonuje jako wskaźnik sytuacyjny, powiadamiając, czy dane zdarzenie może oddziaływać jako punkt zapalny.

Omawiany model punktu zapalnego został w kolejnych latach po jego przedstawieniu mocno skrytykowany. Głównym zarzutem w stosunku do przedstawionego modelu jest to, że nie obejmuje on fazy mobilizacji i samoorganizacji tłumu oraz roli służb porządkowych. Brak również wyjaśnienia pojawienia się zamieszek bez wyzwalającego impulsu zewnętrznego oraz mechanizmu odpowiedzialnego za opóźnioną odpowiedź na zewnętrzny impuls wyzwalający.

6.2. Model społecznej tożsamości

Model społecznej tożsamości (Elaborated Social Identity Model – ESIM) jest społeczno-psychologicznym modelem wyjaśniającym zachowanie tłumu, który w założeniach zawiera koncepcję jednostki postrzegającej swoje członkostwo w odpowiedniej grupie społecznej. Tłumy są połączeniem jednostek, z których wszystkie należą do różnych sprzecznych grup. Jednakże, jeśli tłum jest przede wszystkim związany z pewną określoną grupą (np. chrześcijan i aktywistów obrony praw obywatelskich), to wartości tej grupy będą dyktować działania tłumu. Pierwotnie teoria tożsamości społecznej (Social Identity Theory – SIT lub Social Identity Model – SIM) została sformułowana przez Henriego Tajfela i Johna Turnera w latach 1970 i 1980 [18]. Do teorii wprowadzono pojęcie tożsamości społecznej, które odgrywa kluczową rolę w analizie procesów społecznych i zachowań międzygrupowych [19]. Następnie model został rozwinęty przez Reichera, Drury’ego i Stotta i opatrzony nazwą Elaborated Social Identity Model (ESIM). Zgodnie z przedstawionym przez nich modelem, działania zbiorowe, tj. działania wspólne mogą mieć miejsce jedynie, gdy członkowie grupy podzielają lub postrzegają siebie jako dzielący wspólną tożsamość społeczną. Uczestnicy tłumu charakteryzują się przede wszystkim szeregiem tożsamości społecznych, które okazują się najistotniejsze w obrębie systemu psychologicznego określającego własne „ja” jednostki. Działania zbiorowe stają się możliwe, kiedy poszczególne tożsamości społeczne są jednocześnie wyraziste i podzielane przez poszczególnych uczestników tłumu.

Postrzeganie cech i norm grupowych zmienia się na przestrzeni czasu i jest traktowane jako zmiana społeczna [20].

Model ESIM bierze również pod uwagę efekt działania sił policyjnych na zachowanie się tłumów. Ostrzega, że bezzasadne użycie siły może stworzyć w tłumie na nowo poczucie jedności szczególnie w warunkach nielegalności zgromadzenia i sprzeciw wobec działania sił porządkowych. Może to spowodować wciągnięcie tłumu w konflikt z policją, pomimo postawy wahania się niektórych jednostek.

Omawiany model jest jednym z najlepszych obecnie dostępnych modeli wyjaśniających procesy leżące u podstaw zachowania tłumu. Kładzie on silny nacisk na chaos i kontekst społeczny. Choć potwierdza on znaczenie społecznego kontekstu, rola innych czynników sytuacyjnych nie jest brana pod uwagę w znacznym stopniu. Nacisk położony jest na interakcję pomiędzy grupami. Podobnie jest w modelu punktu zapalnego. Poziom indywidualnego zachowania jednostek nie został tak naprawdę w rozpatrywanym modelu wzięty pod uwagę.

6.3. Model inicjacji – eskalacji przemocy zbiorowej

Model Inicjacji – eskalacji przemocy zbiorowej (The Initiation-escalation Model of Collective Violence) został zaproponowany przez Adanga [21]. Opisuje on uwarunkowania inicjacji przemocy w oparciu o systematyczne badania obserwacyjne protestów ulicznych i zamieszek piłkarskich. W swoich obserwacjach zauważa on, że przemoc nie może być rozumiana bez obserwacji oddziaływania co najmniej dwóch stron, które zawsze występują. Biorąc pod uwagę, że zachowanie tłumu stanowi trudną domenę badań empirycznych, w opracowaniu pokazuje jednocześnie, że możliwe jest przeprowadzenie użytecznych badań obserwacyjnych. Wykonane przez niego obserwacje udowodniły brak irracjonalnych zachowań ludzi w tłumie. Przeciwnie ludzie zachowują się w sposób, który ma znaczenie dla nich samych. Obserwowalny jest brak jednolitości, tzn. nie każdy działa dokładnie w taki sam sposób. Jednostki różnią się, różni ich sytuacja lokalna, a tym samym dokonują indywidualnych wyborów na podstawie tego, co wiedzą o niejednorodnym zachowaniu tłumu. Adang odnosi się również do innych spostrzeżeń odnośnie postępowania [22], [23], [24] twierdząc, że będąc w tłumie nie ma osoby bardziej brutalnej niż na zewnątrz tłumu.

Obserwacje opisują rzeczywiste zjawiska rozgrywające się w tłumie – inicjację przemocy oraz jej eskalację. Rozróżnia się dwa sposoby, w których inicjowana jest przemoc zbiorowa: przemoc, która posiada klarowną identyfikację wyzwalacza (reakcja na sytuację zewnętrzną, czyli reaktywna) z jednej oraz przemoc, która nie posiada wyzwalacza, co sprawia, że wydaje się samoistna. Ostatni rodzaj przemocy, bez jasnego czynnika wyzwalającego, występuje w zgromadzeniach niemal wyłącznie wśród osób nastoletnich lub młodych dorosłych mężczyzn.

Eskalację przemocy zbiorowej wyjaśnia się poprzez połączenie dwóch różnych mechanizmów: postrzegania ryzyka i istnienia percepcji „my kontra oni” (antagonizm) pomiędzy grupami. Postrzeganie ryzyka obejmuje mechanizm opisujący potencjalną eskalację w oparciu o postrzegane ryzyko w stosunku do możliwości. Szczególnie młodzi dorośli mężczyźni mają tendencję podejmowania większego ryzyka i zachowywania się gwałtownie. Często poszukują okazji do konfrontacji rywalizujących ze sobą grup, do czego prowadzi ich zmniejszone postrzeganie ryzyka we wspólnym działaniu w zespole z kolegami.

Model podkreśla kontekstowe podejście do zrozumienia eskalacji i prowadzi do kilku praktycznych wniosków, w szczególności, jak uniknąć starć pomiędzy grupami.

W przeciwieństwie do większości modeli, model ten wyjaśnia zachowanie antagonistycznych grup, co czyni go skutecznym w wyjaśnianiu powstania punktu zapalnego generującego przemoc w warunkach zaistnienia zewnętrznego impulsu wyzwalającego, jak również wybuchu samoistnego.

7. Sposoby podejścia do modelowania numerycznego zachowania się tłumu

Przedstawione w powyższych punktach modele zachowania jednostki w tłumie są niezwykle trudne do modelowania matematycznego. W zasadzie nie ma możliwości wzięcia pod uwagę wszystkich czynników, które mogą doprowadzić np. do powstania paniki w tłumie. Stąd też numeryczne podejście do zachowania się tłumu można wykonać tylko z pewnym przybliżeniem w określonych dość uproszczonych warunkach brzegowych [25].

Ogólnie istnieją dwa główne podejścia do modelowania komputerowego zachowania tłumu: makroskopowe i mikroskopowe. Pierwsze podejście bazujące na zasadach hydrodynamiki traktuje tłum jak płyn o laminarnym przepływie [26]. Inny model makroskopowy traktuje osoby w zbiorowości jak cząsteczki poddające się siłom pola magnetycznego [27]. Podejście mikroskopowe, rozwijane od pewnego czasu, polega na modelowaniu pojedynczych osób w tłumie, którym przypisuje się pewien sposób podejmowania decyzji i zachowania zgodnie z określonymi regułami. Można tu wymienić modele oparte na metodach dynamiki molekularnej, sztucznej inteligencji, niehomogenicznych automatach komórkowych oraz systemach agentowych.

7.1. Modele makroskopowe

W modelowaniu makroskopowym najbardziej popularne jest traktowanie tłumu jak płynu cząsteczkowego. Przez zastosowanie pewnych uproszczeń, można odnaleźć tu analogię pomiędzy zachowaniem się cząstek cieczy lub gazu a zachowaniem się jednostek ludzkich. Do opisu przepływu takiego medium wprowadza się znane z mechaniki i termodynamiki równania Naviera-Stokesa [28], [29], [30]. Brane do rozważań cząsteczki odpowiadające osobnikom w tłumie nie wykazują działania charakterystycznego dla osób myślących. Stąd też modele dynamiki płynów poprawnie odzwierciedlają przepływ strumieni jednostek ludzkich. Niestety w sytuacji ekstremalnego zagrożenia tłum zaczyna zachowywać się irracjonalnie, czego podejście to nie uwzględnia. Omawiana rodzina modeli jest bardzo szeroka i jak wspomniano znajduje różnorodne zastosowania głównie w modelowaniu przepływu strumieni jednostek ludzkich.

7.2. Modelowanie mikroskopowe

W odróżnieniu od podejścia, które zakłada że jednostki w tłumie są bezmyślnymi fizycznymi cząsteczkami, modelowanie mikroskopowe uwzględnia osoby w tłumie jako jednostki autonomiczne, które aktywnie odczuwają środowisko i podejmują decyzje, według wstępnie zdefiniowanych reguł. Takie podejście jest również blisko związane z teorią gier, systemów złożonych i symulacji Monte Carlo [31].

W ostatnich latach przedstawiono wiele opracowań bazujących na modelowaniu mikroskopowym tłumu. Można wśród nich wyróżnić dwa powszechnie znane: model sił społecznych (Social-force Model) zaproponowany przez Helbinga [32–33] i cząstek samobieźnych (Self-propelled Particles – SPP) zaproponowany przez Vicseka w 1995 roku [34], [35], [36]. W praktycznych zastosowaniach obiecujące są modele z zastosowaniem niehomogenicznych automatów komórkowych oraz powiązanych systemami agentowymi.

7.2.1. Model sił społecznych

Model sił społecznych operuje opisami behawioralnych procesów autonomicznych osób, które postrzegają środowisko, w którym się znajdują i podejmują stosowną decyzję. Piesi są reprezentowani za pomocą cząstek dążących w określonych kierunkach, na które oddziałują siły odpychania bądź przyciągania od innych pieszych lub elementów otoczenia. W numerycznych przeliczeniach symulację tego typu wykorzystuje się do analizy przemieszczania się pieszych i ich wzajemnego oddziaływania w tłumie. Ponadto model sił społecznych może służyć do symulacji paniki tłumu.

Od opublikowania pracy Helbinga powstało szereg odmian i rozwinięć tej metody. Ponadto na bazie klasycznego modelu Helbinga powstały zupełnie nowe metody. Omawiane podejście posiada zarówno szereg zalet, jak i wad, co ogranicza zasięg stosowalności modelu. Zasadniczą wadą proponowanego rozwiązania jest mała wydajność obliczeniowa oraz trudności z odwzorowaniem złożonych scenariuszy. W przypadku symulowania dużych obiektów należy się liczyć z wysokimi nakładami obliczeniowymi.

Wiele materiałów związanych z modelowaniem można znaleźć na stronie internetowej Politechniki w Zurichu – miejscu pracy Helbinga [37].

7.2.2. Model cząstek samobieźnych

Model cząstek samobieźnych (Self-propelled Particles – SPP) stosuje się do badania wzajemnego oddziaływania jednostek w tłumie oraz do analizy powstawania zbiorowego ruchu tłumu.

Założenia modelu są bardzo proste. Autonomiczne cząsteczki, z których każda posiada wewnętrzną siłę napędzającą, mogą poruszać się w przestrzeni jedno, dwuwymiarowej lub trójwymiarowej. Każda cząsteczka posiada swoją strefę oddziaływania, w obrębie której reaguje na inne cząsteczki. Dokładna postać tego oddziaływania zależy od przyjętego modelu, ale ogólnie oddziaływanie to sprowadza się do odpychania, przyciągania bądź równoległego ruchu w obrębie jednej bądź wielu różnych stref. W każdym kroku czasowym, rozważane osoby koordynują swoje kierunki i prędkość poruszania się z prędkościami i kierunkami poruszania się jej najbliższych sąsiadów. Gdy poziom koordynacji jest wysoki, mamy do czynienia ze zbiorowym skoordynowanym ruchem tłumu. W modelu uwzględniono siły reakcji i tarcia. Stał się popularny, ponieważ w relatywnie prosty sposób oddaje fizyczne oddziaływanie i samoorganizację tłumu poprzez proste reguły ruchu [23], [38].

Oba przedstawione rozwiązania mają jedną wspólną wadę. Do symulacji dużych obiektów wymagane są wysokie nakłady obliczeniowe, które ograniczają zakres stosowania zaprezentowanych metod. W związku z powyższym

poszukiwano innych bardziej efektywnych rozwiązań. Takimi efektywnymi rozwiązaniami stają się modele bazujące na automatach komórkowych i systemach agentowych.

7.2.3. Modele bazujące na automatach komórkowych

W ostatnich latach silnie rozwijane są również modele ruchu jednostek symulowane za pomocą technologii automatów komórkowych (Cellular Automata – CA). Automaty komórkowe są znanym pojęciem matematycznym służącym do modelowania szeregu zjawisk fizycznych. Popularna definicja automatu komórkowego [39] określa go jako siatkę komórek przestrzeni D -wymiarowej charakteryzowanej zbiorem stanów si pojedynczej komórki, zawierającej k -elementów. Dodatkowo specyfikuje się regułę F określającą stan komórki w chwili $t+1$ w zależności od bieżącego stanu danej komórki i komórek ją otaczających w chwili t . Klasyczne definicje automatów komórkowych (homogenicznych) zakładają szereg założeń (np. jednorodność modelu polegająca na jednakowej definicji sąsiedztwa dla wszystkich komórek), które uniemożliwiają precyzyjne modelowanie zachowania pieszych. Aby modelować ruch pieszych, należało odejść od lokalnie zdefiniowanych reguł. W ten sposób powstały modele niehomogeniczne automatów komórkowych [40]. Automat niehomogeniczny daje możliwość uwzględnienia różnych typów komórek takich jak np. przestrzeń ruchu, ściany działowe, drzwi, czy też wyodrębnienie innych przeszkód. Daje możliwość zróżnicowania funkcji przejścia pomiędzy komórkami, a także ustalenia kolejności synchronizacji stanów komórek. Ciekawym rozwiązaniem jest tzw. „rozszerzony” automat komórkowy, który umożliwia tworzenie złożonych symulacji przy wysokiej efektywności obliczeń [41].

7.2.4. Systemy agentowe

Systemy agentowe są reprezentacją wiedzy w dziedzinie sztucznej inteligencji. Nie istnieje jednak jedna spójna uznawana definicja agenta. Ogólnie agentem możemy nazwać oprogramowanie bądź system, który odbiera informacje z otoczenia i reaguje na nie. Agent posiada zdolność rejestrowania poprzez odpowiednie sensory środowiska, w którym przebywa, analizowania odbieranych bodźców i podejmowania samodzielnych decyzji. Agent jest autonomiczny, może podejmować samodzielne decyzje. Jest również mobilny i może zmieniać swoje położenie w środowisku. Agent może przejawiać zachowanie społeczne, czyli potrafi postrzegać inne agenty i wchodzić z nimi w interakcje (modele wieloagentowe – Multi Agent Systems – MAS). Najczęściej rozważane są grupy agentów w określonym środowisku. Agenty oraz środowisko, w którym działają tworzą system agentowy [42].

Do symulacji tłumów wyodrębniła się z modeli wieloagentowych specjalna klasa określana jako Situated Cellular Agents (SCA). W modelu SCA zapewniona jest regularna struktura przestrzeni bytowania agenta (może być i struktura nieregularna). Określone są różne sposoby interakcji pomiędzy sąsiednimi agentami: oddziaływanie synchroniczne i asynchroniczne oraz oddziaływanie na odległość przez specjalny mechanizm percepcyjny (pole potencjału agenta). Heterogeniczne agenty mogą być otrzymane przez właściwą definicję typu agenta. Definicja typu agenta

specyfikuje różne zachowanie i wprowadza mechanizm filtrowania przychodzących informacji (określa zdolności percepcyjne) [43–44].

Interesującym rozwiązaniem jest połączenie koncepcji automatów komórkowych z modelami wieloagentowymi. Piesi w takich modelach reprezentowani są przez agentów, którzy mogą podejmować działania w oparciu o obserwację otoczenia oraz zachowanie innych agentów. Formalizm opisu systemów agentowych zakłada siatkę jako przestrzeń bytowania agentów. W przedstawionych modelach zakłada się również możliwość oddziaływania pomiędzy agentami. Przyjęcie takich założeń umożliwia odwzorowanie złożonych scenariuszy przepływu pieszych [45].

Należy dodać, że często modele klasyfikowane jako systemy agentowe bazują na automatach komórkowych.

8. Podsumowanie

Przemieszczanie się tłumów badano przez ponad trzy dekady. Jednakże badania dotyczące przepływu tłumów pieszych związanych z wydarzeniami wyjątkowymi są ograniczone w porównaniu z przepływem pieszych w normalnym środowisku spacerowym. W dużych tłumach istnieje możliwość zranienia, a nawet utraty życia, co wynika z dynamiki zachowania tłumu. Biorąc pod uwagę rosnącą liczbę dużych imprez sportowych, spotkań religijnych,

koncertów rockowych i zagrożeń pożarowych dużych budynków, kwestia bezpieczeństwa w szczególności ewakuującego się tłumu ma coraz większe znaczenie. W celu zminimalizowania ryzyka wystąpienia niebezpieczeństwa dla życia osób poruszających się w tłumie o dużym zagęszczeniu, niezbędne jest właściwe zrozumienie zjawisk występujących w takich środowiskach. Służą temu podejmowane próby opisywania i modelowania matematycznego ruchu ludzi w czasie ewakuacji. Symulacje komputerowe bazujące na takich modelach umożliwiają określenie krytycznych punktów na drodze ucieczki i następnie ich wyeliminowanie poprzez poprawienie planów budowlanych lub zastosowanie dodatkowych zabezpieczeń w przypadku istniejących budynków. Niejednokrotnie symulacje dają również możliwość określenia wymaganego czasu bezpiecznej ewakuacji oraz określenie liczby osób mogących przebywać jednocześnie w budynku lub innym obiekcie budowlanym, przy której bezpieczna ewakuacja jest możliwa [36], [47]. Teoria psychologii tłumu ma wpływ na rozwijającą się dziedzinę symulacji ewakuacji. Pozwala także na dostosowanie procedur i etapów ewakuacji w taki sposób, aby zminimalizować możliwość powstania paniki.

Artykuł został sfinansowany z pracy statutowej Wydziału Informatyki Politechniki Białostockiej S/WI/1/2013.

Literatura

- [1] Forsyth D.R., *Handbook of Psychology*, second edition, 2012.
- [2] Le Bon G., *Psychologia tłumu*, PWN, Warszawa 1986.
- [3] Blumer H., *Social problems as collective behavior*, „Social Problems”, Vol. 18 Issue 3, 1971, pp. 298–306 [dok. elektr.] <https://sustainability.water.ca.gov/documents/18/3407898/blumer-Social+Problems+as+Collective+Behavior.pdf>, [dostęp: 09.2015].
- [4] Zajdel M., *Komputerowe modelowanie zachowań zbiorowości ludzkich w stanach paniki*, Praca doktorska, AGH, 2013, [dok. elektr.] <http://winntbg.bg.agh.edu.pl/rozprawy2/10622/full10622.pdf>, [dostęp: 09.2015].
- [5] Forsyth D.R., *Group dynamics*, Wadsworth Publishing, New York 1999.
- [6] Szczepański J., *Elementarne pojęcia socjologii*, wyd. 3, PWN, Warszawa 1972.
- [7] Le Bon G., *Psychologia tłumu*, Wydawnictwo Antyk, Kęty 2004.
- [8] Arbib M. (red.) *The mirror system hypothesis on the linkage of action and languages*, [w:] *Action to language via the mirror neuron system*, Cambridge University Press, Cambridge 2011.
- [9] Kroc K., *Ataki paniki*, ABC Zdrowie, 2012, [dok. elektr.], <http://portal.abczdrowie.pl/atak-paniki>, [dostęp 09.2015].
- [10] Guyton A., Hall J., *Textbook of medical physiology*, 12 edition, Saunders Elsevier, Philadelphia 2011.
- [11] Lee R.S.C., Hughes R. L., *Prediction of human crowd pressures*, „Accident Analysis and Prevention”, Vol. 38 Issue 1, 2006, pp. 712–722.
- [12] Kita E., (2012). *Panika jak sobie z nią radzić*, [dok. elektr.] <http://www.edukacja.edux.pl/p-8157-panika-jak-sobie-z-nia-radziec.php>, [dostęp 09.2015].
- [13] Wijermans N., *Understanding crowd behaviour: simulating situated individuals*, University of Groningen, 2011, [dok. elektr.], irs.ub.rug.nl/dbi/4da43b2914b09, [dostęp 09.2015].
- [14] Sime J.D., *Crowd psychology and engineering*, „Safety Science”, Vol. 21 Issue 1, 1995, pp. 1–14.
- [15] Groner N.E., *International systems representations are useful alternatives to physical systems representations of fire-related human behavior*, „Safety Science”, Vol. 38, 2001, pp. 85–94.
- [16] Couch C.J., *Collective Behavior: An Examination of Some Stereotypes*, „Social Problems”, Vol. 15 Issue 3, 1968, pp. 310–322.
- [17] Waddington D.P., Jones K., Critcher C., *Flashpoints: Studies in Public Disorder*, Routledge 1989.
- [18] Turner J.C., Reynolds K.J., *The story of social identity*, [w:] *Rediscovering Social Identity*, T. Postmes, N. Branscombe (red.), Psychology Press, 2010, pp. 13–32.
- [19] Novikova K., *Spoleczne teorie tożsamości: Przegląd wybranych koncepcji*, „Journal of Modern Science”, Vol. 17 Issue 2, 2013, pp. 377–395, [dok. elektr.] http://www.academia.edu/7056671/Spo%C5%82eczne_teorie_to%C5%BCsamo%C5%9Bci_przeg%C4%85d_wybranych_koncepcji_Kateryna_Novikova, [dostęp 09.2015].
- [20] Drury J.R., Reicher S., *Collective action and psychological change: The emergence of new social identities*, „British Journal of Social Psychology”, Vol. 39, 2000, pp. 579–604, [dok. elektr.], <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1348/014466600164642/pdf>, [dostęp 09.2015].
- [21] Adang O.M.J., *Preventing Crowd Violence*, chap. Initiation and escalation of collective violence: a comparative observational study of protest and football events, Criminal Justice Press, In press, 2010.

- [22] Valk P. van der, Linckens P., *Voetbalvandalen: hun contacten met politie en Justitie*, „Tijdschrift voor Criminologie”, Issue 4, 1988, pp. 313–320.
- [23] Harrington J., *Soccer Hooliganism*, John Wright, Bristol 1968.
- [24] Brug, H. van den, *Voetbalvandalisme, een speurtocht naar verklarende factoren*. De Vrieseborch, Haarlem [1986].
- [25] Schreckenberg, M., Sharma, S., *Pedestrian and Evacuation Dynamics*, Springer Verlag, Berlin 2002.
- [26] Helbing D., *A fluid-dynamic model for the movement of pedestrians*, „Complex Systems” Issue 6, 1992, pp. 391–415.
- [27] Okazaki, S., *A study of pedestrian movement in architectural space, part 1: Pedestrian movement by the application of magnetic models*, Trans. of A.I.J. 283, 1979, 111–119.
- [28] Ali S., Shah M., *Floor fields for tracking in high density crowd scenes*. Computer Vision Lab, University of Central Florida, Orlando, USA, In Proc. ECCV, 2008 [dok. elektr.] http://vision.eecs.ucf.edu/projects/sali/CrowdTracking/2008_ECCV_TrackingInCrowds.pdf, [dostęp 09.2015].
- [29] Hughes R., *The flow of human crowds*, „Annual Review of Fluid Mechanics”, Vol. 35, 2003, pp. 169–182 [dok. elektr.] <http://www.cs.uu.nl/docs/vakken/mpap/papers/15.pdf>, [dostęp 09.2015].
- [30] Treuille A., Cooper S., Popović Z., *Continuum crowds*, „Journal Transactions on Graphics”, Vol. 25, 2006, pp. 1160–1168 [dok. elektr.] <http://grail.cs.washington.edu/projects/crowdflows/continuum-crowds.pdf>, [dostęp 09.2015].
- [31] Bonabeau E., *Agent based modeling: Methods and techniques for simulating human systems*. „Proc. National Academy of Sciences of the United States of America”, Vol. 99, 2002, pp. 7280–7287. [dok. elektr.] http://www.pnas.org/content/99/suppl_3/7280.full, [dostęp 09.2015].
- [32] Helbing D., Dirk, Molnár P., *Social force model for pedestrian dynamics*, „Physical Review E”, Vol. 51, 1995, pp. 4282–4286.
- [33] Helbing D., Farkas I., Vicsek T., *Simulating dynamical features of escape panic*, „Nature”, Vol. 407, 2000, pp. 487–490 [dok. elektr.] <http://angel.elte.hu/panic/>, [dostęp 09.2015].
- [34] Vicsek T., Czirok A., Ben-Jacob E., Cohen I., Shochet O., *Novel type of phase transition in a system of self-driven particles*, „Physical review letters”, Vol. 75, 1995, pp. 1226–1229 [dok. elektr.] http://www.seas.upenn.edu/~jadbabai/ESE680/Vicsek_SPP.pdf, [dostęp 09.2015].
- [35] Couzin I.D., Krause J., James R., Ruxton G.D., Franks N.R., *Collective memory and spatial sorting in animal groups*, „J. theor. Biol.”, Vol. 218, 2002, pp. 1–11 [dok. elektr.] <http://www.princeton.edu/~icouzin/Couzin%20et%20al%20TB.pdf>, [dostęp 09.2015].
- [36] Park J., *Collective motion in 3D and hysteresis*, 2011 [dok. elektr.] <http://uu.diva-portal.org/smash/get/diva2:431571/FULLTEXT01.pdf>, [dostęp 09.2015].
- [37] Homepage of ETH Zurich's Chair of Sociology, in particular of Modeling and Simulation (SOMS) [dok. elektr.] <http://www.soms.ethz.ch/> [dostęp 09.2015].
- [38] Helbing D., Molnár P., Farkas I., Bolay K., *Self-organizing pedestrian movement*, „Environment and Planning B: Planning and Design”, Vol. 28, 2001, pp. 361–283.
- [39] Kułakowski K., *Automaty komórkowe*, AGH-UST, Ośrodek Edukacji Niestacjonarnej, 2000.
- [40] Wąs J., *Algorytmy modelowania inteligentnych zachowań w zagadnieniach dynamiki pieszych z zastosowaniem niehomogenicznych automatów komórkowych*, rozprawa doktorska, AGH, Kraków, 2006, [dok. elektr.] <http://winntbg.bg.agh.edu.pl/rozprawy/9768/full9768.pdf>, [dostęp 09.2015].
- [41] Dudek-Dyduch E., Wąs J., *Knowledge Representation of Pedestrian Dynamics in Crowd: Formalism od Cellular Automata*, ICAIS Lecture Notes in Computer Science, Springer-Verlag, 4029, 2006, 1101–1110.
- [42] Nowak P., *Systemy agentowe*, AGH [dok. elektr.] watchman.googlecode.com/files/Agents%20system%20-%20article.pdf, [dostęp 09.2015].
- [43] Bandini S., Manzoni S., Vizzari G., *Situated Cellular Agents: a Model to Simulate Crowding Dynamics*, IEICE Trans., E85-A, 2002, [dok. elektr.] http://www.researchgate.net/publication/220238705_Situated_Cellular_Agents_A_Model_to_Simulate_Crowding_Dynamics, [dostęp 09.2015].
- [44] Bandini S., Federici M.L., Giuseppe Vizzari G., *Situated Cellular Agents Approach to Crowd Modeling and Simulation*, „Cybernetics and Systems”, Issue 8, 2007, pp. 729–753, [dok. elektr.] http://www.researchgate.net/publication/220231376_Situated_Cellular_Agents_Approach_to_Crowd_Modeling_and_Simulation, [dostęp 09.2015].
- [45] Wąs J., Lubaś R., *Towards realistic and effective Agent-based models of crowd dynamics*, „Neurocomputing”, Vol. 146, 2014, pp. 199–209 [dok. elektr.] http://www.researchgate.net/publication/265359722_Towards_realistic_and_effective_Agent-based_models_of_crowd_dynamics, [dostęp 09.2015].
- [46] Barański M., Maciak T., *Określanie czasu procesu bezpiecznej ewakuacji ludności z zagrożonych obiektów*, „Zeszyty Naukowe SGSP”, 49 (2014), 78–97.
- [47] Barański M., Maciak T.; *Możliwości współczesnego oprogramowania do symulacji procesu ewakuacji ludności z zagrożonych obiektów*, „Zeszyty Naukowe SGSP”, 50 (2014), 5–25.

* * *

dr hab. inż. Tadeusz Maciak – profesor Politechniki Białostockiej, zatrudniony w Katedrze Mediów Cyfrowych i Grafiki Komputerowej Wydziału Informatyki Politechniki Białostockiej, profesor Szkoły Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie, kierownik Zakładu Informatyki i Łączności w SGSP. Autor wielu publikacji związanych ogólnie z problematyką szeroko pojętej obronności wewnętrznej kraju.

mł. kpt. mgr inż. Mariusz Barański – absolwent Szkoły Głównej Służby Pożarniczej (Wydział Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego) oraz Politechniki Wrocławskiej (Informatyka na Wydziale Elektroniki). Od 2005 r. zatrudniony w Komendzie Powiatowej Państwowej Straży Pożarnej w Oławie. W służbie wielokrotnie prowadził działania ratowniczo-gaśnicze w sytuacjach zagrożenia, obecnie kieruje działaniami ratowniczo-gaśniczymi na poziomie interwencyjnym (dowódca zmiany). Autor publikacji z zakresu ewakuacji.

д-р физ.-мат. наук, профессор **Таций Р.М.** / prof. **Taciy R.M.**, Ph.D.¹
Пазен О.Ю. / **Pazen O.Yu.**

Przyjęty/Accepted/Принята: 09.12.2014;

Zrecenzowany/Reviewed/Рецензирована: 09.11.2015;

Opublikowany/Published/Опубликована: 31.12.2015;

Расчет стационарного температурного поля в многослойной плите с учетом внутренних источников тепла при условиях неидеального теплового контакта между слоями²

Calculation of a Stationary Temperature Field in a Multi-Layerd Panel with due regard to Internal Heat Sources Containing Non-Ideal Thermal Links Between Layers

Obliczenie stacjonarnego pola temperatury w wielowarstwowej płycie z uwzględnieniem wewnętrznych źródeł ciepła w warunkach nieidealnego kontaktu termicznego między warstwami

АННОТАЦИЯ

Цель: В статье рассмотрена задача о распределении стационарного температурного поля в многослойной плите при наличии как распределенных, так и сосредоточенных внутренних источников тепла с учетом неидеального теплового контакта между слоями.

Введение: Задачи исследования температурных полей в многослойных конструкциях не теряют своей актуальности, поскольку такие конструкции используются, например, в строительной промышленности. Под действием высоких температур возникает угроза их разрушения, что связано с появлением, в процессе нагрева, больших температурных напряжений. Известно, что вычисления таких напряжений возможно лишь после решения соответствующих задач теплопроводности. В большинстве работ, посвященных определению температурных полей в многослойных структурах, исследование таких задач проводилось без учета источников тепла, при этом использовалась методика решения последовательных задач сопряжения. При количестве слоев $n > 3$ объем проводимых при этом вычислений катастрофически возрастает. Кроме того, используется процедура дифференцирования коэффициентов квазидифференциальных уравнений, что неизбежно приводит к проблеме умножения обобщенных функций. Такая процедура вовсе не является обязательной, и ее легко избежать на пути использования концепции квазипроизвольных.

Методология: При постановке задачи коэффициент теплопроводности и интенсивность внутренних источников тепла записываются в виде сплатнов с помощью характеристических функций полуинтервалов, а учет интенсивностей сосредоточенных источников проводится с помощью δ -функций Дирака путем внесения их в правые части соответствующего квазидифференциального уравнения (КДУ). К такому КДУ прибавляются известные условия сопряжения и начальные условия, к которым, однозначно могут быть сведены любые двухточечные (краевые) условия. Далее, с использованием концепции квазипроизвольных, поставленная задача сводится к эквивалентной задаче Коши для соответствующих систем дифференциальных уравнений с импульсным воздействием.

Выводы: В данной работе в замкнутом виде получено конструктивное решение задачи о распределении стационарного температурного поля в многослойной плите с учетом как распределенных, так и сосредоточенных внутренних источников тепла при условиях существования неидеального теплового контакта между слоями. Приведен пример расчета температурного поля в восьмислойной плите при различных вариантах теплового контакта между слоями, а также одновременным либо неодновременным наличием распределенных и сосредоточенных источников. Исходя из физического смысла, соответствующее квазидифференциальное уравнение записывалось в декартовой системе координат, однако представленный здесь метод решения без каких-либо принципиальных трудностей распространяется на подобные задачи с использованием цилиндрической и сферической систем координат.

¹ Львовский государственной университет безопасности жизнедеятельности; Украина / Lviv State University of Life Safety; ldubsh@mns.gov.ua;

² Процентное соотношение участия в подготовке статьи / Percentage contribution: Taciy R.M. – 50%, Pazen O.Yu – 50%;

Ключевые слова: температура, плотность теплового потока, многослойная плита, дифференциальные уравнения с импульсным воздействием

Вид статьи: оригинальная научная работа

ABSTRACT

Aim: The article examines the issue of a stationary temperature field distribution for a multi-layered panel, in the presence of both dispersed and concentrated internal heat sources, taking into account imperfect heat transfer conditions between individual layers.

Introduction: Testing of temperature fields for multi-layered structures continues to be a target of interest for many studies, because structures of this type have many applications in the construction industry. High temperatures pose a threat of structural damage associated with the emergence of significant thermal stress during the heating process. It is commonly known, that the computation of this stress is only possible by solving appropriate heat conductivity equations. Many scientific papers are devoted to the determination of temperature fields in multi-layer structures. Majority of these studies do not take into account thermal sources or the application of coupled equation methods. When the number of layers becomes $n > 3$ the allotted time to, and volume of calculations increases dramatically. Moreover, a procedure for deriving the coefficient for partial-differential equations inevitably leads to the problem of multiplicity in generalised distributions. This study established that such a procedure is not necessary, and can be substituted by applying a quasi-derived concept.

Methodology: At the equation formulation stage, the coefficient of thermal conductivity and intensity of internal sources of heat were recorded as splines using characteristic functions of half-length intervals and inclusion of the intensity of concentrated sources is accomplished by using the Dirac δ -function, which is introduced on the right hand side of the corresponding quasi differential equation (QDE). To such an equation are added known stress conditions and starting position, and further augmented by discretionary two-point boundary conditions. Subsequently, with the aid of the quasi-derived concept, the described equation is linked with the Cauchy equation of equivalence for appropriate arrangement of differential equations concerning impulses.

Conclusions: The study identifies a solution to the equation dealing with the issue of a stationary temperature field distribution for a multi-layered panel, by taking account of dispersed as well as concentrated sources of heat produced in imperfect heat transfer conditions between layers. The paper articulates an example of temperature field calculations for an eight layered panel, which is exposed to different thermal influences between layers as well as simultaneous or non concurrent sources of dispersed and concentrated heat. Based on assumptions from physics, appropriate differential equations were identified for the Cartesian coordinate arrangements. However, the proposed method can be adopted, without difficulty, to similar exercises involving cylindrical or spherical coordinate arrangements.

Keywords: temperature, heat flux, quasi-derived, multi-layer panels, the Cauchy matrix, the Dirac delta function, differential equations concerning impulses

Type of article: original scientific article

ABSTRAKT

Cel: W artykule omówiono zagadnienie równania rozkładu stacjonarnego pola temperatury w wielowarstwowej płycie przy obecności zarówno rozłożonych, jak i skupionych wewnętrznych źródeł ciepła z uwzględnieniem nieidealnego kontaktu termicznego między warstwami.

Wprowadzenie: Badanie pól temperatury w wielowarstwowych konstrukcjach jest wciąż aktualne, ponieważ konstrukcje tego typu wykorzystywane są na przykład w budownictwie. Wysokie temperatury stwarzają zagrożenie zniszczenia konstrukcji, wskutek pojawienia się znacznych naprężeń cieplnych w związku z procesem nagrzewania. Powszechnie wiadomo, że wyliczenie takich naprężeń możliwe jest tylko poprzez rozwiązanie odpowiednich równań przewodnictwa cieplnego. Zagadnieniom określania pól temperatury w wielowarstwowych strukturach poświęconych jest wiele prac. W większości tych prac rozwiązanie takich zadań odbywało się bez uwzględnienia źródeł ciepła, przy czym używano metodę równań sprzężonych. Przy liczbie warstw równej $n > 3$ objętość przeprowadzanych obliczeń dramatycznie wzrasta. Ponadto wykorzystywana jest procedura różniczkowania współczynników równań quasi-różniczkowych, co prowadzi do problemu zwielokrotnienia funkcji uogólnionych. Taka procedura nie jest konieczna i łatwo ją zastąpić koncepcją quasi-pochodnych.

Metodologia: Podczas formułowania zadania współczynnik przewodzenia ciepła i intensywność wewnętrznych źródeł ciepła zapisywane były w postaci splajnów za pomocą charakterystycznych funkcji przedziałów, a uwzględnienia intensywności skupionych źródeł dokonywano z wykorzystaniem funkcji Diraca (δ) poprzez prowadzenie po prawej stronie odpowiedniego równania quasi-różniczkowego. Do takiego równania dodawane są znane warunki naprężenia i warunki początkowe, do których, jednoznacznie można sprowadzić dowolne dwupunktowe warunki brzegowe. Następnie z wykorzystaniem koncepcji quasi-pochodnych przedstawione zadanie sprowadza się do ekwiwalentnego zagadnienia Cauchy'ego dla odpowiednich systemów równań różniczkowych z oddziaływaniem impulsowym.

Wnioski: W danym opracowaniu otrzymano rozwiązanie równania rozkładu stacjonarnego pola temperatury w płycie wielowarstwowej z uwzględnieniem zarówno rozłożonych, jak i skupionych źródeł ciepła w warunkach nieidealnego kontaktu cieplnego (termicznego) między warstwami. Podano przykład obliczenia pola temperatury w ośmiowarstwowej płycie poddawanej różnym kontaktom cieplnym między warstwami, jak również równoczesnym lub nierównoczesnym rozłożonym i skupionym źródłom ciepła. Bazując na założeniach fizyki, odpowiednie równanie różniczkowe zapisywane było w kartezjańskim układzie współrzędnych, jednak przedstawiona metoda bez większych trudności może znaleźć zastosowanie w podobnych zadaniach z użyciem cylindrycznych lub sferycznych układów współrzędnych.

Słowa kluczowe: temperatura, gęstość strumienia ciepła, płyta wielowarstwowa, równania różniczkowe z oddziaływaniem impulsowym
Typ artykułu: oryginalny artykuł naukowy

1. Введение

Рассматривается задача о распределении температурного поля в n -слойной плите, разделена на n слоев различной толщины плоскостями $x = x_i, i = 0, n$, причем $x_0 < x_1 < x_2 < \dots < x_{n-1} < x_n$. Предполагается, что температура распространяется только в направлении оси Ox , так, что задача является одномерной.

Предполагается также, что каждый слой наделен своим коэффициентом теплопроводности и внутренним распределенным источником тепла. На границах слоев (кроме внутреннего и внешнего) предполагается наличие сосредоточенных источников тепла и выполнения условий неидеального теплового контакта. Будем считать, что в некоторой точке $x = x_m, (0 \leq m \leq n)$ известны («измерены») температура и тепловой поток, а температуру и тепловой поток в каждой точке промежутка $[x_0, x_n]$ необходимо найти. Как следует из работ [1–6], поставленная задача сводится к решению квазидифференциального уравнения

$$\left(\left(\sum_{i=0}^{n-1} \lambda_i \theta_i \right) t' \right)' = \sum_{i=0}^{n-1} r_i \theta_i, \quad (1)$$

при условиях сопряжения

$$\begin{cases} t_{i+1}(x_i) - t_i(x_i) = \frac{1}{\alpha_i} t_i^{[1]}(x_i), \\ t_{i+1}^{[1]}(x_i) - t_i^{[1]}(x_i) = s_i, \quad i = \overline{1, n-1}. \end{cases} \quad (2)$$

Здесь $t_i(x)$, $t_i^{[1]} \stackrel{df}{=} \lambda_i t_i'(x)$ – температура и квазипроизводная на $[x_i, x_{i+1})$.

Замечание: Выражение $t_i^{[1]} = \lambda_i t_i'$ принято называть квазипроизводной [4]. Очевидно что $t_i^{[1]} \stackrel{df}{=} -q_i$, где q_i – плотность теплового потока на промежутке $[x_i, x_{i+1})$ [5–6].

$t(x) = \sum_{i=0}^{n-1} t_i(x) \theta_i$, $t^{[1]}(x) = \sum_{i=0}^{n-1} \lambda_i \cdot t_i'(x) \theta_i$, θ_i – характеристическая функция полуоткрытого промежутка $[x_i, x_{i+1})$,

то есть $\theta_i = \begin{cases} 1, & \tilde{\alpha} \in [\tilde{\alpha}_i, \tilde{\alpha}_{i+1}) \\ 0, & \tilde{\alpha} \notin [\tilde{\alpha}_i, \tilde{\alpha}_{i+1}) \end{cases}$; $\lambda_i > 0$ – коэффициент теплопроводности на промежутке $[x_i, x_{i+1})$; $\delta_i(x - x_i)$ – функция Дирака с носителем в точке $x = x_i$; r_i, s_i – действительные числа, характеризующие интенсивности распределенных и сосредоточенных источников тепла в соответствии.

К этому следует добавить начальные условия

$$\begin{cases} t(x_m) = t^m, \\ t^{[1]}(x_m) = t^{[1]m} \end{cases} \quad m = 0, 1, 2, \dots, n. \quad (3)$$

2. Результат

2.1. Сведение к системе дифференциальных уравнений с импульсным воздействием

Введем векторы:

$$\bar{T} = (t, t^{[1]})^T, \quad \bar{T}_i = (t_i, t_i^{[1]})^T, \quad \bar{R}_i = (0, r_i)^T, \quad \bar{S}_i = (0, s_i)^T, \quad \bar{P}_m = \bar{T}(x_m) \stackrel{df}{=} (t_m, t_m^{[1]})^T, \quad i = \overline{0, n-1}$$

$$\text{и матрицы: } A_i = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 0 & \alpha_i \end{pmatrix}, \quad C_i = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 0 & \lambda_i \end{pmatrix}, \quad i = \overline{0, n-1}.$$

Тогда задача (1), (2), (3) сводится к решению эквивалентной системы дифференциальных уравнений с импульсным воздействием [6]:

$$\bar{T}' = \left(\sum_{i=0}^{n-1} C_i \theta_i \right) \cdot \bar{T} + \bar{R}_i, \quad (4)$$

$$\bar{T}_i(x_i) - \bar{T}_{i-1}(x_i) = A_i \cdot \bar{T}_{i-1}(x_i) + \bar{S}_i, \quad i = \overline{0, n-1} \quad (5)$$

при начальном условии

$$\bar{T}(x_m) = \bar{P}_m. \quad (6)$$

Под решением системы (4), (5) понимаем кусочно-абсолютно непрерывную справа вектор-функцию $\bar{T}(x)$, удовлетворяющую системе (4) почти везде, а в точках x_i , $i = 0, n-1$ условиям скачков (5).

2.2. Структура решения задачи (4), (5), (6)

На промежутке $[x_i, x_{i+1})$, $m \leq i \leq n-1$, рассмотрим систему

$$\bar{Y}'_i = C_i \cdot \bar{Y}_i, \quad i = \overline{0, n-1}, \quad (7)$$

которую будем называть определяющей.

Будем считать известной матрицу-функцию Коши $B_i(x, s)$ этой системы, обладающую следующими свойствами [4]:

1. $B_i(x, s)$ по переменной x является решением матричного уравнения;

$$\frac{\partial B(x, s)}{\partial x} = C_i \cdot B_i(x, s);$$

2. $B_i(x, x) = E$, где E – единичная матрица;

3. $\forall x_1, x_2, x_3 \in [x_i, x_{i+1})$ выполняется равенство $B(x_3, x_2) \cdot B(x_2, x_1) = B(x_3, x_1)$;

4. $B_i^{-1}(x, s) = B_i(s, x)$.

Решение $\bar{Y}_i(x)$ соответствующей неоднородной системы на промежутке $[x_i, x_{i+1})$

$$\bar{Y}'_i = C_i \cdot \bar{Y}_i + \bar{R}_i, \quad i = \overline{0, n-1} \quad (8)$$

будем искать в виде

$$\bar{Y}_i(x) = B_i(x, x_i) \cdot \bar{P}_i + \int_{x_i}^x B_i(x, s) \cdot \bar{R}_i(s) ds, \quad (9)$$

где $\bar{P}_i$ – пока что неизвестный вектор. Подставляя в (9) $x = x_i$, получаем, что

$$\bar{P}_i = \bar{Y}_i(x_i) = \bar{Y}^i. \quad (10)$$

В частности, $\bar{P}_m = \bar{Y}^m$, где $\bar{Y}^m$ – определенный начальным условием (6).

Аналогично, на промежутке $[x_{i+1}, x_{i+2})$ имеем

$$\bar{Y}_{i+1}(x) = B_{i+1}(x, x_{i+1}) \cdot \bar{P}_{i+1} + \int_{x_{i+1}}^x B_{i+1}(x, s) \cdot \bar{R}_{i+1}(s) ds. \quad (11)$$

В точке $x = x_{i+1}$ должно выполняться условие сопряжения (5), то есть

$$\bar{Y}_{i+1}(x_{i+1}) - \bar{Y}_i(x_{i+1}) = A_{i+1} \cdot \bar{Y}_i(x_{i+1}) + \bar{S}_{i+1}. \quad (12)$$

Применение условия (12) к равенствам (9) и (10) приводит к рекуррентному соотношению

$$\bar{P}_{i+1} = (E + A_{i+1}) \left[B_i(x_{i+1}, x_i) \cdot \bar{P}_i + \int_{x_i}^{x_{i+1}} B_i(x_{i+1}, s) \bar{R}_i(s) ds \right] + \bar{S}_{i+1}. \quad (13)$$

Введем следующие обозначения:

$$\tilde{A}_k \stackrel{df}{=} E + A_k, \quad k = \overline{1, n-1};$$

$$B(x_p, x_q) \stackrel{df}{=} \tilde{A}_p \cdot B_{p-1}(x_p, x_{p-1}) \cdot \tilde{A}_{p-1} \cdot B_{p-2}(x_{p-1}, x_{p-2}) \cdots \tilde{A}_q \cdot B_{q-1}(x_q, x_{q-1}), \quad B(x_p, x_p) \stackrel{df}{=} E; \quad (14)$$

$$\bar{Z}_j \stackrel{df}{=} \tilde{A}_j \int_{x_{j-1}}^{x_j} B_{j-1}(x_j, s) \bar{R}_{j-1}(s) ds + \bar{S}_j, \quad j = \overline{1, n}, \quad \bar{S}_n = 0, \quad \bar{Z}_0 \stackrel{df}{=} 0. \quad (15)$$

На основе соотношения (13) и обозначений (15) для произвольного $k > 0$ методом математической индукции по индексу k получаем соотношения

$$\bar{P}_{m+k} = B(x_{m+k}, x_m) \cdot \bar{P}^m + \sum_{i=1}^k B(x_{m+k}, x_{m+i}) \cdot \bar{Z}_{m+i}, \quad (16)$$

которое позволяет найти начальный вектор справа точки $x = x_m$.

Вместо этого, считая вектор $\bar{P}_{m+k}$ известным, находим из (16)

$$\bar{P}_m = B^{-1}(x_{m+k}, x_m) \left[\bar{P}_{m+k} - \sum_{i=1}^k B(x_{m+k}, x_{m+i}) \cdot \bar{Z}_{m+i} \right] \quad (17)$$

для нахождения начального вектора слева от точки $x = x_{m+k}$. Отметим, что при этом требуется существование $B^{-1}(x_{m+k}, x_m)$.

3. Решение исходной задачи

Чтобы решить задачу (4), (5), (6) на каждом из промежутков $[x_i, x_{i+1}]$, $i = \overline{0, n-1}$ необходимо вычислить все компоненты правой части формулы (9). Непосредственной проверкой убеждаемся, что

$$B_i(x, s) = \begin{pmatrix} 1 & \frac{x-s}{\lambda_i} \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (18)$$

На основе обозначений (14), методом математической индукции устанавливаем, что

$$B(x_p, x_q) = \begin{pmatrix} 1 & \sum_{j=0}^{p-q-1} \left(\frac{x_{q+j+1} - x_{q+j}}{\lambda_{q+j}} + \frac{1}{\alpha_{q+j+1}} \right) \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (19)$$

Подставляя в (18) последовательно $p = m+k$, $q = m$ та $p = m+k$, $q = m+i$, получаем, что

$$B(x_{m+k}, x_m) = \begin{pmatrix} 1 & \sum_{j=0}^{k-1} \left(\frac{x_{m+j+1} - x_{m+j}}{\lambda_{m+j}} + \frac{1}{\alpha_{m+j+1}} \right) \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (20)$$

$$B(x_{m+k}, x_{m+i}) = \begin{pmatrix} 1 & \sum_{j=0}^{k-i-1} \left(\frac{x_{m+i+j+1} - x_{m+i+j}}{\lambda_{m+i+j}} + \frac{1}{\alpha_{m+i+j+1}} \right) \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (21)$$

Нужно подчеркнуть, что поскольку $\det B(x_{m+k}, x_m) = 1$, то $B^{-1}(x_{m+k}, x_m)$ всегда существует, причем

$$B^{-1}(x_{m+k}, x_m) = \begin{pmatrix} 1 & -\sum_{j=0}^{k-1} \left(\frac{x_{m+j+1} - x_{m+j}}{\lambda_{m+j}} + \frac{1}{\alpha_{m+j+1}} \right) \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (22)$$

Вычислим еще выражения для $\bar{Z}_{m+i}$ та $B(x_{m+k}, x_{m+i}) \cdot \bar{Z}_{m+i}$ (здесь не приводятся элементарные промежуточные вычисления):

$$\bar{Z}_{m+i} = \tilde{A}_{m+i} \int_{x_{m+i-1}}^{x_{m+i}} B_{m+i-1}(x_{m+i}, s) \bar{R}_{m+i-1}(s) ds + \bar{S}_{m+i} = \begin{pmatrix} r_{m+i-1}(x_{m+i} - x_{m+i-1}) \left(\frac{x_{m+i} - x_{m+i-1}}{2\lambda_{m+i-1}} + \frac{1}{\alpha_{m+i}} \right) \\ r_{m+i-1}(x_{m+i} - x_{m+i-1}) + s_{m+i} \end{pmatrix} \quad (23)$$

$$B(x_{m+k}, x_{m+i}) \cdot \bar{Z}_{m+i} = \begin{pmatrix} r_{m+i-1}(x_{m+i} - x_{m+i-1}) \left(\frac{x_{m+i} - x_{m+i-1}}{2\lambda_{m+i-1}} + \frac{1}{\alpha_{m+i}} \right) + (r_{m+i-1}(x_{m+i} - x_{m+i-1}) + s_{m+i}) \times \\ \times \sum_{j=0}^{k-i-1} \left(\frac{x_{m+i+j+1} - x_{m+i+j}}{\lambda_{m+i+j}} + \frac{1}{\alpha_{m+i+j+1}} \right) \\ r_{m+i-1}(x_{m+i} - x_{m+i-1}) + s_{m+i} \end{pmatrix} \quad (24)$$

Формулы (18)–(23) исчерпывающе и однозначно описывают структуру решения исходной задачи на произвольном промежутке $[x_i, x_{i+1}] \subset [x_0, x_n]$.

3.1. Пример

Восьмислойная плоская стенка состоит из известковой штукатурки – $l_0 = 3\text{см}$, $\lambda_0 = 0,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$, красного кирпича – $l_1 = 24\text{см}$, $\lambda_1 = 0,455 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$, силикатного кирпича – $l_2 = 12\text{см}$, $\lambda_2 = 0,79 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$, пенобетона – $l_3 = 18\text{см}$, $\lambda_3 = 0,14 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$, сухого песка – $l_4 = 10\text{см}$, $\lambda_4 = 0,35 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$, гипсоплиты – $l_5 = 20\text{см}$, $\lambda_5 = 0,35 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$, шлакобетона – $l_6 = 10\text{см}$, $\lambda_6 = 0,58 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$, известковой штукатурки – $l_7 = 3\text{см}$, $\lambda_7 = 0,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$. Здесь очевидно, что $x_0 = 0\text{м}$, $x_1 = 0,03\text{м}$, $x_2 = 0,27\text{м}$, $x_3 = 0,39\text{м}$, $x_4 = 0,57\text{м}$, $x_5 = 0,67\text{м}$, $x_6 = 0,87\text{м}$, $x_7 = 0,97\text{м}$, $x_8 = 1\text{м}$. В слоях стенки существуют *внутренние* (r_k) распределенные источники тепла $r_0 = -80 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^3}$, $r_1 = 40 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^3}$, $r_2 = -120 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^3}$, $r_3 = -130 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^3}$, $r_4 = -140 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^3}$, $r_5 = -120 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^3}$, $r_6 = -130 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^3}$, $r_7 = -130 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^3}$, а между слоями стенки возникают *точечные* (s_k) источники тепла $s_1 = 50 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$, $s_2 = -30 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$, $s_3 = 70 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$, $s_4 = -60 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$, $s_5 = -80 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$, $s_6 = -90 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$, $s_7 = -110 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$, $s_8 = 0 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$. Кроме того, между слоями существуют неидеальные тепловые контакты. Коэффициенты теплообмена на границах слоев соответственно равны $\alpha_1 = 110 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$, $\alpha_2 = 100 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$, $\alpha_3 = 120 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$, $\alpha_4 = 220 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$, $\alpha_5 = 270 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$, $\alpha_6 = 150 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$, $\alpha_7 = 240 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$. Необходимо определить распределение температурного поля в каждом слое в случае, когда известна температура и тепловой поток в точке x_4 $\bar{T}_4(x_4) = \begin{pmatrix} t_4(x_4) = 547,07^\circ\text{C} \\ t_4^{[1]}(x_4) = -380,96 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} \end{pmatrix}$.

3.2. Решение

Для получения значения вектора $\bar{T}_5(x_5)$, справа от точки x_4 , используем рекуррентное соотношение (16):

$$\begin{aligned} \bar{T}_5(x_5) &= \begin{pmatrix} 1 & \frac{x_5 - x_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_5} \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} t_4(x_4) \\ t_4^{[1]}(x_4) \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} r_4(x_5 - x_4) \cdot \left(\frac{x_5 - x_4}{2 \cdot \lambda_4} + \frac{1}{\alpha_5} \right) \\ r_4 \cdot (x_5 - x_4) + s_5 \end{pmatrix} = \\ &= \begin{pmatrix} 1 & \frac{0,67 - 0,57}{0,35} + \frac{1}{270} \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 547,07 \\ -380,96 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} -140 \cdot (0,67 - 0,57) \cdot \left(\frac{0,67 - 0,57}{2 \cdot 0,35} + \frac{1}{270} \right) \\ -140 \cdot (0,67 - 0,57) + (-80) \end{pmatrix} = \\ &= \begin{pmatrix} 434,76^\circ\text{C} \\ -474,96 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} \end{pmatrix} \end{aligned}$$

Для получения значения вектора $\bar{T}_3(x_3)$, слева от точки x_4 , используем рекуррентное соотношение (17):

$$\begin{aligned} \bar{T}_3(x_3) &= \begin{pmatrix} 1 & \frac{x_4 - x_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_4} \\ 0 & 1 \end{pmatrix}^{-1} \cdot \left[\begin{pmatrix} t_4(x_4) \\ t_4^{[1]}(x_4) \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} r_3(x_4 - x_3) \cdot \left(\frac{x_4 - x_3}{2 \cdot \lambda_3} + \frac{1}{\alpha_4} \right) \\ r_3 \cdot (x_4 - x_3) + s_4 \end{pmatrix} \right] = \\ &= \begin{pmatrix} 1 & \frac{0,57 - 0,39}{0,14} + \frac{1}{220} \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \left[\begin{pmatrix} 547,07 \\ -380,96 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} -130 \cdot (0,57 - 0,39) \cdot \left(\frac{0,57 - 0,39}{2 \cdot 0,14} + \frac{1}{220} \right) \\ -130 \cdot (0,57 - 0,39) + (-60) \end{pmatrix} \right] = \\ &= \begin{pmatrix} 946,15^\circ\text{C} \\ -297,56 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} \end{pmatrix} \end{aligned}$$

Для определения распределения температурного поля на промежутке $[x_4, x_5]$ используем (9):

$$\begin{aligned} \bar{T}_4(x) = & \begin{pmatrix} 1 & \frac{x-x_4}{\lambda_4} \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} t_4(x_4) \\ t_4^{[1]}(x_4) \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \frac{r_4 \cdot (x-x_4)^2}{2 \cdot \lambda_4} \\ r_4 \cdot (x-x_4) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & \frac{x-0,57}{0,35} \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 547,07 \\ -380,96 \end{pmatrix} + \\ & + \begin{pmatrix} \frac{-140 \cdot (x-0,57)^2}{2 \cdot 0,35} \\ -140 \cdot (x-0,57) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -200x^2 - 860,46x + 1102,51 \\ -140x - 301,16 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

Проводя аналогичные расчеты, получаем:

$$\begin{aligned} \bar{T}_0(x_0) &= \begin{pmatrix} 1200^\circ\text{C} \\ -380,36 \frac{Bm}{M^2} \end{pmatrix}, \bar{T}_0(x) = \begin{pmatrix} -57,14x^2 - 543,37x + 1200 \\ -80x - 380,36 \end{pmatrix}, \bar{T}_0(x_1) = \begin{pmatrix} 1183,65^\circ\text{C} \\ -382,76 \frac{Bm}{M^2} \end{pmatrix} \\ \bar{T}_1(x_1) &= \begin{pmatrix} 1180,17^\circ\text{C} \\ -332,76 \frac{Bm}{M^2} \end{pmatrix}, \bar{T}_1(x) = \begin{pmatrix} 43,96x^2 - 733,98x + 1202,15 \\ 40x - 333,96 \end{pmatrix}, \bar{T}_1(x_2) = \begin{pmatrix} 1007,18^\circ\text{C} \\ -323,16 \frac{Bm}{M^2} \end{pmatrix} \\ \bar{T}_2(x_2) &= \begin{pmatrix} 1003,95^\circ\text{C} \\ -353,16 \frac{Bm}{M^2} \end{pmatrix}, \bar{T}_2(x) = \begin{pmatrix} -75,95x^2 - 406,03x + 1119,11 \\ -120x - 320,76 \end{pmatrix}, \bar{T}_2(x_3) = \begin{pmatrix} 949,21^\circ\text{C} \\ -367,56 \frac{Bm}{M^2} \end{pmatrix} \\ \bar{T}_3(x_3) &= \begin{pmatrix} 946,15^\circ\text{C} \\ -297,56 \frac{Bm}{M^2} \end{pmatrix}, \bar{T}_3(x) = \begin{pmatrix} -464,29x^2 - 1763,29x + 1704,44 \\ -130x - 246,86 \end{pmatrix}, \bar{T}_3(x_4) = \begin{pmatrix} 548,53^\circ\text{C} \\ -320,96 \frac{Bm}{M^2} \end{pmatrix} \\ \bar{T}_4(x_4) &= \begin{pmatrix} 547,07^\circ\text{C} \\ -380,96 \frac{Bm}{M^2} \end{pmatrix}, \bar{T}_4(x) = \begin{pmatrix} -200x^2 - 860,46x + 1102,51 \\ -140x - 301,16 \end{pmatrix}, \bar{T}_4(x_5) = \begin{pmatrix} 436,22^\circ\text{C} \\ -394,96 \frac{Bm}{M^2} \end{pmatrix} \\ \bar{T}_5(x_5) &= \begin{pmatrix} 434,76^\circ\text{C} \\ -474,96 \frac{Bm}{M^2} \end{pmatrix}, \bar{T}_5(x) = \begin{pmatrix} -171,43x^2 - 1127,31x + 1267,01 \\ -120x - 394,56 \end{pmatrix}, \bar{T}_5(x_6) = \begin{pmatrix} 156,49^\circ\text{C} \\ -498,96 \frac{Bm}{M^2} \end{pmatrix} \\ \bar{T}_6(x_6) &= \begin{pmatrix} 153,17^\circ\text{C} \\ -588,96 \frac{Bm}{M^2} \end{pmatrix}, \bar{T}_6(x) = \begin{pmatrix} -112,07x^2 - 820,45x + 951,78 \\ -130x - 475,86 \end{pmatrix}, \bar{T}_6(x_7) = \begin{pmatrix} 50,5^\circ\text{C} \\ -601,96 \frac{Bm}{M^2} \end{pmatrix} \\ \bar{T}_7(x_7) &= \begin{pmatrix} 47,99^\circ\text{C} \\ -711,96 \frac{Bm}{M^2} \end{pmatrix}, \bar{T}_7(x) = \begin{pmatrix} -92,86x^2 - 836,94x + 947,2 \\ -130x - 585,86 \end{pmatrix}, \bar{T}_7(x_8) = \begin{pmatrix} 17,4^\circ\text{C} \\ -715,86 \frac{Bm}{M^2} \end{pmatrix} \end{aligned}$$

График распределения температурного поля восьмислойной плоской стенки изображен на рис. 1.

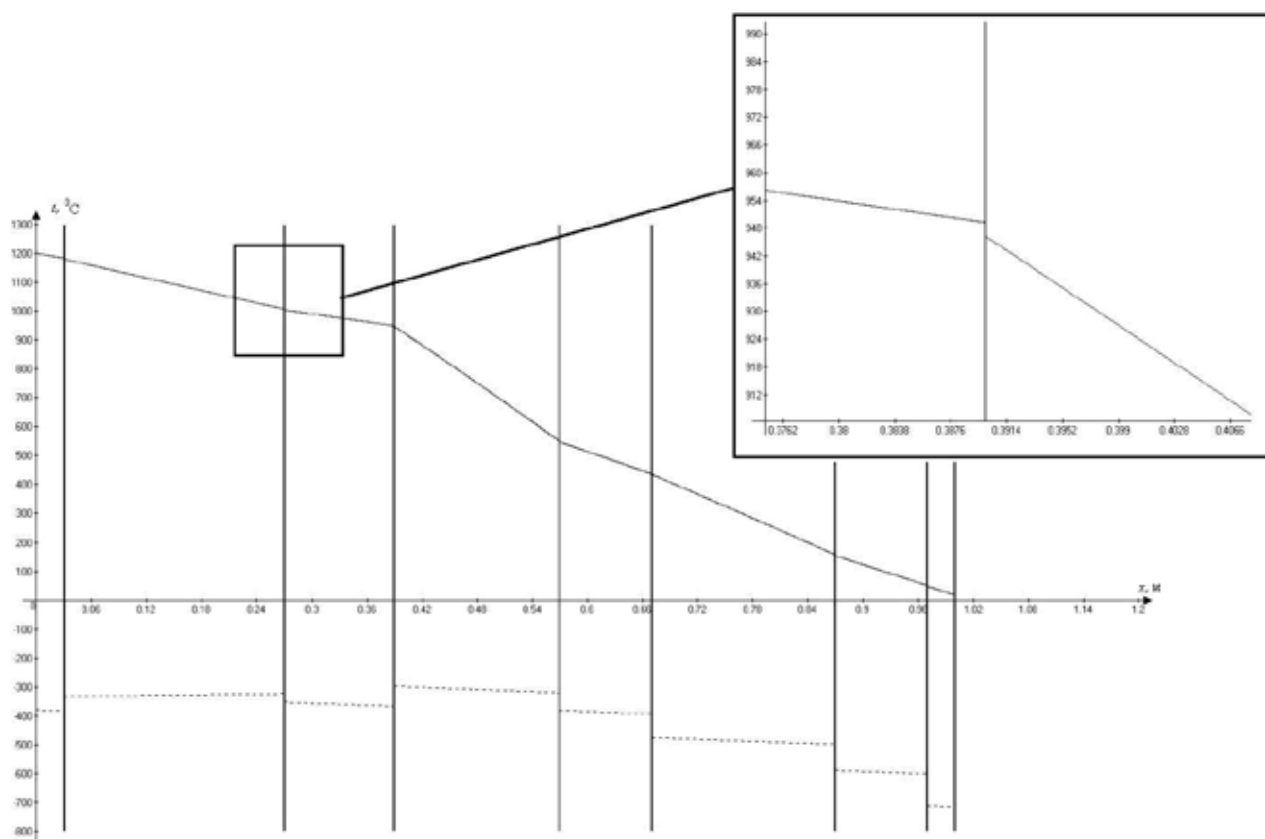


Рис. 1. График распределения температурного поля восьмислойной плоской стенки

Fig. 1. Temperature field distribution at the 8-layer flat wall

Источник: Собственная разработка.

Source: Own elaboration.

4. Заключение

По мере усложнения математических моделей исследование процессов теплопередачи в многослойных структурах возникает проблема выбора соответствующего математического аппарата. В настоящей работе исходная задача сводится к системе дифференциальных уравнений с импульсным воздействием, теория которой развита только в последние десятилетия. Это позволило решить поставленную задачу для многослойной плиты в замкнутом виде для произвольного количества слоев. Разработанная методика носит универсальный характер и применима, например, к расчету температурных полей в многослойных цилиндрах и шарах.

Литература

- [1] Tatciy R.M., Kusiy M.I., Pazen O.Yu., *Vyznachennay teploobminu v bagatosharovii neskinchennii plyti z dyskretno-neperervnym rozpodilom dzherela tepla*, „Pozhezhna bezpeka”, Issue 20, 2012, pp. 20-26.
- [2] Tatciy R.M., Pazen O.Yu., *Pryamyy metod rozrakhunku nestatsionarnogo temperaturnogo polya za umov pozhezhi*, „Pozhezhna bezpeka” Issue 26, 2015, pp. 156-166.
- [3] Tatciy R., Stasiuk M., Mazurenko V., Vlasi O., *Uzagalneni kvazidiferentsialni rivniannia*, Kolo, Drohobich 2011, 301.
- [4] Koshmarov Y.A., *Teplotekhnika*, M. IKC „Akademknyga”, 2006, 501.
- [5] Velichko L.D., Lozinskii R.Y., Semerak M.M., *Termodynamika ta teploperedacha v pozhezhnii spravi*, Soplom, Lviv 2011, 497.
- [6] Vlasii O.O., Stasiuk M.F., Tatciy R.M., *Struktura rozviazkiv uzagalnenykh system z kuskovo-zminnyimi koeffitsientami*, „Lvivska politekhnika: Fiz.-mat. Nauky”, Issue 660, 2009, pp. 34–37.

* * *

Таций Роман Марьянович – 1941 года рождения, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой прикладной математики и механики Львовского государственного университета безопасности жизнедеятельности. В 1970 г. окончил Бердянский государственный педагогический институт по специальности

«Математика». В 1978 году защитил кандидатскую диссертацию, а в 1995 году – докторскую диссертацию. Ученое звание профессора получил в 1997 году. Основные научные интересы: дифференциальные уравнения с обобщенными коэффициентами и дискретно-непрерывные краевые задачи. Построение теории линейных и квазилинейных дифференциальных уравнений с мерами; Развитие концепции квазипоходных и построение линейной теории кдр.

Пазен Олег Юрьевич – 1989 года рождения, в 2012 году закончил Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности, с 2013 года по сегодняшний день адъюнкт Львовского государственного университета безопасности жизнедеятельности.

mgr **Joanna Kalinowska**¹
mgr inż. **Michał Chmiel**²

Przyjęty/Accepted/Принят: 21.10.2015;
Zrecenzowany/Reviewed/Рецензирована: 02.12.2015;
Opublikowany/Published/Опубликована: 31.12.2015;

Przegląd możliwości wykorzystania wybranego sprzętu ratowniczo-gaśniczego w działaniach jednostek ochrony przeciwpożarowej w kontekście wymagań systemu dopuszczeń³

Review of the Potential Exploitation of Selected Firefighting and Rescue Equipment during Incidents Addressed by Fire Service Units in the context of Requirements Stipulated by the Admittance Process

Обзор возможностей использования выбранного спасательно-гашащего оборудования в деятельности подразделений пожарной охраны в контексте требований системы допусков

ABSTRAKT

Cel: Celem głównym niniejszego artykułu jest opisanie budowy, zasady działania i możliwości wykorzystania najczęściej stosowanego sprzętu ratowniczo-gaśniczego oraz wskazanie praktycznych przykładów jego zastosowania w poszczególnych typach zdarzeń przez jednostki ochrony przeciwpożarowej RP.

Wprowadzenie: Właściwy dobór sprzętu przez poszczególne jednostki gwarantuje skuteczne i szybkie prowadzenie działań, co przekłada się na poprawę bezpieczeństwa osób ratowanych, jak również minimalizację strat wynikających z poszczególnych zdarzeń. Przy dokonywaniu zakupu ww. sprzętu, z punktu widzenia ergonomii, bezpieczeństwa i funkcjonalności – ważne jest, aby wybierać urządzenia, które posiadają świadectwo dopuszczenia CNBOP-PIB wydane na podstawie rozporządzenia z dnia 27 kwietnia 2010 r. zmieniającego rozporządzenie w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia, życia lub mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (Dz.U. nr 85, poz. 553).

Artykuł przedstawia budowę, zasady działania oraz możliwości praktycznego wykorzystania sprzętu, będącego wyposażeniem jednostek ochrony przeciwpożarowej w kontekście wymagań w procesie dopuszczania omawianego sprzętu. Przedstawiono i sklasyfikowano wyroby takie jak: motopompy przenośne i przewoźne, turbopompy, motopompy do wody czystej i zanieczyszczonej, motopompy pływające i działka wodno-pianowe. Wskazano także wyroby z zakresu sprzętu ratownictwa technicznego: hydrauliczne narzędzia ratownicze oraz poduszki wysoko- i niskociśnieniowe. Zwrócono również uwagę na podstawowe czynności z zakresu obsługi i konserwacji omawianego sprzętu. **Metodologia:** W artykule przeanalizowano literaturę przedmiotu. Treść opracowano w oparciu o standardy, publikacje i materiały szkoleniowe CNBOP-PIB z zakresu ratownictwa i sprzętu przeznaczonego dla straży pożarnej. Literaturę wzbogacono również o inne opracowania zwarte oraz rozporządzenie dotyczące systemu dopuszczeń w Polsce.

Wnioski: W artykule skupiono się na wybranym sprzęcie stosowanym przez jednostki ochrony przeciwpożarowej. Przedstawiono jego budowę oraz główne obszary zastosowania. Zwrócono uwagę na konieczność przestrzegania zaleceń producenta w zakresie konserwacji i eksploatacji. Wskazano również na znaczenie systemu dopuszczeń w kontekście zapewnienia bezpieczeństwa ratowników oraz osób ratowanych, jak również w kwestii gwarancji jakości oraz kompatybilności wyposażenia jednostek ochrony przeciwpożarowej.

Słowa kluczowe: motopompa pływająca, motopompa do wody zanieczyszczonej, turbopompa, działka wodno-pianowe, hydrauliczne narzędzia ratownicze, poduszki podnoszące, analiza, zastosowanie, eksploatacja, system dopuszczeń, dopuszczenie do użytkowania

Typ artykułu: artykuł przeglądowy

¹ Akademia Obrony Narodowej, Warszawa / National Defence University of Warsaw;

² Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego – Państwowy Instytut Badawczy, Józefów / Scientific and Research Centre for Fire Protection – National Research Institute, Poland; mchmiel@cnbop.pl;

³ Autorzy wnieśli jednakowy wkład merytoryczny w powstanie artykułu / The authors contributed equally to this article;

ABSTRACT

Aim: The main purpose of this article is to describe the construction, operating principles and possibilities of exploiting most commonly used firefighting and rescue equipment, and indicate practical examples of application during specific incidents addressed by firefighting units of the Polish State Fire Service.

Introduction: Appropriate selection of equipment by Fire Service establishments guarantees effective and efficient conduct of operations, which ultimately results in a more effective provision of safety for rescued people as well as minimization of losses resulting from particular incidents. The acquisition process, apart from features concerned with ergonomics, safety and functionality, includes selection of equipment, which has received a certificate of admittance issued by CNBOP-PIB. Such certificates are awarded in accordance with regulations set by the Minister of the Interior on 27 April 2010, amending regulations, dealing with product specification intended to assure public safety or safeguarding of life, health and property and principles of approving such products for use (Journal of Laws No. 85 item 553). Equipment identified in this article is categorized as: portable and transportable moto pumps, turbopumps, pumps for clean and contaminated water, floating pumps and water-foam monitors. Additionally, equipment used in connection with road traffic accident rescue work is also included, such as: hydraulic rescue tools and air cushions for lifting (low and high pressure). Moreover, attention was drawn to the basic activities concerning operation and maintenance of relevant equipment.

Methods: The authors carried out an analysis of literature on the topic. Content of the article is based on standards, publications and training materials issued by CNBOP-PIB on matters concerning rescue work and equipment intended for use by the Fire Service. Literature material was enhanced by other texts and post-conference publications, and regulation concerning the approval system in Poland.

Conclusions: The article focused on selected equipment used by the Fire Service and described the construction of such equipment and main applications. Attention was drawn to the need for compliance with manufacturer's recommendations during maintenance and operation of equipment. Additionally, the article indicated merits and significance of the admittance system in ensuring the safety of rescuers and those being rescued, as well as the issue of quality guarantee and compatibility of equipment used by the Fire Service.

Keywords: floating pump, motopump for contaminated water, turbopump, water-foam monitor, hydraulic rescue tools, air cushions, analysis, application, exploitation, admittance system, admittance for use

Type of article: review article

АННОТАЦИЯ

Цель: Основная цель этой статьи заключается в описании строения, принципа работы и возможности использования в подразделениях пожарной охраны Польши наиболее часто используемого спасательно-гасящего оборудования, а также указании практических примеров его применения во время различных происшествий.

Введение: Соответствующий выбор оборудования у отдельных подразделений гарантирует эффективное и быстрое проведение действий, что, в свою очередь, приводит к более эффективному обеспечению безопасности спасаемых людей, а также минимизации потерь во время отдельных происшествий.

При покупке данного оборудования очень важно, с точки зрения эргономики, безопасности и функциональности, выбрать то, которое имеет свидетельство о допуске CNBOP-PIB на основе распоряжения от 27 апреля 2010 года изменяющего распоряжение положение о перечне изделий для обеспечения общественной безопасности и защиты здоровья, жизни или имущества, а также правил выдачи допуска для этих изделий (Дневник законов № 85, поз. 553). В статье представлены конструкция, принцип работы и возможности практического использования оборудования, которым оснащены подразделения пожарной охраны, согласно требованиям в процессе допуска этого оборудования. Представлены и классифицированы изделия, такие как: переносные и передвижные мотопомпы, турбонасосы, мотопомпы для чистой и загрязненной воды, плавающие мотопомпы и водно-пенные стволы. Представлены также изделия спасательной техники: гидравлические спасательные инструменты, подушки высокого и низкого давления. Внимание было также уделено основным работам по техническому обслуживанию рассматриваемого оборудования.

Методология: В статье анализируется предметная литература. Содержание разработано на основе стандартов, публикаций и учебных материалов CNBOP-PIB в области спасения и оборудования, предназначенного для пожарной службы. Литература включает также другие книги и послеконференционные публикации, а также распоряжение о системе допусков в Польше.

Выводы: В статье особое внимание уделено выбранному оборудованию, используемому подразделениями пожарной охраны. Представлены его строение и основные способы использования. Внимание было уделено также необходимости соблюдать рекомендации производителя по техническому обслуживанию и эксплуатации. Обоснована также необходимость системы допусков для обеспечения как безопасности спасателей, так и спасаемых людей, а также с точки зрения обеспечения качества и совместимости оборудования подразделений пожарной охраны.

Ключевые слова: плавающая мотопомпа, мотопомпа для загрязненной воды, турбонасос, водно-пенные стволы, гидравлические спасательные инструменты, подъемные подушки, использование, эксплуатация, система допусков, допуск в эксплуатацию

Вид статьи: обзорная статья

1. Wstęp

W związku z rozwojem techniki i współcześnie występującymi na całym świecie zagrożeniami jednostki ochrony przeciwpożarowej są zobligowane do stosowania sprzętu spełniającego określone wymagania, takie jak:

niezawodność, funkcjonalność, ergonomia i bezpieczeństwo. W artykule przedstawiono sprzęt produkcji krajowej i zagranicznej, który jest najczęściej wykorzystywany w codziennej pracy strażaka [12].

W artykule omówiono wybrane wyroby stosowane w trakcie działań ratowniczo-gaśniczych: mtopompy

przenośne i przewoźne, motopompy do wody zanieczyszczonej, motopompy pływające, hydrauliczne narzędzia ratownicze, poduszki wysoko- i niskociśnieniowe. Aby przedstawić pełne możliwości wykorzystania wyżej wymienionych wyrobów, w artykule scharakteryzowano ich budowę, zasady działania, jak również wskazówki dotyczące ich właściwego użytkowania.

Charakter zagrożeń, z którymi w obecnych czasach mierzą się jednostki ochrony przeciwpożarowej, jest bardzo różny. Obok pożarów wymienić należy zdarzenia drogowe, powodzie lub inne klęski żywiołowe. Specyfika zdarzeń, na którą muszą być przygotowani strażacy, ewoluuje wraz z ciągłym rozwojem cywilizacyjnym i postępem technologicznym. Od ostatnich dwudziestu lat sprzęt wykorzystywany do działań jest stale udoskonalany w celu sprostania zmieniającym się oczekiwaniom użytkowników [17].

Z punktu widzenia użytkownika końcowego niezwykle ważnym elementem jest adekwatność stosowanego sprzętu do rodzaju występujących zdarzeń, jak również zapewnienie bezpieczeństwa jego użytkowania. Ma to duże znaczenie zarówno dla bezpieczeństwa ratowników, jak i samych ratowanych. Sprzęt ten powinien zapewniać również optymalny komfort użytkowania, co niewątpliwie wpływa na efektywność prowadzonych działań. Respektując powyższe, w Polsce w 2007 r. wprowadzono system dopuszczeń. Jego główną ideą jest selekcja trafiających na polski rynek wyrobów przeznaczonych dla jednostek straży pożarnej [17].

2. Motopompy do wody zanieczyszczonej

Motopompa jest agregatem przenośnym lub przewoźnym. Składa się z silnika spalinowego, pompy wirowej

oraz uchwytów lub ramy umożliwiającej przenoszenie. Motopompy przewoźne są zamontowane na przyczepie lub naczepie.

Ze względu na wielkość i rodzaj podstawy pomp różniamy motopompy przenośne oraz motopompy przewoźne. Pompy przenośne to niewielkie pompy o wadze do 200 kg [7] i wydajności nieprzekraczającej (w większości przypadków) 1600 dm³/min. Podstawa wyposażona jest w uchwyty przeznaczone do przenoszenia urządzenia do punktu czerpania wody. Motopompy o większych wydajnościach, ze względu na swoją wagę, montowane są na specjalnie do tego przystosowanych przyczepach, naczepach lub kontenerach, przygotowanych do ciągnięcia ich za pojazdami pożarniczymi. Wydajność takich motopomp może wynosić ponad 10 000 dm³/min, a moc ich silników osiągać kilkaset KW. Tego rodzaju motopompy ważą nawet kilka ton [2].

W jednostkach straży pożarnej występują najczęściej pompy odśrodkowe, których budowa umożliwia samozasysanie (bez dodatkowych urządzeń). Są to motopompy z wirnikiem otwartym oraz półotwartym, który umożliwia przepompowywanie wody razem ze znajdującymi się w niej stałymi zanieczyszczeniami o wielkości nawet do kilku centymetrów. Motopompy te są wykorzystywane między innymi do: wypompowywania wody z rozlewisk, studni, piwnic, kanałów, zbiorników wodnych naturalnych i sztucznych oraz wód płynących, wód z wykopów o małym, średnim i dużym zanieczyszczeniu, napełniania zbiorników samochodów gaśniczych, jak również w innych akcjach popowodziowych.

Przykładowy widok motopompy do wody zanieczyszczonej z wyszczególnieniem podstawowych elementów wchodzących w jej skład został przedstawiony na ryc. 1.



Ryc. 1. Widok przenośnej motopompy do wody zanieczyszczonej

Fig. 1. Portable motopump for contaminated water

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

2.1. Wprowadzanie motopomp do wody zanieczyszczonej do użytkowania w jednostkach ochrony przeciwpożarowej

Motopompy do wody zanieczyszczonej, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych

i Administracji z dnia 27 kwietnia 2010 r. zmieniającym rozporządzenie w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (Dz.U. nr

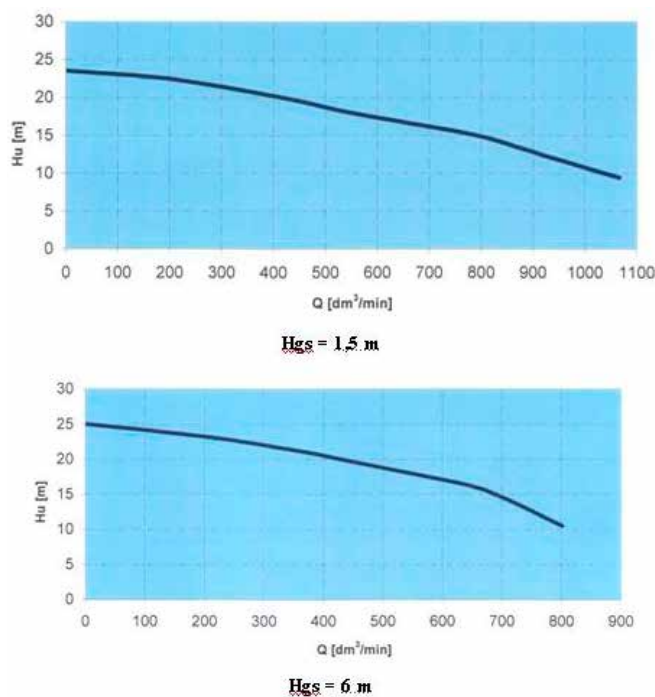
85, poz. 553) [7], podlegają procesowi dopuszczania. Wymagania dla tej grupy wyrobów zostały określone w pkt. 2.7 załącznika do ww. rozporządzenia. Podczas procesu dopuszczania motopompy poddawane są ocenie i badaniom, na które składają się:

- weryfikacja zgodności dokumentacji z prezentowanym wzorcem,
- weryfikacja i sprawdzenie wymagań konstrukcyjnych,
- weryfikacja i sprawdzenie deklarowanej wydajności i natężenia przepływu,
- weryfikacja i sprawdzenie średnicy przepompowywanych zanieczyszczeń,
- weryfikacja i sprawdzenie niezawodności pracy pompy (24 godziny),
- weryfikacja i sprawdzenie minimalnego czasu zassania.

W zależności od ich rodzaju motopompy powinny być wyposażone we wloty ssawne motopomp oraz odpowiednio w nasady ssawne 52, 75 lub 110 według normy

PN-M-51038. Zestaw motopompy do wody zanieczyszczonej powinien zawierać kosz ssawny o wielkości oczek odpowiednich do zanieczyszczeń, jakie mogą być wraz z wodą przepompowane przez motopompę. Wyloty tłoczne powinny być wyposażone w nasady 52, 75 lub 110 według normy PN-M-51038 w zależności od wydajności nominalnej. Kadłub, urządzenie zasysające i przewody wodne pompy powinny mieć możliwość skutecznego odwodnienia. Zawory odwadniające powinny być łatwo dostępne. Wymagane jest, aby motopompa przenośna do wody zanieczyszczonej była wyposażona w składane uchwyty do przenoszenia [7].

Motopompy przenośne podczas badań kwalifikacyjnych są weryfikowane również pod kątem uzyskanej wydajności. Pracują one przy niskich wartościach ciśnień, zazwyczaj przy 1 lub 2 barach. Stąd też wartości geometryczne wysokości ssania dla przedmiotowych motopomp wynoszą $H_{gs} = 1,5$ m oraz $H_{gs} = 6$ m [7]. Przykładową charakterystykę funkcji wysokości podnoszenia i wydajności przedstawiono poniżej.



Ryc. 2. Charakterystyka motopompy przenośnej

Fig. 2. Characteristics of a portable motopump

Źródło: Archiwum CNBOP-PIB.

Source: Archive of CNBOP-PIB.

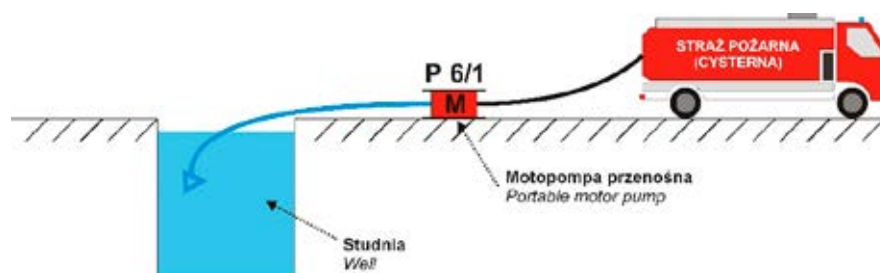
Przy tak skonfigurowanym układzie badawczym motopompy przenośne osiągają wydajności: przy 1,5 m wysokości ssania – do $1600 \text{ dm}^3\text{/min}$, a przy 6 m – do $950 \text{ dm}^3\text{/min}$.

Kluczowa, z punktu widzenia użytkownika motopompy do wody zanieczyszczonej, jest próba niezawodności pracy motopompy, polegająca na 24-godzinnej, nieprzerwanej pracy motopompy, po zakończeniu której motopompa nie powinna wykazywać żadnych uszkodzeń i nieszczelności.

Sprawdzenie parametrów techniczno-użytkowych pozwala na efektywne wykorzystanie tych wyrobów podczas działań, które wskazano w kolejnym podrozdziale artykułu.

2.2. Przykłady zastosowania

Poniżej przedstawiono trzy przykłady wykorzystania motopomp do wody zanieczyszczonej.



Ryc. 3. Wypompowywanie wody z zalanej studni z wykorzystaniem pojazdu pożarniczego

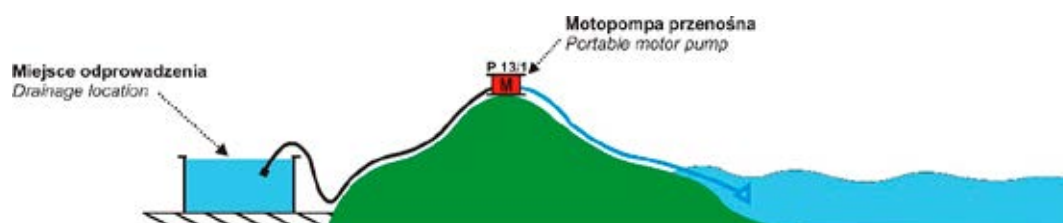
Fig. 3. Pumping water from flooded wells using fire vehicle

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Powyższy układ jest rozwiązaniem podstawowym i najczęściej stosowanym. Realizuje się go poprzez bezpośrednie podłączenie węży o wielkości odpowiadającej wielkości króćca ssawnego i tłocznego pompy. W przypadku większości motopomp są to węże W-75. Wyjątek stanowią najmniejsze motopompy, w których możliwe

jest zastosowanie węży wielkości W-52. Układ ten stosowany jest do osuszania zalanych studni i studzienek bądź pomieszczeń. Głównym założeniem tego typu układu jest dostarczenie maksymalnie dużej ilości wody w jak najkrótszym czasie do zbiornika pojazdu pożarniczego lub innego punktu odbioru wody [2].



Ryc. 4. Przykładowy schemat osuszania podtopionych terenów z wykorzystaniem motopompy do wody zanieczyszczonej

Fig. 4. Example of draining flooded areas using motor pumps for contaminated water

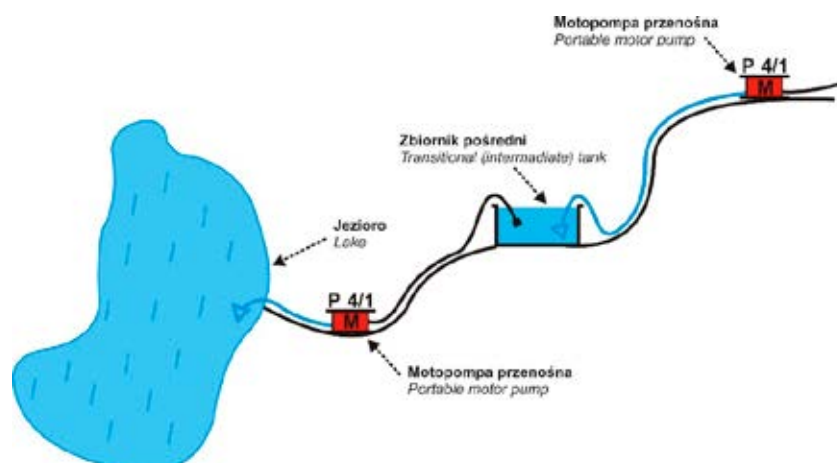
Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Rycina 4 przedstawia układ z wykorzystaniem motopompy i zbiornika lub innego miejsca wyznaczonego do odbioru wody, który stosowany jest przy osuszaniu

zalanych terenów np. w pobliżu wałów ochronnych lub innych miejscowych podtopień. Zbiornikiem może być na przykład cysterna samochodowa.

2.3. Przepompowywanie wody



Ryc. 5. Przykład przepompowywania wody z jeziora

Fig. 5. Example of pumping water from a lake

Źródło: opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Układ przedstawiony na rycinie 5 ma zastosowanie przy wypompowywaniu wody z akwenu (np. małego zalewu) w przypadku nadmiernego wezbrania. Woda

wypompowywana z akwenu jest podawana do zbiornika pośredniego, a stamtąd przepompowywana do ustalonego miejsca odbioru wody. Układ taki może mieć zastosowanie

w przypadku, gdy wodę należy przelać do innego oddalonego miejsca, ujście wody znajduje się w znacznej odległości od wezbranego akwenu lub też w celach gaśniczych do zaopatrzenia się w lekko zanieczyszczoną wodę [2].

Największe natężenie przepływu osiąga się podczas pracy z najmniejszą dopuszczalną liczbą odcinków wężu oraz przy terenie o niewielkiej różnicy wysokości. Motopompy mogą przepompowywać ciecz o odczynie kwaśnym lub zasadowym, zanieczyszczone ciałami stałymi. Są to niewątpliwie zalety tych urządzeń, co potwierdza coraz częstsze ich wykorzystywanie przy wypompowywaniu wody z zalanych terenów czy obiektów mieszkalnych [3].

Analizując opisy motopomp do wody zanieczyszczonej, charakterystyki, parametry eksploatacyjne, można dojść do wniosku, że charakter ich pracy oraz zakres możliwości użytkowych w znacznym stopniu zależą od:

- warunków terenowych,
- rodzaju układu węzowego,
- średnicy wężu,
- długość całej linii węzowej.

Należy zwrócić uwagę, że stosowanie układów pracy z motopompami (przetłaczanie wody) pozwala na znaczne obniżenie kosztów związanych z zużyciem paliwa podczas długotrwałych akcji (przewożenie oraz dowożenie wody), jak również z amortyzacją sprzętu, czy w końcu z wynagrodzeniem strażaków [2].

2.4. Wskazówki eksploatacyjne

Z uwagi na to, że w jednostkach ochrony przeciwpożarowej stosowane są motopompy różniące się pod względem konstrukcji oraz rozwiązań technicznych produkcji (zarówno krajowej, jak i zagranicznej), a każdy producent zastrzega sobie własny tryb postępowania przy obsłudze silnika i pompy, podane poniżej zalecenia dotyczące obsługi technicznej motopomp wykorzystuje się jedynie jako ogólne wskazówki do właściwego postępowania ze sprzętem.

Ważne jest, aby dokładnie zapoznać się z instrukcją obsługi i konserwacji oraz bezwzględnie stosować się do zaleceń producenta. Nie należy uruchamiać silnika w pobliżu rozlanych cieczy łatwopalnych lub w miejscach zagrożonych wybuchem. Podczas pracy motopompy w pomieszczeniach zamkniętych należy zapewnić odpowiednią wentylację ze względu na możliwość zatrucia spalinami. Nie należy zbyt często przehylać motopompy, gdyż może to spowodować wyciek oleju z silnika lub uszczelnienia pompy. Podczas transportu zawór paliwa musi być zamknięty [8].

Pracę z motopompą do wody zanieczyszczonej należy rozpocząć od podłączenia węża tłocznego do nasady tłocznej motopompy. Następnie otworzyć zawór zbiornika paliwa i ustawić dźwignię sterującą manetki silnika pompy w pozycji „rozruch”. Przy ciepłym silniku nie stosować „ssania”. Silnik uruchomić przez pociągnięcie za linkę rozrusznika [8].

Niewłaściwa eksploatacja prowadzi do uszkodzenia motopompy. Do tych uszkodzeń zaliczamy przede wszystkim uszkodzenia eksploatacyjne spowodowane nieprzestrzeganiem zaleceń producenta np. odnośnie wymiany płynów eksploatacyjnych czy świec, a także w sytuacjach zaprzestania czynności serwisowych, takich jak regulacja luzów zaworów. Innym rodzajem uszkodzeń motopompy są wszelkie nieszczelności, powstałe w wyniku zastosowania niewłaściwych płynów, które reagują (np. chemicznie) z materiałami, z których została wykonana motopompa [18].

3. Motopompy pływające

Motopompa pływająca również jest agregatem przenośnym składającym się z silnika spalinowego, pompy wirowej oraz pływaka, wyposażonym w uchwyty umożliwiające jej przenoszenie. Przykładowy widok motopompy pływającej z wyszczególnieniem podstawowych elementów wchodzących w jej skład został przedstawiony na rycinie 6.



Ryc. 6. Przykładowy widok motopompy pływającej

Fig. 6. Example of floating pump – view

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

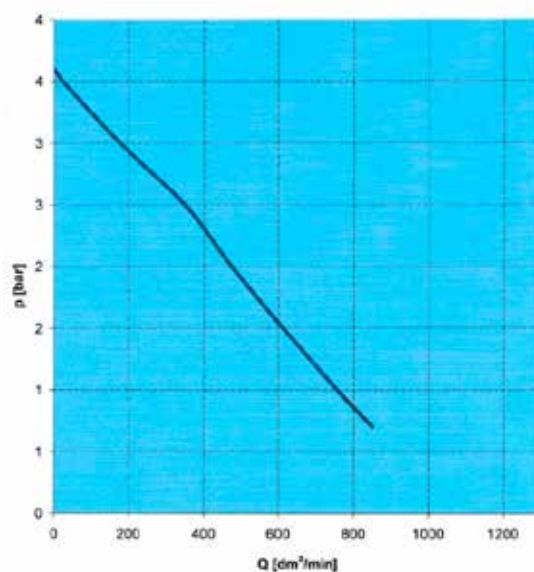
3.1. Wprowadzanie motopomp pływających do użytkowania w jednostkach ochrony przeciwpożarowej

Motopompy pływające zgodnie z rozporządzeniem [7] podlegają procesowi dopuszczenia. Wymagania dla tej grupy wyrobów zostały określone w pkt 2.3 załącznika do ww. rozporządzenia. Podczas prowadzonego procesu dopuszczenia w zakres oceny urządzenia wchodzi:

- weryfikacja zgodności dokumentacji z prezentowanym wzorcem,
- weryfikacja i sprawdzenie wymagań konstrukcyjnych,

- weryfikacja i sprawdzenie deklarowanej wydajności i natężenia przepływu,
- weryfikacja minimalnej głębokości ssania,
- weryfikacja i sprawdzenie niezawodności pracy pompy.

Motopompy pływające podczas badań kwalifikacyjnych są weryfikowane również pod kątem uzyskanej wydajności. Przedmiotowe motopompy pracują przy niskich wartościach ciśnień – zazwyczaj 2 barach. W procesie badawczym, w zależności od przyjętej prędkości obrotowej i wysokości podnoszenia, motopompy te osiągają wartości wydajności do 600 dm³/min [7]. Przykładową charakterystykę funkcji wysokości podnoszenia i wydajności przedstawiono poniżej.



Ryc. 7. Charakterystyka motopompy pływającej
Fig. 7. Characteristics of the motor floating pump

Źródło: Archiwum CNBOP-PIB.

Source: Archive of CNBOP-PIB.

Kluczowa, z punktu widzenia użytkowania motopompy pływającej, jest również próba niezawodności pracy motopompy polegająca na 6-godzinnej nieprzerwanej pracy motopompy, po której nie powinno być żadnych uszkodzeń i nieszczelności. Sprawdzenie cech techniczno-użytkowych, wskazanych powyżej, pozwala na efektywne wykorzystanie motopomp pływających w prowadzonych działaniach, których przykłady wskazano niżej.

3.2. Przykłady zastosowania

Motopompy pływające to przede wszystkim urządzenia pompująco-tłoczące. Można za ich pomocą prowadzić bezpośrednie działania gaśnicze, choć ze względu na zbyt małe wartości ciśnień i niekiedy brak możliwości pozyskania wody ze zbiornika nie są wykorzystywane w pierwszej kolejności.

Mogą spełniać podobne zadania jak turbopompy, z tym że nie potrzebują zewnętrznego źródła zasilania, jakim jest autopompa lub motopompa, gdyż napędzane są własnymi silnikami spalinowymi. Nie są skomplikowane w obsłudze i nie potrzebują dodatkowych węży, jak w przypadku turbopomp. Nie osiągają parametrów pracy motopomp, które są za to ograniczone wysokością

ssania oraz potrzebą budowania specjalnych stanowisk czerpania wody. Motopompy pływające mogą pobierać wodę dla celów przeciwpożarowych z różnych naturalnych źródeł wody, takich jak: rzeki, jeziora, stawy i tym podobne zbiorniki wodne. Pracują one bezpośrednio na wodzie, w związku z tym nie wymagają budowania linii ssawnych. Mogą być stosowane na płytkich zbiornikach wodnych [1].

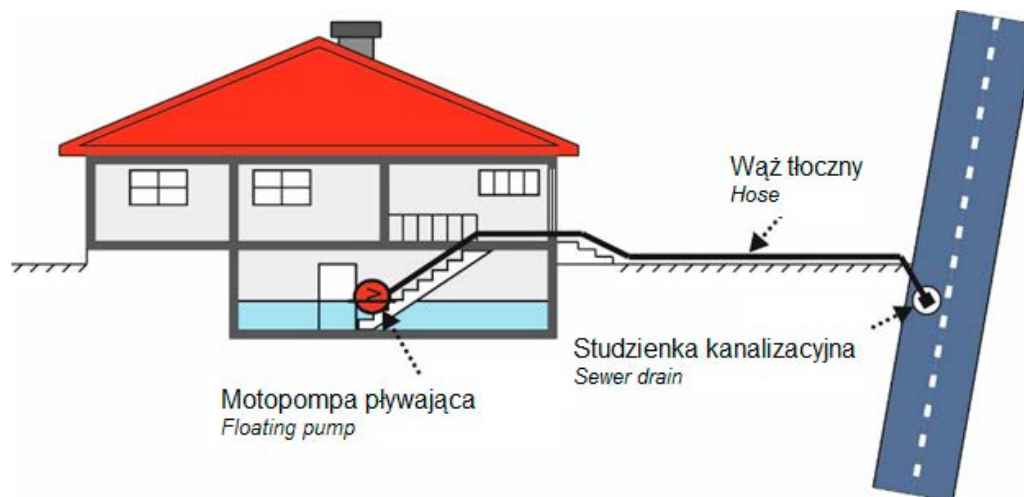
Motopompy te używane są głównie do zasilania zbiorników samochodów gaśniczych, zbiorników naturalnych lub sztucznych cieków wodnych oraz wypompowywania wody podczas podtopień i powodzi. Ich działanie nie jest uzależnione od wysokości ssania, gdyż z racji swojej konstrukcji mogą pracować bezpośrednio na wodzie o niewielkiej głębokości. Mogą także przepompowywać ciecze o odczynie kwaśnym lub zasadowym, zanieczyszczone ciałami stałymi o średnicy do 10 mm [1].

Motopompy pływające są urządzeniami przenośnymi o niskiej wadze (do 30 kg) [7] i stosunkowo małych gabarytach, dzięki czemu znajdują szerokie zastosowanie jako wyposażenie samochodów pożarniczych. Mogą one być wykorzystywane jako dodatkowe zespoły pompowe

z wieloraką możliwością pracy w różnych układach taktycznych, stosownie do zaopatrzenia wodnego. Parametry użytkowe wskazują, że są wykorzystywane w pierwszej kolejności przy działaniach, które wymagają znacznego

wydatku przy małym ciśnieniu. Motopompy te pracują w zakresie ciśnienia 1–2 bar. Poniżej przedstawiono kilka przykładów ich zastosowania.

3.3. Osuszanie zalanych pomieszczeń



Ryc. 8. Przykład usuwania wody z zalanych pomieszczeń

Fig. 8. Drainage of flooded premises

Źródło: Opracowanie własne.

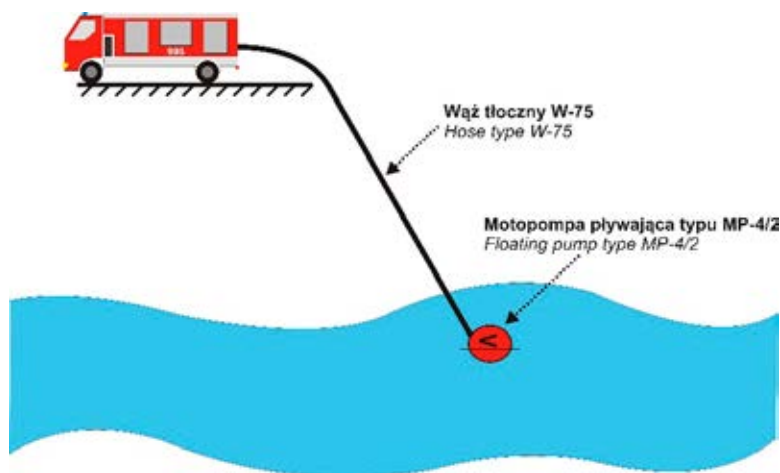
Source: Own elaboration.

Na przedstawionym na ryc. 8 przykładzie woda z zalanych pomieszczeń jest wypompowywana do najbliższego wyjścia np. do studzienek lub zbiorników zastępczych. W tym miejscu należy wskazać, że nie można ich wykorzystywać wewnątrz obiektów ze względu na spaliny, tlenek węgla i możliwość zaduszenia się motopompy. Jednak powyższy układ w przypadku zapewnienia odpowiedniej wentylacji, obiegu powietrza i środków ochrony indywidualnej strażaków może być wykorzystany, gdy nie ma innej możliwości usunięcia wody. W takiej sytuacji w pomieszczeniu nie mogą również przebywać ludzie.

3.4. Zasilanie zbiornika samochodu pożarniczego w wodę w przypadku dowożenia

Ideą tego typu zastosowań jest dostarczenie maksymalnie dużej ilości wody w jak najkrótszym czasie do zbiornika samochodu. Za pomocą motopomp pływających można zasilić zbiornik samochodu pożarniczego w wodę w przypadku braku możliwości zasilania z innych źródeł. Problemy te mogą być spowodowane brakiem sieci wodociągowej, trudnościami w zastosowaniu motopomp lub innej armatury pożarniczej w związku z niekorzystnym układem terenu [2].

Przykładowe układy pracy motopomp pływających, zasilających zbiornik samochodu pożarniczego w wodę w przypadku dowożenia, przedstawiono na ryc. 9 i 10.

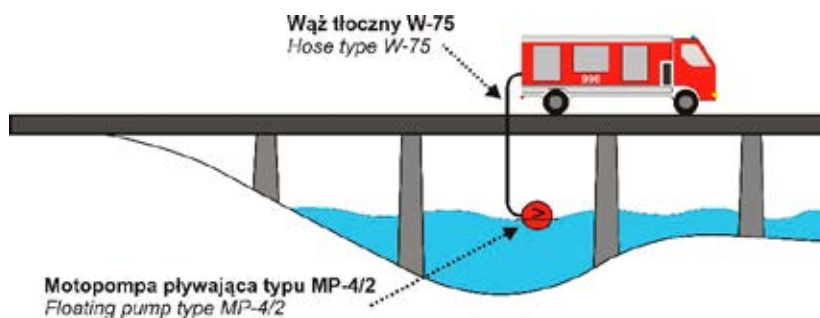


Ryc. 9. Schemat zasilania zbiornika pojazdu pożarniczego w przypadku stromego brzegu

Fig. 9. Water supply for a tender from the steep bank – outline

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.



Ryc. 10. Schematy zasilania zbiornika pojazdu pożarniczego na moście

Fig. 10. Water supply for a tender from the bridge – outline

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

3.5. Wskazówki eksploatacyjne

Przed przystąpieniem do pracy z motopompą pływającą należy sprawdzić poziom oleju w silniku. Zalecana jest praca na benzynie bezołowiowej, lecz w razie jej braku można pracować na każdej benzynie o liczbie oktanów powyżej 95. W przypadku, gdy samochód gaśniczy jest wyposażony w motopompę pływającą, należy zainstalować w nim dodatkowy zbiornik na paliwo, o ile jego funkcji nie spełnia już dodatkowy zbiornik z paliwem dla agregatu prądotwórczego, piły tarczowej, pilarki itp. Uwarunkowane jest to tym, że podczas długotrwałego prowadzenia akcji gaśniczej lub wypompowywania wody, czas pracy motopompy pływającej na jednym zbiorniku paliwa może być niewystarczający. Czas pracy motopomp pływających waha się od 40 do 120 minut i jest uzależniony od zużycia paliwa i pojemności zbiornika na paliwo. Pojemność tego zbiornika powinna wynosić od 10 do 20 litrów i zależeć od typu motopompy pływającej, będącej na wyposażeniu samochodu gaśniczego. Zaleca się, aby samochód gaśniczy wyposażony w motopompę pływającą posiadał zbiornik paliwa o pojemności 20 litrów. Dla pozostałych motopomp zbiornik ten powinien mieć pojemność przynajmniej 10 litrów [8].

Pracę z motopompą pływającą należy rozpocząć od podłączenia węża tłoczego do nasady tłocznej motopompy. Następnie przypiąć linkę z zatrzaśnikiem do jednego z uchwyty. Umożliwi to ściągnięcie motopompy po zakończeniu pracy. Otworzyć zawór zbiornika paliwa i ustawić dźwignię sterującą manetki silnika pompy w pozycji

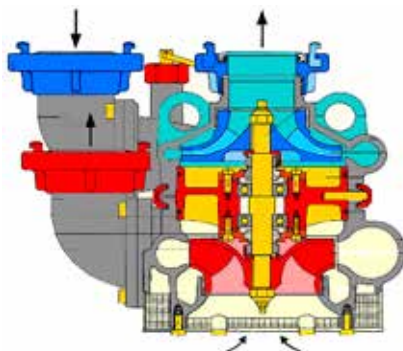
„rozruch”. Przy ciepłym silniku nie stosować „ssania”. Silnik uruchomić przez pociągnięcie za linkę rozrusznika. Zaleca się stosowanie następującej metody: delikatnie pociągnąć za linkę rozrusznika, aż do odczucia lekkiego oporu i następnie energicznie pociągnąć w celu uruchomienia silnika. Sposób ten wyeliminuje powstanie dynamicznych obciążeń linki rozrusznika [8].

4. Turbopompy

Turbopompa to urządzenie, które wypompowuje i tłoczy duże ilości cieczy przy małym ciśnieniu. Przetłacza ciecz z obszaru niżej położonego na poziomy wyższe np. kanały, szyby, studnie odkryte. Często jest stosowana przy wypompowywaniu wody z zalanych terenów, zakładów przemysłowych, mieszkalnych, podczas awarii sieci wodno-kanalizacyjnych bądź powodzi. Jest ona również wykorzystywana do przepompowywania cieczy agresywnych i toksycznych pod warunkiem, że jest wykonana z materiałów odpornych na działanie tego typu czynników i substancji.

Turbopompa nie posiada własnego napędu. Pracować może jedynie wtedy, gdy zapewnione jest zasilanie turbiny strumieniem cieczy. Zasilanie turbopomp jest realizowane przez autopompy i motopompy. Wśród nich możemy wyróżnić autopompy: A 16/8, A 32/8, i motopompę M 8/8.

Turbopompa jest zbudowana z dwóch zasadniczych podzespołów: turbiny wodnej i pompy wirowej osadzonej na jednym wale. Poniżej przedstawiono przykładowy widok turbopompy.



Ryc. 11. Przykładowy widok turbopompy [11]

Fig. 11. Turbopump – example [11]

4.1. Wprowadzanie turbopomp do użytkowania w jednostkach ochrony przeciwpożarowej

Turbopompy zgodnie z rozporządzeniem [7] podlegają procesowi dopuszczenia. Wymagania dla tej grupy wyrobów zostały określone w pkt 2.4 załącznika do ww. rozporządzenia. Podczas prowadzonego procesu dopuszczenia turbopompy podlegają ocenie, na którą składają się:

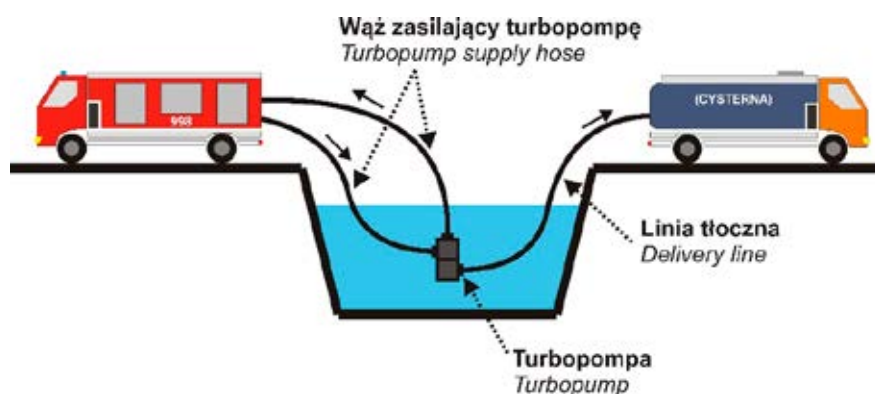
- weryfikacja zgodności dokumentacji z prezentowanym wzorcem,
- weryfikacja i sprawdzenie wymagań konstrukcyjnych,
- weryfikacja i sprawdzenie deklarowanej wydajności i natężenia przepływu,
- weryfikacja i sprawdzenie wymiarów i dopuszczalnej masy,
- weryfikacja i sprawdzenie ilości wysysanej wody.

Sprawdzenie cech techniczno-użytkowych, wskazanych powyżej, pozwala na efektywne wykorzystanie turbopomp w działaniach. Poniżej wskazano przykłady zastosowania tych urządzeń.

4.2. Przykłady zastosowania

Pompy z napędem turbinowym w pojazdach pożarniczych mogą stanowić dodatkowy zespół pompowy z różnorodnymi możliwościami pracy i układami linii gaśniczych, wykorzystywane do gaszenia pożarów i zaopatrywania w wodę. Parametry użytkowe turbopomp wskazują, że należy je wykorzystywać przy akcjach, które wymagają dużego wydatku wody przy małych wartościach ciśnień wody z autopompy.

Poniżej zostały przedstawione najczęściej stosowane rozwiązania układów z zastosowaniem turbopomp.

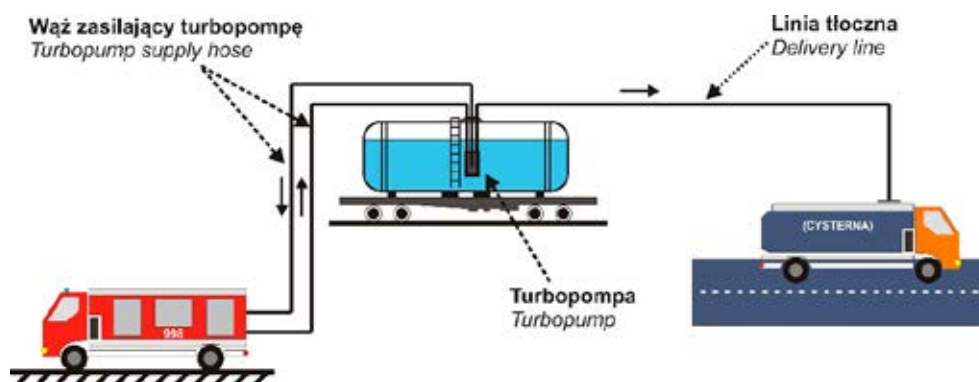


Ryc. 12. Przykład podstawowego wykorzystania turbopompy

Fig. 12. Basic use of turbopump – example

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.



Ryc. 13. Przykład alternatywnego wykorzystania turbopompy

Fig. 13. Alternative use of turbopump – example

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

W pierwszym układzie (ryc. 12) strumień wody podawany jest z nasady tłocznej autopompy i kierowany do nasady wlotowej turbiny. Po wyjściu z turbiny strumień wody zostaje odprowadzony do zbiornika samochodu. Ciecz z układu wypompowującego turbopompy zostaje odprowadzona przewodem tłocznym z obszaru zalanego do miejsca docelowego, w tym przypadku do cysterny samochodowej.

Z kolei na drugim układzie (ryc. 13) wodę z nasady tłocznej autopompy podaje się do nasady wejściowej turbiny. Po przejściu przez turbinę woda kierowana jest do zbiornika samochodu. Woda tłoczona przez pompę turbopompy kierowana jest również do zbiornika samochodu. Z drugiej nasady tłocznej autopompy wykonane jest rozwiązanie bojowe. Rozwiązanie to jest wykorzystywane na

obszarach, gdzie występują trudno dostępne, najczęściej naturalne źródła wody.

Trzeci polega na przepompowywaniu substancji niebezpiecznej z uszkodzonego zbiornika (np. cysterny w pociągu) do zbiornika zastępczego z zachowaniem analogicznej zasady uruchomienia [1]. W tym miejscu należy podkreślić, że podczas przepompowywania cieczy niebezpiecznych, takich jak np. substancje ropopochodne itp., należy stosować turbopompy wykonane z materiałów odpornych na ich korozyjne lub żrące działanie.

4.3. Wskazówki eksploatacyjne

Turbopompa w wersji podstawowej nie może być wykorzystywana do przepompowywania substancji palnych, toksycznych lub żrących. W przypadku kontaktu z wodą zasoloną po zakończeniu użytkowania należy ją przepłukać w wodzie słodkiej.

Przed podaniem strumienia z autopompy lub motopompy należy pamiętać, aby:

- podłączyć węże napędzające i odprowadzające strumień roboczy zgodnie z kierunkiem przepływu wody podanym na turbopompie,
- doprowadzić przewód odprowadzający ciecz zassaną z turbopompy do miejsca docelowego,
- za pomocą linki zabezpieczyć turbopompę przed przemieszczaniem,
- zanurzyć urządzenie w miejscu, z którego będzie wypompowywana ciecz [8].

Zakres możliwości użytkowych turbopomp w znacznym stopniu uzależniony jest od źródła zasilania (motopompy, autopompy). Zasilając turbopompę dużymi autopompami np. A24/10, przy działaniach związanych z przepompowywaniem wody, uzyskujemy wydajność turbopompy nawet ok. 1900 l/min [8].

Węże W-52 w związku z ich niewielką przepustowością nie znajdują w tym przypadku zastosowania. Ze względu na wydatki turbiny ok. 1000 l/min, straty ciśnienia są na tyle niewielkie, że do zasilania turbopompy można wykorzystać linię zbudowaną nawet z 3 odcinków węży W-75. O ile w ostatnim czasie do wypompowywania wody z zalanych terenów stosuje się najczęściej motopompy pływające o zbliżonych parametrach, wyposażone w silnik spalinowy, o tyle do przepompowywania cieczy niebezpiecznych i agresywnych nadal najlepiej nadają się turbopompy [1].

5. Działka wodno-pianowa

Konstrukcja działek wodno-pianowych na przełomie lat była stale udoskonalana, co pozwoliło z czasem na zwiększenie zakresu stosowania tych wyrobów. Działka to urządzenia przeznaczone do podawania wody lub piany w postaci strumienia zwartego lub rozproszonego, w celu ugaszenia pożaru lub walki z innym lokalnym zdarzeniem np. do chłodzenia zbiornika w rafinerii. Strumień zwarty lub strumień piany ciężkiej otrzymujemy przy bezpośrednim dostarczeniu odpowiedniego medium do działki. Woda i środek pianotwórczy po wpłynięciu do działki ulegają wzajemnemu wymieszaniu, przepływając przez labirynt połączonych ze sobą korpusów. Rozproszony strumień wody uzyskuje się poprzez odpowiednią regulację głowicy działki. Obecnie sterowanie działek odbywa się przy pomocy kierownicy, obracanych pokręteł, a w wybranych pojazdach, np. lotniskowych, sterowanie odbywa się bezprzewodowo. Na ryc. 14 przedstawiono klasyfikację działek wodno-pianowych ze względu na ich konstrukcję.



Ryc. 14. Podział działek wodno-pianowych.

Fig. 14. Water-foam monitors – types

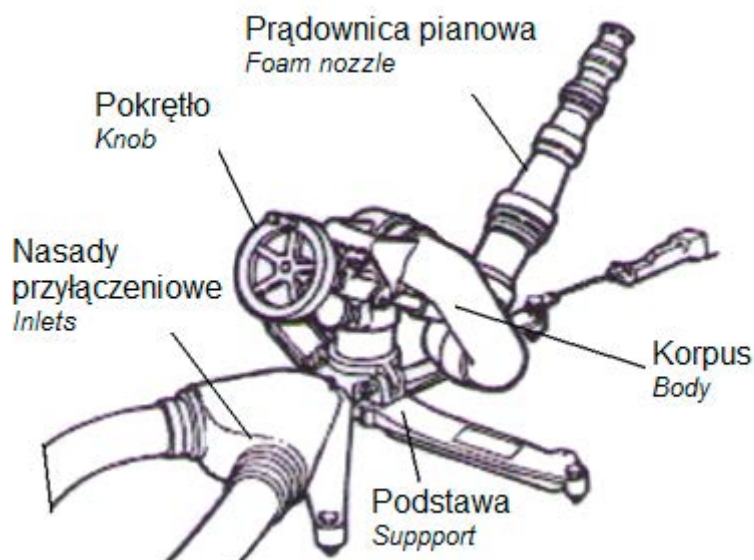
Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

5.1. Działka przenośna

Przenośna podstawa urządzenia jest zaprojektowana w taki sposób, aby stabilnie i mocno podtrzymywać całość. Może się to odbywać za pomocą metalowych kołców, łapek, a obecnie także przy pomocy bardzo popularnego mocowania, jakim jest wąż zasilający. Podczas używania

działki w przenośnej podstawie, należy pamiętać, aby, nie poruszać ani nie podnosić podstawy, gdyż może to zagrażać operatorowi i uszkodzić działko. Przykładowy schemat działki przenośnej wraz z wyszczególnieniem głównych elementów przedstawiono na ryc. 15.



Ryc. 15. Przykładowy schemat działka przenośnego

Fig. 15. Portable water-foam monitor – outline

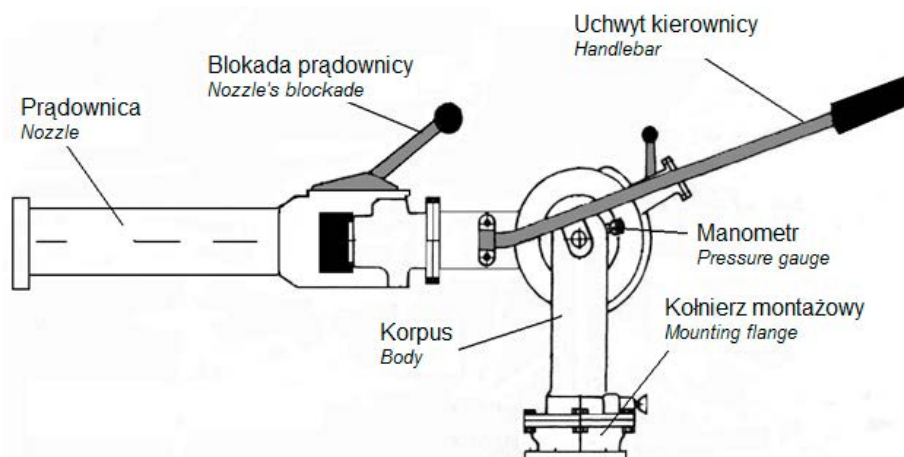
Źródło: Opracowanie własne na podstawie www.akronbrass.com

Source: Own elaboration based on www.akronbrass.com

5.2. Działka przystosowane do zabudowy w pojazdach pożarniczych (stacjonarne)

Działka do zabudowy w pojazdach pożarniczych, zwane również działkami stacjonarnymi, stanowią bardzo często zakończenie układu wodno-pianowego w pojazdach ratowniczo-gaśniczych. Są one montowane zazwyczaj w części dachowej zabudowy. W pojazdach lotniskowych mogą również być zamontowane jako działka zderzakowe

oraz działka na wysięgniku teleskopowym. W odróżnieniu od działek w wykonaniu przenośnym, dzięki swojej konstrukcji mogą swobodnie obracać się w płaszczyźnie poziomej w zakresie obrotu 360°. Charakteryzują się również szeroką gamą zakresu wydajności od 800 do 7000 l/min, oczywiście jeśli zastosowana w pojeździe pompa ma takie możliwości. Przykładowy schemat działka stacjonarnego wraz z wyszczególnieniem głównych elementów przedstawiono na ryc. 16.



Ryc. 16. Przykładowy schemat działka stacjonarnego

Fig. 16. Stationary monitor – outline

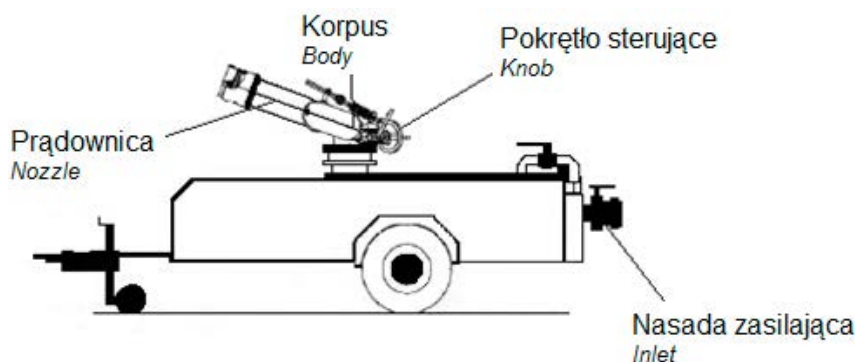
Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

5.3. Działka przewoźne

Działka w wykonaniu przewoźnym to działka, które cechuje duży wydatek wody/piany podczas prowadzenia długotrwałych działań gaśniczych. Pod względem konstrukcyjnym nie odbiegają w sposób znaczący od działek w wykonaniu stacjonarnym. Zasadnicza różnica polega na

sposobie umiejscowienia nasad i przyłączy zasilających, umiejscowionych na przyczepie. W większości przypadków ten rodzaj działek posiada swobodny zakres obrotów w płaszczyźnie poziomej. Przykładowy schemat działka przewoźnego wraz z wyszczególnieniem głównych elementów przedstawia ryc. 17.



Ryc. 17. Przykładowy schemat działka przewoźnego

Fig. 17. Transportable monitor – outline

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Wszystkie omawiane powyżej działka charakteryzują się również możliwością zablokowania działka zarówno w płaszczyźnie pionowej, jak i poziomej poprzez zastosowanie ograniczników położenia ruchu. Poza podziałem konstrukcyjnym istotną rolę w klasyfikacji działek odgrywa rodzaj stosowanego sterowania. Obecnie najpopularniejszym źródłem jest napęd ręczny (z udziałem operatora), stosowany w działkach przenośnych oraz napęd automatyczny przy pomocy siłowników elektrycznych lub hydraulicznych, a nawet zdalnie sterowany w przypadku działek montowanych na pojazdach i przewoźnych. Stosunkowo wysokie wartości przepływu dochodzące do 7000 dm³/min oraz możliwość podawania zwartych i rozproszonych prądów wodnych, jak również strumieni pian gaśniczych sprawiły, że działka wodno-pianowe stały się powszechnym wyposażeniem pojazdów pożarniczych oraz przenośnym i stacjonarnym sprzętem gaśniczym, szczególnie przydatnym w przypadku pożarów w zaawansowanej fazie i dużej trudno dostępnej powierzchni.

5.4. Wprowadzanie działek wodno-pianowych do użytkowania w jednostkach ochrony przeciwpożarowej

Działka wodno-pianowe zgodnie z rozporządzeniem [7] są objęte obowiązkiem uzyskania dopuszczenia do użytkowania. Wymagania dla tych wyrobów zostały określone w pkt 3.19 załącznika do ww. rozporządzenia. W trakcie procesu weryfikowane są:

- zgodność dokumentacji z prezentowanym wzorcem,
- wymagania konstrukcyjne,
- deklarowana wydajność i natężenie przepływu,
- zasięg rzutu strumienia zwartego i rozproszonego,
- parametry piany.

Potwierdzenie parametrów techniczno-użytkowych wskazanych powyżej umożliwia efektywne wykorzystanie działek. Szczególnie istotne podczas badań kwalifikacyjnych jest wyznaczenie możliwego natężenia przepływu działka przy ustalonych nastawach głowicy. W ramach badań wyznaczany jest również zasięg rzutu strumienia zwartego oraz szerokość rzutu strumienia rozproszonego (parasola) badanego działka. Powyższe umożliwia ocenę parametrów wyrobu przy zasilaniu odpowiednio wysokim

źródłem (autopompa, motopompa). Przykład zastosowania opisano poniżej.

5.5. Przykłady zastosowania

Zaletą działek jest bez wątpienia możliwość podawania przy ich pomocy strumieni piany gaśniczej. Wytwarzają pianę o niskiej liczbie spienienia, która jest zaliczana do grupy pian ciężkich. Do wytwarzania pian gaśniczych przy użyciu działek najczęściej wykorzystuje się syntetyczne środki pianotwórcze. Zastosowanie pian w znaczący sposób skutecznie prowadzi do akcji gaśniczej oraz zmniejsza straty pożarowe, zwłaszcza dzięki możliwości gaszenia poprzez odcięcie dostępu tlenu oraz poprawę zwilżalności roztworu gaśniczego. Wytwarzana piana wyróżnia się dużą zawartością wody i jest zaliczana do piany mokrej. Niekorzystną cechą opisywanych urządzeń jest konieczność zapewnienia bardzo dużej wydajności wody, niezbędnej do prawidłowego działania działka i długotrwałego podawania środka gaśniczego. Dla przykładu działko DWP 32 potrzebuje 3200 dm³ wody na minutę, a bezwzględnie należy również pamiętać o zapewnieniu odpowiedniego ciśnienia wypływu.

Za wadę działek należy również uznać stosunkowo małą mobilność stanowisk gaśniczych wykonanych przy ich użyciu. Szczególnego znaczenia nabiera to w przypadku pożarów zmieniających często kierunki rozwoju.

Znaczące zasięgi rzutów strumieni gaśniczych oraz kąty obrotu w płaszczyźnie poziomej i pionowej sprawiają, że działka pod względem taktycznym mają największy zasięg spośród wszystkich wyrobów przeznaczonych do podawania środków gaśniczych. Pozwala to na prowadzenie skutecznych akcji gaśniczych na dużych obszarach pożarów oraz na podawanie prądów gaśniczych z dużych odległości. Brak konieczności zbliżania się do ogniska pożaru znacznie zmniejsza ryzyko zagrożenia dla strażaków podczas prowadzenia akcji. Dodatkowo możliwość podawania prądu rozproszonego pozwala skutecznie prowadzić działania obronne i osłaniać przed oddziaływaniem ognia obiekty zagrożone.

5.6. Wskazówki eksploatacyjne

Działka nie są sprzętem o złożonej konstrukcji. Czynności konserwacyjne nie należą do specjalnie

skomplikowanych. Urządzenia nie powinny być zanieczyszczone. Czyszczenie powinno odbywać się po każdym użyciu, zwłaszcza przy wykorzystywaniu roztworu środka pianotwórczego. Wszystkie zawory regulacyjne powinny być sprawdzane pod kątem swobody przepływu. Zawory bezpieczeństwa i suwaki muszą się poruszać bez zacięć. Nogi i sprężyny muszą mieć możliwość skutecznej blokady. W przypadku działek przenośnych na powierzchniach o dobrej przyczepności masa ciała operatora może być wystarczająca, aby utrzymać działko w pozycji umożliwiającej podawanie wody. Jednak przytwierdzenie do podłoża daje większą gwarancję w sytuacji, gdy operator po pewnym czasie się zmęczy. Testy wydajności działka mogą odbywać się po naprawie przez producenta lub w dowolnym momencie, aby sprawdzić zgodność wyrobu z parametrami wskazanymi w udzielonym dopuszczeniu [8].

6. Hydrauliczne narzędzia ratownicze

Hydrauliczne narzędzia ratownicze służą do cięcia, przesuwania, rozpierania elementów konstrukcji pojazdów w celu uwolnienia ofiar wypadków. Narzędzia znajdują zastosowanie przy usuwaniu skutków katastrof

budowlanych i technologicznych, np. do cięcia elementów konstrukcji stalowych i betonowych. Są podstawowym sprzętem stosowanym przy uwalnianiu poszkodowanych ze zniszczonych w wyniku zderzenia pojazdów samochodowych.

Zasada pracy ratowniczych narzędzi hydraulicznych oparta jest na wykorzystaniu agregatów hydraulicznych o ciśnieniach cieczy roboczej wielkości od 63 do 72 bar [21], dzięki czemu narzędzia uzyskują duże siły sięgające od kilku do kilkudziesięciu ton. Narzędzia hydrauliczne możemy podzielić na następujące typy [14]:

- a) rozpieracze ramieniowe,
- b) nożyce,
- c) cylindry rozpierające,
- d) urządzenia combi (nożyco-rozpieracze)

Podstawowe elementy wchodzące w skład narzędzi na przykładzie rozpieracza ramieniowego przedstawione zostały na ryc. 18:

- 1 – Cylinder siłownika elektrycznego
- 2 – Ramiona rozpierające i ściskające
- 3 – Rękojeść
- 4 – Mechanizm sterujący
- 5 – Uchwyt



Ryc. 18. Podstawowe elementy narzędzi hydraulicznych na przykładzie rozpieracza ramieniowego [16]
Fig. 18. Main components of hydraulic equipment – example of a shoulder spreader [16]

6.1. Wprowadzanie narzędzi hydraulicznych do użytkowania w jednostkach ochrony przeciwpożarowej

Hydrauliczne narzędzia ratownicze zgodnie z rozporządzeniem [7] podlegają procesowi dopuszczenia. Wymagania dla tej grupy wyrobów zostały określone w pkt 6.1 załącznika do ww. rozporządzenia. Podczas prowadzonego procesu dopuszczenia narzędzia podlegają ocenie, na którą składają się:

- weryfikacja zgodności dokumentacji z prezentowanym wzorcem,
- weryfikacja i sprawdzenie wymagań konstrukcyjnych,
- weryfikacja i sprawdzenie wymagań pod kątem spełnienia normy badawczej dla poduszek PN-EN 13204 *Hydrauliczne narzędzia ratownicze dwustronnego działania dla straży pożarnych* [14],

– weryfikacja trwałości narzędzi (150 cykli pracy).

Weryfikacja powyższych parametrów techniczno-użytkowych pozwala na efektywne wykorzystanie narzędzi w prowadzonych działaniach. Istotne z punktu widzenia procesu dopuszczeniowego jest określenie takich parametrów jak: klasa zdolności cięcia nożyc, siła ściskania i rozpierania dla rozpieraczy ramieniowych oraz siła rozpierająca i skok tłocznika dla cylindrów rozpierających. Dodatkowo dla określenia wytrzymałości narzędzia wykonuje się badanie trwałości. Próba ta polega na cyklicznym 150-krotnym otwieraniu i zamykaniu narzędzia przy 80-procentowym obciążeniu nominalnym na specjalnie przystosowanym stanowisku. Próba jest zaliczana pozytywnie, jeśli po jej zakończeniu urządzenie działa poprawnie przy braku jakichkolwiek wycieków i nieszczelności [7].

Przykłady zastosowania narzędzi hydraulicznych wskazano poniżej.

6.2. Przykłady zastosowania

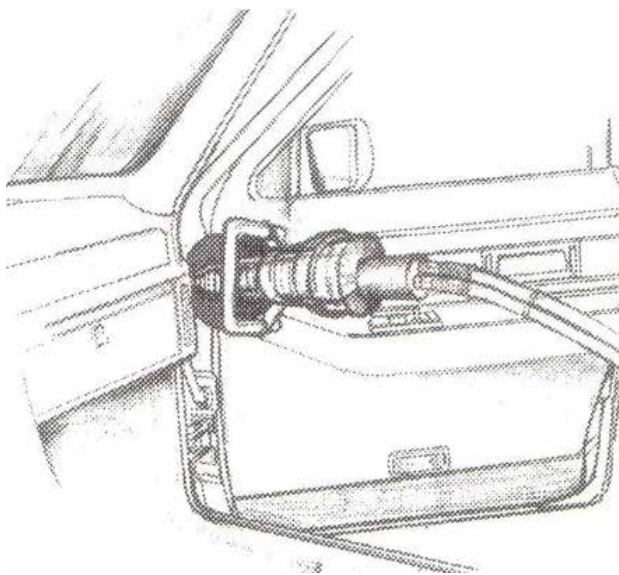
W przedstawionym na ryc. 19 przykładzie rozpięrcz ramieniowy jest wykorzystywany do rozpięrcz przeciętej



Ryc. 19. Przykładowe zastosowanie rozpięrcza ramieniowego [9]

Fig. 19. Use of a spreader – example [9]

Najpowszechniejsze rozpięrcze klasy średniej, posiadające dopuszczenie do użytkowania, powinny na czubkach końcówek działać siłą około 5 ton. Zasadą jest również to, że im dalej od czubka, tym siła rozpięrczania jest większa. Rozpięrcze ramieniowe posiadają swoją – określoną przez producenta – charakterystykę, która jest mierzona dla kilku punktów przyłożenia w stosunku do rozwarcia ramion rozpięrcza [14]. Wzrost nośności jest często wielokrotny i dobrze jest zapoznać się z tą



Ryc. 20. Przykładowe zastosowanie nożyc hydraulicznych [5]

Fig. 20. Use of hydraulic cutters – example [5]

Cylindry rozpięrczające mogą być wykorzystywane do poszerzenia i stabilizacji powierzchni drzwiowej pojazdu i wgnieceń w konstrukcji nośnej. Dostępne rozwiązania

uprzednio konstrukcji dachu w celu uwolnienia poszkodowanego przy pomocy deski ratowniczej.

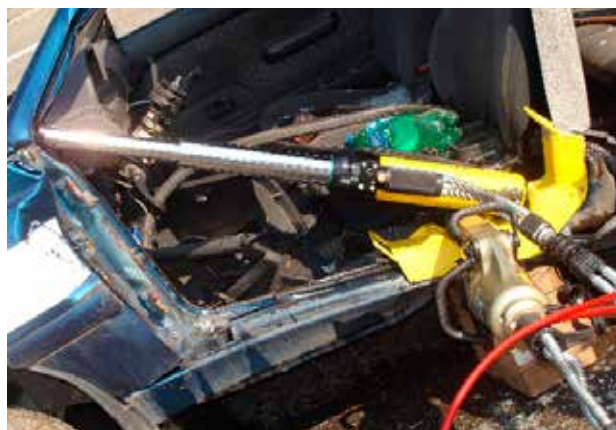
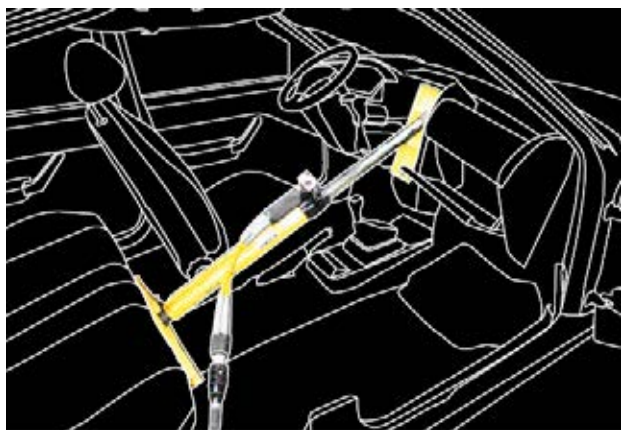


dokumentacją, aby móc skutecznie się nim posługiwać. Przy odpowiednim przyłożeniu narzędzia ciężar od 8–10 ton nie powinien stanowić przeszkody, a coraz częściej podczas akcji dysponuje się więcej niż jednym urządzeniem czy zestawem [21].

W poniższej sytuacji nożyce hydrauliczne są wykorzystywane do wycięcia zawiasów drzwi pojazdu. Przedstawiono również cięcie słupka dachu pojazdu celem dotarcia do uszkodzonych.



i cylindry, posiadające dopuszczenie do użytkowania, przekraczają nośność nominalną 10 ton, a w przypadku cylindrów dwustopniowych nawet do 20 ton.



Ryc. 21. Przykładowe zastosowanie cylindrów rozpirających [9]

Fig. 21. Use of hydraulic cylinders – example [9]

6.3. Wskazówki eksploatacyjne

Stan techniczny narzędzi hydraulicznych wykorzystywanych w akcjach ratowniczych ma często decydujący wpływ na powodzenie akcji oraz na bezpieczeństwo ratowników. Jednostki ochrony przeciwpożarowej powinny prowadzić ewidencję i nadzór nad sprawnością, prawidłową eksploatacją i konserwacją narzędzi.

Bardzo ważne jest również nadzorowanie sprawności oraz prawidłowej eksploatacji i konserwacji, zarówno sprzętu, jak i wyposażenia jednostki. Musi się to odbywać zgodnie z wymogami określonymi w instrukcjach, jak również w oparciu o zalecenia autoryzowanych serwisów.

Aby uniknąć uszkodzenia przewodów, nie należy wystawiać ich na działanie:

- kwasów lub rozpuszczalników,
- alkoholi i paliw,
- kwasów akumulatorowych i olejów do napędu automatycznego.

Przegląd powinien obejmować co najmniej następujące elementy:

- sprawdzenie maksymalnej siły rozpierania przynajmniej w jednym punkcie rozpierania i ściskania,
- kontrola zaworu sterującego, czy utrzymuje obciążone ramiona narzędzia w ustalonym położeniu,
- dokręcenie właściwym momentem obrotowym sworzni mocujących ramiona narzędzi,
- sprawdzenie szczelności całego układu hydraulicznego wraz z agregatem [8].

6.4. Poduszki podnoszące

Poduszki podnoszące służą zarówno do podnoszenia, jak i przesuwania czy rozdzielania ciężkich obiektów. Ze względu na prostotę obsługi oraz duży udźwig sięgający

60 ton mają szerokie zastosowanie i wykorzystywane są najczęściej przy:

- ratowaniu poszkodowanych z uszkodzonych pojazdów,
- podnoszeniu ciężkich zbiorników i pojazdów,
- podnoszeniu i przemieszczaniu budowli,
- stabilizacji obiektów przed zawaleniem lub uszkodzeniem.

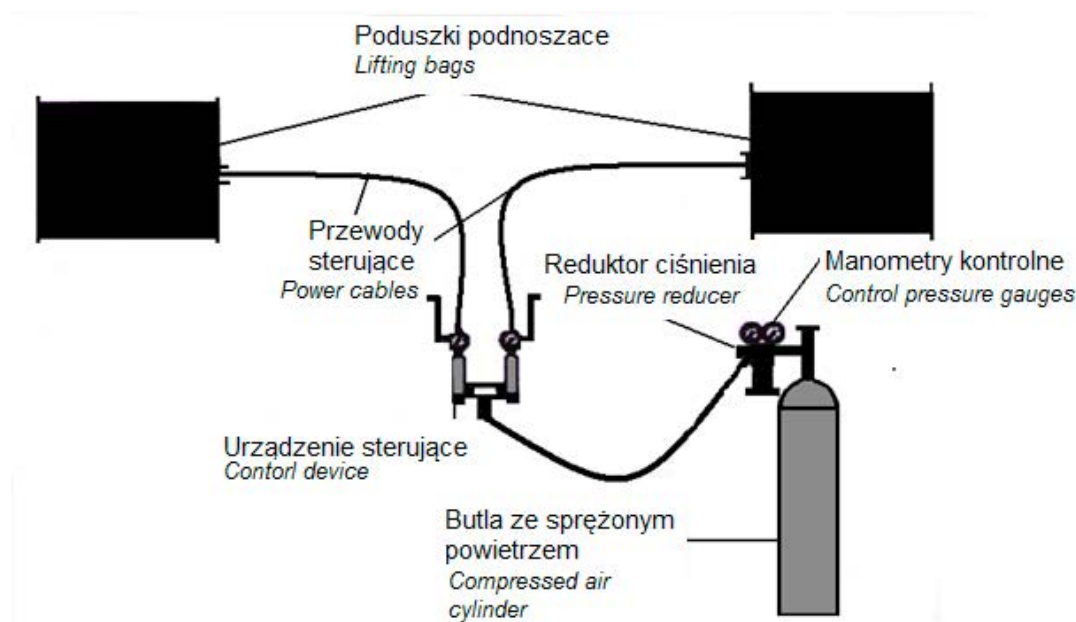
Zbudowane są z gumy najczęściej zbrojonej włókna kevlaru, czyli materiału polimerowego należącego do grupy aramidów [22]. Z materiału tego przędzie się włókna sztuczne o bardzo dużej wytrzymałości na rozciąganie. Powierzchnia poduszek jest najczęściej specjalnie ryflowana w celu umożliwienia jej maksymalnej przyczepności i stabilności. Poduszki podnoszące możemy podzielić na dwie grupy ze względu na zakres ciśnienia roboczego:

- wysokociśnieniowe najczęściej przy ciśnieniu 8 bar
- niskociśnieniowe najczęściej przy ciśnieniu 1 bar.

Aby móc wykorzystywać poduszki podnoszące w działaniach ratowniczych niezbędny jest zestaw urządzeń zasilających, na który składają się: butla ze sprężonym powietrzem, odpowiedni zawór wraz z reduktorem, urządzenie sterujące oraz zestaw przewodów zasilających. Przykładowy schemat zestawu podnoszącego wraz z podstawowymi elementami wchodzącymi w jego skład został przedstawiony na ryc. 22.

Podstawowe informacje, które charakteryzują dany zestaw poduszek i są najczęściej umieszczane na tabliczkach znamionowych to:

- wysokość podnoszenia oraz siła podnoszenia poduszki,
- ciśnienie robocze,
- pojemność poduszki (nominalna),
- ilość niezbędnego powietrza.



Ryc. 22. Przykładowy schemat zestawu podnoszącego

Fig. 22. Lifting air cushion – outline

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

6.5. Wprowadzanie poduszek podnoszących do użytkowania w jednostkach ochrony przeciwpożarowej

Poduszki podnoszące zgodnie z rozporządzeniem [7] podlegają procesowi dopuszczenia. Wymagania dla tej grupy wyrobów zostały określone w pkt 6.2 załącznika do ww. rozporządzenia. Podczas prowadzonego procesu dopuszczenia dla poduszek weryfikacji i sprawdzeniu podlega:

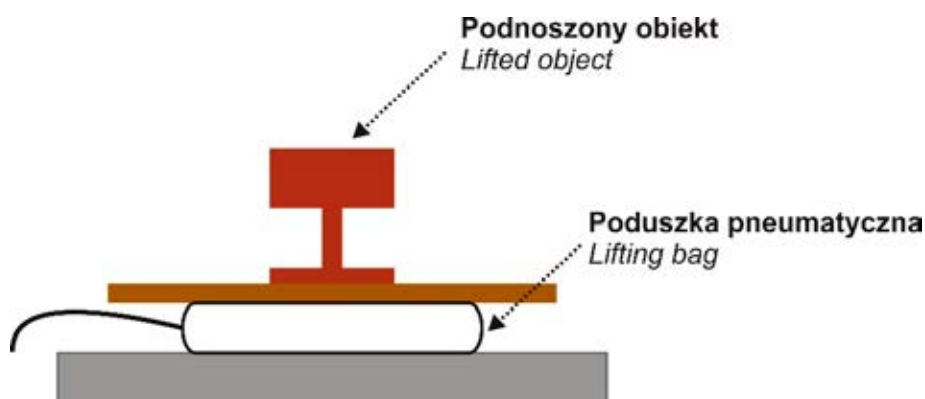
- zgodność dokumentacji z prezentowanym wzorcem,
- wymagania konstrukcyjne,
- spełnienie wymagań normy badawczej dla poduszek PN – EN 13731 Systemy poduszek podnoszących

przeznaczone do stosowania przez straż pożarną i służby ratownicze. Wymagania bezpieczeństwa i eksploatacyjne [15].

6.6. Przykłady zastosowania

Bardzo szeroka i zróżnicowana oferta poduszek podnoszących na rynku pozwala na ich wykorzystanie w trakcie różnego rodzaju działań ratowniczych, w tym tych z zakresu: ratownictwa technicznego drogowego, szynowego, morskiego, budowlanego oraz lotniczego.

Przykładowe możliwości ich wykorzystania przedstawiono poniżej.



Ryc. 23. Przykład wykorzystania poduszki do podnoszenia przeszkody

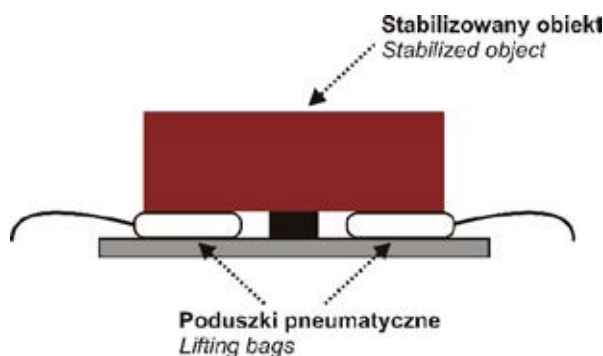
Fig. 23. Lifting bag – example of use

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

W przypadku wykorzystywania poduszki w sposób zaprezentowany na ryc. 23 – do podnoszenia np. belki stalowej, należy pamiętać o zabezpieczeniu powierzchni

poduszki płytą lub grubą blachą, aby nie uszkodzić jej powierzchni.



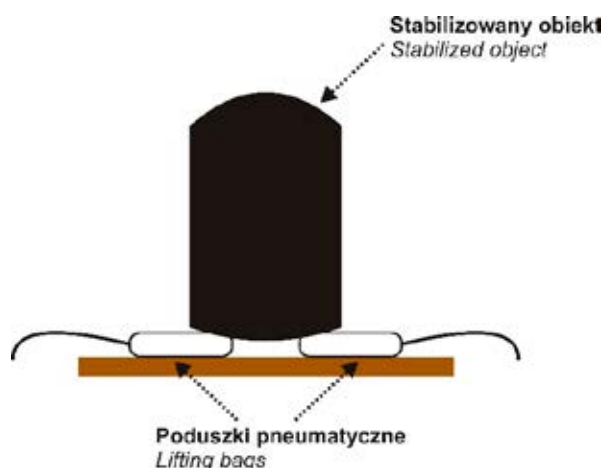
Ryc. 24. Przykład wykorzystania dwóch poduszek do stabilizowania przeszkody

Fig. 24. Lifting air cushion bags – example of use to stabilize an object

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Sytuacja wskazana powyżej pozwala na wykorzystanie poduszek jako stabilizatorów np. zbiornika, którego podpory zostały uszkodzone (dwie z trzech).



Ryc. 25. Przykład wykorzystania dwóch poduszek do stabilizacji owalnego obiektu

Fig. 25. Lifting bags – example of use to stabilize an oval object

Źródło: opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Na ryc. 25 przedstawiono przykład zastosowania poduszek do podnoszenia dużych zbiorników i obiektów cylindrycznych, takich jak rurociągi. Zastosowanie tylko jednej poduszki mogłoby spowodować przetoczenie się takiego obiektu w sposób niekontrolowany podczas napełniania poduszki.

6.7. Wskazówki eksploatacyjne

Podczas użytkowania poduszek podnoszących należy ściśle stosować się do zasad określonych w instrukcji obsługi i użytkowania, która powinna być dołączona do opakowania podczas zakupu zestawu. Przede wszystkim należy pamiętać, aby:

- podczas obsługi nosić odpowiednie ubranie ochronne zgodnie z obowiązującymi przepisami,
- w przypadku śliskiego podłoża (śnieg, glina) pod poduszką należy umieścić dostępne twarde elementy,
- poduszki nie mogą być umieszczane na ostrych krawędziach lub gorących elementach, należy unikać ostrych elementów obciążenia takich jak śruby itp.,

- zadbać o właściwe przechowywanie oraz zakrycie całej powierzchni roboczej poduszek,
- chronić poduszkę przed iskrami pochodzącymi od spawania lub cięcia,
- nie wolno wchodzić pod obiekt, który jest podtrzymywany tylko przez poduszki,
- zawsze posiadać zapasową butlę ze sprężonym powietrzem na wypadek opróżnienia butli podstawowej [8].

Używanie poduszek w ciemnościach może być bardzo niebezpieczne, dlatego też miejsce pracy należy dobrze oświetlić. Oprócz tego wszędzie tam, gdzie widoczność jest utrudniona, nawet w ciągu dnia, powinno się zapewnić dodatkowe źródło światła. Szczególną uwagę należy przywiązać do właściwego transportu poduszek. Poduszki powinny być przewożone tak, aby końcówka wlotu powietrza była skierowana ku górze w celu uniknięcia uszkodzenia poduszki w przypadku jej upuszczenia. Poduszki większych gabarytów powinny być przenoszone przez co najmniej dwie osoby [8].

7. Podsumowanie

W niniejszym artykule dokonano przeglądu możliwości wykorzystania wybranego sprzętu ratowniczo-gaśniczego w działaniach jednostek ochrony przeciwpożarowej w kontekście wymagań systemu dopuszczzeń. Przedstawiono budowę, podział oraz główne zastosowania wybranego sprzętu, omówiono sposoby eksploatacji. Zwrócono również uwagę na różnorodność sprzętu dostępnego na rynku, głównie z uwagi na konstrukcję oraz rozwiązania techniczne. Wskazówki eksploatacyjne zaprezentowane w treści artykułu należy traktować tylko i wyłącznie jako ogólne wytyczne do postępowania ze sprzętem. Szczegółowe zalecenia powinny zostać przekazane przez producenta danego sprzętu podczas jego zakupu. Ich bezwzględne przestrzeganie oraz stosowanie sprzętu zgodnie z jego przeznaczeniem jest gwarancją jego prawidłowej pracy.

W artykule wymieniono i opisano również wymagania, które są sprawdzane w trakcie procesu udzielania dopuszczania dla poszczególnych wyrobów. Weryfikacja podanych cech oraz sam proces dopuszczenia ma na celu zapewnienie, że sprzęt trafiający do jednostek ochrony przeciwpożarowej jest sprzętem o potwierdzonych cechach techniczno-użytkowych, spełniających wymagania prawa krajowego. Ma to również na celu zagwarantowanie kompatybilności sprzętu będącego na wyposażeniu jednostek ochrony przeciwpożarowej. Takie działanie pociąga za sobą pozytywny skutek w postaci większego zaufania użytkowników do sprzętu posiadającego świadectwo dopuszczenia do użytkowania.

Potwierdza to założenie, że system dopuszczzeń niewątpliwie reguluje obecność na rynku krajowym wyrobów o odpowiednim poziomie jakości, eliminując tym samym te niespełniające wymogów [19].

Dla strażaków realizujących działania ratowniczo-gaśnicze bardzo istotne jest dostosowanie sprzętu do charakteru zdarzenia, jak również gwarancja bezpieczeństwa podczas jego optymalnego użytkowania – zarówno dla ratownika, jak i ratowanych. Sprzęt wykorzystywany w działaniach powinien dodatkowo zapewniać możliwie najwyższy komfort pracy, co niewątpliwie wpłynie na jej efektywność. Biorąc pod uwagę oczekiwania użytkowników, którym dedykowany jest sprzęt ratowniczo-gaśniczy, ponad 7 lat temu wprowadzono w Polsce system dopuszczzeń [12]. Jego głównym założeniem jest selekcja trafiających na krajowy rynek wyrobów przeznaczonych do użytkowania przez jednostki ochrony przeciwpożarowej wskazane w art. 15 ustawy o ochronie przeciwpożarowej [13].

W tym miejscu należy również podkreślić, że jednostki ochrony przeciwpożarowej w Polsce są nowoczesną, doskonale przygotowaną formacją, posiadającą wysoki poziom wykształcenia, która samodzielnie definiuje swoje potrzeby. Tym samym niezwykle ważne jest, aby formacja ta korzystała ze sprzętu, który zapewni poczucie bezpieczeństwa podczas jego użytkowania, co odzwierciedlają również wymagania techniczno-użytkowe [20]. Podkreślenia wymaga także fakt, że sprzęt wykorzystywany w Polsce nie odbiega w żaden sposób od standardów europejskich i jest dostosowany do aktualnych trendów.

Literatura

- [1] Sural Z. (red.), *System szkolenia członków Ochotniczych Straży Pożarnych biorących bezpośredni udział w działaniach ratowniczych*, w: *Szkolenie Kierowców – konserwatorów sprzętu ratowniczego* OSP, CNBOP, Józefów 2009.
- [2] Czerwienko D. (red.), *Standardy CNBOP. Ochrona przeciwpożarowa. Wymagania techniczno-użytkowe dla motopomp do wody zanieczyszczonej wprowadzanych na wyposażenie OSP*, CNBOP, Józefów 2010.
- [3] Sural Z. (red.), *Szkolenie strażaków ratowników OSP Cz. I*, CNBOP, Józefów 2009.
- [4] Oficjalna strona internetowa firmy www.holmatro.com, [Dostęp 07.10.2015].
- [5] Watson L. M., *Ratownictwo w wypadkach drogowych*, ResQmed Limited, MainLand UK 2005.
- [6] Wolański R. (red.), *Analiza możliwości taktyczno-bojowych sprzętu pożarniczego. Materiały z trzeciej konferencji naukowo-technicznej*, SA PSP, Kraków 2009.
- [7] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 27 kwietnia 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (Dz.U. nr 85, poz. 553).
- [8] Internetowe instrukcje użytkowania i konserwacji sprzętu producentów: Ogniochron, Honda, Lukas, Vetter, Akron, AWG.
- [9] Oficjalna strona internetowa firmy WEBER Hydraulik www.weber-rescue.com, [Dostęp 07.10.2015].
- [10] Oficjalna strona internetowa firmy Akron Bras www.akron-brass.com [Dostęp: 07.10.2015].
- [11] Oficjalna strona internetowa firmy Protekta www.protekta.pl [Dostęp: 04.12.2015].
- [12] Chmiel M., Borusiński M., Gołaszewska M., Sobór E., *Znaczenie systemu dopuszczzeń pojazdów pożarniczych w kontekście zapewnienia bezpieczeństwa strażaków*, BiTP Issue 2, 2015, pp. 97–104.
- [13] Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (Dz.U. 1991 nr 81, poz. 351 z późn. zm.).
- [14] PN-EN 13204 Hydrauliczne narzędzia ratownicze dwustronnego działania dla straży pożarnych.
- [15] PN-EN 13731 Systemy poduszek podnoszących przeznaczone do stosowania przez straż pożarną i służby ratownicze. Wymagania bezpieczeństwa i eksploatacyjne.
- [16] Standardy CNBOP-PIB serii Ochrona Przeciwpożarowa *Wymagania w zakresie konserwacji narzędzi hydraulicznych*, Józefów 2015.
- [17] Zboina J., Kędzierska M., Gołaszewska M., Chmiel M., *System wsparcia odbiorów i testowania wyrobów oraz rozwiązań na rzecz ochrony przeciwpożarowej*, BITP, Issue 1, 2015, pp.159–169.
- [18] Chmiel M., *Konserwacja motopomp przenośnych*, „Strażak”, Issue 9, 2011, pp. 54–55.
- [19] Chmiel M., Banulska A., Markowski T., *Dopuszczenia do użytkowania wyposażenia wykorzystywanego przez służby ratownicze portów lotniczych*, [w:] *Bezpieczeństwo w lotnictwie w wybranych aspektach funkcjonowania portu*

- [20] *lotniczego*, T. Compa, J. Rajchel, K. Załęski (red.), Wyższa Szkoła Oficerska Sił Powietrznych, Dęblin 2013, s. 159–175.
- [21] Klimovtsov V., *Trebovaniya normativnykh dokumentov k gidravlicheskomu avaryjno-spasatel'nomu instrumentu*, „Pozhary i chrezvychajnye situacii: predotvrashhenie, likvidacija” Issue 4, 2009, pp. 58–64.
- [22] Vandome, A.F., Miller F.P., McBrewster J. (red.), *Kevlar*, Alphascript Publishing, Denmark 2010.
- [20] Czerwienko D., Roguski J. (red.), *System dopuszczeń i odbiorów techniczno-jakościowych sprzętu wykorzystywanego w jednostkach Państwowej Straży Pożarnej*, CNBOP-PIB, Józefów 2014, 11–27.

* * *

mgr Joanna Kalinowska – absolwentka studiów magisterskich Wyższej Szkoły Policji w Szczytnie. Obecnie doktorantka na Wydziale Zarządzania i Dowodzenia Akademii Obrony Narodowej. Temat rozprawy doktorskiej autorki związany jest z przestępczością zorganizowaną oraz instytucjami powołanymi do jej zwalczania.

mgr inż. Michał Chmiel – z-ca kierownika Jednostki Certyfikującej CNBOP-PIB. Obecnie doktorant na Wydziale Zarządzania i Dowodzenia Akademii Obrony Narodowej. Temat rozprawy doktorskiej autora związany jest z bezpieczeństwem strażaków jednostek ochrony przeciwpożarowej podczas walk z pożarami i innymi klęskami żywiołowymi.

bryg. dr inż. **Jacek Zboina**¹

st. kpt. mgr inż. **Grzegorz Mroczko**²

Przyjęty/Accepted/Принята: 04.05.2015;

Zrecenzowany/Reviewed/Рецензирована: 10.09.2015;

Opublikowany/Published/Опубликована: 31.12.2015;

Dobrowolna ocena wyrobów prowadzona przez polskie i europejskie jednostki²

Voluntary product evaluation conducted by Polish and European organizations

Добровольная оценка изделий, проводимая польскими и европейскими учреждениями

ABSTRAKT

Cel: Działalność jednostek certyfikujących wyroby w obszarze dobrowolnym nabiera z roku na rok coraz większego znaczenia. Jednostki krajowe i europejskie prowadzą tę działalność według określonych kryteriów i zasad wynikających m. in. z przepisów prawa, norm oraz wytycznych organów akredytujących i notyfikujących. Celem niniejszego artykułu jest przybliżenie przykładów praktyki wybranych jednostek certyfikujących w zakresie dobrowolnej certyfikacji wyrobów i jej znaczenia dla rynku wyrobów na przykładzie certyfikacji wyrobów budowlanych służących do ochrony przeciwpożarowej i innych.

Wprowadzenie: W Polsce i Europie funkcjonują obowiązkowe systemy oceny wyrobów. Należy jednak zwrócić uwagę, że rynek wyrobów budowlanych, w tym stosowanych do ochrony przeciwpożarowej jest bardzo dynamiczny. Istnieje wiele wyrobów, których ocena według obowiązkowych systemów nie jest możliwa. Producenci takich wyrobów mają trudności ze sprzedażą swoich wyrobów, ponieważ nie mogą posłużyć się dokumentem, który potwierdzałby spełnienie przez wyrób określonych wymagań. W takiej sytuacji mają możliwość poddać wyrób ocenie w trybie dobrowolnym, która pozwoli zbudować do takiego wyrobu zaufanie. Uzyskany w drodze dobrowolnej oceny dokument może być przedstawiany razem z wyrobem, a sam wyrób może zostać oznakowany rozpoznawalnym w branży znakiem.

Wnioski: Dobrowolnej oceny wyrobów dokonuje wiele jednostek krajowych i zagranicznych. Zauważyć można istotne podobieństwa jak i różnice w ich działalności, w tym między innymi w polityce dotyczącej znakowania wyrobów znakiem dobrowolnej certyfikacji. Pomimo różnic i podobieństw dokumenty wydawane w trybie dobrowolnym przez niezależne podmioty dostarczają uczestnikom rynku informacje o wyrobie, jak również umożliwiają podjęcie decyzji o wyborze i zakupie wyrobu. Dlatego zainteresowanie tą formą oceny wyrobów stosowanych w ochronie przeciwpożarowej stale wzrasta.

Znaczenie dla praktyki: Możliwość dobrowolnej oceny wyrobów ma bardzo istotne znaczenie dla producentów i odbiorców wyrobów z punktu widzenia wprowadzania wyrobów do obrotu i potwierdzania posiadania przez nie odpowiednich właściwości, spełnienia określonych wymagań. Dlatego informacje w zakresie działalności różnych jednostek certyfikujących w tym obszarze, jak również możliwych znakowań wyrobów, są niezwykle cenne dla uczestników rynku wyrobów oraz stanowią ważne narzędzie w rękach projektantów, instalatorów, odbiorców i użytkowników wyrobów.

Słowa kluczowe: ocena wyrobów, certyfikacja, znakowanie wyrobów, wymagania

Typ artykułu: artykuł przeglądowy

ABSTRACT

Aim: Activities of product certification bodies, performed on a voluntary basis, are increasingly gaining in importance from one year to the next. National and European organizations perform this activity in accordance with defined criteria and principles, which among others, stem from legal provisions, norms and guidelines provided by accreditation bodies. The purpose of this article is to present practical examples of voluntary certification of products for selected certification bodies and identification of significance for the manufacturing market, based on an example of certification of building materials used for fire protection and other products.

¹ Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego – Państwowy Instytut Badawczy, Józefów; jzboina@cnbop.pl / Scientific and Research Centre for Fire Protection – National Research Institute, Józefów, Poland;

² Autorzy wnieśli jednakowy wkład merytoryczny w opracowanie artykułu / The authors contributed equally to this article;

Introduction: Obligatory product evaluation systems exist in Poland and Europe. It is pertinent to observe that the market for building construction materials, including products used for fire protection, is very dynamic. There are many products, which cannot be evaluated in accordance with obligatory systems. Manufacturers of such products have difficulties in selling their goods because they cannot make use of documents to confirm compliance with specified requirements. In order to build confidence in the product and the manufacturer, goods can be evaluated by one of the voluntary assessment systems. In this way a manufacturer can secure appropriate documentation and label the product with a symbol, which is recognized by the industry.

Conclusion: Voluntary evaluation of products is carried out by many domestic and foreign organizations. It is possible to identify important similarities and differences in their activities including, amongst other things, policies relating to labeling of products with a voluntary certification symbol. Despite differences and similarities, documents issued by independent bodies through the voluntarily scheme provide information about the product to the market stakeholders, facilitating decisions and acquisition choice. That is why interest in this form of evaluation of products used in fire protection is constantly increasing.

Implications for practice: The prospect of voluntary product assessment is very important for the producers and consumers from the standpoint of placing products on the market and assurance that products have appropriate properties to satisfy specific requirements. Therefore, information about activities of certification bodies in this area as well as the potential for product labeling is important for the market. These provide an important device for designers, installers, customers and users of products.

Keywords: product evaluation, certification, product labeling, requirements

Type of article: review article

АННОТАЦИЯ

Цель: Деятельность организаций, которые проводят добровольную сертификацию изделий из года в год становится всё более и более важной. Национальные и европейские учреждения осуществляют эту деятельность в соответствии с определёнными критериями и принципами, в частности законов, стандартов, а также положений аккредитующих и нотифицирующих органов. Целью данной статьи является ознакомление читателей с примерами из практики некоторых организаций в сфере добровольной сертификации изделий, а также с её значением для рынка изделий на примере сертификации строительных изделий, используемых для пожарной охраны и других целей.

Введение: В Польше и в Европе существуют обязательные системы оценки изделий. Однако, следует обратить внимание, что рынок изделий, в том числе противопожарных, очень динамичен. Существует множество изделий, которые невозможно подвергать обязательным системам оценки. Производителям таких изделий трудно продавать свои изделия, потому что у них нет документа, который подтверждал бы соответствие изделия определённым требованиям. С целью построения доверия к изделию а также к производителю, изделие может быть подвергнуто добровольной оценке в одной из систем. Производитель может представлять полученный документ вместе с изделием и нанести на изделие известную в отрасли маркировку. **Выводы:** Добровольную оценку изделий осуществляет много национальных и иностранных учреждений. Тем не менее существуют важные сходства и различия в их деятельности, и, в том числе, в их политике, касающейся маркировки изделий знаком добровольной сертификации. Несмотря на различия и сходства, документы выданные в добровольной форме независимыми субъектами дают участникам рынка информацию о изделии, а также помогают принять решение о выборе и покупке изделия. Поэтому интерес к этой форме оценки изделий, используемых в пожарной охране, постоянно растёт.

Значение для практики: Возможность добровольной оценки изделий очень важна для производителей и покупателей изделий с точки зрения внедрения изделий на рынке и подтверждения, что у них есть соответствующие характеристики и они выполняют определённые требования. Поэтому информация относительно деятельности разных сертификационных учреждений в этой сфере а также возможных маркировок изделий имеют большое значение для участников рынка изделий, предоставляя важный инструмент для проектантов, инсталляторов, потребителей и покупателей изделий/продукции.

Ключевые слова: оценка изделий, сертификация, маркировка изделий, требования

Вид статьи: обзорная статья

1. Wprowadzenie

Uczestnicy rynku wyrobów budowlanych, w tym stosowanych na rzecz ochrony przeciwpożarowej, znają aktualnie obowiązujące obowiązkowe systemy oceny wspomnianych wyrobów wynikające z następujących przepisów prawa:

- Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) Nr 305/2011 z dnia 09.03.2011 r. ustanawiającego zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych i uchylającego dyrektywę Rady 89/106/EWG (Dz.U. L 88 z 04.04.2011),
 - Ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz.U. nr 92, poz. 881 z późn. zm.),
 - Ustawy z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (Dz.U. z 2009 r. nr 178, poz.1380 z późn. zm.).
- Powyższe regulacje mają na celu:

- określenie zasad wprowadzania do obrotu i stosowania wyrobów na rynku, w tym: deklarowania właściwości użytkowych wyrobu albo zgodności wyrobu ze specyfikacją techniczną, znakowania wyrobu oznakowaniem CE, znakiem budowlanym oraz znakiem jednostki dopuszczającej,
- określenie wymagań dla wyrobów poprzez wskazanie specyfikacji technicznych, które należy stosować do ich oceny,
- umożliwienie swobodnego przepływu wyrobów spełniających wymagania w granicach Unii Europejskiej, z uwzględnieniem przepisów w miejscu, gdzie producent zamierza udostępnić wyrób na rynku [1, art. 6 ust. 3e].
- ograniczenie możliwości przepływu wyrobów niepełniających wymagań lub wyrobów o nieznanym pochodzeniu.

Z uwagi na wyżej wymienione przepisy producenci dokonują oceny wyrobów i otrzymują dokumenty potwierdzające spełnienie przez ich wyroby określonych wymagań. Przykładami takich dokumentów są: świadectwa dopuszczenia, certyfikaty stałości właściwości użytkowych, czy certyfikaty zgodności wyrobu.

Zagadnienia oceny wyrobów mają ścisły związek z pracami normalizacyjnymi zarówno na poziomie europejskim, jak i krajowym. To czy dany wyrób lub grupa wyrobów jest objęta obowiązkiem oceny, zależy przede wszystkim od regulacji prawnych, ale także od tego, czy została opublikowana zharmonizowana norma europejska albo w razie jej braku – norma krajowa dla danego wyrobu.

Pomimo intensywnych prac w Europejskim Komitecie Technicznym (CEN) oraz Polskim Komitecie Normalizacyjnym (PKN) normy powstają w dużych odstępach czasowych i jest ich zbyt mało. Taka sytuacja stwarza problemy dla producentów wyrobów – w tym między innymi brak możliwości znakowania wyrobów oznakowaniem CE i brak możliwości swobodnego wprowadzenia wyrobów na rynki państw członkowskich Unii Europejskiej.

Rynek wyrobów budowlanych, a w tym m.in. wyrobów przeznaczonych do ochrony przeciwpożarowej, rozwija się w szybkim tempie – w każdym roku powstają nowe wyroby, dla których nie opublikowano dotąd norm zharmonizowanych, co więcej opracowanie takich norm nie jest przewidziane. Wyroby te nie mogą być poddane ocenie według obowiązujących systemów oceny i nie mogą być znakowane oznakowaniem CE. W tym miejscu można zaryzykować stwierdzenie, iż system oceny wyrobów nie nadąża za innowacjami wprowadzanymi przez producentów wyrobów budowlanych.

Sytuacja ta działa również na niekorzyść odbiorców wyrobów, którzy chcieliby otrzymać określone dokumenty potwierdzające, że kupowany wyrób jest bezpieczny, funkcjonalny i odporny na narażenia, czy warunki środowiskowe.

Problem ten dotyczy również producentów, którzy są zainteresowani sprzedażą takich wyrobów i chcieliby otrzymać dokumenty potwierdzające konkretne parametry wyrobu.

Po to aby nie zostawić wątpliwości dla potencjalnego nabywcy i użytkownika końcowego wyrobów, m.in. Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowy Instytut Badawczy (CNBOP-PIB) oferuje dobrowolną ocenę wyrobów i wydaje w ramach niej dokumenty. W tym kontekście słowo dobrowolna należy kojarzyć w pozytywnym znaczeniu – specjalna, wyjątkowa. Nie ma przymusu (obowiązku wynikającego z przepisów prawa) do oceny wyrobu, a producent sam poddaje się procedurze oceny wyrobu, po to, aby uzyskać dokument potwierdzający, że jego wyrób spełnia określone wymagania, wydany przez niezależną jednostkę posiadającą wiedzę, możliwości badawcze i kompetencje w zakresie oceny właściwości wyrobów. Certyfikacja dobrowolna od co najmniej kilku lat w Polsce rozwija się bardzo intensywnie. Coraz większe zainteresowanie nią wynika z dostrzeganych przez producentów korzyści związanych z potwierdzeniem deklarowanych właściwości wyrobu przez niezależną jednostkę. Pozwala ona bowiem budować większe zaufanie wśród odbiorców tych wyrobów, a także daje większą pewność

samemu producentowi co do jakości i właściwości wyrobu (np. poprawnego funkcjonowania w warunkach pożaru).

CNBOP-PIB prowadząc dobrowolną ocenę wyrobów, opracowuje opinie techniczne albo udziela dobrowolnych certyfikatów zgodności wyrobu.

Zadaniem dokumentów tego typu jest:

- potwierdzenie spełnienia przez wyrób określonych wymagań,
- potwierdzenie spełnienia przez producenta określonych wymagań w zakresie warunków produkcji wyrobu (dot. certyfikacji dobrowolnej),
- wyróżnienie wyrobu na tle innych, których właściwości użytkowe lub cechy są jedynie deklarowane przez producenta,
- wyróżnienie producenta na tle innych producentów,
- zbudowanie większego zaufania do wyrobu i jego producenta.

Dokumenty te stanowią istotną informację (potwierdzenie) o wyrobie dla producenta, nabywcy i użytkownika wyrobu.

2. Opinie Techniczne CNBOP-PIB [13]

Opinia techniczna CNBOP-PIB jest dokumentem wydawanym w trybie dobrowolnym, który zawiera informacje o właściwościach technicznych i użytkowych wyrobu, który nie podlega obowiązkowej ocenie lub którego właściwości techniczne przewyższają poziom wymagań minimalnych określonych w normach dla danego wyrobu.

Opinia Techniczna jest wydawana na 3 lata. Istnieje możliwość przedłużenia jej ważności o następne 2 lata. Opinia techniczna stanowi istotne uzupełnienie wydawanych przez CNBOP-PIB dokumentów tj. aprobat technicznych, certyfikatów oraz świadectw dopuszczenia. Opinia techniczna wydana dla wyrobu pozwala utwierdzić odbiorcę, że wyrób posiada określone właściwości techniczno-użytkowe, oraz że producentowi zależy na produkcji dobrych wyrobów.

Producent lub dostawca, który uzyskał dla swojego wyrobu opinię techniczną CNBOP-PIB może znakować wyrób oraz umieszczać na związanej z nim dokumentacji znak OPINIA TECHNICZNA CNBOP-PIB.



Ryc. 1. Znak OPINIA TECHNICZNA CNBOP-PIB [7]

Fig. 1. CNBOP-PIB Technical Opinion mark [7]

CNBOP-PIB udziela opinii technicznych dla wyrobów i zestawów wyrobów:

- systemów sygnalizacji pożarowej, systemów wentylacji pożarowej, przewodów i kabli do instalacji przeciwpożarowych, zespołów kablowych, dźwiękowych systemów ostrzegawczych, stałych urządzeń gaśniczych – w zakresie deklarowanych dodatkowych właściwości i funkcjonalności (które nie są objęte normami, aprobatami technicznymi lub kiedy przewyższają one poziom wymagań określonych w tych specyfikacjach technicznych),
- sprzętu pożarniczego i ratowniczego – dla wyrobów niepodlegających obowiązkowej ocenie według przepisów krajowych i europejskich (certyfikacji, dopuszczeniu).

CNBOP-PIB w ramach procesu udzielania opinii technicznej dokonuje oceny dokumentacji wyrobu oraz wyników badań wyrobu wykonanych w akredytowanych laboratoriach. W uzasadnionych przypadkach możliwe jest także uznanie wyników badań wyrobu wykonanych w laboratoriach nieakredytowanych. W przypadku, gdy producent lub dostawca wyrobu nie dysponuje odpowiednimi wynikami badań, opracowywany jest program badań, które należy wykonać na potrzeby udzielenia opinii technicznej.

3. Dobrowolna certyfikacja zgodności wyrobów

Certyfikacja dobrowolna wyrobów jest prowadzona przez Jednostkę Certyfikującą CNBOP-PIB zgodnie z Programem PCDO, który dotyczy certyfikacji dobrowolnej wyrobów służących do ochrony przeciwpożarowej. Wykaz wyrobów, dla których oferowana jest certyfikacja dobrowolna, znajduje się w Informatorze certyfikacji dobrowolnej. Proces certyfikacji dobrowolnej rozpoczyna się w momencie uzgodnienia przez strony (CNBOP-PIB i wnioskodawcę) zakresu i kryteriów oceny wyrobu.

Etapy procesu certyfikacji dobrowolnej [5]:

- Zgłoszenie wyrobu do certyfikacji;
- Weryfikacja formalna wniosku i załączników;
- Badania wyrobu oraz uznawanie wyników badań;
- Ocena warunków produkcji wyrobu;
- Udzielanie certyfikacji.

Dobrowolne certyfikaty zgodności są udzielane na 5 lat i w trakcie ważności podlegają nadzorowi. Uzyskanie certyfikatu pozwala na znakowanie wyrobu skrótem literowym CNBOP-PIB i numerem dobrowolnego certyfikatu zgodności.

Poniżej przedstawiono ogólną charakterystykę poszczególnych etapów procesu dobrowolnej certyfikacji.

1. Zgłoszenie wyrobu do certyfikacji.

Występując o certyfikację, producent lub dostawca wyrobu powinien złożyć stosowny wniosek wraz ze wszystkimi wymaganymi załącznikami. Część B wniosku precyzuje jakie załączniki należy przedłożyć.

2. Weryfikacja formalna wniosku i załączników.

Na tym etapie procesu sprawdzana jest poprawność zapisów we wniosku, a także poprawność oraz kompletność załączników.

Wynik weryfikacji formalnej może być następujący:

- pozytywny – proces jest realizowany dalej;

- stwierdzenie braków w wynikach badań – należy przeprowadzić badania zgodnie z programem badań;
- negatywny – należy uzupełnić brakujące dokumenty. Wnioskodawca jest informowany o wyniku weryfikacji i proszony o ewentualne uzupełnienia wniosku.

3. Badania wyrobu oraz uznawanie wyników badań.

Badania wyrobu są wykonywane zgodnie z programem badań przygotowanym w oparciu o uzgodniony uprzednio zakres i kryteria oceny wyrobu.

W procesie certyfikacji dobrowolnej akceptowane są sprawozdania z badań wykonane przez:

- laboratoria CNBOP-PIB albo laboratoria, z którymi CNBOP-PIB współpracuje na podstawie porozumienia o współpracy,
- laboratoria badawcze akredytowane przez PCA lub przez sygnatariuszy EA (EA MLA) albo ILAC (ILAC MRA),
- laboratoria notyfikowane,
- laboratorium nieakredytowane, pod warunkiem wykazania, że posiada wdrożony system zarządzania wg ISO/IEC 17025.

Po otrzymaniu wyników badań CNBOP-PIB dokonuje ich analizy i oceny w odniesieniu do uzgodnionych wcześniej kryteriów oceny wyrobu.

4. Ocena warunków produkcji wyrobu.

Ocena warunków techniczno-organizacyjnych (WTO) produkcji jest wykonywana na potrzeby procesu certyfikacji dobrowolnej wyrobu. Ocena ta ma na celu sprawdzenie, czy produkcja wyrobu jest stała i powtarzalna. Wyniki oceny WTO są przedstawiane w raporcie.

5. Udzielanie certyfikacji.

W momencie, gdy wyrób i producent są ocenieni pozytywnie, CNBOP-PIB podejmuje decyzję o udzieleniu certyfikacji i przesyła wnioskodawcy umowę o nadzorowaniu certyfikacji. Wnioskodawca otrzymuje certyfikat po podpisaniu umowy o nadzorowanie oraz po wniesieniu opłat za proces certyfikacji.

6. Stosowanie i wykorzystanie udzielonej certyfikacji.

Stosowanie certyfikacji jest uregulowane umową o nadzorowanie certyfikacji. Umowa ta określa w szczególności:

- zobowiązania wnioskodawcy i zasady nadzoru,
- zasady postępowania w przypadku, gdy zmienia się wymagania dla wyrobu lub producenta,
- postępowanie w przypadku wprowadzania zmian w wyrobie lub procesie produkcji.

7. Nadzór nad certyfikatem

Nadzór nad certyfikatem polega na wykonywaniu:

- oceny warunków techniczno-organizacyjnych (WTO) produkcji w zakładzie produkującym wyrób – raz na 2 lata,
- przeglądu i analizy reklamacji dot. certyfikowanego wyrobu składanych producentowi oraz ocenę podejmowanych przez niego działań.

4. Porównanie działalności CNBOP-PIB w obszarze dobrowolnym

W tabeli 1 przedstawiono porównanie najistotniejszych elementów działalności CNBOP-PIB w obszarze dobrowolnym.

Tabela 1. Porównanie najistotniejszych elementów działalności CNBOP-PIB w obszarze dobrowolnym
Table 1. Comparison of the most important elements of the activity CNBOP-PIB in the voluntary area

Rodzaj dokumentu Document type	Opinia techniczna Technical Opinion	Certyfikat dobrowolny Voluntary Certificate
Podstawa merytoryczna Substantive basis	Wyniki badań akredytowanych potwierdzających spełnienie przez wyrób wymagań określonych przez CNBOP-PIB w trakcie procesu udzielania opinii technicznej Accredited test results confirming that the product meets requirements specified by CNBOP-PIB in the process of granting technical opinion	Wyniki badań akredytowanych potwierdzających spełnienie przez wyrób wymagań określonych przez CNBOP-PIB w trakcie procesu certyfikacji Pozytywna ocena warunków produkcji wyrobu Accredited test results confirming that the product meets requirements specified by CNBOP-PIB in the process of certification Positive assessment of the production conditions
Forma Form	Wersja elektroniczna PDF Egzemplarz drukowany Opinii Technicznej PDF file Printed copy of the Technical Opinion	Egzemplarz drukowany Certyfikat wraz z załącznikiem, Printed copy of certificate and enclosure
Okres ważności The period of validity	3 lata z możliwością przedłużenia o 2 lata 3 years with a possible extension of two years	5 lat 5 years
Możliwość znakowania wyrobu The possibility of labeling of the product	Znak opinii techniczna CNBOP-PIB  CNBOP-PIB Technical Opinion Mark	Skrót literowy CNBOP-PIB i numer certyfikatu Abbreviation CNBOP-PIB and certificate number
Nadzór nad dokumentem Supervision of the document	Okresowy przegląd wydanych Opinii Technicznych Periodic review of issued Technical Opinion	Okresowa ocena warunków produkcji wyrobu Przegląd i analiza informacji o reklamacjach Periodic assessment of the conditions of production of the product Review and analysis of information on complaints

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [5] i [7].

Source: Own elaboration based on [5] and [7].

Tak jak wskazano wcześniej CNBOP-PIB jest jedną z jednostek prowadzącą dobrowolną ocenę wyrobów. W dalszej części artykułu scharakteryzowano krótko działalność wybranych krajowych i zagranicznych jednostek.

5. Dobrowolna certyfikacja prowadzona przez wybrane jednostki krajowe

5.1. Działalność Instytutu Techniki Budowlanej

Instytut Techniki Budowlanej w Warszawie (ITB) prowadzi kilka rodzajów certyfikacji dobrowolnej wyrobów, w ramach których oceniana jest zgodność wyrobu oraz zakładowej kontroli produkcji (tabela 2).

Tabela 2. Znaki certyfikacji ITB w obszarze dobrowolnym
Table 2. ITB certification marks in the voluntary area

• zgodność wyrobu z wymaganiami norm zharmonizowanych i europejskich aprobat technicznych oraz polskich norm i polskich aprobat technicznych • product's compliance with the requirements of the harmonized standards and European Technical Approvals and Polish standards and Polish technical approvals	
• zgodność wyrobu z Kryteriami jakości ITB, uprawniającą do znakowania wyrobu znakiem jakości Q-ITB • product's compliance with the quality criteria of ITB, valid for marking product with quality mark Q-ITB	
• zgodność wyrobu z Kryteriami ekologicznymi ITB, uprawniającą do znakowania wyrobu znakiem ekologicznym EKO-ITB • product's compliance with the ecological criteria of ITB, valid for marking product with ecology mark EKO –ITB	
• zgodność wyrobu z Kryteriami akustycznymi ITB, uprawniającą do znakowania wyrobu znakiem akustycznym A-ITB lub jakości akustycznej AQ-ITB • product's compliance with the acoustic criteria of ITB, valid for marking product with acoustic mark A -ITB or acoustic quality mark AQ –ITB	
• zgodność wyrobu z Kryteriami cieplnymi ITB, uprawniającą do znakowania wyrobu znakiem jakości cieplnej CQ-ITB oraz CQ-ITB • product's compliance with the thermal criteria of ITB, valid for marking product with thermal mark Q –ITB or with thermal quality mark CQ –ITB	

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [8]

Source: Own elaboration based on [8]

5.1.1. Przebieg procesu certyfikacji dobrowolnej w ITB [6]

Zakład Certyfikacji ITB udziela dobrowolnej certyfikacji wyrobu na podstawie wniosku o przeprowadzenie procesu certyfikacji i prowadzenie nadzoru nad certyfikatem. Do wniosku załączane są m.in.:

- dokumenty, na podstawie których możliwa jest identyfikacja wyrobu,
- specyfikacja techniczna – dokument odniesienia, w przypadku gdy jest to aprobata techniczna,
- raport z badań wyrobu wykonanych przez laboratorium akredytowane.

W ramach procesu certyfikacji Instytut Techniki Budowlanej wykonuje następujące działania:

- ocenia możliwość przeprowadzenia procesu,
- rejestruje wniosek o przeprowadzenie certyfikacji,
- opracowuje „Umowę o przeprowadzenie procesu certyfikacji i prowadzenie nadzoru nad certyfikatem”.

Na podstawie podpisanej umowy wykonywane są następujące czynności:

- formalny przegląd kompletności wniosku,
 - ocena zgodności wyrobu z wymaganiami specyfikacji technicznej:
 - wyników badań wyrobu,
 - zakładowej kontroli produkcji,
 - analiza i ocena dokumentacji zebranej podczas procesu,
 - podjęcie decyzji o wydaniu certyfikatu lub o odmowie jego udzielenia i przekazanie jej do wnioskodawcy.
- Dobrowolne certyfikaty zgodności wyrobu są ważne:

- bezterminowo dla wyrobów ocenianych na zgodność z normą,
- do czasu ważności aprobaty technicznej dla wyrobów ocenianych na zgodność z aprobatą techniczną.

5.1.2. Nadzór nad certyfikatem

W ramach nadzoru nad dobrowolnym certyfikatem Instytut Techniki Budowlanej wykonuje następujące czynności:

- dokonuje oceny zgodności z wymaganiami dokumentu odniesienia,
 - przeprowadza zakładową kontrolę produkcji na podstawie raportu z inspekcji.
- Istnieje możliwość:
- utrzymania ważności certyfikatu,
 - rozszerzenia lub zawężenia zakresu certyfikacji i wymiany certyfikatu,
 - zawieszenia certyfikatu,
 - cofnięcia certyfikatu.

5.1.3. Ocena sposobu wykorzystywania certyfikatu i znaku certyfikacji przez klienta

Ocena sposobu wykorzystywania certyfikatów i znaków certyfikacji przez klienta jest prowadzona poprzez:

- analizę skarg i reklamacji zgłaszanych producentowi lub wpływających do ITB oraz zapisów z podjętych działań korygujących,
- ocenę skuteczności działań producenta w związku ze skargami lub reklamacjami,
- sprawdzenie znakowania wyrobów,
- sprawdzenie sposobu posługiwania się przez producenta certyfikatami i znakami certyfikacji.

5.1.4. Przedłużanie ważności certyfikatu

Ważność certyfikatu jest przedłużana na wniosek klienta. Wniosek powinien być złożony do ITB przed końcem ważności certyfikatu. Certyfikaty na znaki ITB są przedłużane na okres 3 lat. Certyfikaty zgodności wyrobu z aprobatą techniczną są przedłużane do czasu ważności przedłużonej, znowelizowanej lub nowej aprobaty technicznej.

5.2. Działalność Polskiego Centrum Badań i Certyfikacji

Polskie Centrum Badań i Certyfikacji w Warszawie (PCBC) prowadzi certyfikację dobrowolną:

- wyrobów elektrycznych,
- wyrobów budowlanych,
- wyrobów chemicznych,
- wyrobów spożywczych,
- kosmetyków,
- wyrobów ogólnoprzemysłowych,
- środków wspomagających uprawę roślin.

W wyniku certyfikacji udzielane są dobrowolne certyfikaty oraz prawo do znakowania wyrobów znakami prezentowanymi w tabeli 3.

Tabela 3. Znaki certyfikacji udzielane przez PCBC w obszarze dobrowolnym

Table 3. PCBC certification marks in the voluntary area

Znak Mark	Opis Description
	Znak bezpieczeństwa „B” stanowi dla odbiorcy sprzedawcy wyrobu informację, że niezależna od producenta jednostka certyfikująca potwierdza bezpieczeństwo wyrobu, a produkcja wyrobu (w przypadku certyfikacji prowadzonej według systemu 5) jest nadzorowana przez tę jednostkę. Dodatkowo certyfikat potwierdza spełnienie przez wyrób wymagań norm zharmonizowanych z dotyczącymi go dyrektywami, co stanowi dodatkowe potwierdzenie wiarygodności producenta i jego deklaracji zgodności Safety mark “B” is the information for the customer and the seller, that an independent certification body confirmed the safety of the product and that production (in the case of certification by System 5) is controlled by that entity. In addition, the certificate confirms that the product meets the requirements of harmonized standards and directives concerned, which is an additional confirmation of the reliability manufacturer and of the manufacturer’s declaration of conformity
	Znak jakości „Q” jest znakiem zastrzeżonym na rzecz PCBC S.A. Znak ten jest przyznawany wyrobom krajowym i zagranicznym produkowanym seryjnie, które posiadają ponadstandardową jakość, walory funkcjonalne, zdrowotne oraz wyrobom spełniającym wymagania w zakresie bezpieczeństwa użytkowania i ochrony środowiska Quality mark “Q” is a PCBC reserved sign, which may be granted to domestic and foreign products produced in series, which have above-average quality, usability, health and satisfies the requirements for safety and environmental protection
	Znak ekologiczny EKO – to znak, który mogą otrzymać usługi oraz wyroby krajowe i zagraniczne które nie powodują negatywnych skutków dla środowiska oraz spełniają ustalone kryteria w zakresie ochrony zdrowia, środowiska jak również ekonomicznego wykorzystania zasobów naturalnych w życia wyrobu. Znak jest zastrzeżony na rzecz PCBC S.A Eco-friendly mark EKO – is the mark for services, domestic and foreign products that do not cause negative effects on the environment and meet the established criteria in terms of health, the environment as well as the economical use of natural resources in the life of the product. The sign is reserved for PCBC S.A.
	Znak CERTYFIKOWANY KOSMETYK NATURALNY „EKO-ZNAK” stanowi dla klienta informację, że „naturalny kosmetyk ekologiczny” jest zgodny z prawami natury i certyfikowanej ekologii. Surowce i komponenty stosowane do produkcji kosmetyków pochodzą z certyfikowanych gospodarstw i przetwórci naturalnych i ekologicznych. NATURAL COSMETICS CERTIFIED mark “EKO-MARK” provides the information for customer that a „natural organic cosmetic” is consistent with the laws of nature and certified ecology. Raw materials and components used in the manufacture of cosmetic products come from certified natural and organic farms and processing plants.

Znak Mark	Opis Description
	Znak potwierdzający, że wyrób spełnia wymagania rolnictwa ekologicznego. Może być stosowany na etykietach i materiałach promocyjnych produktów ekologicznych producentów, którzy podlegają pod nadzór Polskiego Centrum Badań i Certyfikacji SA (PL-EKO-06). Sign confirming that the product meets the requirements of organic farming. It can be used on the labels of promotional materials of organic products by producers who are subject to the supervision of the PL-EKO-06).
	Dobrowolny Znak Zgodności z Polską Normą jest potwierdzeniem zgodności wyrobu z odpowiednimi dla tego wyrobu polskimi normami. Potwierdza także, że producent dobrowolnie poddał się nadzorowi prowadzonemu przez akredytowaną jednostkę certyfikującą. Potwierdza to również certyfikat zgodności wyrobu, który upoważnia producenta do znakowania wyrobu Znakiem Zgodności z Polską Normą. Voluntary Mark of Compliance to Polish Standard confirms the compliance of the product with the appropriate Polish standards. It also confirms that the manufacturer voluntarily submitted to surveillance carried out by an accredited certification body. It is also confirmed by product conformity certificate, which entitles the producer to label a product with Mark of Compliance to the Polish Standard.
	Znak „GWARANTOWANA JAKOŚĆ” stanowi o potwierdzeniu jakości wyrobu przez niezależną od producenta jednostkę certyfikującą, która nadzoruje proces produkcji wyrobu. Znak „GWARANTOWANA JAKOŚĆ” jest znakiem o zasięgu ogólnopolskim i potwierdza prowadzenie procesu produkcji wyrobów z zachowaniem ich powtarzalności na każdym etapie. Znak charakteryzuje wyroby, które wyróżniają się jakością zastosowanych surowców i komponentów. The „GUARANTEED QUALITY” is the confirmation of the quality of the product by the manufacturer – independent certification body that oversees the process of manufacture. The „GUARANTEED QUALITY” is a nationwide and confirms the production process are maintaining their repeatability at every stage. Mark characterizes products that stand out for the quality of the raw materials and components.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [9].

Source: Own elaboration based on [9].

6. Dobrowolna certyfikacja prowadzona przez wybrane jednostki europejskie

6.1. Działalność niemieckiej jednostki Vertrauen durch Sicherheit – VdS [10]

Vertrauen durch Sicherheit – VdS ma swoją siedzibę w Niemczech w Kolonii. Hasło przewodnie działalności VdS w obszarze certyfikacji wyrobów brzmi: „certyfikowane bezpieczeństwo podnosi zaufanie”.

Certyfikaty VdS cieszą się uznaniem i szacunkiem producentów, usługodawców i konsumentów końcowych. Wytyczne VdS, w oparciu o które wydawane są dobrowolne certyfikaty, są zorientowane na praktykę i jakość wyrobów.

Dla odróżnienia normy krajowe, a nawet w większym stopniu, normy międzynarodowe są często opracowywane dla połączenia interesów poszczególnych państw. W rzeczywistości, często oznacza to, że norma określa najmniej z możliwych zakres wymagań, dla którego udało się osiągnąć konsens. Rolą normy nie jest także zapewnienie uniwersalnej koncepcji ochrony. Dlatego wytyczne VdS są zdecydowanie bardziej szczegółowe i wymagające.

Procedura certyfikacji VdS 2344 jest oferowana klientom VdS przede wszystkim w przypadku produktów (komponentów, systemów i urządzeń) w zakresie ochrony przeciwpożarowej i technologii bezpieczeństwa. W niektórych przypadkach może również być stosowana do innych wyrobów. Instytut VdS jest akredytowany przez Deutsche Akkreditierungsstelle Technik (DATech), zgodnie z normą

DIN EN ISO / IEC 17025 dla badania produktów i zgodnie z normą DIN EN 45011 w zakresie certyfikacji produktów.

VdS oferuje certyfikację produktów, które są używane w następujących rodzajach instalacji:

- systemach sygnalizacji przeciwpożarowej,
- systemach gaśniczych,
- systemach kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła (RWA),
- systemach sygnalizacji włamania i napadu,
- monitoringu video,
- ochrony fizycznej,
- zabezpieczeniach skarbów i sejfów.

Warunkiem koniecznym dla certyfikacji VdS jest pozytywne sprawozdanie z badań dla wszystkich produktów wykorzystywanych w systemie. Certyfikacja VdS dla komponentów, urządzeń i systemów może być uzyskana przez wszystkich producentów. Ponadto o certyfikację VdS dla systemów mogą również ubiegać się instalatorzy. W istocie, wszystkie elementy systemu, które są ze sobą kompatybilne aby sprawnie funkcjonować w ramach systemu muszą być uprzednio certyfikowane przez VdS. Co do zasady, procedura składa się z badań wyrobów prowadzonych przez laboratoria VdS (tak zwanych badań typu) oraz certyfikacji przez biuro certyfikacji VdS.

Badania w laboratoriach VdS są prowadzone na podstawie wytycznych VdS. W przypadku, gdy nie istnieją odpowiednie wytyczne (np. dla wyrobów innowacyjnych), istnieje możliwość oceny wyrobów na podstawie umowy

stron określającej wymagania dla wyrobu. Warunkiem wstępnym do procedury certyfikacji przez VdS jest między innymi posiadanie certyfikowanego systemu zarządzania jakością zgodnie z normą EN ISO 9001 dla zakładu, w którym produkowane są wyroby. Kolejnym warunkiem certyfikacji VdS jest pozytywny wynik badań wyrobu w laboratoriach VdS, potwierdzający spełnienie przez wyrób wymagań stosownych wytycznych VdS. Certyfikacja może być również udzielona, w przypadku gdy produkt nie spełnia wszystkich wymagań wytycznych, ale jego właściwości użytkowe są klasyfikowane jako porównywalnie dobre lub lepsze.

Z reguły certyfikaty VdS wydawane są na okres czterech lat. W ramach nadzoru nad certyfikacją VdS stosuje różne środki kontroli, jak na przykład audyty zakładów produkcyjnych wraz z poborem próbek wyrobów do badań kontrolnych.

Wyroby, które są certyfikowane przez VdS, mogą być oznakowane znakiem tej jednostki (ryc. 2).



Ryc. 2. Znak certyfikacji VdS [14]

Fig. 2. VdS certification mark [14]

6.2. Działalność brytyjskiej jednostki Loss Prevention Certification Board – LPCB [11]

Loss Prevention Certification Board (LPCB) jest częścią Building Research Establishment (BRE) i mieści się w Watford w Wielkiej Brytanii. Hasło przewodnie działalności LPCB w obszarze certyfikacji wyrobów brzmi: „Jednym z wyzwań dla zapewnienia bezpieczeństwa budynków jest dobór i montaż produktów zabezpieczeń przeciwpożarowych, które faktycznie posiadają te właściwości użytkowe, które się dla nich deklaruje”.

Loss Prevention Certification Board (LPCB) pracuje dla branży i państwa od ponad 100 lat. Wyznacza standardy niezbędne do zapewnienia, że wyroby oraz usługi związane z zabezpieczeniami przeciwpożarowymi i ochroną są na odpowiednim poziomie.

LPCB oferuje certyfikację potwierdzającą, że produkty i usługi spełniają i będą spełniały określone standardy. Przynosi to korzyści zarówno projektantom i producentom:

- Projektanci wybierając produkty z certyfikacją LPCB, zmniejszają ryzyko związane z zagrożeniami bezpieczeństwa i pożarowymi oraz wykazują należyta staranność (stosowanie produktów certyfikowanych jest stymulowane przez ubezpieczycieli). Unikają też marnowania pieniędzy na zakup nieodpowiedniego wyposażenia oraz oszczędzają czas przeznaczany na poszukiwanie i ocenę produktów i usług.

- Producenci dzięki certyfikacji LPCB mogą zwiększyć przychód i sprzedaż swoich produktów. Ponadto certyfikacja udzielona przez stronę trzecią świadczy o podejściu producenta z należyta starannością do oceny wyrobów i zmniejsza odpowiedzialność producenta, ubezpieczycieli i klientów. Wyroby są certyfikowane w oparciu o wytyczne LPS opracowywane i publikowane przez LPCB.

Wykaz wyrobów certyfikowanych przez LPCB wymieniony jest w *Czerwonej Księdze BRE* i na stronie internetowej Redbooklive.com. Publikowane w każdym roku *Czerwone Księgi* są wykorzystywane na całym świecie i stały się *de facto* katalogiem produktów certyfikowanych i godnych zaufania. Wykaz certyfikacji dostępny online na stronie <http://www.redbooklive.com/>. Wykaz oraz informacje o certyfikacji LPCB są bieżąco aktualizowane.

LPCB certyfikuje produkty i usługi po dokonaniu oceny spełnienia przez nie określonych wymagań oraz oceny zarządzania przez przedsiębiorstwo procesami produkcji i kontroli. Po uzyskaniu certyfikacji jej właściciel może stosować znak LPCB.



Ryc 3. Znak certyfikacji LPCB [15]

Fig. 3. LPCB certification mark [15]

Znak LPCB jest znakiem o bardzo dużym znaczeniu i jest rozpoznawany i uznawany na świecie.

LPCB oferuje również coś, czego nie oferuje żadna inna jednostka certyfikująca w Wielkiej Brytanii – transparentność. Jest ona realizowana poprzez wydawanie *Czerwonej Księgi* oraz publikowanie wykazu wyrobów na stronie internetowej. *Czerwona Księga* jest dostępna na całym świecie, zarówno za pośrednictwem poczty, poprzez dystrybucję na wystawach, wydarzeniach i misjach handlowych lub za pośrednictwem strony internetowej.

7. Podsumowanie i wnioski

Porównując działalność krajowych i Europejskich jednostek oceniających wyroby, wskazać można wiele podobieństw, ale także różnic. Do najważniejszych podobieństw zaliczyć należy:

- stosowanie jako kryteriów oceny norm wyrobu oraz własnych wytycznych określających wymagania,
- wykonywanie badań wyrobów w laboratoriach,
- wykonywanie ocen warunków produkcji wyrobu,

- wydawanie dokumentów potwierdzających spełnienie wymagań jak np. certyfikaty, dopuszczenia,
- prowadzenie nadzoru nad wydanymi dokumentami w formie ocen warunków produkcji.
Działania, które odróżniają jednostki to m.in.:
- zawartość wytycznych określających wymagania dla wyrobów,
- obligatoryjność posiadania przez producenta certyfikowanego systemu zarządzania jakością wg normy ISO 9001,
- prowadzenie nadzoru nad wydanymi dokumentami w formie badań próbek pobranych z produkcji,
- okres ważności wydawanych dokumentów,
- forma i zawartość wykazu wydanych dokumentów,
- polityka znakowania wyrobów, które spełniają wymagania – od propagowania i wzmacniania jednego znaku

- LPBC, BRE, CNBOP-PIB do kreowania wielu znaków dedykowanych do konkretnej branży (ITB, PCBC),
- podejście do zagadnienia wyrobów innowacyjnych.
- Nie ulega jednak wątpliwości, że pomimo wyżej wymienionych różnic i podobieństw, „ścieżki” dobrowolnej oceny wyrobów mają bardzo istotne znaczenie dla producentów i odbiorców wyrobów z punktu widzenia wprowadzania wyrobów do obrotu i potwierdzania posiadania przez nie odpowiednich właściwości, spełnienia określonych wymagań. Dokumenty wydawane w tej formule przez niezależne podmioty, które może uzyskać producent dają uczestnikom rynku wyrobów informację o wyrobie, jak również umożliwiają podjęcie decyzji o wyborze i zakupie wyrobu. Dlatego zainteresowanie tą formą oceny wyrobów stosowanych w ochronie przeciwpożarowej stale wzrasta.

Literatura

- [1] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) Nr 305/2011 z dnia 09.03.2011 r. ustanawiające zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych i uchylające dyrektywę Rady 89/106/EEG (Dz.U. L 88 z 04.04.2011).
- [2] Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz.U. z 2004 r. nr 92, poz. 881 z późn. zm.).
- [3] Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (Dz.U. z 2009 r. nr 178, poz. 1380 z późn. zm.).
- [4] Ustawa z dnia 30 sierpnia 2002 r. o systemie oceny zgodności (Dz.U. 2010 nr 138, poz. 935 z późn. zm.).
- [5] Informator certyfikacji dobrowolnej wyrobów służących do ochrony przeciwpożarowej; Jednostka Certyfikująca CNBOP-PIB, edycja pierwsza, Józefów 2014.
- [6] Informator o rodzajach i trybie certyfikacji wyrobów budowlanych, Instytut Techniki Budowlanej, ITB, 2014.
- [7] Strona internetowa Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwpożarowej, www.cnbop.pl, [dostęp 01.10.2014].
- [8] Strona internetowa Instytutu Techniki Budowlanej, www.itb.pl, [dostęp 01.10.2014].
- [9] Strona internetowa Polskiego Centrum Badań i Certyfikacji <http://www.pcbc.gov.pl/pl/wzory-znakow>, [dostęp 01.10.2014].
- [10] Strona internetowa Vertrauen durch Sicherheit – VdS www.vds.de, [dostęp 13.10.2014].
- [11] Strona internetowa Building Research Establishment i Loss Prevention Certification Board www.bre.co.uk, [dostęp 13.10.2014].
- [12] Strona Czerwonej Księgi LPCB, www.redbooklive.com, [dostęp 13.10.2014].
- [13] Strona internetowa CNBOP-PIB, Opinie techniczne, http://www.cnbop.pl/dzialy/da/opinie_techiczne/informacje_ogolne, [dostęp: 01.10.2014].
- [14] Strona internetowa VdS, logotyp, <http://vds.de/en/certifications/vds-approved-products-companies-and-experts/products-for-water-extinguishing-system/?context=PWLA&lang=en&par=210111000>, [dostęp 13.10.2014].
- [15] Strona internetowa Redbooklive, logotyp, <http://www.redbooklive.com/page.jsp?id=292>, [dostęp 13.10.2014].

* * *

bryg. dr inż. Jacek Zboina – pełni służbę w Centrum Naukowo-Badawczym Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowym Instytucie Badawczym na stanowisku Zastępcy Dyrektora CNBOP-PIB ds. certyfikacji i dopuszczeni. Specjalizuje się w ochronie przeciwpożarowej, technicznych systemach zabezpieczeń przeciwpożarowych oraz ocenie zgodności. Absolwent SGSP i SGH. Oficer PSP. W roku 2014 w Akademii Marynarki Wojennej w Gdyni na Wydziale Dowodzenia i Operacji Morskich uzyskał stopień naukowy doktora nauk społecznych w zakresie nauk o bezpieczeństwie. Rzecznik Komendanta Głównego PSP ds. zabezpieczeń przeciwpożarowych.

st. kpt. mgr inż. Grzegorz Mroczo – pełni służbę w Centrum Naukowo-Badawczym Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowym Instytucie Badawczym na stanowisku starszego specjalisty w Zakładzie Aprobatach Technicznych. Specjalizuje się w ochronie przeciwpożarowej, technicznych systemach zabezpieczeń przeciwpożarowych oraz ocenie wyrobów. Funkcjonariusz, oficer Państwowej Straży Pożarnej, przedstawiciel Polski w TC 72 Europejskiego Komitetu Technicznego (CEN), członek KT 264 i KZ 501 Polskiego Komitetu Normalizacyjnego (PKN).

канд. физ.-мат. наук, доцент **Тарковский В.В.** / **Tarkovskiy V.V.**, Ph.D.¹

кандидат физ.-мат. доцент **Василевич А.Е.** / **Vasilevich A.E.**, Ph.D.¹

инж. **Б Балькин А.С.** / **Balykin A.S.**, Eng.¹

магистр. **Стахейко П.Н.** / **Stakheyko P.N.**, Eng.¹

магистр **Леванович А.В.** / **Levanovich A.V.**, M.Sc.²

Сакович Э.И. / **Sakovich E.I.**²

Филипович С.М. / **Filipovich S.M.**²

кандидат техн. наук **Скрипко А.Н.** / **Skripko A.N.**, Ph.D.³

Przyjęty/Accepted/Принята: 12.08.2015;

Zrecenzowany/Reviewed/Рецензирована: 10.11.2015;

Opublikowany/Published/Опубликована: 31.12.2015;

Мощное, компактное электрогидравлическое устройство для раскалывания объектов из бетона и горных пород при проведении спасательных работ⁴

A powerful and Compact Electro-hydraulic Device for Demolishing Concrete Structures and Mining Rocks during Rescue Operations

Kompaktowe narzędzie elektrohydrauliczne o dużej mocy do rozbijania obiektów z betonu i skał kopalnianych podczas działań ratowniczych

АННОТАЦИЯ

Цель: Обеспечение безопасности людей при разборе разрушенных зданий при проведении спасательных работ.

Введение: известно большое количество методов разбора и разрушения бетонных конструкций при проведении аварийно-спасательных работ (с использованием взрывчатых веществ, пневматического, гидравлического оборудования и инструментов, бензорезов и т.д.). Каждый из известных методов, помимо достоинств, имеет недостатки. Поэтому существует необходимость в разработке новых эффективных методов разрушения бетонных конструкций. Авторы предлагают их разрушать электрогидравлическим методом, основанным на использовании энергии плазмы, возникающей при электрическом разряде в объеме, заполненном водой. В бетонной конструкции выполняются цилиндрические шпury, которые заполняются водой. После введения в шпury специальных электродов производится электрический разряд. Он приводит к образованию расширяющейся плазмы. Ударные волны, наводимые при этом, являются причиной механических напряжений, испытываемых объектом разрушения.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- провести анализ возможных вариантов «Устройства», применительно к решению поставленной им задачи;

¹ Учреждение образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы» Министерства образования Республики Беларусь, г. Гродно; mail@grsu.by / The Establishment Educational “Yanka Kupala State University of Grodno” of the Ministry for Educational of the Republic of Belarus, Grodno;

² Научно-практический центр учреждения «Гродненское областное управление МЧС» Республики Беларусь, г. Гродно / The scientific and practical center of establishment «Grodno regional department of the Ministry for Emergency Situations» of the Republic of Belarus, Grodno;

³ Учреждение «Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций» Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, г. Минск / The Establishment «Research Institute of Fire Safety and Emergencies» of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus, Minsk; rifs.minsk@gmail.com;

⁴ Процентное участие в создании статьи / Percentage contribution: Tarkovskiy V.V. – 30%, Vasilevich A.E. – 5%, Balykin A.S. – 20%, Stakheyko P.N. – 5%, Levanovich A.V. – 15%, Sakovich E.I. – 10%, Filipovich S.M. – 10%, Skripko A.N. – 5%;

- осуществить разработку и макетирование отдельных узлов и блоков «Устройства»;
- изготовить и произвести наладку узлов и блоков «Устройства», произвести сборку и лабораторные испытания макета «Устройства»;
- провести анализ лабораторных испытаний «Устройства», устранить выявленные недостатки, осуществить доработку и корректировку принципиальной электрической схемы и конструкции «Устройства»;
- разработать макет «Устройства» и произвести его испытания в полевых условиях.

Выводы: Разработанное «Устройство» может использоваться для разрушения стандартных строительных блоков и конструкций. Мощность «Устройства» может варьироваться под размеры разрушаемых конструкций. Промышленный образец «Устройства» может быть размещен на шасси автомобиля малой грузоподъемности.

Значение для практики: Безопасность для жизни и здоровья людей, находящихся вблизи и под завалами, возможность разрушать громоздкие бетонные конструкции, отсутствие выделения вредных веществ, воздействия ударных и акустических волн, разлетающихся осколков, возможность задавать линию раскола.

Ключевые слова: электрический тепловой взрыв проводника, электрогидравлический эффект, электроразрядный способ, разрядный контур, плазма, ударная волна

Вид статьи: оригинальная научная статья

ABSTRACT

Aim: To ensure the safety of people during rescue operations who are engaged with the removal of rubble from destroyed buildings.

Introduction: There are a large number of approaches used in dismantling and demolishing concrete structures during rescue operations. These include: explosives, pneumatic and hydraulic equipment, and petrol power cutters. Each of the known methods, in addition to advantages, has disadvantages. Therefore, there is a need to develop new and effective methods of dismantling and demolishing concrete structures. The authors propose utilization of an electro-hydraulic approach based on the use of plasma energy, which is generated when an electrical discharge occurs in a receptacle filled with water. A concrete structure is perforated with cylindrical holes, which are then filled with water. Special electrodes are inserted into the holes. After the insertion of special electrodes an electrical discharge is generated. This leads to the formation of an expanding plasma. Induced shock waves combined with water cause a mechanical stress to the structure being demolished.

To achieve this goal it was necessary to address the following:

- Perform an analysis of possible alternative devices, bearing in mind the purpose
- Develop and prototype elements of the device
- Produce and assemble elements of the device and test the laboratory model .
- Analyze results of laboratory tests, eliminate identified defects, refine and adjust electric circuit and construction of the device.
- Finalise a working model of the device and perform field trials.

Conclusions: The developed device may be used to break up standard bricks and building structures. Power of the device can vary, depending on the size of the structure, which is being dismantled. An industrial sized device may be transported by a vehicle with a light duty chassis.

Implications for practice: Protection of life and health of people, near to or buried under rubble. Ability to demolish bulky concrete structures. Elimination of harmful substance emissions. Avoidance of impact from shock and acoustic waves, flying debris and ability to set a course for a breach in a wall.

Keywords: electric thermal conductor explosion, electrohydraulic effect, electrical discharge technique, plasma, shock wave

Type of article: original scientific article

ABSTRAKT

Cel: Zagwarantowanie bezpieczeństwa ludzi w czasie odgruzowywania zniszczonych budynków podczas działań ratowniczych.

Wstęp: Istnieje wiele metod rozbiórki i rozbijania konstrukcji z betonu podczas prowadzenia działań ratowniczych (np. użycie materiałów wybuchowych, sprzętu i narzędzi pneumatycznych i hydraulicznych oraz palnika benzynowego do cięcia tlenem itd.). Każda ze znanych metod ma nie tylko zalety, ale też i wady. Dlatego konieczne jest opracowanie nowych skutecznych metod niszczenia konstrukcji betonowych. W artykule autorzy zaproponowali wykorzystywanie metod elektrohydraulicznych, opartych na energii plazmy powstającej podczas wyładowania elektrycznego w przestrzeni wypełnionej wodą. W konstrukcji betonowej znajdują się otwory strzałowe, które wypełnia się wodą. Po wprowadzeniu do otworów specjalnych elektrod przeprowadza się wyładowanie elektryczne. Prowadzi ono do wytworzenia się powiększającej się plazmy. Fale uderzeniowe z wodą prowadzą do naprężeń mechanicznego niszczonego obiektu.

Aby osiągnąć wyznaczony cel, należało:

- przeprowadzić analizę możliwych alternatywnych wariantów urządzenia, biorąc pod uwagę jego przeznaczenie;
- opracować i przygotować modele konkretnych mechanizmów i bloków urządzenia;
- przygotować i przeprowadzić połączenie mechanizmów i bloków urządzenia, przeprowadzić prace montażowe i badania laboratoryjne modelu urządzenia;
- przeprowadzić analizę badań laboratoryjnych urządzenia, wyeliminować wykryte wady, dopracować i poprawić schemat elektryczny i konstrukcję urządzenia;
- opracować model urządzenia i przeprowadzić jego badania w terenie.

Wnioski: Opracowane urządzenie może być używane do rozbijania standardowych bloczków i konstrukcji budowlanych. Moc urządzenia może być dostosowana do rozmiaru niszczonej konstrukcji. Model przemysłowy urządzenia może być przewożony samochodem z podwoziem o małej nośności.

Znaczenie dla praktyki: Bezpieczeństwo życia i zdrowia ludzi, znajdujących się w pobliżu gruzowiska i pod gruzami, możliwość robienia maszynowych konstrukcji z betonu, brak szkodliwych substancji, brak wpływu fal uderzeniowych i akustycznych, brak latających odłamków, możliwość wyznaczenia linii rozłamu.

Słowa kluczowe: elektryczny wybuch cieplny przewodnika, efekt elektrohydrauliczny, metoda wyładowania elektrycznego, plazma, fala uderzeniowa, granica wyładowania

Typ artykułu: oryginalny artykuł naukowy

1. Введение

При проведении аварийно-спасательных работ разработано достаточно большое количество различных методов разрушения и утилизации бетонных конструкций (с использованием взрывчатых веществ, пневматического, гидравлического, электрического оборудования и инструментов, бензорезов и т.д.) [1, 2]. Эти методы имеют свои сильные и слабые стороны. Пневматические и гидравлические инструменты не обеспечивают достаточную скорость разрушения объектов из бетона, а бензорезы не позволяют осуществлять глубокое резание. Нахождение непосредственно под завалами людей не позволяет использовать взрывчатку, так она несет непосредственную угрозу жизни пострадавших. В связи с этим актуальным является задача в разработке альтернативных высокоэффективных и безопасных для жизни и здоровья людей методов воздействия на бетонные и скальные конструкции при проведении аварийно-спасательных работ.

Гродненский государственный университет имени Я.Купалы в сотрудничестве с Научно-практическим центром Гродненского областного управления МЧС Республики Беларусь предлагает разрушать бетонные конструкции в указанных выше ситуациях электрогидравлическим способом, который основан на использовании ударных волн, возникающих при мощном электрическом разряде в воде [3–6]. Положительным фактором является то, что ударная воздействует только на объект разрушения. Находящиеся рядом люди при этом не страдают. Кроме того, при соответствующем расположении шпуров можно задавать линию раскола.

Инициирование разряда электрически взрываемым проводником (ЭВП) по сравнению с высоковольтным пробоем при равных возможностях электрооборудования может обеспечить заданную геометрию разрядного канала путем локализации области пробоя и достичь больших пиковых воздействий. Это позволяет добиться увеличения эффективности перехода электрической энергии в механическую энергию взрыва. Кроме того, это позволяет существенно снизить рабочее напряжение устройств с уровня 50–500 кВ до ~ 5 кВ, а, следовательно, и уровень изоляции. Безопасность метода, соответственно, повышается.

К положительным сторонам предлагаемого метода относится способность разрушения крупногабаритных бетонных конструкций, возможность задавать протяженную линию раскола в бетонных плитах, отсутствие разлетающихся осколков, ударных волн и выделения опасных для жизни веществ и в совокупности – обеспечение безопасности для жизни и здоровья людей.

Необходимо отметить, что предлагаемое электрогидравлическое устройство не представляет опасности для взрыва пылегазовоздушной смеси, так как электрический взрыв происходит в воде, а силовые модули устройства находятся на безопасном расстоянии от объекта воздействия. Кроме того, возможно применение данного метода в других областях реального сектора экономики (например, в горнодобывающей промышленности, при установке свай по технологии РИТ, очистке заготовок от формовочной смеси в сталелитейной промышленности и др.) [4, 7].

2. Разработка и испытание одноканального лабораторного макета устройства для разрушения объектов из кирпича, бетона и скальных пород способом электрического теплового взрыва

Электроразрядный способ разрушения основан на известном эффекте Юткина [8]. Исследования электроразрядных технологий проводились многие годы (и даже в рамках закрытых тематик), но широкого внедрения они не получили, а сам автор Юткин Л.А. в сталинское время был репрессирован. Что касается электроразрядного способа разрушения в жидкой среде, то, как правило, использовались многоэлектродные системы [9–10]. Они обладают низким сопротивлением и в связи с этим необходимы генераторы с импедансом порядка единиц и даже меньше единиц Ом. Из этого вытекают многие негативные моменты. К ним можно отнести деформацию импульса, большие потери в предпробивной стадии. Вследствие этого необходимо использовать большие напряжения (десятки и сотни киловольт), а сами устройства весят десятки тонн.

В последнее время на основе современной элементной базы создаются мощные импульсные малогабаритные источники тока с требуемыми параметрами импульса и применяются безыскровые коммутаторы. Это позволяет работать в частотном режиме (более 15 имп/с), а значит, повысить эффективность и спектр возможностей метода.

Электроразрядный способ разрушения объектов из бетона и горных пород заключается в том, что разрушение твердого тела происходит за счет суммирования напряжений, возникающих вокруг канала электрического разряда в воде, т.е. вокруг расширяющейся плазмы канала пробоя. Вследствие распространения в жидкой среде ударных и акустических волн возникают высокое давление и напряжения, эффективно воздействующие на объект разрушения.

На кафедре лазерной физики и спектроскопии Гродненского государственного университета создана универсальная лазерная система [11]. Основное назначение предлагаемой лазерной системы – создание мощных лазеров на красителях. Для них разработаны мощные источники питания. В связи с этим авторы предлагают инновационный метод использования разработанных источников в высокоэффективном электрогидравлическом устройстве для разрушения объектов из бетона и горных пород методом теплового взрыва [12]. В этом случае электроды электрогидравлического устройства замыкаются тонким проводником. В этом случае вместо искрового разряда между электродами происходит тепловой взрыв тонкой проволоочки. Использование теплового взрыва позволяет уменьшить энергетические потери на 10% за счет полного устранения стримера. Кроме того, это позволяет производить электрогидравлические удары рядом с проводящими поверхностями, осуществлять селективное воздействие по произвольному наперед

заданному контуру. Преимуществами способа являются возможности осуществления электрогидравлических ударов вблизи проводящих объектов (непосредственно на их поверхности), получения локализованных направленных ударов по любому наперед заданному контуру [12].

Исходя из назначения, требований, предъявляемых к разрабатываемому электрогидравлическому «Устройству» и имеющегося задела оптимальным образом подходит силовая часть лазера на красителях с ламповой накачкой. Установлено, что параметры емкостных накопителей, коммутирующих устройств и высоковольтного блока питания, наилучшим образом подходят для разрабатываемого «Устройства». Учитывая эти соображения, структурная схема разрабатываемого «Устройства» должна включать элементы, показанные на рис. 1. В качестве предлагаемого «Устройства» использована универсальная система, которая строится на основе силовых блоков лазеров на красителях с ламповой накачкой.

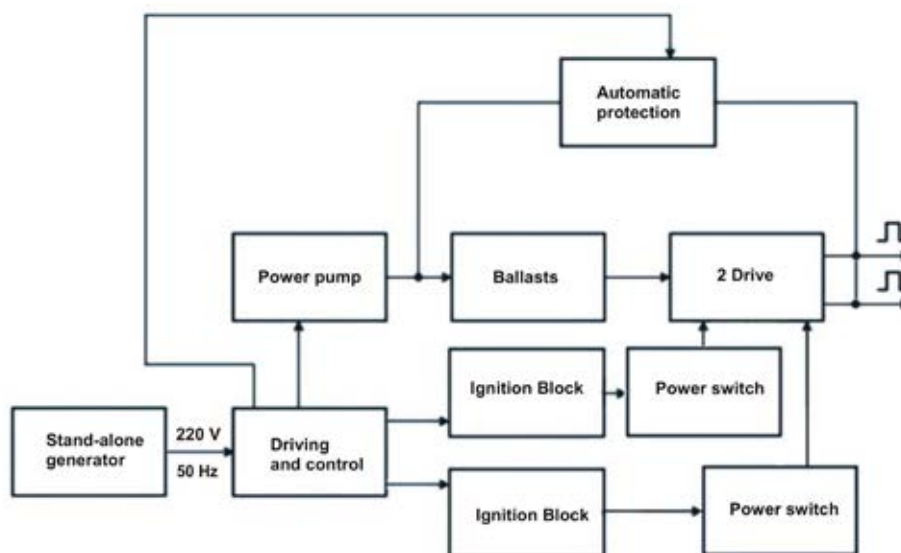


Рис. 1. Структурная схема «Устройства»

Fig. 1. Block diagram of the Device

Источник: Рисунок разработан Тарковским В.В. и Балыкиным А.С.

Source: Figure elaborated by Tarkovskiy V.V. and Balykin A.S.

В разрядный контур могут включаться пять типов емкостных накопителей на основе конденсаторов ИК 25-12У4, ИК 40-5У4, К75-30, К75-48 и К410-7. Емкостные накопители питаются от единого автономного источника. В качестве коммутаторов используются игнитронные ртутные разрядники ИРТ-4-1 и ИРТ-6, что позволяет работать с емкостными накопителями большой мощности и обеспечивать любые параметры разряда.

В окончательном варианте «Устройства» использован емкостный накопитель на основе конденсаторов К410-7 (100 мкФ, 5 кВ).

Как видно из структурной схемы (рис. 1) и электрической принципиальной схемы (рис. 2), устройство состоит из высоковольтного источника (элементы Т4, VD9-VD12), схемы поджига (Т1, VD1-VD4), спусковой тиристорной схемы VS1, C1, импульсного трансформатора Т5 и холодного тиратрона VL2; вспомогательного источника питания +24В (Т2, VD5-VD8) и пульта управления и контроля, включающего в себя контакторы К1 «высокое» и К2 «поджиг», управляемыми от кнопок S1 и S2 и S3, S4 соответственно.

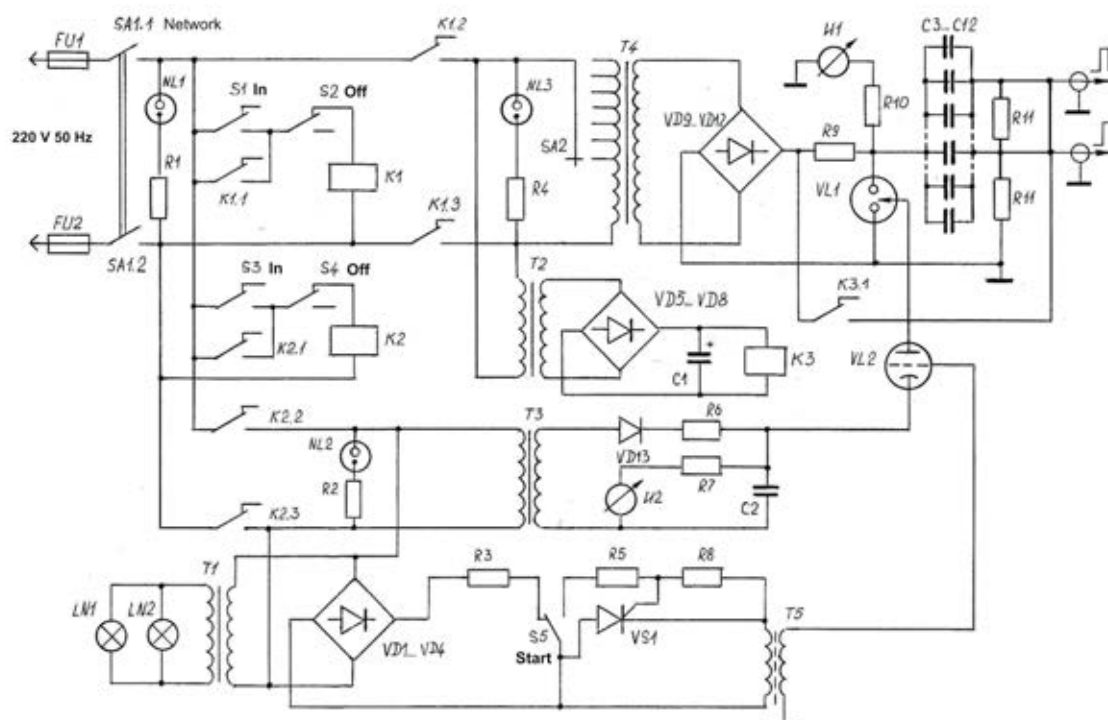


Рис. 2. Электрическая принципиальная схема «Устройства»

Fig. 2. The electrical circuit diagram of the Device

Источник: Рисунок разработан Тарковским В.В. и Балыкиным А.С.

Source: Figure elaborated by Tarkovskiy V.V. and Balykin A.S.

К источнику питания подключены два одинаковых силовых модуля. Каждый состоит из блока накопителя (C4–C8), разрядника игнитронного типа и схемы защиты K5. Каждый модуль формирует высоковольтный импульс длительностью 20 мкс и энергией 7–8 кДж, который подается на тепловые взрывающиеся элементы через разъемы «Вых 1» и «Вых 2».

Предусмотрена схема коммутации, которая обеспечивает возможность подключения с помощью вакуумных выключателей K3 и K4 к базовому блоку любой из двух силовых модулей или, при необходимости, оба модуля одновременно. Это обеспечивает гибкую систему применения устройства в зависимости от выполняемой задачи.

Предусмотрена защита по высокому напряжению 5 кВ. Для этого в каждый из силовых модулей вынесен балластный резистор R9 и высоковольтный вакуумный выключатель K5.

При расчете балластного резистора использованы следующие соображения: емкостный накопитель должен успеть зарядиться до прихода следующего импульса поджига. В нашем случае период следования импульсов поджига составляет величину не более 1 с, тогда емкостный накопитель должен быть заряжен до $0,7 \times U_{\max}$, тогда из формулы

$$\tau = R \cdot C \quad (1)$$

где τ – время заряда в секундах;

R – сопротивление балластного резистора в Омах;

C – емкость накопительного конденсатора в Фарадах. Если $\tau = 0,7$ с, $C = 5 \times 10^{-6}$ Ф. Находим $0,7 = R \times 5 \times 10^{-6}$ отсюда $R = 140$ кОм.

На принципиальной схеме показано, что при соединении имеющихся резисторов КЭВ20–100К получаем в соответствии с заданными условиями общее сопротивление $150 \text{ кОм} \pm 20\%$.

После осуществления разряда с помощью системы автоматической защиты осуществляется принудительное снятие остаточного заряда емкостного накопителя. Система автоматической защиты включает вакуумный выключатель K3 и рабочие контакты K3.1. Они посредством переключателя «Сеть» после выключения питающего напряжения замыкают накопитель на балластный резистор R9. При этом отключается питание трансформатора T2 и через контакты K3.1, которые в данном случае замыкаются, обесточивается обмотка управления K3. При этом через балластный резистор R9 происходит разрядка емкостного накопителя C3–C7.

С помощью специально проградуированного стрелочного индикатора И1, имеющего две шкалы, контролируется высокое напряжение. На одной шкале отображается напряжение в кВ, а на второй запасаемая энергия в кДж.

Энерговыводящий узел (рис. 3) предназначен для преобразования энергии накопителя в ударную волну, передающуюся через воду на стенки шпура. Он представляет собой тонкий проводник 5 (тепловой взрывающийся элемент), подсоединенный к высоковольтному разъему 1 через электроды 3,4. В зависимости от глубины шпура применяются сменные электроды соответствующей длины. Энерговыводящий узел соединяется с устройством с помощью высоковольтного силового кабеля длиной 20 м.

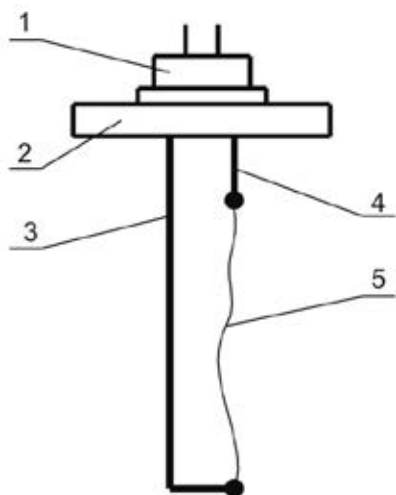


Рис. 3. Структурная схема энерговыделяющего узла
1 – высоковольтный разъем; 2 – корпус; 3 – электрод;
4 – электрод; 5 – тонкий проводник

Fig. 3. Structure diagram of the high-voltage energy emitting element

1 – connector; 2 – housing; 3 – electrode; 4 – electrode;
5 – thin wire

Источник: Рисунок разработан Тарковским В.В. и Балькиным А.С.

Source: Figure elaborated by Tarkovskiy V.V. and Balykin A.S.

Разряд может осуществляться с панели управления основного блока устройства так и с помощью специального дистанционного пульта. На рис. 4 представлен общий вид разработанного «Устройства» для создания электрического теплового взрыва. Были проведены лабораторные испытания разрядного контура одноканального макета «Устройства» [13–14]. Результаты испытаний показали, что все элементы разрядного контура работают стабильно.

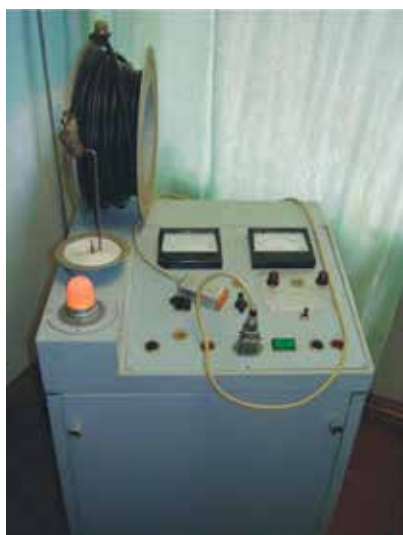


Рис. 4. Общий вид «Устройства» для создания электрического теплового взрыва

Fig. 4. General view of the Device for creating electric thermal explosion

Источник: Рисунок разработан Тарковским В.В. и Балькиным А.С.

Source: Figure elaborated by Tarkovskiy V.V. and Balykin A.S.

Благодаря тому, что в конструкцию разрядного контура внесены изменения, позволяющие емкостному накопителю увеличивать запасаемую электрическую энергию и тем самым эффективно разрушать объекты из бетона. Испытания показали, что нет необходимости использования охлаждения игнитрона. Также испытания показали, что для сокращения пауз между импульсами разряда конденсаторной батареи необходимо увеличить мощность источника питания и переделать конструкцию водяного балластного резистора путем устройства рубашки охлаждения. Усовершенствование системы охлаждения водяного балластного резистора позволило не допустить его перегрева в ходе испытаний.

Установлено, что на работу «Устройства» положительное влияние оказывает улучшенная схема подключения управляющих и коммутирующих устройств, а также что удлиненный кабель дистанционного управления вполне обеспечивает безопасность применения «Устройства». Установлено, что улучшенная конструкция излучателя обеспечивает возможность установки электродов различной длины и их эффективное срабатывание и что во время взрыва тонкой проволоки жидкость из шпура не выбрасывается. В ходе испытаний установлено, что оптимальным диаметром шпура необходимо считать диаметр в пределах 25–30 мм. Испытания показали, что наиболее надежную работу продемонстрировал излучатель на основе взрывающейся проволоки. Безопасное использование «Устройства» вполне обеспечивает удлиненный кабель дистанционного управления [14].

Произведено пошаговое испытание отдельных узлов и конструкции в целом. В ходе испытаний серьезных недостатков не выявлено. Установлена надежность работы таких узлов схемы как: блока поджига, регулируемого источника высокого напряжения, устройства автоматической защиты и вентилятора охлаждения блока балластного резистора, источника высокого напряжения, накопительных конденсаторов, киловольтметра, высоковольтного трансформатора, игнитрона, излучателя, вакуумного выключателя. Все эти системы в ходе испытаний работали вполне надежно. По результатам испытаний устранен единственный недостаток, выявленный в ходе испытаний – увеличено количество разъемов в электрических кабелях питания и управления. Это в окончательной конструкции «Устройства» позволяет обеспечить большее удобство в его эксплуатации.

Импульсный электрический разряд создавался в шпурах, пробуренных в объектах из бетона или скальных пород и заполненных водой (рис. 5). В результате взрыва тонкой проволоки и ударного расширения плазменного шнура происходит эффективное преобразование энергии мощного электрического импульса в механическую энергию ударных волн сжатия-растяжения, эффективно воздействующих на стенки канала и соответственно в целом на разрушаемый объект. В результате воздействия

всех факторов зарождаются и развиваются радиальные трещины, что приводит к раскалыванию объекта на несколько фрагментов. Фазы технологии разрушения можно представить в следующей последовательности:

- В раскалываемом объекте бурятся вертикальные шпуров с оптимальным диаметром (25–30) мм. Шаг бурения определяется в каждом конкретном случае и зависит от размеров разрушаемого объекта, например, ширины бетонной плиты. В зависимости от этого выбирается одно-, двух-, трех- или четырехканальный вариант воздействия.

- В шпуров заливается обычная вода и устанавливаются излучатели с тепловыми взрывающимися элементами, подключенные к электроразрядному устройству. Герметизация шпуров не обязательна, так как соотношение площадей боковой поверхности шпура плюс дна и открытого отверстия не сопоставимы.
- На излучатели подается высоковольтный импульс.
- После раскалывания объекта из железобетона необходимо с помощью бензореа перепилить прутья арматуры.

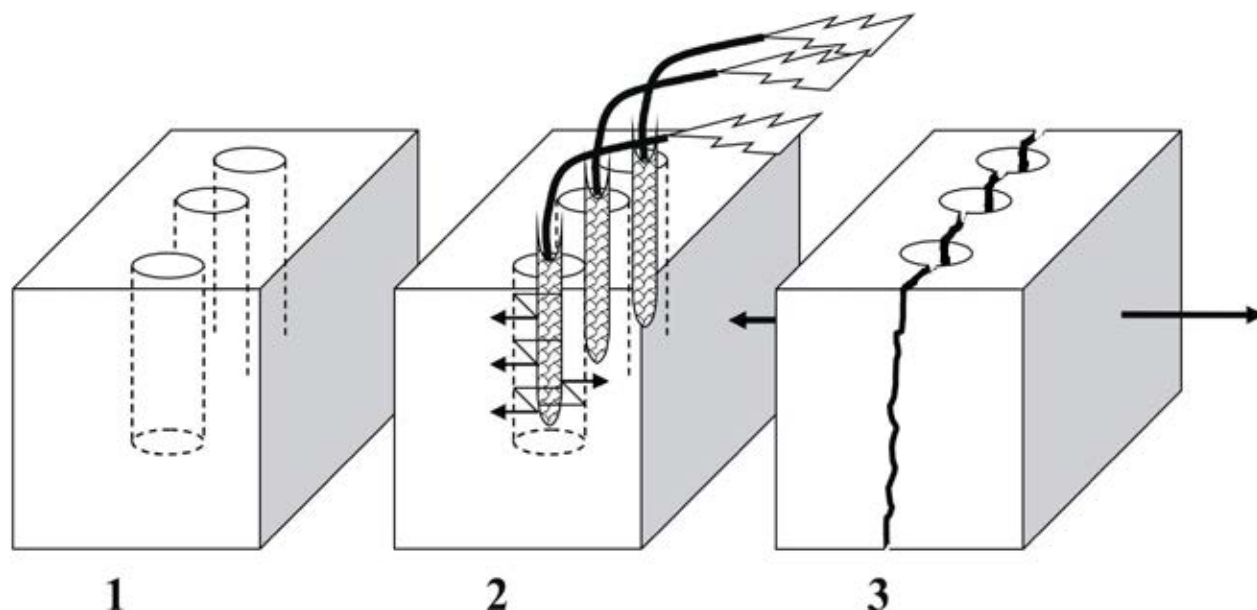


Рис. 5. Стадии технологического процесса разрушения бетонного блока

Fig. 5. Stages of the process of destruction of a concrete block

Источник: Рисунок разработан Тарковским В.В. и Балыкиным А.С.

Source: Figure elaborated by Tarkovskiy V.V. and Balykin A.S.

Для описания процесса разрушения объектов из бетона и скальных пород предложен механизм, суть которого, в основных чертах, сводится к следующему. Высоковольтный электрический импульс пропускается через тонкий металлический проводник, соединяющий электроды энерговыделяющего узла. Тонкий проводник в результате кратковременного выделения в нем огромной тепловой энергии взрывается. На месте проводника образуется плазменный шнур, который с высокой скоростью расширяется. Водяной пар и плазма, вокруг которых находится вода, образуют кавитационный пузырь цилиндрической формы. Кавитационный пузырь растет до максимально возможного в данных условиях размера и через

несколько сотен микросекунд схлопывается. Во время расширения плазмы и схлопывания пузыря наводятся ударные волны, которые являются причиной механических напряжений, испытываемых материалом раскалываемого объекта (рис. 6).

В качестве объектов воздействия использовались бетонные блоки размером 300х500 мм и гранитные валуны диаметром 300 или 500 мм. Во время испытаний одноканального варианта устройства при воздействии на объект из камня или горных пород наблюдается радиальное развитие трещин и раскалывание объекта на три или более фрагментов (рис. 6, 7).



Рис. 6. Радиально-симметричное разрушение объекта из гранита при одноканальном воздействии

Fig. 6. Radially symmetric destruction of the object of granite by single-channel impact

Источник: Рисунок разработан Тарковским В.В.

Source: Figure elaborated by Tarkovskiy V.V.

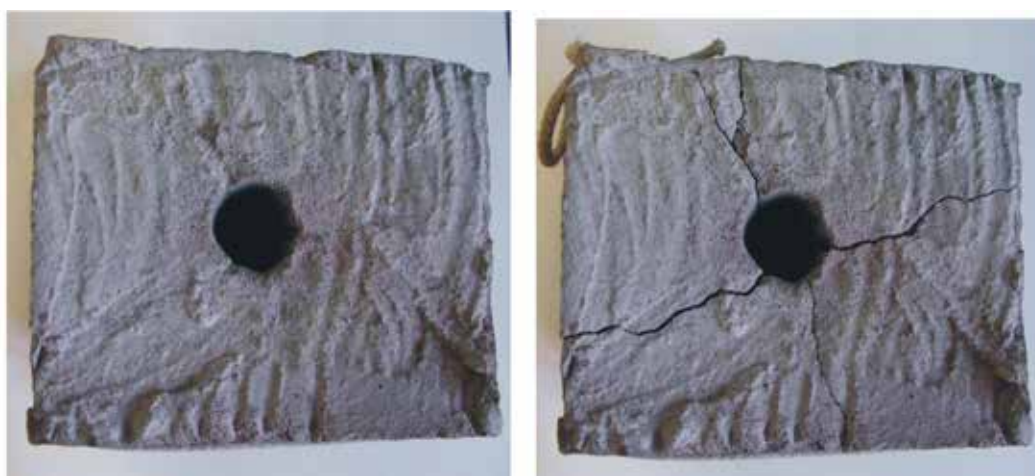


Рис. 7. Радиально-симметричное разрушение объекта из бетона при одноканальном воздействии

Fig. 7. Radially symmetric destruction of the object of concrete by single-channel impact

Источник: Рисунок разработан Тарковским В.В.

Source: Figure by Tarkovskiy V.V.

Таким образом, в результате проведенных испытаний было установлено, что одноканальный вариант устройства не позволяет использовать его для решения задач аварийно-спасательных служб при разборе завалов для раскалывания бетонных плит и блоков в заданном направлении [13–14].

3. Разработка и испытание двухканального лабораторного макета устройства для разрушения объектов из кирпича, бетона и скальных пород способом электрического теплового взрыва

Дальнейшие исследования проблемы протяженного линейного раскола потребовали на базе одноканального создания двухканального устройства. Такое устройство было разработано (рис. 8).

Принципиальная схема его представлена на рис. 9. В связи с введением второго канала в базовую схему устройства введен коммутатор каналов (К3, К4), добавлен аналогичный одноканальному модуль 2, изменена схема поджига (FV6, FV7), на пульт управления

выведен переключатель SA3, позволяющий производить по необходимости выбор каналов (первый, второй или оба одновременно), а также переключатель SA4, обеспечивающий по стрелочным индикаторам PA1 и PA2 контроль напряжения (энергии) на накопителях модулей 1 и 2 соответственно.

Однофазное питание 220В, 50 Гц подается через предохранители FU1 и FU2 5А на выключатель SA1 «Сеть». При установке выключателя «Сеть» в положение «Вкл» на панели управления загорается индикаторная лампа FV1. Выход выключателя SA1 через кнопки SV1 и SV3 соединен с обмотками контакторов S1 «Высокое» и S3 «Поджиг» соответственно.

При нажатии кнопки SV1 напряжение 220 В, 50 Гц подается на обмотку контактора К1, который через свои контакты К1.1 становится на самоблокировку, а рабочими контактами К1.1 и К1.3 подается питание через ступенчатый переключатель SA2 «Рег. высокого» на первичную обмотку высоковольтного трансформатора Т5. Переключатель SA2 позволяет ступенчато через 500 В регулировать выходное напряжение от 3-х до 5 кВ.



Рис. 8. Смонтированные узлы дополнительного второго блока двухканального варианта «Устройства»

Fig. 8. Mounted units of the additional second two-channel unit version of the Device

Источник: Рисунок разработан Тарковским В.В.

Source: Figure by Tarkovskiy V.V.

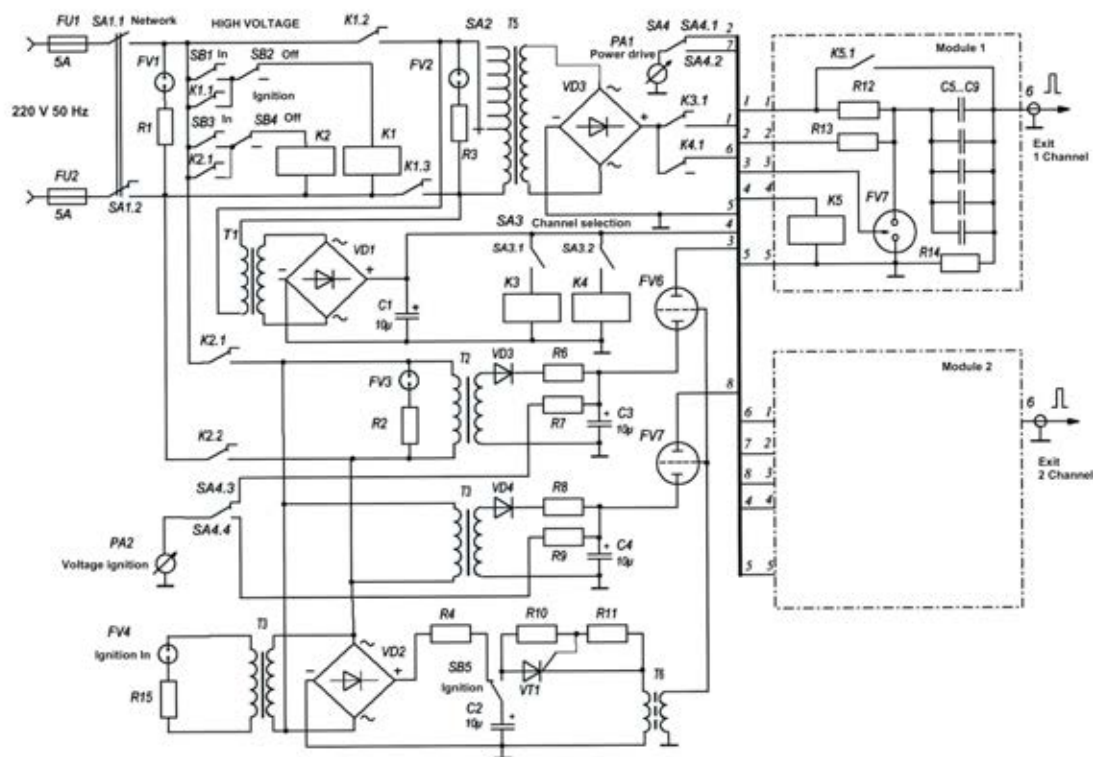


Рис. 9. Электрическая принципиальная схема двухканального «Устройства»

Fig. 9. The electrical circuit diagram of a two-channel Device

Источник: Рисунок разработан Тарковским В.В. и Балыкиным А.С.

Source: Figure elaborated by Tarkovskiy V.V. and Balykin A.S.

Выпрямленное высоковольтным мостом VD3 напряжение подается на нормально разомкнутые контакты высоковольтных разъединителей K3.1 и K4.1. При включении переключателя SA3 в положение «Модуль1» напряжение +24 В от источника T1, VD1 через контакт SA3.1 поступает на тягивающую

обмотку высоковольтного разъединителя K3, контакт которого K3.1 соединяет выход высоковольтного моста VD3 через балластный резистор R10 модуля 1 с емкостным накопителем C4...C8, заряжая его до выбранного переключателем SA2 требуемого напряжения (энергии).

Контроль напряжения на емкостном накопителе модуля 1 осуществляется стрелочным индикатором И1 коммутацией переключателя S8 в положении «U мод.1».

Напряжение +24 В поступает в модуль 1 через контакты 4 на рабочую обмотку высоковольтного разъединителя K5, который выполняет роль автоматической защиты.

Устройство заряжено до рабочего выбранного высокого напряжения и ожидает команды на разряд.

Разряд накопителя на энерговыделяющий элемент осуществляется мощным высоковольтным коммутатором FV7 типа ИРТ-4.

Управление коммутатором FV7 осуществляется от устройства поджига. Нажатием кнопки S3 «Поджиг вкл.» запитывается контактор K2, который своим контактом K2.1 становится на самоблокировку, а рабочими контактами K2.1 и K2.2 подает питание на первичную обмотку трансформатора T2, при этом загорается индикаторная лампа FV3 панели управления базового блока. Выпрямленное диодом VD3 высокое напряжение 2,5 кВ через ограничительный резистор R6 заряжает конденсатор C3. Контроль заряда конденсатора C3 осуществляется стрелочным индикатором И2. Это высокое напряжение прикладывается к аноду «холодного» тиратрона FV6. Питание с контактов K2.1, K2.2 одновременно выпрямляется мостом VD2 и через времязадающий резистор R4 через нормально замкнутые контакты кнопки S7 заряжает конденсатор C2. Время заряда конденсатора C2 выбрано меньшим времени заряда емкостного накопителя. При достижении заданного напряжения 2,5 кВ отмеченного зеленым сектором на индикаторе И2, производится нажатие кнопки S7. Конденсатор C2 разряжается через тиристор VT1 на первичную обмотку импульсного трансформатора T5. На вторичной обмотке импульсного трансформатора T5 возникает короткий импульс, который подается на управляющую сетку тиратрона FV6 открывая его. Напряжение +2,5 кВ через открытый тиратрон поступает в качестве поджигающего импульса на управляющие электроды коммутаторов FV7 обоих модулей. При этом импульс поджига поступающий на второй модуль действует вхолостую т.к. второй модуль не задействован по высокому напряжению. Коммутатор VF7 замыкает емкостной накопитель C4...C8 через высоковольтный кабель на энерговыделяющий элемент, производя при этом взрыв проволоки соединяющей его электроды. Возникшая в результате взрыва серия затухающих ударных волн через несжимаемую среду воздействует на стенки шпура в раскаляемой породе производя при этом разрушающие действия.

После проведения взрыва выключатель SA1 «Сеть» устанавливается в положение «Выкл» при этом пропадает напряжение +24 В в результате чего обесточивается втягивающая обмотка высоковольтного разъединителя K5 типа BB10 контакты разъединителя K5.1 замыкаются, тем самым разряжая в целях безопасности остаточный заряд на балластный резистор R10.

Для работы с модулем 2 или с двумя модулями синхронно, галетный переключатель S6 устанавливается в положение «Модуль II» или «Модуль I+II»

соответственно, при этом работа устройства аналогична как и при работе с модулем 1.

Конструктивно модуль 2 выполнен в виде отдельного блока. Модуль 2 соединяется с базовым блоком комплектом кабелей снабженными быстроразъемными разъемами, позволяющими оперативно разъединять их при перемещении и транспортировке. Готовность модуля 2 к работе индицируется сигнальной лампой на панели модуля 2.

Был изготовлен дополнительный энерговыделяющий узел для второго канала (рис. 10). Оба узла предназначены для преобразования энергии накопителя в ударную волну, передающуюся через воду на стенки шпура. Взрывающийся элемент представляет собой тонкий проводник 5, подсоединенный к высоковольтному разъему 1 через электроды 3,4. В зависимости от глубины шпура применяются сменные электроды соответствующей длины. Энерговыделяющие узлы соединяются с устройством с помощью высоковольтных силовых кабелей длиной 20 м.

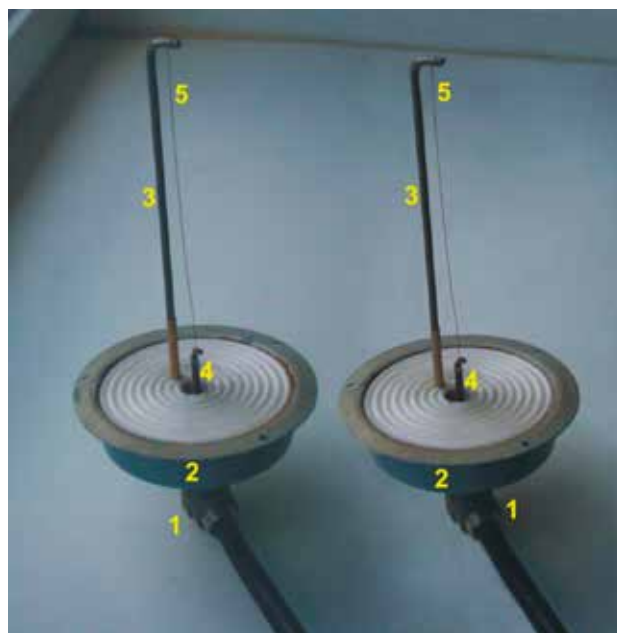


Рис. 10. Энерговыделяющие узлы: 1 – высоковольтный разъем; 2 – корпус; 3 – электрод; 4 – электрод; 5 – тонкий проводник

Fig. 10. Energy emitting components: 1 – high-voltage connector; 2 – housing; 3 – electrode; 4 – electrode; 5 – thin wire

Источник: Рисунок разработан Тарковским В.В.

Source: Figure by Tarkovskiy V.V.

Разряд на оба узла или по отдельности может осуществляться с панели управления основного блока «Устройства» так и с помощью специального дистанционного пульта. На рис. 11 представлен общий вид разработанного двухканального «Устройства» для создания электрического теплового взрыва [15].

Разработана методика испытания двухканального варианта «Устройства» для разрушения бетонных и каменных конструкций при проведении аварийно-спасательных работ. В связи с тем, что «Устройство» состоит из функциональных блоков: блока накачки,

балластного устройства, емкостного накопителя, схемы управления и контроля, блока поджига, силового коммутатора и устройства автоматической защиты, то основой предлагаемой методики является поэтапное испытание работы всех функциональных элементов «Устройства».



Рис. 11. Общий вид «Устройства» для создания электрического теплового взрыва: 1 – базовый блок управления и первого канала, 2 – дополнительный 2-й блок, 3 – энерговыделяющие узлы 1-го и 2-го каналов

Fig. 11. General view of the Devices for creating electric thermal explosion: 1 – basic control unit and the first channel; 2 – additional 2nd unit; 3 – energy emitting units of the 1st and 2nd channel

Источник: Рисунок разработан Тарковским В.В

Source: Figure by Tarkovskiy V.V.

Вначале проверяется работа блока накачки на предмет обеспечения необходимого уровня заряда емкостного накопителя на основе импульсных высоковольтных конденсаторов К410-7. Параллельно проверяется функционирование жидкостного балластного устройства и силового коммутатора на основе игнитронного разрядника ИРТ-2. Главным элементом данного этапа испытания является проверка обеспечения

ими достаточной скорости заряда емкостного накопителя и недопущении перегрева во время работы. Проверяется надежность работы схемы управления и контроля. Очень важным этапом испытания является проверка надежности системы автоматической защиты, построенной на основе вакуумных выключателей [14, 15].

После проведенных испытаний доработан базовый блок питания и панель управления «Устройства». Произведена перекомпоновка элементов для уплотнения монтажа. Установлены вакуумные высоковольтные коммутаторы ВВ-20. На задней панели базового блока установлены разъемы, связывающие его со вторым каналом. Установлен сигнальный разъем, высоковольтный разъем накачки, импульсный разъем, разъем на поджиг второго канала (2 кВ). Произведена перекоммутация высоковольтного выпрямителя (+5 кВ) для работы на первый канал, на второй канал и на оба канала одновременно. В связи с изменением схем коммутаций, выпрямитель (+24 В) заменен на более мощный. Введена схема коммутации каналов I, II, I+II. Установлен переключатель напряжения накачки емкостных накопителей каналов I и II. В связи с добавлением схемы коммутации прежний выпрямитель +24 В заменен на более мощный. Изготовлены кабели: высоковольтный (+5 кВ) для накачки, коаксиальный кабель поджига, сигнальный кабель, разрядный кабель. Установлена шина заземления. Кроме вышеуказанных элементов установлен коммутатор индикации напряжения накачки I-го и II-го базовых блоков питания.

После доработки были проведены испытания установки в режиме работы обоих каналов. Испытания показали надежную работу двухканального «Устройства». На рис. 12,13 показаны образцы разрушенных бетонных и каменных объектов в двухканальном режиме работы [16-18]. Было установлено, что при двухканальном воздействии на объект из камня или горных пород наблюдается раскалывание объекта только на два фрагмента по линии, задаваемой пробуренными шпурами.

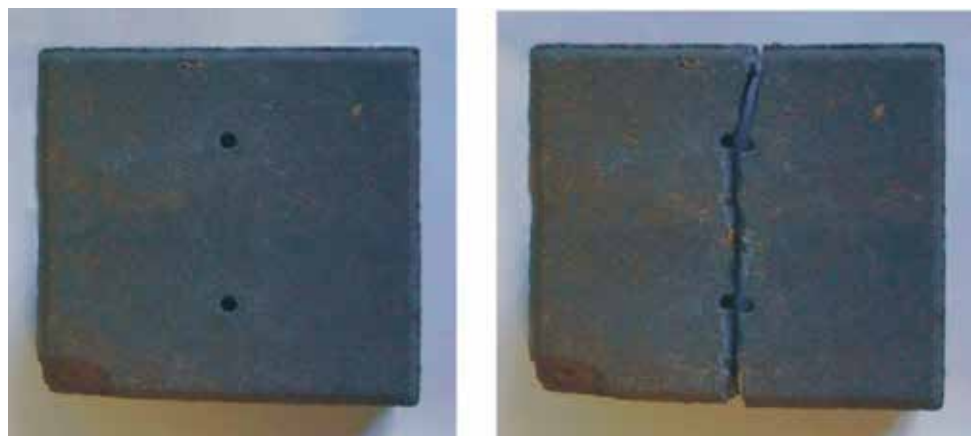


Рис. 12. Образцы разрушенных при помощи двухканального «Устройства» бетонных блоков

Fig. 12. Samples of concrete blocks destroyed with the use of a two-channel Device

Источник: Рисунок разработан Тарковским В.В.

Source: Figure by Tarkovskiy V.V.



Рис. 13. Разрушение объекта из гранита по заданной линии раскола при двухканальном воздействии

Fig. 13. Destruction of granite on a given line of a split in the two-channel impact

Источник: Рисунок разработан Тарковским В.В.

Source: Figure by Tarkovskiy V.V.

С целью повышения надежности работы двухканального «Устройства» изготовлен дополнительный блок поджига для второго канала (рис. 1 и 14). Необходимость изготовления второго блока поджига связана с тем, что в процессе эксплуатации двухканального «Устройства» в ряде случаев выявилось одновременное срабатывание каналов, связанное с разбросом некоторых характеристик игнитронов.

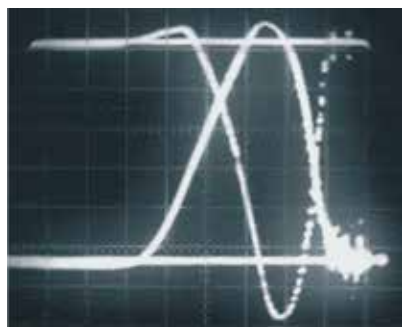


Рис. 14. Токовые импульсы срабатывания каналов

Fig. 14. Current pulses of the channels

Источник: Рисунок разработан Тарковским В.В.

Source: Figure by Tarkovskiy V.V.

Осуществлено изготовление более надежного и простого по конструкции тепловыделяющего элемента двухканального варианта «Устройства» (рис. 15). Такое решение связано с тем, что в процессе интенсивной эксплуатации тепловыделяющих элементов происходит их разрушение при максимальной энергетической нагрузке. Конструкция тепловыделяющего элемента была изменена таким образом, чтобы исключить пробой высокого напряжения на корпус. Из рисунка видно, что основой тепловыделяющего элемента является сам высоковольтный коаксиальный кабель. Одним из электродов является центральная «жила» кабеля, роль второго электрода выполняет коаксиальная медная оплетка. Оба электрода разнесены в пространстве и между ними натянута тонкая проволока. Основным преимуществом предлагаемой системы является ее простота и надежность. В этом случае совершенно нет необходимости использовать какую-то специальную конструкцию энерговыводяющего узла. Проведенные испытания показали его абсолютную надежность.

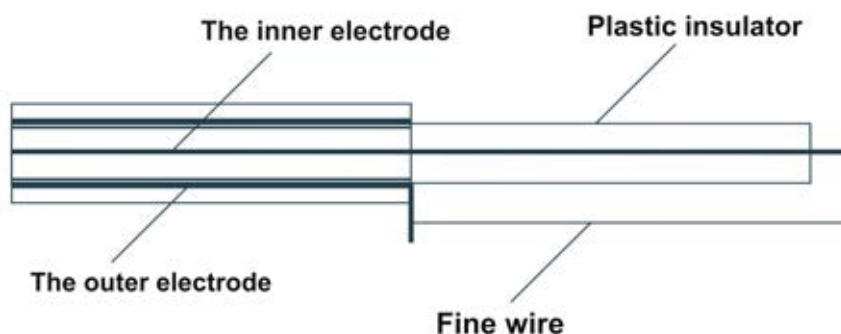


Рис. 15. Конструкция нового тепловыделяющего элемента

Fig. 15. Design of the new heat emitting element

Источник: Рисунок разработан Тарковским В.В. и Балыкиным А.С.

Source: Figure elaborated by Tarkovskiy V.V. and Balykin A.S.

Проведены полевые испытания устройства (рис. 16). Для обеспечения автомобильной транспортировки «Устройства» во время полевых испытаний

использовался внедорожный грузовой полноприводный автомобиль УАЗ-3303.



Рис. 16. Полевые испытания мобильного модернизированного «Устройства»

Fig. 16. Field tests of the modernized mobile Device

Источник: Рисунок разработан Тарковским В.В.

Source: Figure by Tarkovskiy V.V.

Полевые испытания модернизированного мобильного устройства прошли успешно. Все узлы и агрегаты работали надежно без сбоев. Была подтверждена правильность принятых конструктивных решений

устройства. В процессе испытаний были разрушены объекты из бетона и горных пород. На рис. 17 показан объект разрушения 1, последовательные фазы процесса его раскалывания 2-5 и результат разрушения 6.

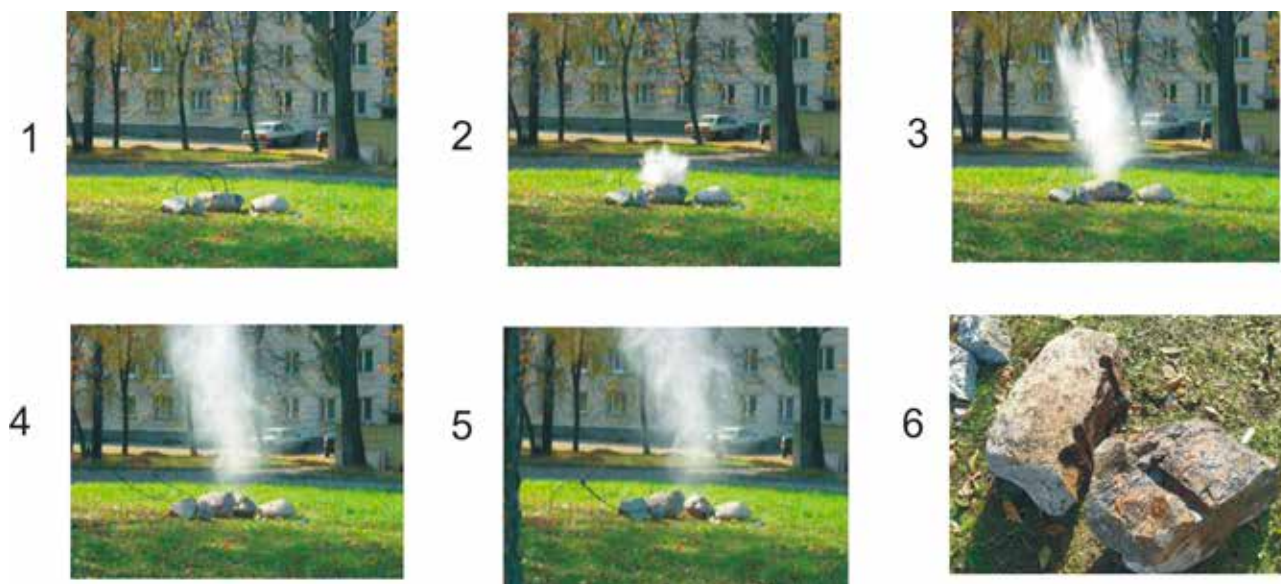


Рис. 17. Объект разрушения – 1; последовательные фазы процесса его раскалывания – 2-5; результат разрушения – 6

Fig. 17. Destroyed object – 1; the successive phases of the process of splitting – 2-5; result of its destruction – 6

Источник: Рисунок разработан Тарковским В.В.

Source: Figure by Tarkovskiy V.V.

Создана методика проведения испытаний двухканального варианта «Устройства» при питании от автономного генератора. Она осуществляется по следующему алгоритму [19].

Ток от автономного генератора посредством высоковольтного трансформатора повышается до необходимого рабочего напряжения, выпрямляется и заряжает емкостный накопитель. Емкостный накопитель с помощью игнитронного разрядника ИРТ-2 разряжается

в воде между двумя электродами замкнутыми тонким проводником из алюминия (меди). Импульсный электрический разряд через вышеуказанный проводник приводит к выделению в нем до 85–90% энергии емкостного накопителя, в результате чего проводник взрывается с образованием плазменного шнура. Температура плазмы может составлять 15–30 тыс. градусов. Энергия плазмы идет на совершение механической работы. В практически несжимаемой жидкости, которой можно считать воду, образуются волны расширения-сжатия. Так как скорость расширения полости в воде может быть сверхзвуковой, то эти волны являются ударными. Давление на фронте распространяющейся ударной волны может превышать 10000 атмосфер. В результате этого происходит раскалывание объектов из бетона и скальных пород.

4. Заключение

С использованием разработанного источника питания проведены испытания мощного одно- и двухканального устройства для локального высокоэнергетического электроимпульсного воздействия. Анализ испытаний подтвердил правильность заложенных принципов построения мощных электроразрядных устройств. Полученные результаты позволяют сконструировать сверхмощное многоканальное устройство, которое посредством создания электрогидравлического эффекта позволит осуществлять высокоэнергетическое воздействие на широкий круг объектов: раскалывать, дробить, бурить, уплотнять, штамповать.

Литература

- [1] Usov A.F., Tsukerman A., *Sravnitel'nyy analiz effektivnosti sposobov dezintegratsii gornykh porod i rud*, MGPU, Issue 7, Moskva 2002, 132–136.
- [2] Merkelo A.A., *Osobennosti i klassifikatsiya nevzryvnykh sposobov razrusheniya materialov*, Portal magistratov DonNTU [elect. resource], Donetsk 2002, <http://masters.donntu.edu.ua/2002/ggeo/merkelo/diss/lib/merkelo.rtf>, [accessed 26.01.09].
- [3] Cheys U., *Kratkiy obzor issledovaniy po vzryvayushchimsya provolochkam*, [w:] *Vzryvayushchiyesya provolochki*, Inostrannaya literatura, Moskva 1963, 9–17.
- [4] Yutkin L.A., *Elektrogidravlicheskiy effekt i ego primeneniye v promyshlennosti*, Mashinostroyeniye, Moskva 1986.
- [5] Rukhadze A.A., Shmigelya I.S. (red.), *Elektricheskiy vzryv provodnikov*, Mir, Moskva 1965, 360.
- [6] Burtsev V.A., Kalinin N.V., Luchinskiy A.V., *Elektricheskiy vzryv provodnikov i ego primeneniye v elektrofizicheskikh ustanovkakh*, Energoizdat, Moskva 1990, 217.
- [7] Tarkovskiy V.V., Balykin A.S., Yanichkin V.V., *Innovatsionnoye ispol'zovaniye elementov elektropitaniya moshchnykh lazerov dlya sozdaniya elektrogidravlicheskogo teplovogo vzryva*, Materialy VIII Mezhdunarodnoy konferentsii „Lazernaya fizika i opticheskiye tekhnologii“, Institut fiziki im. B.I. Stepanova Akademii Nauk Belarusi, Minsk 2010, 213–216.
- [8] Yutkin L.A., *Elektrogidravlicheskaya obrabotka metallov*, [w:] *Elektrozaryadnaya obrabotka materialov*. Mashinostroyeniye, Leningrad 1971.
- [9] Vorobyev A.A., Vorobyev G.A., Chepikov A.T., *Zakonmernosti proboya tverdogo dielektrika na granitse razdela s zhidkim dielektrikom pri deystvii impul'sa napryazheniya*, *Svidetel'stvo na otkrytiye* No. A-122 ot 29.04.1998 s prioriteto ot 14.12.1961.
- [10] Semkin B.V., Usov A.F., Kurets V.I., Semkin B.V., *Osnovy elektroimpul'snogo razrusheniya materialov*, Nauka, Sankt Petersburg, 1995, 276.
- [11] Goldfarb V., Bundy R., Dunton A., Shneerson G., Krivosheev S., Adamian Yu., *Digest of Technical Papers 11th IEEE International Pulsed Power Conference*, USA, Baltimore 1998, V.2, 1078–1085.
- [12] Anufrik S.S., Tarkovskiy V.V., *Mnogotslevaya universal'naya lazernaya sistema na osnove rastvorov krasiteley*, materialy III-y konferentsii po lazernoy fizike i spektroskopii, Institut fiziki im. B.I. Stepanova Akademii nauk Belarusi, Minsk 1997, 196–199.
- [13] Tarkovskiy V.V., Balykin A.S., Yanichkin V.V., *Innovatsionnoye ispol'zovaniye elementov elektropitaniya moshchnykh lazerov dlya sozdaniya elektrogidravlicheskogo teplovogo vzryva*, materialy VIII Mezhdunarodnoy konferentsii „Lazernaya fizika i opticheskiye tekhnologii“, Institut fiziki im. B.I. Stepanova Akademii nauk Belarusi, Minsk 2010, 213–216.
- [14] Yanichkin V.V., Balykin A.S., Tarkovskiy V.V., Pat. 7578 RB, MPK6 E21C 37/18. *Ustroystvo dlya raskalyvaniya razryadom monolitnykh konstruksiy, zayavitel' i patentoobladatel' GrGU im. Ya. Kupaly*, No. U20101083, 30.10.2011, Issue 5 (82), 261.
- [15] Tarkovskiy V.V., Yanichkin V.V., Balykin S.A., Levanovich A.V., Rybachok A.I., Filippovich S.M., Pat. 8879 BY, MPK6 E21C37/18. *Mnogokanal'noye ustroystvo dlya raskalyvaniya razryadom monolitnykh konstruksiy*, No. u20120482, 17.07.2012.
- [16] Levanovich A.V., Rybachok A.I., Filippovich S.M., Tarkovskiy V.V., *Razrusheniye betonnykh, zhelezobetonnykh i kamennykh konstruksiy metodom elektrogidravlicheskogo teplovogo vzryva pri provedenii avariyno-spatatel'nykh rabot*, materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii „CHS: teoriya i praktika“, Gomel' 16 maya 2013, 177–179.
- [17] Tarkovskiy V.V. i.a., *Ustroystvo dlya raskalyvaniya betonnykh i kamennykh konstruksiy pri provedenii avariyno-spatatel'nykh rabot*, „Vestnik GrGU“ Issue 1 2012, pp. 90–99.
- [18] Levanovich A.V. i.a., *Elektrogidravlicheskiye tekhnologii dlya MChS*, „Chrezvychaynyye situatsii: obrazovaniye i nauka“ Vol. 7, Issue 1, 2012, pp. 39–44.
- [19] Tarkovskiy V.V., Balykin A.S., Yanichkin V.V., Levanovich A.V., Rybachok A.I., Filippovich S.M., Pat. 9812 BY, MPK6 E21C37/18. *Mobil'naya ustanovka dlya razrusheniya monolitnykh konstruksiy*, No u20130502, zayavl. 11.06.2013; zayavitel' i patentoobladatel' GrGU im. Ya. Kupaly.

* * *

Тарковский Викентий Викентьевич, заместитель декана физико-технического факультета Гродненского государственного университета имени Янки Купалы, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры лазерной физики и спектроскопии, образование высшее, автор 4-х патентов и 10-и статей в области электрогидравлических технологий.

Василевич Александр Евгеньевич, директор РУП УНПЦ «Технолаб», кандидат физико-математических наук, доцент кафедры электротехники и электроники Гродненского государственного университета имени Янки Купалы, образование высшее, разработчик электронной техники.

Балыкин Александр Сергеевич, инженер 1-й категории кафедры лазерной физики и спектроскопии Гродненского государственного университета имени Янки Купалы, образование высшее, автор 4-х патентов и 10-и статей в области электрогидравлических технологий.

Стахейко Павел Николаевич, магистрант кафедры лазерной физики и спектроскопии Гродненского государственного университета имени Янки Купалы, образование высшее, автор 1-го патента и 3-х статей в области электрогидравлических технологий.

Леванович Андрей Викторович, начальник научно-практического центра учреждения «Гродненское областное управление МЧС» Республики Беларусь, магистр технических наук, образование высшее, автор 4-х патентов и 5-и статей в области пожарной безопасности и электрогидравлических технологий.

Сакович Эрнест Иванович, ведущий научный сотрудник научно-практического центра учреждения «Гродненское областное управление МЧС» Республики Беларусь, образование высшее, автор 2-х статей в области электрогидравлических технологий..

Филипович Сергей Михайлович, научный сотрудник научно-практического центра учреждения «Гродненское областное управление МЧС» Республики Беларусь, образование высшее, автор 6-и патентов и 5-и статей в области пожарной безопасности и электрогидравлических технологий.

Скрипко Алексей Николаевич, начальник отдела исследований в области предупреждения чрезвычайных ситуаций учреждения «Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций» МЧС Республики Беларусь, соискатель степени кандидата технических наук, образование высшее, автор 2-х патентов, 1-го научного издания в области пожарной безопасности.

доктор техн. наук **Козубовский В.Р.**, профессор кафедры технологии машиностроения УжНУ /
prof. **Kozubovskiy V.R.**, Ph.D.¹

инж. **Мисевич И.З.** / **Misevich I.Z.**, Eng.²

кандидат техн. наук **Иванчук М.М.** / **Ivanchuk M.M.**, Ph.D.²

Przyjęty/Accepted/Принята: 14.07.2015;

Zrecenzowany/Reviewed/Рецензирована: 09.11.2015;

Opublikowany/Published/Опубликована: 31.12.2015;

Сравнительный анализ датчиков газовых извещателей для раннего обнаружения пожара³

Comparative Analysis of Sensors Contained in Gas Detectors Designed For Early Fire Detection

Analiza porównawcza czujników wykorzystywanych w czujkach gazu do wczesnego wykrywania pożaru

АННОТАЦИЯ

Цель: Цель данной статьи помочь разработчику пожарных извещателей выбрать датчик для канала углекислого газа (СО) в мультисенсорном пожарном извещателе. Если Вы ознакомитесь с монографиями по датчикам, то наверняка обнаружите много подходящих датчиков для анализа СО. Каждый из датчиков имеет свои преимущества и недостатки. Поэтому сделать выбор достаточно трудно. Мы, на основе своего многолетнего опыта по разработке и постановке на производство приборов газового анализа и пожарных извещателей предложим наиболее подходящие варианты.

Введение: В настоящее время для обнаружения пожара широко используются дымовые извещатели (часто с датчиком температуры). Однако они имеют ряд недостатков – не селективные по отношению к дыму (воспринимают как дым аэрозоли, пары воды, пары приготовления пищи, пыль). Пожарный извещатель СО свободен от этих недостатков, поскольку он является селективным по отношению к СО. Поэтому был разработан ряд перспективных Европейских стандартов и международных стандартов, которые предусматривают анализ СО для обнаружения пожара. Конечно, большие концентрации СО могут возникнуть и в помещениях, где курят, где есть отопительные приборы на твердом и газообразном топливе, в гаражах и подземных парковках. Мультисенсорные же извещатели, имеющие два канала раннего обнаружения пожара – СО и дымового, компенсирует недостатки каждого канала и при одновременном срабатывании обоих каналов можно с уверенностью утверждать, что мы имеем дело с пожаром на ранней стадии его развития, а не с пылью, парами воды, аэрозолями или просто большой концентрацией СО. Для канала СО существующие стандарты рекомендуют использовать электрохимические датчики.

Методы: В статье описаны технические параметры наиболее подходящих для контроля СО электрохимических датчиков – электролитических на основе кислотных электролитов и металл-оксидных полупроводников, а именно Nap-508 (505) и TGS2442. Описан также принцип действия и рекомендуемые схемы подключения. Эти датчики специально разрабатывались для создания на их основе пожарных извещателей газовых, прошли все испытания в соответствии с требованиями, предъявляемые к пожарным извещателям. Отмечено, что металл-оксидные датчики имеют более приемлемые эксплуатационные характеристики – более широкий рабочий диапазон температур, большой срок сохраняемости, отсутствие в своем составе агрессивных сред. К их недостаткам следует отнести сравнительно большое энергопотребление ~ 15 мВт.

Выводы: Рассмотрены перспективы развития технологий изготовления металл-оксидных полупроводниковых датчиков. Указано, что применение микро и нано технологий при изготовлении этих датчиков решит вопрос уменьшения их энергопотребления до уровня, достаточного для изготовления автономных пожарных извещателей с питанием от батарейки. Уже сейчас фирма Фигаро разработала датчик TGS8410 со средним энергопотреблением 0,087 мВт.

Ключевые слова: пожар, извещатель, мультисенсорный, дым, газ, датчик, концентрация, электрохимический, металл-оксидный, электролитический

Вид статьи: обзорная статья

¹ Ужгородский национальный университет, Украина / Uzhhorod National University, Ukraine; kozub@hotmail.com;

² ЧП «АРТОН», Черновцы, Украина / ARTON, Chernivtsi, Ukraine;

³ Процентное соотношение участия в подготовке статьи / Percentage contribution: Kozubovskiy V.R. – 50%; Misevich I.Z. – 25%; Ivanchuk M.M. – 25%;

ABSTRACT

Aim: The purpose of this article is to help designers of fire detectors with the selection of a carbon monoxide (CO) sensor for a multi-sensor fire detector. Academic work on detectors provides an abundance of material about sensors suitable for CO analysis. Each sensor has its advantages and disadvantages. Therefore, choosing a suitable sensor is quite difficult. The authors, based on their extensive experience in the development and production of devices for gas analysis and fire detectors, propose most adequate solutions.

Introduction: Current devices for discovering a fire, work on the principle of detecting smoke, often incorporating a temperature sensor. However, these have many disadvantages. They do not function in a discerning way in relation to smoke (aerosols, water vapour, cooking vapour and dust are all identified as smoke). A CO fire detector is free of these shortcomings, since it is selective and reacts to CO. For this reason many perspective European norms and international standards emerged, which recommend CO analysis for detection of fires. Obviously, high concentrations of CO can occur in areas where people smoke, where heating appliances utilising solid and gaseous fuels are used, in garages and in underground car parks. Multi-Sensor Detectors with two methods of detecting fire, CO and smoke, compensate shortcomings of each method. It can be confidently stated that through a simultaneous response from both detection methods, a fire will be dealt with at an early stage of development and resources will not be sidetracked by dust, water vapour, aerosols or high concentration of CO. For detection of CO, existing standards recommend the use of electrochemical sensors.

Methods: The article describes the technical parameters of the most appropriate electrochemical sensors for monitoring of CO. These are electrolytic, based on acidic electrolyte and metal oxide semiconductors, namely Nap-508 (505) and TGS2442. The principles of operation and recommended circuit connection are suitably described in the article. The sensors are specially designed for use with gas fire detectors and were tested in accordance with requirements for fire detectors. It is noted that metal-oxide sensors have the most acceptable performance characteristics, across the broadest temperature range, long period of validity and absence of aggressive substances in composite elements. Among its disadvantages is a relatively high power consumption ~ 15 mW.

Conclusions: Examined prospects for the development and production of metal oxide semiconductor sensors. It is indicated that the use of micro and nanotechnology in the manufacture of sensors will solve the problem of reducing energy consumption to a level sufficient for the production of self-contained smoke detectors powered by batteries. At present, Figaro has developed a sensor TGS8410 with an average power consumption of 0.087 mW.

Keywords: fire, detector, multisensory, gas, sensor, concentration, electrochemical, electrolytic, oxidic

Type of article: review article

ABSTRAKT

Cel: Celem artykułu jest udzielenie wskazówek konstruktorom czujek pożarowych odnośnie wyboru czujników tlenku węgla w komorze wielosensorowej czujki pożarowej. W monografiach poświęconych tej tematyce znaleźć można wiele czujników nadających się do analizy CO. Każdy czujnik ma swoje zalety jak i wady. W związku z tym wybór odpowiedniego czujnika jest dość trudny. Autorzy, na bazie wieloletniego doświadczenia w projektowaniu i produkcji przyrządów do analizy gazowej i czujek pożarowych, zaproponowali najbardziej adekwatne rozwiązanie.

Wprowadzenie: Obecnie do wykrywania pożarów bardzo często wykorzystywane są czujki dymu (zwykle z czujnikiem temperatury). Mają one jednak wiele wad – nie działają w sposób selektywny na dym (rozpoznają jako dym aerozole, parę wodną, parę powstającą przy gotowaniu, kurz). Czujka pożarowa CO nie ma takich wad, ponieważ reaguje wyłącznie na CO. Dlatego powstało wiele perspektywicznych norm europejskich i standardów międzynarodowych, które do wykrywania pożarów przewidują analizę CO. Oczywiście, duże stężenia CO mogą powstać w pomieszczeniach, w których pali się papierosy, również tam gdzie znajdują się urządzenia ciepłownicze na paliwo stałe lub gazowe, w garażach i parkingach podziemnych. Wielosensorowe czujki, wykorzystujące dwie komory wykrywania pożaru – CO i dymu, rekompensują wady każdej z tych komór. Przy jednoczesnej aktywacji obu, można z pewnością stwierdzić, że mamy do czynienia z pożarem we wczesnym stadium rozwoju, a nie z kurzem, parą wodną, aerozolem lub po prostu dużym stężeniem CO. Do wykrywania CO odpowiednie normy rekomendują użycie czujników elektrochemicznych.

Metody: W artykule opisano parametry techniczne najbardziej odpowiednich do kontroli CO czujników elektrochemicznych na bazie elektrolitów kwasowych i półprzewodników tlenkowych, a dokładnie Nap-508 (505) i TGS2442. Opisano również zasady pracy i zalecane schematy połączeń. Czujniki te były opracowywane specjalnie do wykorzystania w pożarniczych czujkach gazu i przeszły wszystkie badania zgodnie z wymogami dla czujek pożarniczych. Zaznaczono, że czujniki tlenkowe mają najbardziej akceptowalne charakterystyki eksploatacyjne – najszerszy zakres temperatur, długi termin ważności, brak w składzie elementów środowiska agresywnego. Do ich wad należy względnie duże zużycie energii ~ 15 mW.

Wnioski: Rozpatrzono perspektywy rozwoju technologii produkcji półprzewodnikowych czujników tlenkowych. Wskazano, że zastosowanie mikro- i nanotechnologii przy produkcji tych czujników rozwiązuje kwestię zmniejszenia zużycia energii do poziomu dostatecznego do przygotowania autonomicznych czujek pożarniczych zasilanych baterią. Już teraz firma Figaro opracowała czujkę TGS8410 za średnim zużyciem prądu 0,087 mW.

Słowa kluczowe: pożar, czujka, wielosensorowy, dym, gaz, czujnik, stężenie, elektrochemiczny, tlenkowy, elektrolityczny

Typ artykułu: artykuł przeglądowy

1. Цель

Целью данной статьи является раскрытие особенностей применения современных электрохимических датчиков в составе мультисенсорных пожарных извещателей.

2. Введение

Анализ окиси углерода как предвестника пожара становится все более актуальным в последнее время. Хотя сейчас для обнаружения пожара широко используются дымовые извещатели (часто с датчиком

температуры), они имеют ряд недостатков – не селективные по отношению к дыму (воспринимают как дым аэрозоли, пары воды, пары приготовления пищи, пыль). Пожарный извещатель оксида углерода (CO) свободен от этих недостатков, он является селективным по отношению к CO и поэтому был разработан ряд Европейских стандартов (EN 54-26, EN 54-30, EN 54-31) [1–3] и международных стандартов (ISO 7240-6, ISO 7240-8, ISO 7240-27) [4–6], которые предусматривают анализ CO для обнаружения пожара. Конечно, большие концентрации CO могут возникнуть и в помещениях, где курят, где есть отопительные приборы на твердом и газообразном топливе, в гаражах и подземных парковках. Но эти помещения можно легко отсечь и не рекомендовать устанавливать в этих помещениях пожарные извещатели газовые (ПИГ). Извещатели CO чаще всего входят в состав мультисенсорных пожарных извещателей в качестве одного из каналов получения информации о пожароопасной ситуации. Каждый датчик мультисенсорного извещателя чувствителен к тому или иному типу пожара, а их совокупность позволяет однозначно идентифицировать пожар. Действительно, скажем CO извещатель, чувствителен к тлению углеродосодержащего материала (типы пожаров TF2, TF3, TF9). Т.е. определяет пожар на начальной стадии его развития. Тепловой канал определяет пожар по повышению температуры в помещении (типы пожаров TF1, TF5, TF6 – когда идет полноценное горение). Дымовой канал тоже чувствителен к пожарам типа TF2, TF3, TF9, однако не чувствителен к CO. Это дает возможность отсечь варианты больших концентраций CO при отсутствии пожара. Т.е. сочетание двух каналов раннего обнаружения пожара – CO и дымового компенсирует недостатки каждого канала и при одновременном срабатывании обоих каналов можно утверждать, что мы имеем дело с пожаром на ранней стадии его развития, а не с пылью, парами воды, аэрозолями или большой концентрацией CO. Однако бывают случаи, когда помещение задымленное, есть небольшая концентрация CO, а пожара нет (например, при запуске котла на твердом топливе и отсутствии достаточной тяги). В этом случае, возможно, необходимо контролировать температуру в помещении. Конечно, температура срабатывания не должна быть большой

или необходимо контролировать скорость нарастания температуры. Иначе, о каком раннем обнаружении пожара может идти речь? Т.е. для конкретных типов помещений и конкретных задач должны быть определены критерии оценки пожароопасных ситуаций с учетом вероятности разных событий и их корреляции. Именно этому варианту мультисенсорного извещателя (канал CO, дыма и тепла) и посвящены стандарты EN 54-31, ISO 7240-27.

С другой стороны, CO является токсичным газом и большие концентрации CO приводят к смертельным случаям. CO блокирует перенос кислорода кровью, возникает кислородное голодание и человек теряет ориентацию, сознание и умирает. Т.е. большие концентрации CO (больше 40 ppm) являются опасными и срабатывание извещателя CO говорит об опасности или пожара или отравления. Стандарт LPS 1282 [7] рекомендует в случае использования мультисенсорного пожарного извещателя с датчиками CO, дыма и, возможно, тепла, разделять сигналы пожара и загазованности помещений CO. Можно конечно утверждать, что нет необходимости разделять эти сигналы. Раз есть сигнал опасности, то надо просто покинуть помещение. Однако дело в том, какие в последующем предпринять шаги. Вызвать пожарных, проветрить помещение, или вызвать скорую помощь.

3. Датчики для канала CO

Все указанные выше стандарты оговаривают использование в канале CO электрохимических газовых датчиков. Электрохимические газовые датчики можно разделить на два больших класса:

- датчики, электрохимическая реакция в которых происходит на поверхности материала, чаще всего металл-оксидного полупроводника;
 - датчики, электрохимическая реакция в которых происходит на электродах, помещенных в электролит.
- Эти два класса можно разделить на различные типы, подтипы, но мы не будем утруждать читателей этой статьи сложной классификацией, а рекомендуем, в случае возникновения желания детально разобраться в вопросе, обратиться к работам [8–9].

Каждый класс имеет свои недостатки и преимущества. Сравнение их параметров приведено в табл. 1.

Таблица 1. Сравнение основных технических характеристик электрохимических датчиков

Параметр	Принцип детектирования	
	Электрохимия объемная	Электрохимия поверхности
Линейность	Линейный	Логарифмический
Время отклика и восстановления	Быстрое	Очень быстрое
Селективность	Хорошая	Слабая
Влияние влаги	Не влияет	Незначительная
Механическая стойкость	Хорошая	Хорошая
Потребляемая мощность	Отсутствует	Незначительная

Источник: Собственная разработка.

Table 1. Comparison of the main technical characteristics of electrochemical sensors

Parameter	Detection principle	
	Electrochemistry volumetric	Surface electrochemistry
Linearity	Linear	Logarithmic
The response and recovery times	Fast	Very fast
Selectivity	Good	Low
Moisture influence	Not affect	Negligible
Mechanical resistance	Good	Good
Consumption power	No	Negligible

Source: Own elaboration.

Как видно из табл. 1 электрохимические реакции при использовании электролита дают возможность получить более приемлемые технические характеристики датчиков. Однако эксплуатационные характеристики металл-оксидных датчиков несколько лучше – это полупроводниковые изделия, и, как и все подобные, имеют большой срок сохраняемости и службы. Для электролитических датчиков ситуация противоположенная. Действительно, кто может, например, гарантировать, что электролит не вытечет из ячейки? Если это произойдет, то пострадает весь прибор (аналогия батарейки на плате компьютера). Правда, в некоторых датчиках используют сгущенный электролит. Однако такие датчики не работают при высоких температурах и чувствительны к влаге. Кроме того, при достаточно больших фоновых концентрациях СО постоянно идет электрохимическая реакция и, естественно, ресурс электролита не безграничен.

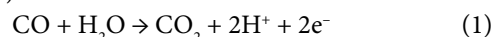
Чтобы оценить перспективы датчиков обоих типов нам придется рассмотреть их конструкцию и принцип их действия.

4. Конструкция, принцип действия и технические характеристики бытовых электролитических датчиков фирмы NEMOTO [10]

Это относительно недорогие, малогабаритные датчики с большим сроком службы NAP-505, NAP-508. Они по конструкции идентичны и отличаются сроком службы – более 7 и более 10 лет, соответственно. Возможно, отличие в сроке службы достигается за счет количества электролита.

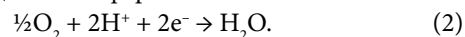
Датчик NAP-508 (NAP -505) состоит из трех пористых электродов с использованием благородных металлов, разделенных насыщенными парами водного раствора кислотного электролита, который находится в пределах пластикового корпуса. Газ поступает в электролитическую ячейку через газо-фазовый диффузный барьер (капилляр) и угольный фильтр, который удаляет нежелательные газы, мешающие работе датчика и приводящие к выдаче ложного сигнала. Резервуар с электролитом обеспечивает необходимое давление насыщенных паров электролита и датчик вентилируют, чтобы обеспечить равновесие внутреннего и внешнего давления датчика.

В процессе работы газ проникает в ячейку через капилляр и фильтр, и вступает в контакт с рабочим электродом. Присутствующая в газовой пробе окись углерода подвергается следующей химической реакции (окисления):



Генерируемый CO_2 отводится наружу из ячейки через капилляр, а ионы водорода (H^+) мигрируют в электролите внутри ячейки. Электроны (e^-), генерируемые на рабочем электроде, поступают во внешнюю цепь через металлический контакт в виде небольшого (нА) электрического тока.

Реакция на рабочем электроде уравнивается взаимной (восстановительной) реакцией на измерительном (счетном) электроде, с помощью кислорода из окружающей атмосферы:



Электроны, используемые в этой реакции, протекают по внешней цепи через металлическую контактную полосу счетного электрода.

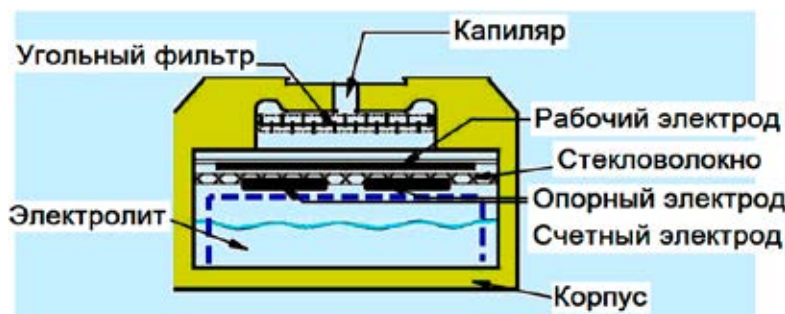


Рис. 1. Конструкция электрохимического датчика NAP-508 [10]

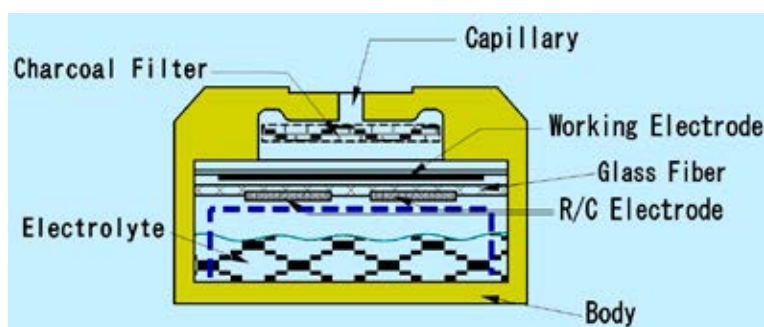


Fig. 1. Design of electrochemical carbon monoxide gas sensors NAP-508 [10]



Рис. 2. Принцип действия датчика NAP-508 [10]

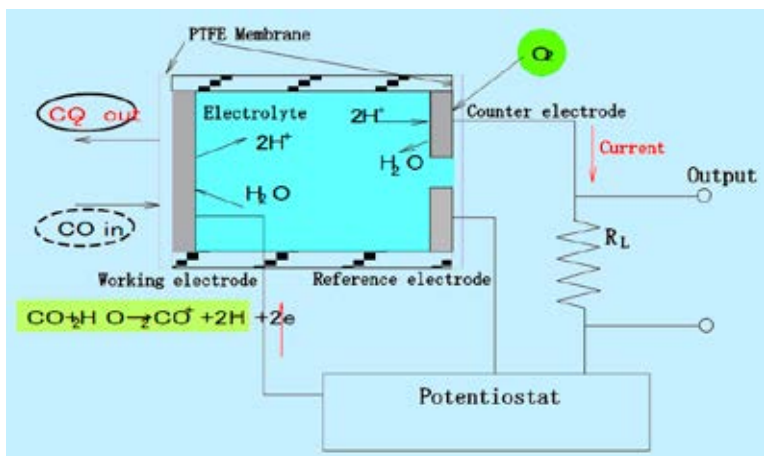


Fig. 2. Schematic representation of the CO sensor NAP-508 and meter-current circuit [10]

Таким образом, в то время как ионы водорода генерируются на рабочем электроде, вода потребляется. В это же время ионы водорода потребляются измерительным электродом, и вода воссоздается заново. Электрохимическая реакция на рабочем электроде генерирует электроны, в то же время реакция на измерительном электроде потребляет электроны. Соединив рабочий и измерительный электроды вместе с помощью специального контура, поток электронов между двумя электродами измеряется как уровень токового сигнала в пА, пропорциональный концентрации монооксида углерода.

Электрод сравнения сохраняет работоспособность ячейки. Он окружен электролитом, не контактирует

с газом и ток не проходит через него. Его электрохимический потенциал, следовательно, всегда остается постоянным на уровне известного как «потенциал покоя воздуха», и он используется для регулирования потенциала рабочего электрода, независимо от тока, генерируемого во время его работы. Таким образом, использование электрода сравнения (трехэлектродное функционирование) помогает расширить рабочий диапазон датчика, улучшить линейность и дает ряд преимуществ по сравнению с похожими датчиками, работающими только с двумя электродами. Ниже приведены основные технические характеристики датчика NAP-508 [10].

Таблица 2. Основные технические характеристики электролитического датчика NAP-508

Характеристика	Значение
Детектируемый газ	Монооксид углерода
Диапазон детектируемых концентраций	0 ... 1000 ppm
Выходная чувствительность	20 ± 5 nA/ppm
Смещение нуля при 20°C	Эквивалентно 5 ppm
Время отклика (измерение T90T)	< 30 с
Точность измерения	± 2%
Температурная зависимость	± 15 ppm (в диапазоне -20 ... +50°C)
Долговременный дрейф	< 3% в год
Ожидаемая продолжительность работы	> 10
Диапазон температур	-20 ... 50°C
Диапазон влажности	15 ... 90% RH
Давление	1±0,1 Атм
Рекомендуемая температура хранения	0 ... 20°C
Рекомендуемое максимальное время хранения	10 месяцев
Вес	2,6 г

Источник: Собственная разработка.**Table 2.** Main specifications of electrolytic sensor NAP-508

Specifications	Value
Detectable Gas	Carbon monoxide (CO)
Standard concentration range	0–1000 ppm
Output Current	20 ± 5 nA/ppm
Zero Offset at 20°C	<+/- 5ppm equivalent
Response Time (Measured as T90T)	< 30 с
Accuracy (Measured as Repeatability)	± 2%
Temperature Dependence (Zero)	± 15 ppm (-20°C to +50°C)
Long Term Sensitivity Drift	< 3% / year
Expected Lifetime in the field	> 10
Temperature Range	-20 ... 50°C
Standard constant Humidity Range	15 ... 90% RH
Standard Constant Pressure Range	1 ± 0,1 atm
Recommended storage Temperature Range	0 ... 20°C
Recommended Maximum Storage Time	10 months
Weight	2,6 g

Source: Own elaboration.

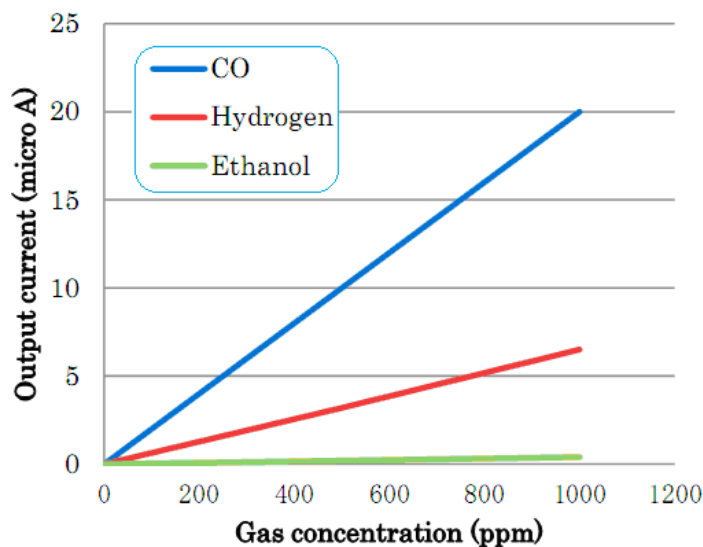


Рис. 3. График чувствительности к разным газам [10]
Fig. 3. The graph of sensitivity characteristics for various gases [10]

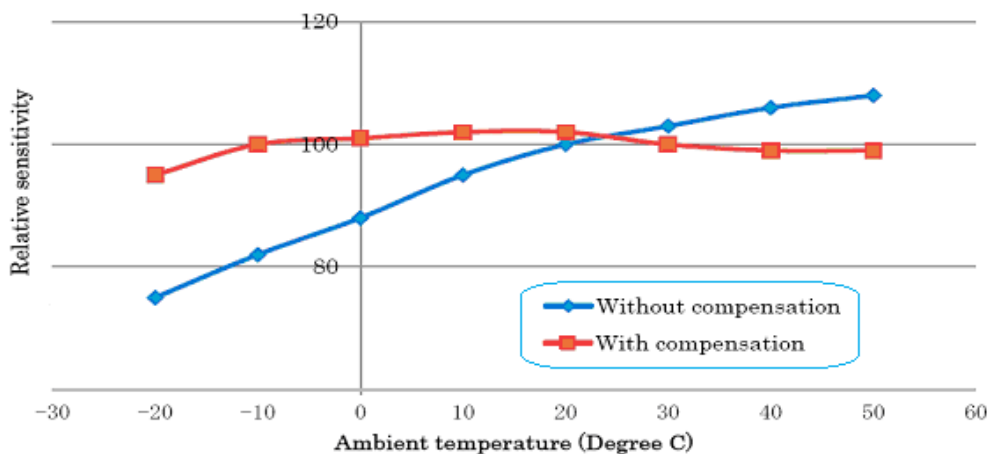


Рис. 4. Зависимость чувствительности от температуры [10]
Fig. 4. Relationship between the signal sensitivity and the temperature [10]

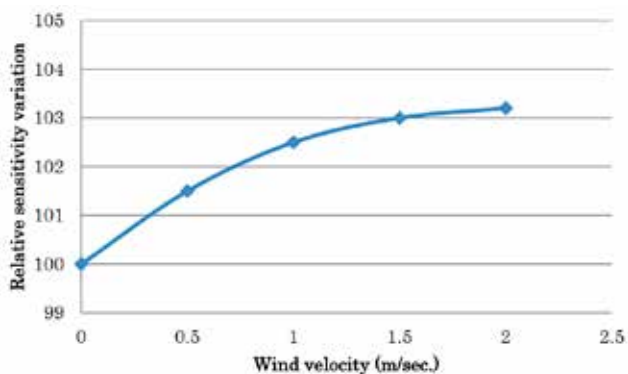


Рис. 5. Зависимость чувствительности от скорости ветра/воздушного потока [10]
Fig. 5. Wind / Flow influences [10]

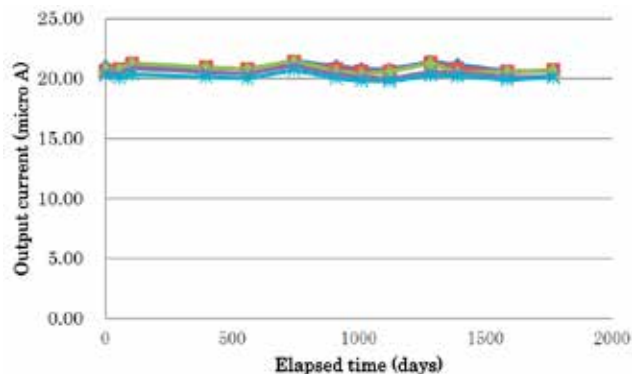


Рис. 6. Долговременная стабильность [10]
Fig. 6. Long term stability [10]

Таблица 3. Время отклика датчика при разных температурах [10]**Table 3.** Response times of sensor at different temperatures [10]

Response	Response time (s)				
	–20°C	–10°C	0°C	20°C	40°C
T 60	6	Less than 5	Less than 5	Less than 5	Less than 5
T 90	52	30	18	12	9
T 95	112	60	36	21	12

Таблица 4. Перекрестная чувствительность к разным газам [10]**Table 4.** Cross sensitivities to other gases [10]

Тестирующий газ / Test gas	Относительная чувствительность (CO is 100) при 20°C / Relative sensitivity (CO is 100) at 20°C
CO	100
Водород / Hydrogen	30
Метан / Methane	0
Изобутан / Iso-Butane	0
Углекислый газ / Carbon dioxide	0
Сероуглерод / Carbon di-sulfate	0
Сероводород / Hydrogen sulfide	0
Оксид азота / Nitrogen oxide	0
Диоксид азота / Nitrogen dioxide	< 5
Аммиак / Ammonia	0 ***
Этилацетат / Ethyl acetate	0 ***
Дихлорметан / Di-chloromethane	0 ***
Гептан / Heptane	0 ***
Толуол / Toluene	0 ***
Изопропиловый спирт / IPA	0 ***
Этиловый спирт / Ethanol	< 2 *
Гексаметилдисилоксан / Hexa-methyl di-siloxan	0 **

Время воздействия: * 30 минут, ** 40 минут, *** 2 часа.

Exposure time: * 30 minutes ** 40 minutes *** 2 hours.

4.1. Рекомендуемое основное схемное решение

Приведенная ниже схема использует операционный усилитель OP97, легко доступный и имеющий малую мощность. Температурная зависимость NAP-508 компенсируется NTC термистором, имеющим константу $\beta = 3435\text{K}$, изготовленным Ishizuka Denshi. Таким образом, полученная точность может быть в пределах $\pm 10\%$ в диапазоне от -10°C до 50°C . Также может быть

использован и любой другой термистор с β -константой 3500K и значением сопротивления (R_{25}) $10\text{ k}\Omega$.

Температурная компенсация, приведенная в этой схеме, относится только к чувствительности. Смещение нуля от температуры не компенсируется в этом случае, но может применяться другой термистор, сложная терморезисторная матрица или компенсация программным обеспечением.

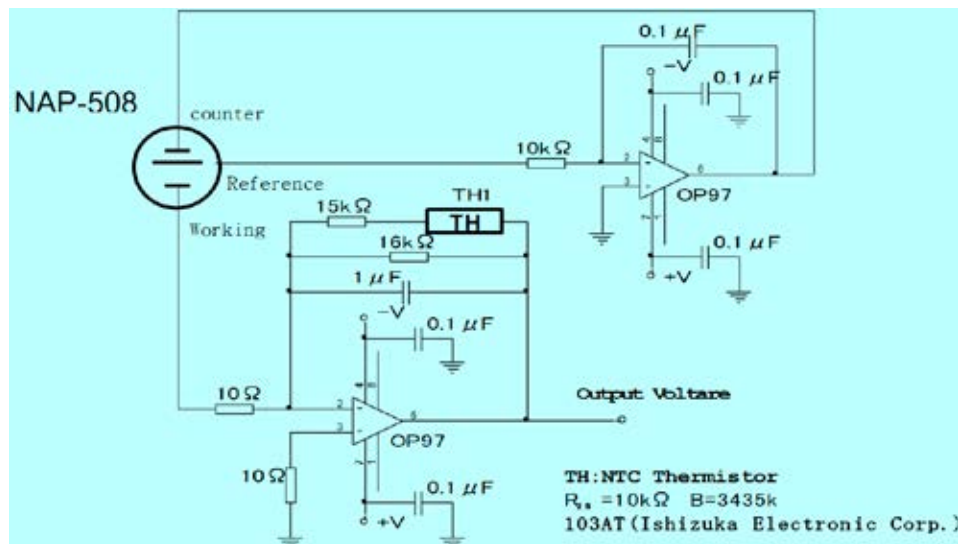


Рис. 7. Рекомендуемое схемное решение [10]

Fig. 7. Basic operational circuit [10]



Рис. 8. Внешний вид автономного газосигнализатора СО АСО-10 (ПП «АРТОН») на основе датчика NAR-508.

Fig. 8. View of the CO off-line detector ACO-10 (from PP "Arton") on basis sensor NAP-508.

5. Электрохимические метал-оксидные датчики для анализа CO

5.1. Популярное объяснение принципа работы датчика

В чистом воздухе, донорные электроны в диоксиде олова притягиваются кислородом, который

адсорбируется на поверхности чувствительного материала, предотвращая электрический ток.



Рис. 9. Популярная демонстрация принципа работы металл-оксидного датчика [11]

Fig. 9. The popular demonstration of the operating principle of a metal-oxide sensor [11]

В присутствии восстанавливающих газов, поверхностная плотность адсорбированного кислорода уменьшается, так как он реагирует с восстановительными газами. Электроны затем поступают в диоксид олова, позволяя току свободно протекать через датчик (кликните на ссылку для просмотра процесса в динамике).

5.2. Принцип действия

В случае, когда чувствительный слой материала датчика (как правило, диоксид олова $[\text{SnO}_{2-x}]$) нагревают до высокой температуры, такой как 400°C ,

и в случае отсутствия кислорода, электроны текут через контактирующие части (по границам зерен) кристалла диоксида олова. В чистом воздухе (около 21% O_2), кислород адсорбируется на поверхности оксида металла. Благодаря высокому сродству к электронам, адсорбированный кислород притягивает свободные электроны внутри оксида металла, образуя потенциальный барьер на границах зерен. Это потенциальный барьер препятствует потоку электронов, в результате чего наблюдается большое сопротивление датчика в чистом воздухе (см. рис. 10A).

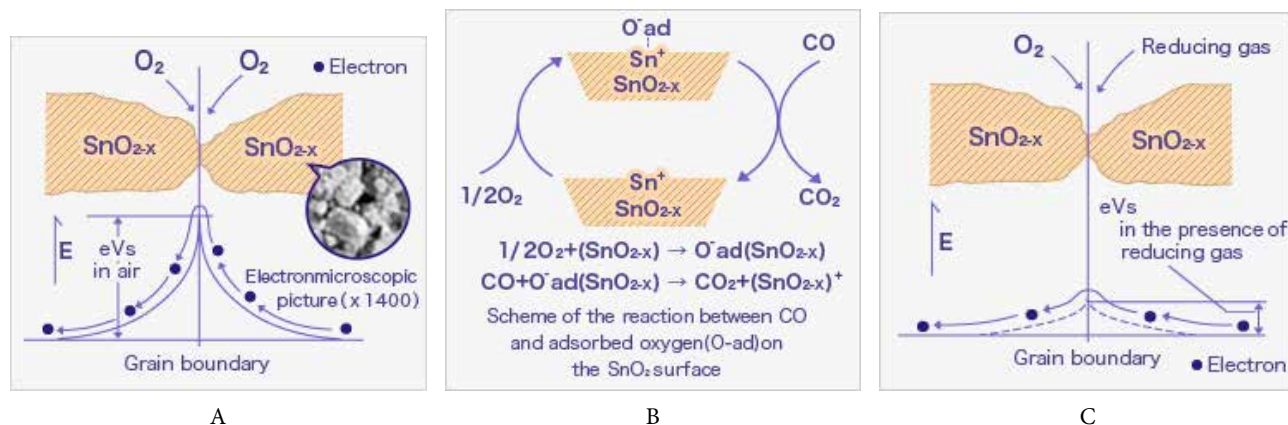


Рис. 10. Принцип работы металл-оксидного датчика [11]
Fig.10. The explanation of the operating principle of a metal oxide sensor [11]

Когда на датчик воздействует горючий или восстановительный газ (например, оксид углерода), на поверхности диоксида олова происходит реакция окисления этого газа адсорбированным кислородом (см. Рис. 10B). В результате, плотность адсорбированного кислорода на поверхности диоксида олова уменьшается, уменьшается также и высота потенциального барьера (см. Рис. 10C). Тогда электроны легко проходят через потенциальный барьер с уменьшенной высотой и сопротивление датчика уменьшается. Анализируемый газ в воздухе может быть обнаружен путем измерения изменения сопротивления газового датчика. Результат химической реакции газов и адсорбированного кислорода на поверхности диоксида олова зависит от реакционной способности анализируемых газов и рабочей температуры датчика.

5.3. Характеристики датчика для анализа CO TGS2442 фирмы Figaro (Япония)

TGS2442 это новый тип толсто пленочных металл-оксидных полупроводников, с трафаретной печатью, миниатюрный, с использованием импульсного нагрева для достижения низкого энергопотребления [12]. TGS2442 обладает высокой селективностью к окиси углерода вместе с уменьшенной зависимостью от влажности и хорошей долговечностью.

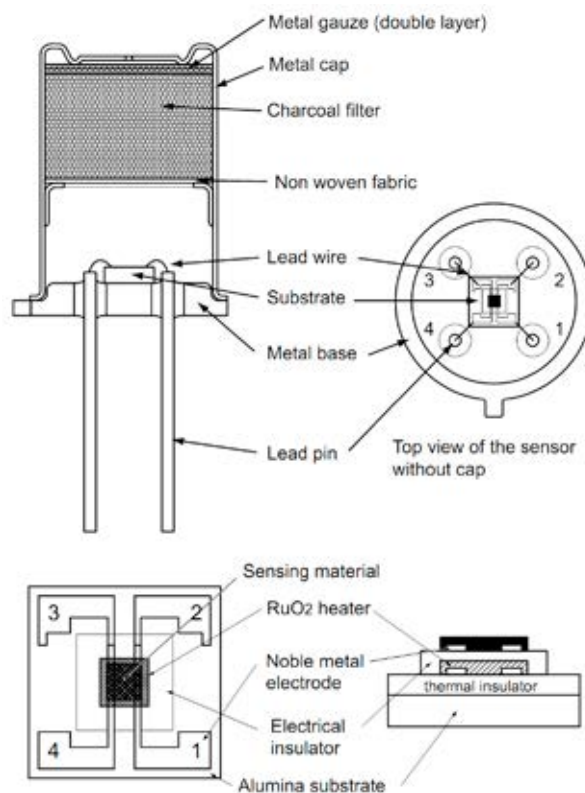


Рис. 11. Конструкция TGS2442 [12]
Fig. 11. Design of TGS2442 [12]

На рисунке 11 показана конструкция TGS2442. В датчике используется многослойная структура. Слой стекла для тепловой изоляции наносится между нагревателем на основе оксида рутения (RuO_2) и подложки из оксида алюминия. Пара золотых электродов нагревателя наносится на теплоизолятор. Газочувствительный слой на основе диоксида олова (SnO_2) наносится на электроизоляционный слой, который отделяет обогреватель. Пара Pt электродов для чувствительного слоя датчика наносится на электрический изолятор. Активированный угольный фильтр используется с целью уменьшения влияния мешающих газовых компонентов.

На рисунке 12 показана базовая измерительная схема TGS2442 [12]. Напряжение (V_c) прикладывается к чувствительному слою, который имеет сопротивление (R_s) между двумя электродами датчика (контакты 2 и 3)

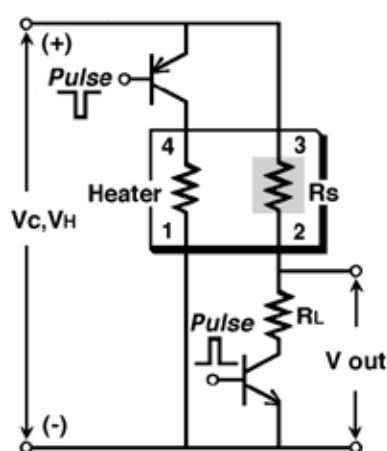


Рис. 12. Электрическая схема [12]
Fig. 12. Basic operational circuit [12]

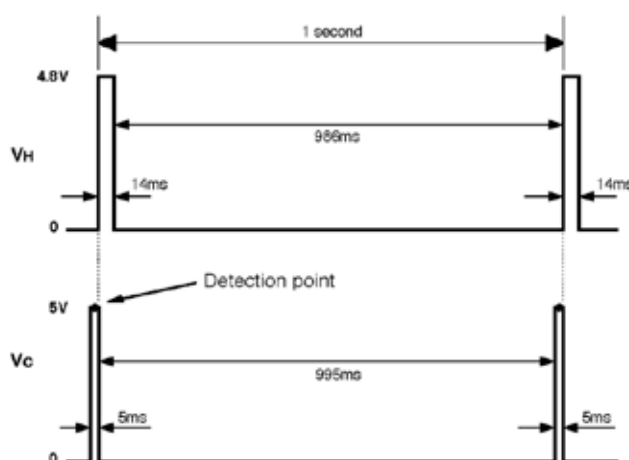


Рис. 13. Циклы нагревателя и схемы измерения [12]
Fig. 13. The cycles of heater and measurement circuit [12]

Таблица 5. Основные технические характеристики металл-оксидного датчика TGS2442 [12]

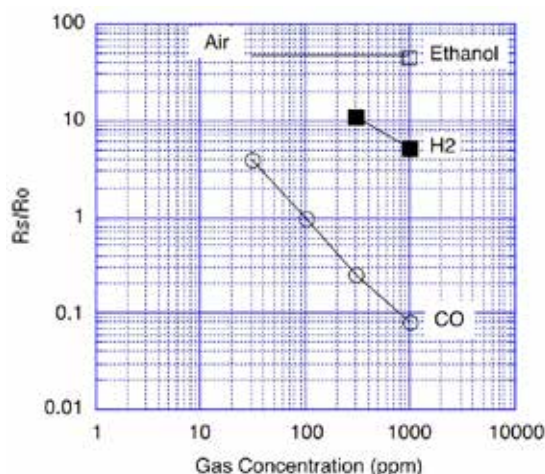
Параметр			Значение
Номер модели			TGS 2442
Тип чувствительного элемента			M1
Корпус			ТО-5 металлический
Детектируемый газ			Монооксид углерода
Рабочий диапазон чувствительности			30 ~ 1000 ppm
Стандартные условия цепи	Напряжение нагревателя в цикле прогрева	V_H	$V_{HH} = 4.8V \pm 0.2V$ DC, 14ms, $V_{HL} = 0.0$, 986 ms
	Напряжение в измерительной цепи	V_C	$V_C = 0V$ на протяжении 995ms, $V_C = 5.0V \pm 0.2V$ DC на протяжении 5ms
	Сопротивление нагрузки	R_L	изменяется (≥ 10 k Ω)
Электрические характеристики при стандартных условиях	Сопротивление нагревателя	R_H	$17 \pm 2.5\Omega$ при комнатной температуре
	Ток нагревателя	I_H	Примерно 203 mA (при V_{HH})
	Мощность, потребляемая нагревателем	P_H	примерно 14mW (среднее значение)
	Сопротивление сенсора	R_S	13.3k Ω ~ 133k Ω в 100ppm монооксида углерода
	Чувствительность (изменение соотношения R_S)	β	0.13 ~ 0.31
Стандартные условия испытаний	Условия испытаний газа		Монооксид углерода в воздухе при $20 \pm 2^\circ\text{C}$, $65 \pm 5\%RH$
	Условия электрической цепи		Стандартные условия цепи (см.выше)
	Время выдержки перед тестом		2 дня и более

Table 5. Main technical characteristics of the metal-oxide sensor TGS2442 [12]

Specifications			Value
Model number			TGS 2442
Sensing element type			M1
Standard package			TO-5 metal can
Target gases			Carbon monoxide
Typical detection range			30 ~ 1000 ppm
Standard circuit conditions	Heater voltage cycle	V_H	VHH = 4.8V $\pm$ 0.2V DC, 14ms VHL = 0.0, 986 ms
	Circuit voltage cycle V	V_C	VC = 0V for 995 ms, VC = 5.0V $\pm$ 0.2V DC for 5 ms
	Load resistance	R_L	variable ($\geq 10k\Omega$)
Electrical characteristics under standard test conditions	Heater resistance	R_H	17 $\pm$ 2.5 Ω at room temp
	Heater current	I_H	approx. 203 mA (in case of VHH)
	Heater power consumption	P_H	approx. 14 mW (ave.)
	Sensor resistance	R_S	13.3 k Ω ~ 133 k Ω in 100ppm of carbon monoxide
	Sensitivity (change ratio of R_S)	β	0.13 ~ 0.31
Standard test conditions	Test gas conditions	Carbon monoxide in air at 20 $\pm$ 2°C, 65 $\pm$ 5%RH	
	Circuit conditions	Same as Std. Circuit Condition (above)	
	Conditioning period before test	2 days or more	

В таблице 5 приведены основные технические характеристики металл-оксидного датчика TGS2442. Тут чувствительность $\beta = R_S(\text{CO}, 300 \text{ ppm})/R_S(\text{CO}, 100 \text{ ppm})$,

де R_S – сопротивление датчика при заданной концентрации CO.

**Рис. 14.** Относительная чувствительность датчика к различным газам [12]**Fig. 14.** The relative sensitivity of the sensor to various gases [12]

На рис. 14 показана относительная чувствительность датчика к различным газам. По оси Y отложено соотношение величины сопротивления датчика к различным газам (R_S) к сопротивлению датчика при 100 ppm CO (R_0). Как видно из рис. 14, TGS2442 демонстрирует очень хорошую чувствительность к CO, так как кривая сопротивления датчика CO резко падает при увеличении концентрации CO. Для сравнения, чувствительность к этанолу (C_2H_5OH) является очень низкой, о чем свидетельствует относительно малый наклон кривой чувствительности и ее высокое значение сопротивления. Плохая чувствительность датчика также и к H_2 . Что касается влияния сигаретного дыма на сопротивление датчика, то количество CO в сигаретном дыме эквивалентно примерно 20 ppm CO при 10 выкуранных сигаретах в комнате размером

примерно 24м³. Т.е. влияние сигаретного дыма является недостаточным для срабатывания бытового пожарного извещателя (ПИ) CO на основе TGS2442, если он откалиброван при концентрации 60 ppm CO, что обычно и делают.

Рисунок 15 показывает изменение сопротивления датчика после подачи на него питания. Перед проведением данного теста, датчик хранился в отключенном состоянии в обычном воздухе в течение 40 дней после чего на него было подано напряжение. После подачи напряжения, сопротивление датчика достигает 90% от его конечного значения менее чем за одну минуту. Поэтому ПИГ, использующие TGS2442, должны иметь схему задержки, чтобы предотвратить активацию сигнала тревоги в течение этого периода.

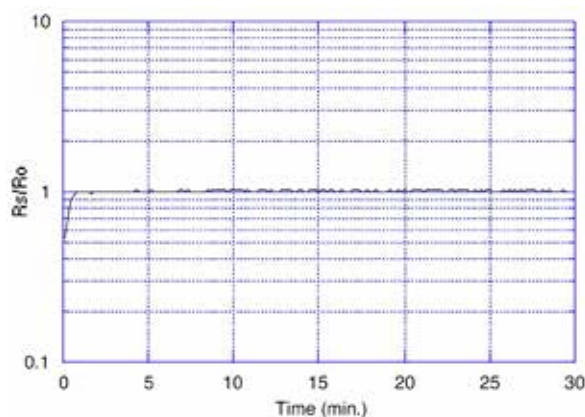


Рис. 15. Время прогрева датчика [12]
Fig. 15. Warm-up time of the sensor [12]

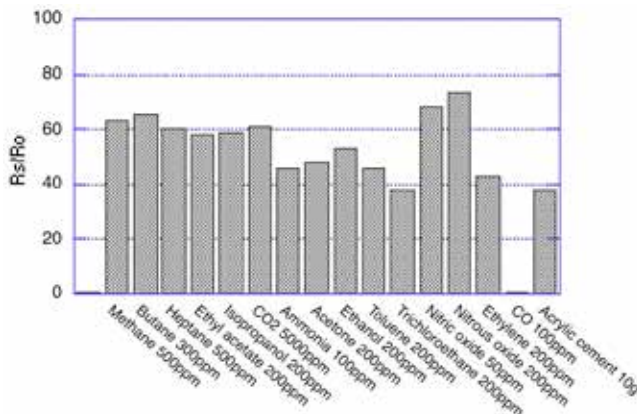


Рис. 16. Влияние мешающих компонентов [12]
Fig. 16. Sensitivities to other gases [12]

На рисунке 16 показаны результаты тестирования датчика TGS2442 на устойчивость к воздействию различных мешающих газов, указанных в Протоколе 1 испытаний GRI. Тест был проведен путем внесения датчика в каждый газ, указанный на рис. 16 (начиная со 100 ppm CO) в течение двух часов, затем помещение датчика в чистый воздух на время один час, а затем установка датчика в следующий тестируемый газ. Эту процедуру повторяли для получения полного спектра газов, показанных на рис. 16. Поскольку датчик подвергается последовательно влиянию каждого

из тестируемых газов, в какой-то незначительной степени эффект предыдущего испытуемого газа может повлиять на последующие результаты испытаний в течение короткого периода времени. Тем не менее, несмотря на короткий период времени, эффекты от таких газов следует учитывать. Не смотря на это датчик по-прежнему демонстрирует значительно меньшую чувствительность к каждому из тестируемых газов по сравнению с 100 ppm CO и чувствительность к CO остается неизменной.

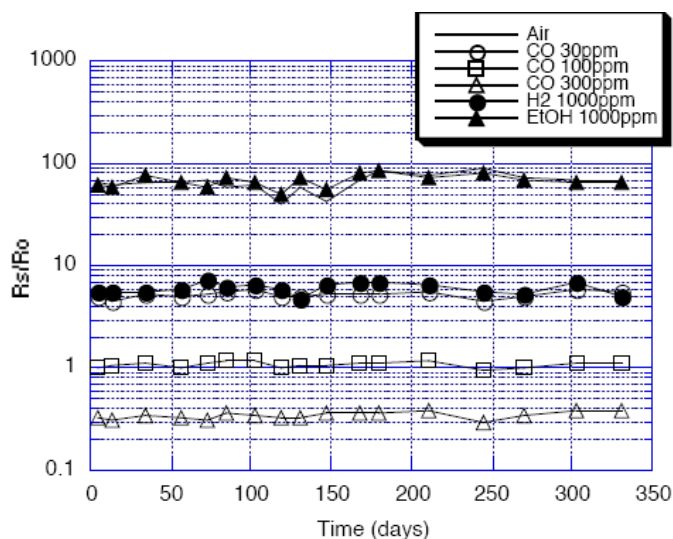


Рис. 17. Долговременная стабильность датчика [12]
Fig.17. Long-term stability of the sensor [12]

Рисунок 17 показывает результаты испытаний на долговременную стабильность TGS2442. Тестируемые образцы находились с включенным питанием и при стандартных условиях питания и чистоте воздуха. Измерения проводились для подтверждения параметров датчиков в стандартных условиях испытаний (20°C, относительная влажность 65%) на протяжении 350 дней. Первоначальное значение относительного изменения сопротивления было измерено через четыре дня после подключения датчика к сети при обычном воздухе и номинальном напряжении и при воздействии мешающих газовых компонентов. По оси Y отложено

соотношение R_s/R_o между измеренной величиной сопротивления датчика и начальным значением (на 4 день) сопротивления при 100 ppm CO.

Чтобы продемонстрировать устойчивость TGS2442 против коррозии, образцы были подвергнуты условиям испытаний согласно UL2034, гл. 57 – Тест на коррозию. Датчик был поставлен на три недели в смесь из 100ppb H_2S , 20ppb Cl_2 , и 200ppb NO_2 и был обеспечен воздухообмен 5 раз в час. По сравнению с первоначальными значениями R_s/R_o , когда образцы не подвергались воздействию этих агрессивных газов, не было замечено значительной разницы в значениях R_s/R_o (см. рис. 18).

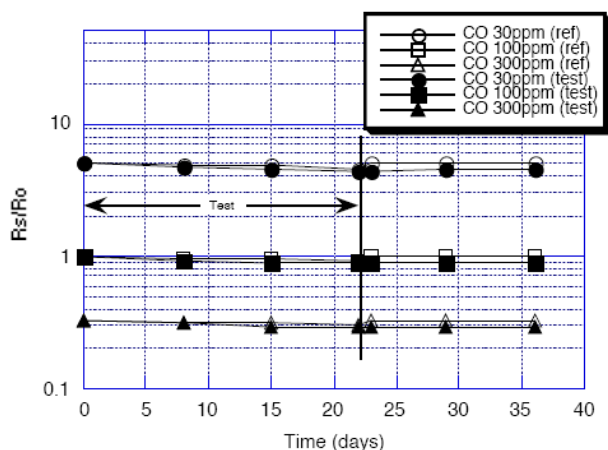


Рис. 18. Устойчивость к коррозии [12]

Fig. 18. Corrosion resistance [12]

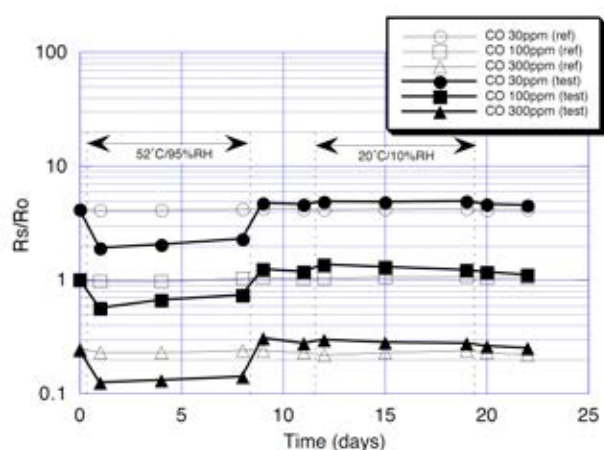


Рис. 19. Испытания на влажность [12]

Fig. 19. Influence of humidity [12]

Рисунок 19 показывает сравнение сигналов опорных датчиков с теми, что подвергались воздействию воздуха при 52°C и 95% относительной влажности в течение 168 часов, далее выдерживались при нормальных условиях в течение 2 дней, затем следующий цикл на протяжении 168 часов при 20°C и 10% относительной влажности (RH). Испытания проводились

на датчиках подключенным к питанию в соответствии с тестом на влажность UL2034 п. 46A.1. Как показывают испытания (см. рис. 19) датчики подвержены незначительному воздействию влаги, однако они быстро возвращаются в свое исходное состояния после прекращения воздействия.



Рис. 20. Внешний вид пожарного извещателя ПП «Анализер» с использованием датчика TGS2442: 1 – светодиод;

2 – крышка с прорезями; 3 – металлическая сетка

Fig. 20. Appearance of the fire detector PP “Analyzer” with the sensor TGS2442: 1 – LED; 2 – Cover with slots; 3 – Wire mesh;

6. Подведение итогов

Анализируя результаты тестирования датчиков NAP-508 и TGS2442 можно утверждать, что на базе этих датчиков могут быть созданы ПИГ с хорошими параметрами. Среди преимуществ NAP-508 более высокая селективность, независимость от влажности, отсутствие энергопотребления. К недостаткам датчика следует отнести присутствие в его составе кислотного электролита, ограниченность рабочего диапазона температур 50°C, влияние скачков давления, небольшой срок сохраняемости, длительный период выхода на режим после хранения. В тоже время, датчик

TGS2442 обладает более высокими эксплуатационными характеристиками (большой срок сохраняемости, более широкий температурный диапазон, меньшие габариты и вес, отсутствие агрессивной активной среды). Однако энергопотребление датчика достаточно большое – 14 мВт. Это основной недостаток датчика.

Однако фирма Figaro и другие производители металл-оксидных датчиков постоянно усовершенствуют технологию изготовления датчиков, применяют микро и нанотехнологии. Так серия датчиков TGS 8100 отличается миниатюрными размерами, а серия TGS 8410 мизерным энергопотреблением – 0,087 мВт.

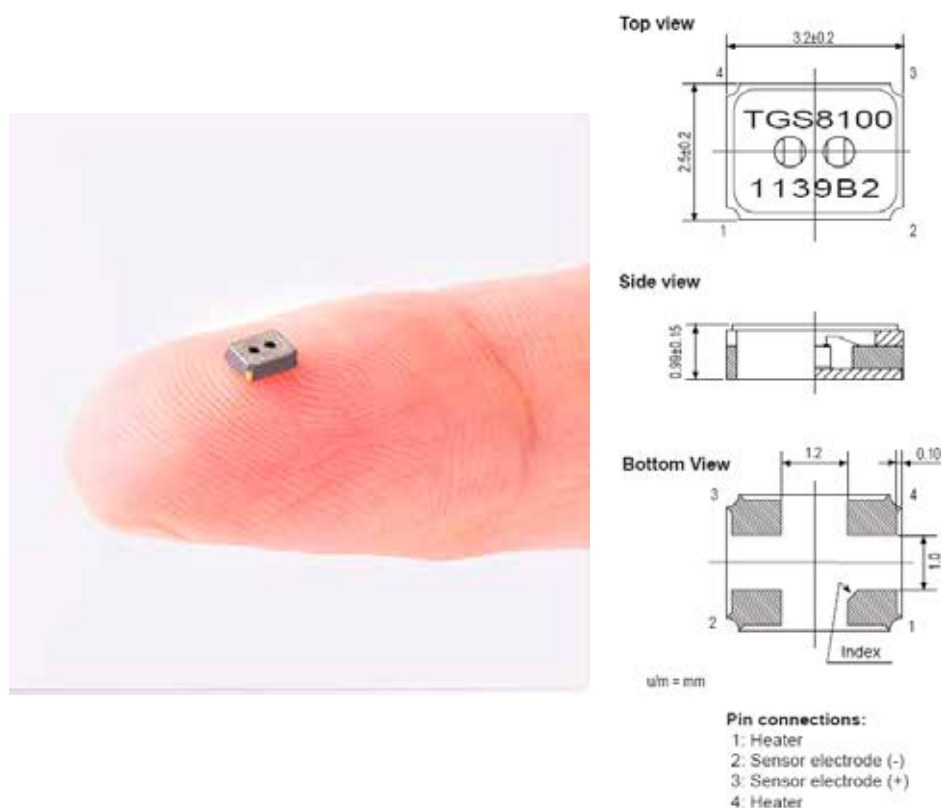


Рис. 21. Миниатюрный датчик TGS 8100 [13]

Fig. 21. Microminiature sensor TGS 8100 [13]

7. Выводы

Тенденция (применения нанотехнологий при изготовлении датчиков) дает уверенность, что проблема энергопотребления металл-оксидных датчиков будет решена. В этом случае эти датчики будут вне конкуренции при создании ПИГ или канала СО в мульти-сенсорном ПИ. К сожалению, в настоящее время не все производители могут себе позволить использовать нанотехнологии при изготовлении датчиков. Они достаточно дорогие и могут себя окупить при миллионных тиражах. Один лазерный пинцет (работает на

принципе энергетической ямы в трехмерной стоячей волне и перемещение ее положения достигается за счет перестройки частоты лазера) стоит несусветно дорого. Кроме того, иногда присутствуют коммерческие соображения. Скажем, фирма Figaro в последнее время развивает выпуск электролитических датчиков, в том числе и датчиков СО. Получены хорошие результаты. То есть создание металл-оксидного датчика СО с мизерным энергопотреблением создало бы конкуренцию этому направлению. К сожалению, другие фирмы – производители металл-оксидных датчиков – не имеют таких технологических возможностей как Figaro.

Литература

- [1] BS EN 54-26:2015 Fire detection and fire alarm systems. – Part 26: Carbon monoxide detectors. Point detectors
- [2] BS EN 54-30:2015 Fire detection and fire alarm systems. – Part 30: Multi-sensor fire detectors. Point detectors using a combination of carbon monoxide and heat sensors.
- [3] BS EN 54-31:2014 Fire detection and fire alarm system. – Part 31: Multi-sensor fire detectors. Point detectors using a combination of smoke, carbon monoxide and optionally heat sensors.
- [4] ISO 7240-6:2011 Fire detection and alarm systems – Part 6: Carbon monoxide fire detectors using electro-chemical cells.
- [5] ISO 7240-8:2014 Fire detection and alarm systems – Part 8: Point-type fire detectors using a carbon monoxide sensor in combination with a heat sensor.
- [6] ISO 7240-27:2009 Fire detection and alarm systems – Part 27: Point-type fire detectors using a scattered-light, transmitted-light or ionization smoke sensor, an electrochemical-cell carbon-monoxide sensor and a heat sensor.
- [7] Jacob Fraden Handbook of Modern Sensors. Physics, Designs, and Applications. Fourth Edition. Springer New York, 2010, p. 663.
- [8] Chemical Sensors: Comprehensive Sensors Technologies. Volume 5: Electrochemical and Optical Sensors. Momentum Press, LLC, 2011, p. 518.
- [9] LPS 1282: Issue 1.0 Requirements and Testing Procedures for Combined Domestic Smoke and Carbon Monoxide Detectors.

- [10] Low-Cost Electrochemical Toxic Gas Sensors for Residential and Light Commercial Applications <http://www.nemoto.eu/restox.html> [accessed: 20.11.2015].
- [11] Operating principle. MOS-type gas sensors <http://www.figaro.co.jp/en/technicalinfo/principle/mos-type.html> [accessed: 20.11.2015].
- [12] TGS2442 Data sheet <http://www.figaro.co.jp/en/topic/2007/07/updated-data-sheet-of-tgs2442.html> [accessed: 20.11.2015].
- [13] Figaro official website: TGS8100 <http://www.figaro.co.jp/en/product/feature/tgs8100.html> [accessed: 20.11.2015].

Аббревиатуры

СО – угарный газ, монооксид углерода;

ПИГ – пожарный извещатель газовый.

* * *

Козубовский Владимир получил первую докторскую степень (кандидат физ.-мат. наук) в Институте физики АН Украины в 1976 году и вторую докторскую степень (доктор технических наук) в Московском институте химического машиностроения в 1991 г. В течение многих лет работал в Специальном КБ аналитического приборостроения. Был руководителем более 40 разработок приборов газового анализа. Имеет более 100 публикаций, 50 патентов по приборам газового анализа, оптическим и полупроводниковым газовым сенсорам. В 1998 получил Государственную премию Украины в области науки и техники. В настоящее время работает в Ужгородском национальном университете профессором кафедры технологии машиностроения, консультантом по техническим вопросам ЧП «Анализер».

Мисевич Игорь закончил в 1980 году черновицкий государственный университет по специальности «физика полупроводников», после чего работал инженером ЦКБ «КВАРЦ», за этот период получил более 15 патентов на изобретение. С 1998 года – основатель и генеральный директор ЧП «АРТОН». Имеет более 60 патентов, автор более 15 научных статей.

Иванчук Михаил получил ученую степень (кандидат технических наук) в Национальном университете «Львовская политехника» в 2011 году. Работал ассистентом кафедры «Радиотехники и информационной безопасности» Черновицкого национального университета на протяжении 10 лет, 5 лет был руководителем студенческого конструкторского бюро «АЛЕФ». Соавтор 4 патентов и более 30 публикаций. В настоящее время работает инженером-конструктором на частном предприятии «АРТОН», а также по совместительству на должности доцента кафедры «Программной инженерии» университета «КРОК».

st. str. mgr inż. Iwona Cłapa¹

Przyjęty/Accepted/Принята: 02.02.2015;

Zrecenzowany/Reviewed/Рецензирована: 01.09.2015;

Opublikowany/Published/Опубликована: 31.12.2015;

Instrukcja bezpieczeństwa pożarowego, scenariusz pożarowy oraz próbna ewakuacja jako kluczowe elementy zarządzania systemem bezpieczeństwa pożarowego budynku

Fire Safety Instruction, Fire Incident Scenario and Test Evacuation as Key Elements of the Fire Safety Management System Within Buildings

Инструкция по пожарной безопасности, сценарий пожара и пробная эвакуация – как ключевые элементы управления системой пожарной безопасности здания

ABSTRAKT

Cel: Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie zależności pomiędzy procedurami zawartymi w instrukcji bezpieczeństwa pożarowego, scenariuszami pożarowymi oraz próbnymi ewakuacjami jako kluczowymi elementami systemu zarządzania bezpieczeństwem pożarowym w obiektach.

Wprowadzenie: Artykuł poświęcony jest elementom systemu zarządzania bezpieczeństwem pożarowym jakimi są instrukcja bezpieczeństwa pożarowego, scenariusz pożarowy oraz próbna ewakuacja połączona z ćwiczeniami obiektowymi straży pożarnej. Określono wymagania prawne odnośnie zawartości instrukcji bezpieczeństwa pożarowego oraz scenariuszy pożarowych, a także częstotliwości przeprowadzania próbnej ewakuacji. Jednocześnie przedstawiono rodzaje scenariuszy pożarowych oraz elementy, jakie powinny zostać określone przy tworzeniu scenariusza ewakuacyjnego.

W celu zapewnienia właściwego poziomu bezpieczeństwa należy opracować system zarządzania bezpieczeństwem pożarowym oparty na spójnym i rzeczowym określeniu warunków pożarowych obiektu w instrukcji bezpieczeństwa pożarowego, której częścią integralną musi być scenariusz pożarowy i ewakuacyjny. Przedstawione w artykule obserwacje z przeprowadzonych na terenie województwa łódzkiego próbnych ewakuacji w siedmiu budynkach biurowych dowodzą, że wpływ na późniejsze zachowanie się ludzi w trakcie ewakuacji ma system wdrożonych i utrwalonych w procesie cyklicznego szkolenia procedur zawartych w instrukcji bezpieczeństwa pożarowego.

Wnioski: Rzetelnie opracowana instrukcja bezpieczeństwa pożarowego musi zawierać właściwie przygotowane scenariusze pożarowe oraz scenariusz i wytyczne z zakresu ewakuacji. Podkreślić należy, że na poprawność funkcjonowania systemu zarządzania bezpieczeństwem w obiekcie wpływa czynnik ludzki. W celu eliminacji ludzkich błędów konieczne jest cykliczne szkolenie użytkowników obiektów z wprowadzonych procedur oraz przeprowadzanie próbnych ewakuacji z budynku. Z przeprowadzonych obserwacji i wywiadu z uczestnikami próbnych ewakuacji wynika, że osoby przywiązują większą wagę do analizowania warunków ewakuacji w obiektach, które cyklicznie poddawane są szkoleniom z wprowadzonych procedur, które stanowią jedną, spójną całość, poddawaną weryfikacji i wprowadzaniu ulepszeń.

Znaczenie dla praktyki: Przedstawiony w artykule opis koła Deminga tak zwanego Systemu PDCA (Plan-Do-Check-Act) służyć może jako system kontroli i aktualizacji wdrożonego systemu ochrony przeciwpożarowej w obiekcie, pomoże w eliminacji błędów oraz poprawie bezpieczeństwa pożarowego budynku.

Słowa kluczowe: próbna ewakuacja, scenariusz pożarowy, instrukcja bezpieczeństwa pożarowego, koło Deminga

Typ artykułu: z praktyki dla praktyki

ABSTRACT

Aim: The purpose of this article is to expose the link between procedures contained in fire safety instruction, fire incidents and evacuation drills, as key elements of the fire safety management system within buildings.

¹ Komenda Powiatowa PSP w Pabianicach / District Headquarters of State Fire Service in Pabianice; iwona2005@wp.pl;

Introduction: This article is dedicated to elements of the fire safety management system encompassing fire safety instruction, fire incident scenarios and building evacuation drills combined with practical training for firefighters. The article identified legal requirements for the content of fire safety instruction, fire incident scenarios and frequency of evacuation drills. Simultaneously, the paper illustrates a variety of developed fire incident scenarios and elements, which should be considered in the construction of new evacuation instructions.

In order to secure an appropriate level of safety, it is necessary to develop a fire safety management system based on credible and consistent articulation of fire conditions for a given building in associated fire safety instructions. The key part of which should contain a fire incident and evacuation scenario. Additionally, the article contains information gained during observation of seven evacuation drills performed in office buildings located in the Łódź region. Observations reveal that when safety procedures are incorporated in fire safety instructions and are subsequently practiced during cyclical training of building occupants, they have an influence on the ultimate behaviour of people who follow well established procedures during an eventual evacuation of a building.

Conclusions: A well-produced fire safety instruction should include well-analyzed fire incident scenarios as well as evacuation procedures. It is emphasised that the human factor impacts significantly on the efficient operation of safety management systems in buildings. In order to eliminate the potential for human error, it is necessary to regularly train building occupants and perform evacuation drills. Based on research and interviews, with occupants who participate in evacuation drills, it was noted that people attach a greater amount of importance to the analysis of building evacuation arrangements, when these are practiced on a cyclical basis. The implementation of training procedures should form a single coherent entity incorporating verification and introduction of improvements.

Practical significance: The Deming Wheel – PDCA system (Plan-Do-Check-Act), which was introduced in the article, may be utilised as a control mechanism for the implementation of a fire safety system in a given building and also help with the elimination of emerging problems as well as improvement of fire safety in a building.

Keywords: evacuation drill, fire incident scenario, fire safety instruction, Deming circle

Type of article: best practice in action

АННОТАЦИЯ

Цель: Цель данной статьи заключается в представлении зависимости между процедурами, содержащимися в инструкции по пожарной безопасности, сценариями пожара и пробными эвакуациями, в качестве ключевых элементов управления пожарной безопасностью в зданиях.

Введение: Статья посвящена элементам системы управления пожарной безопасностью, которыми являются: инструкция по пожарной безопасности, сценарий пожара и пробная эвакуация вместе с упражнениями, проводимыми пожарной службой на объектах. В статье определены правовые требования к содержанию инструкции по пожарной безопасности и сценариев пожара, а также частота проведения пробной эвакуации. Одновременно представлены разные виды сценариев пожара и элементы, которые должны быть определены при подготовке сценария эвакуации.

С целью обеспечения соответствующего уровня безопасности следует разработать систему управления пожарной безопасностью, основанную на последовательном и содержательном определении пожарных условий объекта в инструкции по пожарной безопасности, неотъемлемой частью которой должен быть сценарий пожара и эвакуации. В статье представлены наблюдения из проведенных на территории Лодзкой области пробных эвакуации в семи офисных зданиях, которые подтверждают, что на последующее поведение людей во время эвакуации влияют система внедренных и проработанных в процессе циклического обучения процедур, содержащихся в инструкции по пожарной безопасности.

Выводы: Подробно разработанная инструкция по пожарной безопасности должна включать в себя правильно подготовленные сценарии пожара, а также сценарий и главные принципы по эвакуации. Следует подчеркнуть, что на правильное функционирование системы управления безопасностью на объекте влияет человеческий фактор. С целью исключения человеческих ошибок, следует циклично обучать пользователей объектов внедряемым процедурам, а также проводить пробные эвакуации из здания. Из проведенных наблюдений и опроса участников пробных эвакуаций следует, что люди уделяют больше внимания анализу условий эвакуации на объектах, в которых циклично продят обучения по внедряемым процедурам, которые должны быть единым целым, с постоянными проверками и совершенствованиями.

Значение для практики: Представленное в статье описание Цикла Деминга, так называемой системы PDCA (Plan-Do-Check-Act), может использоваться в качестве системы контроля и обновления внедренной системы противопожарной защиты на объекте, помочь в устранении появляющихся ошибок и улучшении пожарной безопасности здания

Ключевые слова: пробная эвакуация, сценарий пожара, инструкция по пожарной безопасности, Цикл Деминга

Вид статьи: с практики для практики

1. Wstęp

Jednym z głównych założeń projektowania obiektów budowlanych jest zapewnienie bezpiecznej ewakuacji osób w nich przebywających. Wiąże się to z koniecznością oszacowania wymaganego i dostępnego czasu ewakuacji z budynków, przy wykorzystywaniu narzędzi takich jak modele matematyczne oraz modelowanie numeryczne [1]. Te dwa czasy determinują założenia projektowe

związane z zapewnieniem właściwych warunków ewakuacji. Zgodnie z ustawą o ochronie przeciwpożarowej [2] to „właściciel budynku, obiektu budowlanego lub terenu, zapewniając ich ochronę przeciwpożarową, [...] jest obowiązany zapewnić osobom przebywającym w budynku, obiekcie budowlanym lub na terenie, bezpieczeństwo i możliwość ewakuacji”. Ustawodawca określił, że system zarządzania bezpieczeństwem pożarowym w budynku powinien być oparty na instrukcji bezpieczeństwa

pożarowego, której nieodzownym elementem są scenariusz pożarowy oraz procedury postępowania w czasie ewakuacji. Systematyczne przeprowadzanie próbnych ewakuacji z udziałem straży pożarnej ma na celu sprawdzenie organizacji ewakuacji ludzi z obiektów, a także weryfikację, czy wprowadzone procedury są poprawne i gwarantują bezpieczne opuszczenie budynku w założonym czasie.

2. Instrukcja bezpieczeństwa pożarowego

Zakres instrukcji bezpieczeństwa pożarowego określony został w rozporządzeniu Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji [3]. Był on również omawiany wielokrotnie na konferencjach krajowych poświęconych zagadnieniom ochrony przeciwpożarowej. Zgodnie z § 6 ust. 1 wspomnianego wyżej rozporządzenia „właściciele, zarządcy lub użytkownicy obiektów bądź ich części stanowiących odrębne strefy pożarowe, przeznaczonych do wykonywania funkcji użyteczności publicznej, zamieszkania zbiorowego, produkcyjnych, magazynowych oraz inwentarskich, zapewniają i wdrażają instrukcję bezpieczeństwa pożarowego, zawierającą:

- 1) warunki ochrony przeciwpożarowej, wynikające z przeznaczenia, sposobu użytkowania, prowadzonego procesu technologicznego, magazynowania (składowania) i warunków technicznych obiektu, w tym zagrożenia wybuchem;
- 2) określenie wyposażenia w wymagane urządzenia przeciwpożarowe i gaśnice oraz sposoby poddawania ich przeglądowi technicznemu i czynnościom konserwacyjnym;
- 3) sposoby postępowania na wypadek pożaru i innego zagrożenia;
- 4) sposoby zabezpieczenia prac niebezpiecznych pod względem pożarowym, jeżeli takie prace są przewidziane;
- 5) warunki i organizację ewakuacji ludzi oraz praktyczne sposoby ich sprawdzania;
- 6) sposoby zapoznania użytkowników obiektu, w tym zatrudnionych pracowników, z przepisami przeciwpożarowymi oraz treścią przedmiotowej instrukcji;
- 7) zadania i obowiązki w zakresie ochrony przeciwpożarowej dla osób będących ich stałymi użytkownikami;
- 8) plany obiektów, obejmujące także ich usytuowanie, oraz terenu przyległego, z uwzględnieniem graficznych danych dotyczących w szczególności:
 - a) powierzchni, wysokości i liczby kondygnacji budynku,
 - b) odległości od obiektów sąsiadujących,
 - c) parametrów pożarowych występujących substancji palnych,
 - d) występującej gęstości obciążenia ogniowego w strefie pożarowej lub w strefach pożarowych,
 - e) kategorii zagrożenia ludzi, przewidywanej liczby osób na każdej kondygnacji i w poszczególnych pomieszczeniach,

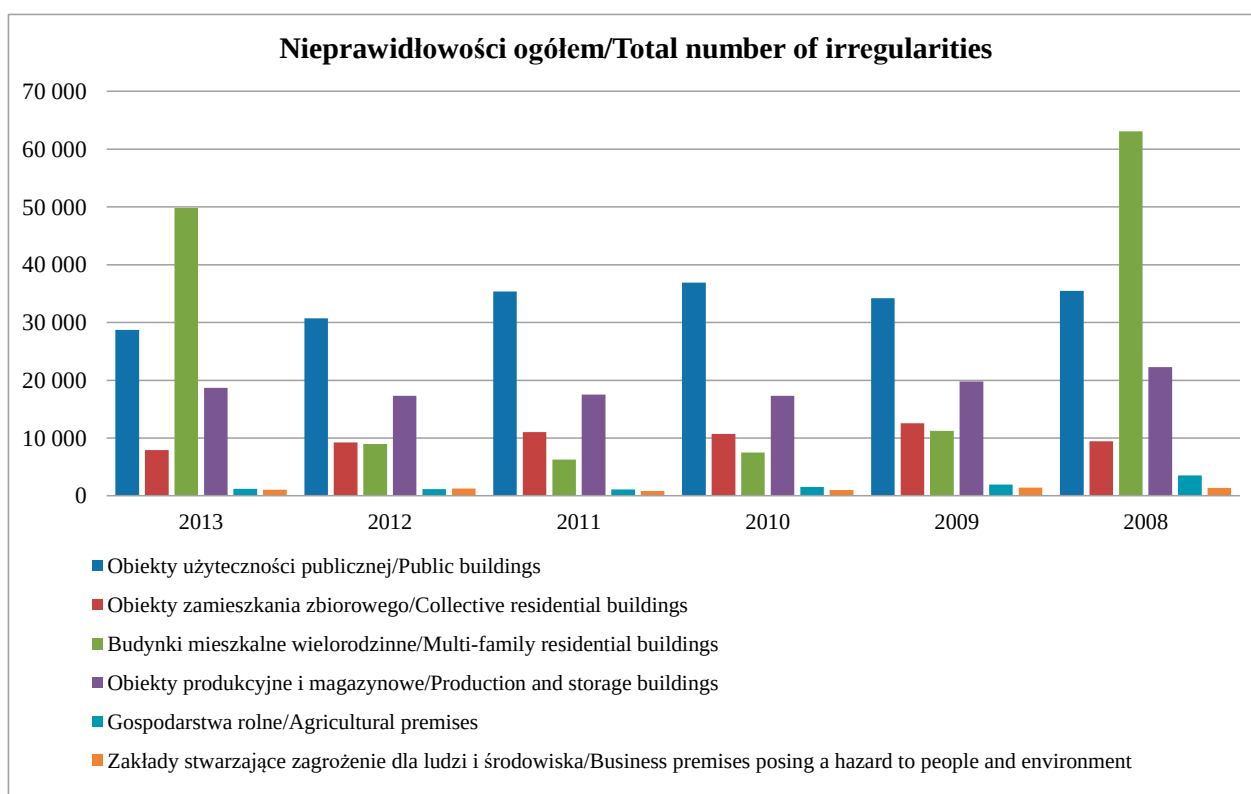
- f) lokalizacji pomieszczeń i przestrzeni zewnętrznych zaklasyfikowanych jako strefy zagrożenia wybuchem,
 - g) podziału obiektu na strefy pożarowe,
 - h) warunków ewakuacji, ze wskazaniem kierunków i wyjść ewakuacyjnych,
 - i) miejsc usytuowania urządzeń przeciwpożarowych i gaśnic, kurków głównych instalacji gazowej, materiałów niebezpiecznych pożarowo oraz miejsc usytuowania elementów sterujących urządzeniami przeciwpożarowymi,
 - j) wskazania dojść do dźwigów dla ekip ratowniczych,
 - k) hydrantów zewnętrznych oraz innych źródeł wody do celów przeciwpożarowych,
 - l) dróg pożarowych i innych dróg dojazdowych, z zaznaczeniem wjazdów na teren ogrodzony;
- 9) wskazanie osób lub podmiotów opracowujących instrukcję”.

Zasadniczym zadaniem instrukcji bezpieczeństwa pożarowego jest zapoznanie personelu lub osób wykonujących prace zlecone z warunkami ochrony przeciwpożarowej w danym obiekcie, sposobami działania urządzeń przeciwpożarowych, ich obsługą oraz zasadami postępowania w przypadku ogłoszenia ewakuacji, łącznie z określonymi w niej drogami, kierunkami oraz lokalizacją wyjść ewakuacyjnych.

Niestety w większości przypadków instrukcje sporządzane są jedynie po to, aby spełnić wymóg formalnoprawny. W trakcie prowadzonych czynności kontrolno-rozpoznawczych, audytów bezpieczeństwa oraz prac naukowo-badawczych wiele osób przebywających na stałe w budynku deklarowało brak znajomości zapisów instrukcji, a większość nie wiedziała nawet o istnieniu takiego dokumentu.

Pomimo wprowadzonych w 2010 r. szczegółowych wymagań co do zakresu instrukcji [3], nadal większość z nich nie zawiera precyzyjnych procedur, a jedynie wytyczne do nich [4]. Zapisy w instrukcjach przedstawiają jedynie założenia, które charakteryzują się określeniami takimi jak „powinno się”, „zaleca się” itp. W rzeczywistości w instrukcji muszą znajdować się jasno określone procedury dostosowane do typu obiektu i jego użytkowników, informujące jak postępować w przypadku zagrożenia, gdzie należy się udać, w jaki sposób zareagować na usłyszany dźwięk alarmu, kto odpowiada za koordynację ewakuacji itp.

Zgodnie z danymi Komendy Głównej Państwowej Straży Pożarnej w latach 2008–2013 w zależności od rodzaju obiektu, wśród nieprawidłowości stwierdzonych w trakcie przeprowadzania czynności kontrolno-rozpoznawczych nieprawidłowości związane z instrukcją bezpieczeństwa pożarowego, w tym jej brak, przedawnienie lub niestosowanie jej zapisów, stanowiły aż ok. 15% wszystkich nieprawidłowości. Dane dotyczące tych niezgodności zostały przedstawione na ryc. 1–3.

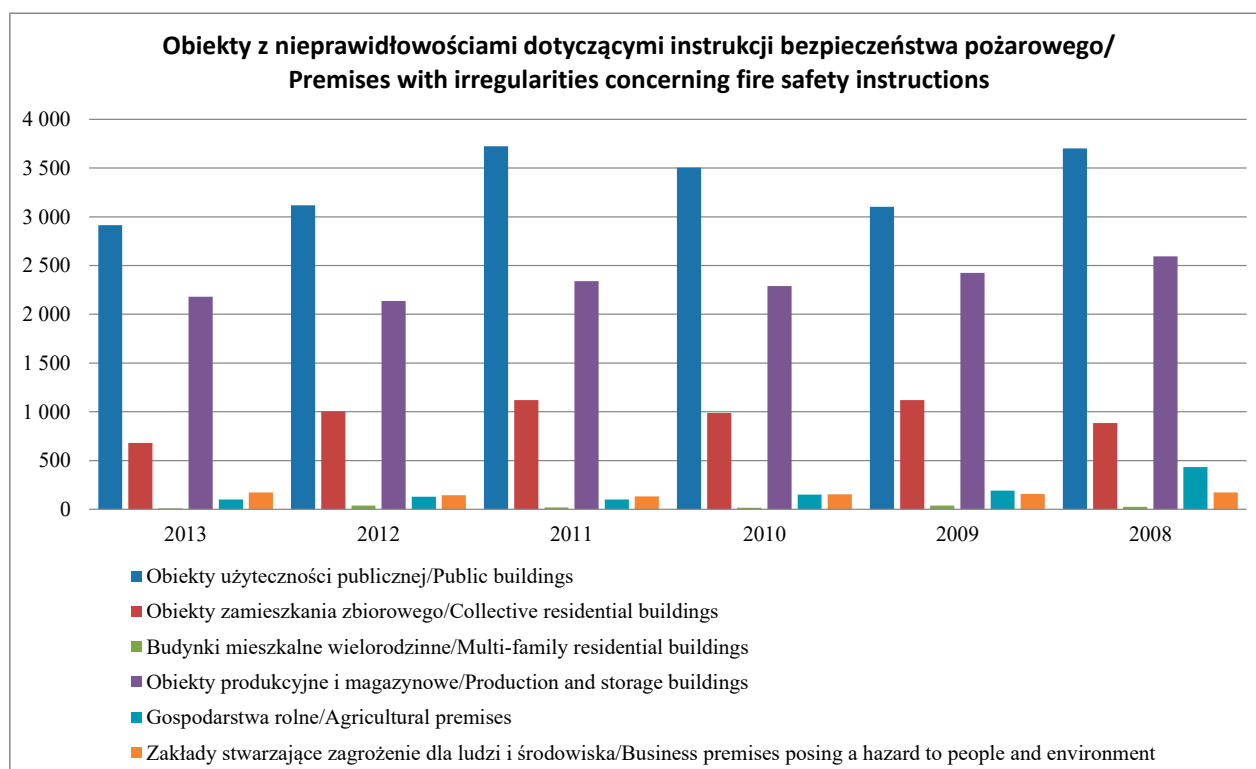


Ryc. 1. Nieprawidłowości ogółem występujące w obiektach w latach 2008–2013

Fig. 1. Total number of irregularities identified for premises during the years 2008–2013

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Komendy Głównej Państwowej Straży Pożarnej

Source: Own elaboration based on the data of the National Headquarters of State Fire Service.

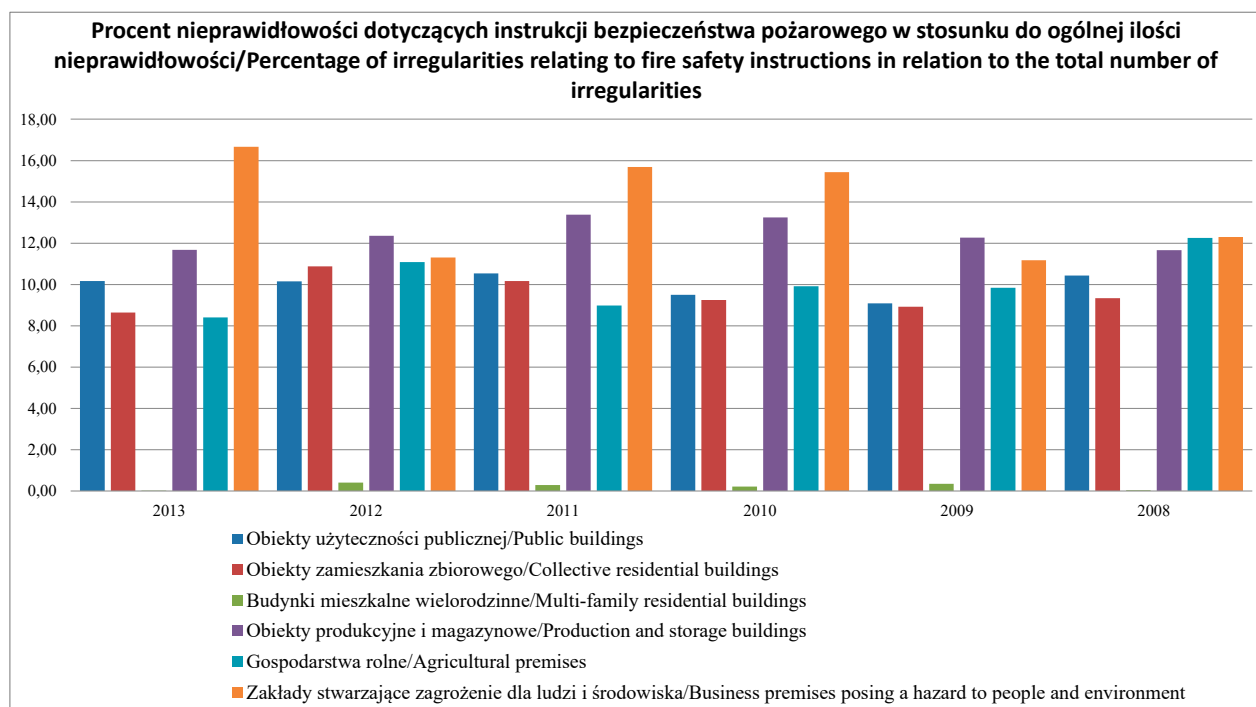


Ryc. 2. Obiekty, w których stwierdzono nieprawidłowości związane z instrukcją bezpieczeństwa pożarowego (w latach 2008–2013)

Fig. 2. Premises with irregularities concerning fire safety instructions during the years 2008–2013

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Komendy Głównej Państwowej Straży Pożarnej.

Source: Own elaboration based on the data of the National Headquarters of State Fire Service.



Ryc. 3. Procent nieprawidłowości dotyczących instrukcji bezpieczeństwa pożarowego w stosunku do ogólnej liczby nieprawidłowości w latach 2008–2013

Fig. 3. Percentage of irregularities relating to fire safety instructions in relation to the total number of irregularities in the years 2008–2013

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Komendy Głównej Państwowej Straży Pożarnej.

Source: Own elaboration based on the data of the National Headquarters of State Fire Service.

Instrukcja bezpieczeństwa pożarowego to podstawowy dokument, który zawiera informacje potrzebne do utrzymania odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa w budynku. Osoba opracowująca instrukcję jest zobowiązana do zamieszczenia w niej charakterystyki pożarowej obiektu, jak również informacji o procedurach bezpieczeństwa pożarowego (zapobiegawczych oraz awaryjnych). Dokument zawiera informacje o urządzeniach przeciwpożarowych znajdujących się w budynku, sposobie ich konserwacji i użycia, jak również o sposobie działań gaśniczych i ewakuacyjnych. W celu właściwego opracowania dokumentu ustawodawca określił, że osoby sporządzające instrukcję bezpieczeństwa pożarowego muszą mieć odpowiednie kwalifikacje. Często jednak znaczenie instrukcji bezpieczeństwa pożarowego jest ignorowane. Bywa ona nieczytelna i нефункциональна. Często zalega w szufladzie i znajduje zastosowanie wyłącznie w przypadku doręczenia upoważnienia informującego o planowanym przeprowadzeniu czynności kontrolno-rozpoznawczych przez funkcjonariuszy PSP lub audytu ubezpieczyciela.

3. Scenariusz pożarowy

Za definicję scenariusza rozwoju zdarzeń na wypadek pożaru można przyjąć, że jest to ciąg zdarzeń, jaki powinien zaistnieć, jeżeli w obiekcie wykryte zostanie zagrożenie pożarowe. Determinuje on zasady sterowania urządzeniami przeciwpożarowymi [5–6]. Celem scenariusza rozwoju zdarzeń na wypadek pożaru jest „określenie takich procedur postępowania, aby każde zdarzenie noszące znamiona pożaru zaistniałe w budynku, wykryte przez system sygnalizacji

pożarowej lub przez jakąkolwiek osobę przebywającą w budynku (za pomocą czujek automatycznych lub ROP), skutkowało automatycznym lub ręcznym uruchomieniem odpowiednich procedur zadziałania i współdziałania systemów oraz urządzeń przeciwpożarowych, umożliwiających uzyskanie najwyższego, możliwego do uzyskania w zaistniałej sytuacji, stanu bezpieczeństwa pożarowego budynku oraz przebywających w nim ludzi i spełnienie wymagań podstawowych związanych z bezpieczeństwem pożarowym” [5], [7]. Inaczej widzi to Bartkowiak, który określa scenariusz pożarowy jako „opis takich zasad (procedur) postępowania, aby każde zaistniałe w budynku zdarzenie noszące znamiona pożaru wykryte przez system sygnalizacji pożarowej lub zgłoszone do wyznaczonej osoby dyżurnej skutkowało automatycznym lub ręcznym uruchomieniem odpowiednich procedur zadziałania i współdziałania systemów i urządzeń służących uzyskaniu wymaganego poziomu ochrony przeciwpożarowej obiektu” [5], [8].

O scenariuszu pożarowym mowa jest w zapisach polskiego prawa [9], w których za podstawę uzgodnienia uznaje się dane zawarte w projekcie budowlanym określone i przedstawione przez projektanta, dotyczące warunków ochrony przeciwpożarowej obiektu budowlanego, obejmujące w szczególności: dobór urządzeń przeciwpożarowych w obiekcie budowlanym, dostosowany do wymagań wynikających z przepisów dotyczących ochrony przeciwpożarowej i przyjętego scenariusza rozwoju zdarzeń w czasie pożaru, a w szczególności: stałych urządzeń gaśniczych, systemu sygnalizacji pożarowej, dźwiękowego systemu ostrzegawczego, instalacji wodociągowej przeciwpożarowej, urządzeń

oddymiających, dźwigów przystosowanych do potrzeb ekip ratowniczych. Co za tym idzie wszędzie tam, gdzie występują wskazane powyżej urządzenia pożarowe, musi zostać opracowany scenariusz pożarowy. W trakcie opracowywania scenariusza należy mieć na względzie nie tylko pożar, ale także inne zdarzenia, które powodować mogą konieczność podjęcia decyzji o rozpoczęciu ewakuacji z budynku i uruchomieniu urządzeń przeciwpożarowych. Do zdarzeń takich należeć będą m.in.: ataki terrorystyczne, rozproszenie toksycznych gazów, następstwa coraz popularniejszych w Polsce flash mobów (czyli błyskawicznego tłumu, ludzi gromadzących się niespodziewanie w miejscu publicznym w celu przeprowadzenia krótkotrwałego zdarzenia, zazwyczaj zaskakującego dla przypadkowych świadków [10]), a nawet z pozoru niegroźne awarie energetyczne. Sytuacje te zawsze wymagają właściwej reakcji i organizacji ze strony osób odpowiedzialnych za bezpieczeństwo w obiekcie. W związku z powyższym, podczas opracowywania scenariusza pożarowego należy mieć na uwadze, by w przypadku wystąpienia ww. zagrożeń zarządzać systemem bezpieczeństwa w taki sposób, aby możliwe było alarmowe sterowanie urządzeniami takimi jak: ruchome schody i dźwigi, szlabany przy wjazdach oraz wyjazdach, instalacje wentylacyjne itp. Działanie takie zapewnia opcja ręcznego sterowania z poziomu systemu zarządzania bezpieczeństwem [11].

3.1. Rodzaje scenariuszy pożarowych

Scenariusz rozwoju zdarzeń podczas pożaru zgodnie z literą prawa [9] musi zawierać informacje o ochronie przeciwpożarowej, ale przede wszystkim o doborze urządzeń przeciwpożarowych wraz z analizą potencjalnych zagrożeń występujących w obiekcie.

Scenariusz powinien powstać na etapie projektu budowlanego. Można wyróżnić następujące typy scenariuszy: algorytmy, matryce, scenariusze powykonawcze [11].

Scenariusz wykonany jako algorytm przedstawia opis działania instalacji oraz wszelkich urządzeń w momencie wybuchu pożaru. Wskazuje procedury informowania personelu i osób odpowiedzialnych za bezpieczeństwo w budynku o zaistniałym zagrożeniu i określa czynności, które muszą zostać wykonane w takiej sytuacji.

Kolejnym scenariuszem jest scenariusz w postaci matrycy – czyli dokumentu, który zawiera wytyczne co do zaprogramowania wszystkich urządzeń przeciwpożarowych wraz z opisami zachodzących między nimi interakcji.

Ostatnim rodzajem jest scenariusz powykonawczy, który przeznaczony jest dla zarządcy budynku. Ma on umożliwić prawidłowe czuwanie nad stanem technicznym instalacji oraz wszelkich urządzeń przeciwpożarowych rozmieszczonych w obiekcie. Zawiera procedury postępowania użytkowników obiektów podczas sytuacji alarmowej, z uwzględnieniem zachowań rezerwowych, np. w przypadku, gdy któreś z urządzeń przeciwpożarowych nie zadziała prawidłowo lub w innych nieprzewidzianych sytuacjach tego typu [11].

Opracowanie scenariuszy rozwoju zdarzeń podczas pożaru jest obowiązkowe w przypadku wszystkich budynków wyposażonych w system sygnalizacji pożarowej oraz inne urządzenia przeciwpożarowe.

3.2. Zawartość scenariuszy pożarowych

Przepisy prawne nie określają, jakie informacje powinny znaleźć się w scenariuszu rozwoju zdarzeń w czasie pożaru. Zgodnie z zasadą dobrej praktyki inżynierskiej podczas opracowywania scenariusza rozwoju zdarzeń w czasie pożaru analizę należy rozpocząć od określenia następujących parametrów pożaru:

- mocy pożaru,
- rozmiaru pożaru,
- czasu trwania pożaru,
- szybkości wydzielania się dymu pożarowego,
- szybkości wydzielania się toksycznych produktów spalania [11].

Założenia te należy oprzeć przede wszystkim na rodzaju materiału palnego, który może znajdować się w budynku, biorąc pod uwagę najbardziej niekorzystne warunki, jakie mogą się w nim pojawić. Charakterystyka obiektu może decydować o analizie nie jednej, a kilku potencjalnie awaryjnych sytuacji. Tworząc scenariusz pożarowy, należy rozpatrzyć przede wszystkim:

- efektywność instalacji sygnalizacji pożaru,
- efektywność stałych urządzeń gaśniczych,
- efektywność systemów usuwania dymu i ciepła,
- czas, w jakim dojdzie do uszkodzenia konstrukcji,
- czas, w jakim pożar wydostanie się ze strefy pożarowej,
- czas potrzebny na ewakuację ludzi [1].

Po uwzględnieniu wszystkich wymienionych wyżej aspektów należy przystąpić do określenia, jakie urządzenia przeciwpożarowe zastosowane będą w obiekcie, zobrazowania ich działania w sytuacji zagrożenia, a co za tym idzie – także ich wpływu na bezpieczeństwo ludzi i ochronę mienia. Scenariusz dla obiektów o niewielkich powierzchniach powinien uwzględniać przede wszystkim zastosowanie urządzeń przeciwpożarowych, kolejność ich włączeń i wyłączeń oraz czasy ich funkcjonowania (licząc od chwili wybuchu pożaru) warunkujące skuteczność zabezpieczenia [11].

Podczas opracowywania scenariuszy należy pamiętać, aby procedury i działania zarówno urządzeń, jak i personelu w budynku zapewniały optymalne warunki do przeprowadzenia bezpiecznej i skutecznej ewakuacji, ograniczały ryzyko wystąpienia paniki wśród osób przebywających w obiekcie, gwarantowały odpowiednie warunki do przeprowadzenia akcji ratowniczo-gaśniczej oraz umożliwiały dostęp do informacji o stanie ewakuacji, pracy urządzeń przeciwpożarowych, realizowanym scenariuszu i aktualnym etapie jego realizacji. Algorytmy powinny uwzględniać transmisję alarmów pożarowych oraz uruchomienie systemów przeciwpożarowych i instalacji takich jak:

- stałe urządzenia gaśnicze,
- klapy pożarowe na przewodach wentylacyjnych i oddymiających,
- klapy dymowe, wentylatory nawiewne (systemy zapobiegające zadymieniu), wentylatory wywiewne (oddymiające),
- wyjścia ewakuacyjne wyposażone w siłowniki i otwierane samoczynnie w razie wykrycia pożaru w budynku w celu napowietrzania,

- otwarcie drzwi ewakuacyjnych, zwolnienie zamków objętych kontrolą dostępu w drzwiach stanowiących wyjścia ewakuacyjne, wyłączenie urządzeń, które nie powinny pracować w czasie pożaru (klimatyzacyjne, centrale wentylacyjne itp.),
- sterowanie dźwigami osobowymi i pożarowymi,
- sterowanie pompami instalacji przeciwpożarowych,
- awaryjne oświetlenie ewakuacyjne,
- dynamiczne oświetlenie ewakuacyjne,
- schody ruchome i pochylnie ruchome,
- inne instalacje i urządzenia, które podczas pożaru muszą zachować się w określony sposób [11].

Scenariusze w postaci matryc występują najczęściej w formie tabeli i określają działanie poszczególnych urządzeń dla danych stref (pożarowych, dymowych itd.), jak również sterujące nimi sekwencje. Każdej ze stref przypisuje się urządzenia wraz z opisem ich stanu:

- włączony lub wyłączony – dotyczą wymuszenia danego stanu (włącz lub wyłącz),
- neutralny – nie należy w tym przypadku zmieniać stanu urządzenia.

Zaletą matrycy sterowań jest to, że zawiera to, czego nie uwzględniła scenariusz-algorytm np. przywrócenie urządzeniom stanu sprzed alarmu. Rozwiązanie takie pozwala na sprawny i szybki powrót obiektu do prawidłowego funkcjonowania po fałszywym alarmie [11].

4. Scenariusz ewakuacji

Procedury zawarte w scenariuszu ewakuacji pozwolą na przeprowadzenie ewakuacji w bezpiecznych warunkach, jeśli określają:

- a) obowiązki dyirekcji w zakresie ewakuacji;
- b) przypadki, w których podejmuje się decyzję o konieczności przeprowadzenia ewakuacji;
- c) zasady powiadamiania o ewakuacji;
- d) zasady kierowania ewakuacją;
- e) zasady zachowania się ewakuowanych podczas ewakuacji;
- f) przyporządkowanie poszczególnym pracownikom funkcji na potrzeby ewakuacji;
- g) zasady ewakuacji osób przebywających w budynku, z uwzględnieniem możliwości przebywania w obiekcie osób niepełnosprawnych;
- h) zasady komunikowania się z przybyłymi na miejsce funkcjonariuszami Państwowej Straży Pożarnej.

Ewakuacja przeprowadzona zgodnie ze scenariuszem przebiega w sposób przemyślany, zorganizowany i skuteczny. Aby scenariusz ewakuacji był wiarygodny, należy przyjąć najbardziej prawdopodobny przebieg pożaru i jego przyczyny oraz możliwe najbardziej niekorzystne zdarzenie dla danego obiektu. Należy przeanalizować także możliwe zachowania użytkowników obiektu i ich wpływ na przebieg ewakuacji. Dzięki temu osoby kierujące ewakuacją będą w stanie prawidłowo zareagować na niecodzienne zachowania osób w przypadku zagrożenia, takie jak: nagłe napady agresji, śmiech, paraliż, brak dyscyplinowania itp.

5. Praktyczne sprawdzenie organizacji ewakuacji z obiektów

Ewakuacja powinna być zorganizowanym przemieszczaniem się ludzi do bezpiecznego miejsca w przypadku powstania pożaru lub innego zagrożenia [12]. Przepisy obowiązujące w Polsce [3] określają, że właściciel lub zarządca obiektu przeznaczonego dla ponad 50 osób będących jego stałymi użytkownikami, niezakwalifikowanego do kategorii zagrożenia ludzi ZL IV, powinien co najmniej raz na 2 lata przeprowadzać praktyczne sprawdzenie organizacji oraz warunków ewakuacji z całego obiektu. Natomiast w przypadku obiektów, w których cyklicznie zmienia się jednocześnie grupa powyżej 50 użytkowników, w szczególności: szkół, przedszkoli, internatów, domów studenckich – praktycznego sprawdzenia organizacji oraz warunków ewakuacji należy dokonać co najmniej raz na rok, jednak w terminie nie dłuższym niż 3 miesiące od dnia rozpoczęcia korzystania z obiektu przez nowych użytkowników.

Podczas obserwacji siedmiu próbnych ewakuacji w łódzkich biurach, których zadaniem w głównej mierze było określenie całkowitych czasów ewakuacji z budynku, średnich prędkości przemieszczania się osiąganych na poziomych i pionowych drogach ewakuacyjnych oraz zachowań mających wpływ na rozpoczęcie ewakuacji i jej przebieg, stwierdzono, że w obiektach, w których nie prowadzono regularnych próbnych ewakuacji wszystkie anomalie w stosunku do „normalnego dnia pracy” negatywnie wpływały na zachowanie ewakuujących się ludzi. Anomalie te polegały na przykład na uruchomieniu wentylacji pożarowej na klatkach schodowych (naciśnięciu), przez co do otwarcia drzwi potrzebne było użycie większej siły niż w normalnych warunkach. W przypadku lokalizacji wentylatorów wentylacji pożarowej w pobliżu klatek schodowych niecodziennym zjawiskiem był wzmożony hałas. W związku z tym do najczęściej obserwowanych zachowań oddziałujących na ewakuację należały:

- brak natychmiastowego rozpoczęcia ewakuacji po ogłoszeniu alarmu pożarowego, ze względu na kontynuowanie rozpoczętych prac, takich jak zapisywanie stworzonych dokumentów na komputerach, wyłączanie sprzętu,
- wracanie się do pomieszczeń w celu zabrania swoich rzeczy,
- zamykanie drzwi na klucz,
- czekanie na znajomych, przez co powstawały naturalne przeszkody na drodze ewakuacyjnej,
- zmiana kierunku przemieszczania się,
- brak zdecydowania, przez którą klatkę schodową się ewakuować,
- wpadanie na innych, popychanie ich,
- zatrzymywanie się podczas ruchu na schodach w celu sprawdzenia, czy znajome osoby idą z tyłu,
- przepuszczanie kobiet w drzwiach, na drogach ewakuacyjnych,
- dopytywanie się, co się stało, gdzie się pali, czy należy się ewakuować [13].

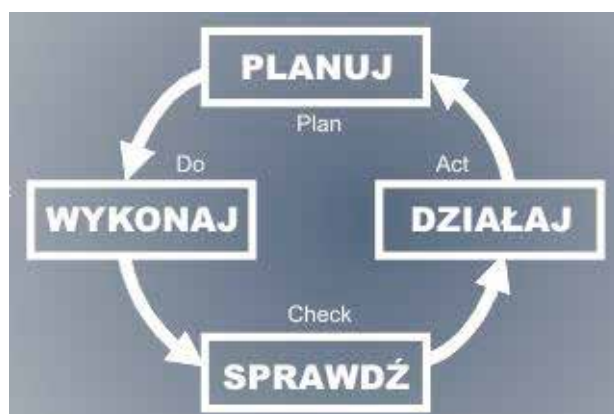
Podczas analizy informacji od uczestników próbnych ewakuacji ustalono, że zaniepokojenie wśród uczestników ewakuacji powodowały: niezrozumienie komunikatów

głosowych na skutek gwaru ewakuujących się ludzi, dźwięku buczków systemu sygnalizacji pożarowej oraz zły stan techniczny dźwiękowego systemu ostrzegawczego. Osoby biorące udział w próbnej ewakuacji po raz pierwszy nie wiedziały, w jaki sposób postępować. Natomiast osoby, które brały już wcześniej udział w próbnych ewakuacjach, np. w ramach cyklicznych audytów bezpieczeństwa, deklarowały, że dokładnie znały proces przebiegu ewakuacji i postępowały zgodnie z określonymi w procedurach bezpieczeństwa zasadami. Osoby te wykazywały mniejsze zdenerwowanie oraz bezzwłocznie kierowały się na miejsce zbiórki, gdzie sprawdzana była lista obecności. Dbały nie tylko o swoje bezpieczeństwo, ale również zwracały uwagę na kolegów z pracy oraz petentów/osoby z zewnątrz, czy dotarli do wyznaczonego miejsca. Każdorazowo w przeprowadzonych badaniach udział brały jednostki ratowniczo-gaśnicze PSP, których zadaniem było zapoznanie się z obiektem i zasymulowanie prowadzenia działań gaśniczych. Ćwiczenia miały za zadanie sprawdzenie nie tylko skuteczności prowadzenia działań ratowniczo-gaśniczych, ale przede wszystkim umiejętności współpracy osób kierujących ewakuacją ze strażakami, polegającej na powiadomieniu straży o rodzaju zagrożenia, liczbie ewakuujących się osób, liczbie poszkodowanych oraz przekazaniu planów obiektu (w celu zapoznania kierującego działaniami z układem dróg komunikacyjnych w obiekcie oraz miejscem zbiórki, zgodnie z procedurami taktyki działań ratowniczo-gaśniczych).

Na podstawie obserwacji oraz szczegółowej analizy przebiegu ewakuacji po zakończeniu ćwiczeń, osoby funkcyjne wielokrotnie podkreślały, że niezbędne jest ćwiczenie różnych wariantów scenariuszy pożarowych podczas próbnych ewakuacji w celu zapoznania użytkowników i strażaków z występującymi w obiekcie instalacjami, miejscami szczególnie niebezpiecznymi pod względem prowadzenia działań ratowniczo-gaśniczych oraz utrwalenia bezpiecznych zachowań.

6. Koło Deminga

W celu utrzymania właściwego poziomu bezpieczeństwa pożarowego w budynku pomocne może być zastosowanie koła Deminga, tzw. systemu PDCA (ryc. 4) do cyklicznego weryfikowania wprowadzonych procedur bezpieczeństwa. Koło określa w czterech krokach następujące działania: planuj, wykonaj, sprawdź i działaj.



Ryc. 4. Koło Deminga [14]

Fig. 4. Deming circle [14]

W związku ze zmianami technologicznymi, rotacją pracowników, zmianą sposobu użytkowania pomieszczeń, bądź całego obiektu, warunki panujące w budynku również nie są stałe. Dlatego też przepisy [3] wymagają aktualizacji instrukcji bezpieczeństwa pożarowego oraz cyklicznych próbnych ewakuacji. Do zweryfikowania wprowadzonych procedur pod kątem występujących w obiekcie zabezpieczeń przeciwpożarowych, jak również specyfiki jego użytkowników wykorzystać można koło Deminga. Każda próbna ewakuacja połączona z ćwiczeniami obiektowymi poprzedzona musi być założeniem scenariusza zdarzeń uwzględniającego działania urządzeń przeciwpożarowych zgodnie z przyjętym scenariuszem pożarowym i obowiązującymi procedurami ewakuacyjnymi (PLANUJ). W określonym terminie przeprowadzana jest próbna ewakuacja (WYKONAJ), a po jej zakończeniu dokonuje się analizy (SPRAWDŹ) przebiegu założonego przedsięwzięcia. W pierwszej kolejności dokonuje się oceny przebiegu ewakuacji wraz z analizą poprawności działania z przyjętymi procedurami. W sytuacji wskazania, że wprowadzone procedury wymagają doprecyzowania lub zmian, należy zastosować działania w celu ich usprawnienia (DZIAŁAJ). Tylko dzięki cyklicznemu weryfikowaniu oraz aktualizowaniu wprowadzonych procedur i szkoleniu ludzi możliwe będzie utrzymanie wysokiego poziomu bezpieczeństwa.

7. Podsumowanie i wnioski

Mając na uwadze bezpieczeństwo osób przebywających w budynkach, a co za tym idzie zapewnienie im bezpiecznej ewakuacji, konieczne jest wdrożenie i utrzymanie systemu bezpieczeństwa na najwyższym poziomie. Należy we właściwy i rzetelny sposób opracować instrukcję bezpieczeństwa pożarowego zawierającą właściwie opracowane scenariusze pożarowe oraz wytyczne z zakresu ewakuacji odnoszące się do konkretnie rozpatrywanego obiektu i jego użytkowników.

Opracowanie jednolitego systemu to nie wszystko, ponieważ na jego poprawne funkcjonowanie wpływa czynnik ludzki. W celu eliminacji ludzkich błędów konieczne jest cykliczne szkolenie użytkowników obiektów z wprowadzonych procedur oraz przeprowadzanie próbnych ewakuacji z budynku. Tylko w ten sposób możliwe jest wypracowanie i utrwalenie nawyków właściwego sposobu postępowania na wypadek powstania pożaru lub innego zagrożenia w obiekcie. Wyuczone prawidłowe postawy skutkować będą umiejętnością postępowania ludzi nie tylko w czasie pożaru w obiekcie, gdzie spędzają najwięcej czasu, ale także będą oni czujni w budynkach, w których są po raz pierwszy. Na podstawie przeprowadzonych obserwacji i wywiadu z uczestnikami próbnych ewakuacji określono, że osoby biorące udział w cyklicznych szkoleniach przywiązują większą wagę do analizowania warunków ewakuacji w obiektach tj. sprawdzają lokalizację klatek schodowych, zwracają uwagę na rozmieszczenie znaków ewakuacyjnych oraz drożność dróg i wyjść ewakuacyjnych. System bezpieczeństwa pożarowego obiektu oraz szkolenia jego użytkowników musi stanowić jedną, spójną całość, która cały czas podlega weryfikacji i wprowadzaniu

ulepszeń np. poprzez zastosowanie koła Deminga w procesie aktualizacji obowiązujących procedur. Tylko wtedy

bezpieczeństwo pożarowe będzie zachowane na akceptowalnym poziomie.

Literatura

- [1] Cłapa I., Porowski R., Dziubiński M., *Wybrane modele obliczeniowe czasów ewakuacji*, BiTP Vol. 24, Issue 4, 2011.
- [2] Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (Dz.U. z 2009 r. nr 178, poz. 1380 z późn. zm.).
- [3] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz.U. z 2010 r. nr 109, poz. 719).
- [4] Janik P., *Rola instrukcji bezpieczeństwa pożarowego w systemie zarządzania ochroną przeciwpożarową w obiektach budowlanych*, referat na konferencji krajowej Ochrona przeciwpożarowa, Zakopane 2010.
- [5] Bella I., *Scenariusz rozwoju zdarzeń na wypadek pożaru. Wprowadzenie*, BiTP Vol. 30 Issue 2, 2013, pp. 119–126.
- [6] Marciniak A., *Scenariusz rozwoju zdarzeń w czasie pożaru jako podstawowy element skuteczności zabezpieczenia budynku*, materiał VII Konferencji Bezpieczeństwo Pożarowe Obiektów Budowlanych, Warszawa 2012.
- [7] Sawicki J., *Integracja systemów bezpieczeństwa w obiektach budowlanych*, Konferencja Ogólnopolskie Dni Zintegrowanych Systemów Bezpieczeństwa Pożarowego, Schrack Seconet i Partnerzy, Jachranka k. Warszawy 2012.
- [8] Bartkowiak N., *Scenariusze pożarowe*, „Ochrona Przeciwpowozarowa”, Vol. 39 Issue 1, 2012, pp. 2–7.
- [9] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 24 lipca 2009 r. w sprawie uzgadniania obiektu budowlanego pod względem ochrony przeciwpożarowej (Dz.U. z 2009 r. nr 124, poz. 1030 z z późn. zm.).
- [10] Flash mob – artykuł w otwartej encyklopedii: http://pl.wikipedia.org/wiki/Flash_mob [Dostęp: 27.08.2013].
- [11] Elacompile: *Wszystko o scenariuszu pożarowym* [dok. elektr.] <http://www.ela-compil.pl/download/file/94/wszystko-o-scenariuszach.pdf> [Dostęp: 27.08.2013].
- [12] Chołuj Ł., *Bezpieczna ewakuacja a założenia scenariusza pożarowego*, BiTP Vol. 27, Issue 3, 2012, pp. 127–130.
- [13] Cłapa I., Dziubiński M., *Zachowanie ludzi jako jeden z czynników determinujących przebieg procesu ewakuacji*, BiTP Vol. 35 Issue 3, 2014, pp. 149–158.
- [14] Wykład 10. Japońska Wyższa Szkoła Technik Komputerowych [dok. elektr.] <http://edu.pjwstk.edu.pl/wyklady/poz/scb/index76.html> [Dostęp: 30.08.2013].

* * *

st. str. mgr inż. Iwona Cłapa – stażysta Sekcji Kontrolno-Rozpoznawczej Komendy Powiatowej PSP w Pabianicach, absolwentka Wydziału Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego Szkoły Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie. Obecnie doktorantka na Wydziale Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska Politechniki Łódzkiej. Obszar zainteresowań naukowych to modelowanie numeryczne procesów ewakuacji oraz inżynieria bezpieczeństwa pożarowego.

Mariusz Młynarczyk, Ph.D. Eng.¹

Paweł Maciejewski, Ph.D. Eng.¹

Marcin Szerszeń, M.Sc.¹

Przyjęty/Accepted/Принята: 17.01.2014;

Zrecenzowany/Reviewed/Рецензирована: 05.11.2015;

Opublikowany/Published/Опубликована: 31.12.2015;

CBRN Analysis and SI Promień – Comparison of the Functionality of the Software for the Assessment of Contamination²

CBRN Analysis i SI Promień – porównanie funkcjonalności oprogramowania do oceny sytuacji skażeń

CBRN Analysis и SI Promień – сравнение функциональности программного обеспечения для оценки ситуации загрязнения

ABSTRACT

Aim: The aim of this article is the assessment of functionality of both systems in the light of interoperability of National Warning and Reporting System (KSWSiA) components. The authors intended to confirm that SI Promień system is comparable to another high-end IT solution for predicting and assessing contamination which is CBRN Analysis.

Introduction: Nowadays, in the National Warning and Reporting System (KSWSiA) there are simultaneously utilized two independent CBRN information management systems: SI Promień and CBRN Analysis; however the second one serves for military purposes only. KSWSiA is a specific super-system aimed at providing a synergy between all systems responsible for CBRN contamination detection, warning and reporting. The military part, which is the so-called Contamination Detection System, is the protoplast of the whole system providing procedures on measurements and information exchange. Evolution of the IT systems during the last decade helped to develop modern systems supporting or even replacing humans in the area of CBRN information management and assessment of hazards. An example of such a system is CBRN Analysis – currently a world-leading solution which became an inspiration for national programmers to create modern and effective approach to CBRN hazard prediction and information management. Today, we have almost 10 years of experience in application and improvement of domestic software but it is still under development which is a result of new requirements and changes in NATO standardization documents.

Methods: Conducted research is based on software diagnosis and the analysis of end-user experience. A fundamental challenge was the selection of software usability determinants and the comparison of both systems. During research authors applied the following methods: observation (conducted during courses and exercises in CBRN Defence Training Centre), comparison, analogy, abstraction, analysis and synthesis.

Conclusions: Results revealed that both systems apply a unique approach to CBRN information management. Besides slight superiority of CBRN Analysis deriving from a long-term presence on the market and engaged resources to sustain such dominance, authors denoted SI Promień as an optimal future solution, which provides interoperability for purposes of KSWSiA and unification of interim subsystems. The key issue conditioning the opportunity to develop the software is its compatibility with the existing command and control systems, and certification of SI Promień according to international requirements in order to confirm its value for the development of Polish defense capabilities. Nevertheless, SI Promień confirmed that it is the forefront of similar systems with a great potential for further development and to satisfy current and future needs of KSWSiA.

Keywords: CBRN information management, contamination prediction and assessment, CBRN risk management, automated contamination warning and reporting systems

Type of article: best practice in action

¹ The National Defence University of Warsaw, Poland; m.mlynarczyk@aon.edu.pl;

² Percentage contribution: M. Młynarczyk – 40%; P. Maciejewski – 40%; M. Szerszeń – 20%; This article was distinguished by the Editorial Committee;

ABSTRAKT

Cel: Celem artykułu jest ocena funkcjonalności obu systemów w świetle zapewnienia interoperacyjności elementów Krajowego Systemu Wykrywania Skażeń i Alarmowania (KWSiA). Zamiarem autorów było potwierdzenie funkcjonalności SI Promień w porównaniu z innym, wiodącym rozwiązaniem IT w zakresie prognozowania i oceny sytuacji skażeń, tj. CBRN Analysis.

Wprowadzenie: W KWSiA wykorzystywane są obecnie dwa niezależne systemy zarządzania informacjami CBRN, tj. systemy informatyczne o nazwach: PROMIEN i CBRN Analysis, przy czym drugi stosowany jest wyłącznie w Siłach Zbrojnych RP. KWSiA jest specyficznym „super” systemem, który ma zapewnić efekt synergii między wszystkimi elementami odpowiedzialnymi za wykrywanie zagrożeń CBRN, a także ostrzeganie i alarmowanie. Część wojskowa, zwana Systemem Wykrywania Skażeń, jest protoplastą obecnego KWSiA i zapewnia jego interoperacyjność zarówno w wymiarze krajowym, jak i sojusznicy. Ewolucja systemów IT w ciągu ostatniej dekady spowodowała również rozwój nowoczesnych systemów wspomagających, czy nawet zastępujących ludzi w obszarze zarządzania informacjami CBRN oraz oceny tych zagrożeń. Przykładem takiego systemu jest CBRN Analysis – aktualnie wiodące, światowej klasy rozwiązanie. Stało się ono inspiracją dla polskich programistów, których celem było stworzenie nowoczesnego i efektywnego narzędzia do prognozowania zagrożeń CBRN i zarządzania informacjami w tym obszarze. Dziś posiadamy prawie 10 lat doświadczeń w zakresie użytkowania i udoskonalania własnego oprogramowania, jednak nadal trwają jego prace rozwojowe, co wynika z identyfikacji nowych potrzeb oraz zmian w dokumentach standaryzacyjnych NATO.

Metody badawcze: Przeprowadzone badania oparto na diagnozie oprogramowania oraz analizie doświadczeń użytkowników końcowych. Zasadniczym wyzwaniem było określenie, jakie determinanty decydują o użyteczności obu narzędzi w rozpatrywanym kontekście, a następnie porównanie względem nich stosowanych rozwiązań. W badaniach zastosowano metody: obserwacji uczestniczącej, realizowanej podczas kursów specjalistycznych w Centrum Szkolenia OPBMR w SZ RP, a ponadto metody: porównania, analogii, abstrahowania oraz analizy i syntezy.

Wyniki: Wyniki badań ukazują zastosowanie w obu systemach informatycznych unikalnego podejścia do zarządzania informacją CBRN. Zidentyfikowana została również nieznaczna przewaga CBRN Analysis, która wynika z długoletniej obecności produktu na rynku komercyjnym i doświadczeń z tym związanych, ale również zaangażowaniem nieporównywalnych środków finansowych, aby taką dominację utrzymać (w porównaniu z SI Promień). Podsumowując ocenę obu programów, autorzy doszli do wniosku, że SI Promień stanowi optymalne rozwiązanie i zapewnia pełną interoperacyjność KWSiA i jednolitość funkcjonowania jego podsystemów. Kluczowym zagadnieniem, warunkującym możliwość rozwoju oprogramowania, jest jego kompatybilność z istniejącymi systemami dowodzenia i kierowania oraz certyfikacja SI Promień zgodnie z wymaganiami międzynarodowymi, celem potwierdzenia jego wartości dla rozwoju zdolności obronnych Polski i krajów partnerskich. Analiza programów potwierdziła, że system informatyczny Promień jest w czołówce podobnych rozwiązań o charakterze systemowym oraz ma potencjał w zakresie dalszego rozwoju oraz zaspokojenia bieżących i przyszłych potrzeb KWSiA.

Słowa kluczowe: zarządzanie informacją CBRN, prognozowanie i ocena sytuacji skażeń, zarządzanie ryzykiem CBRN, zautomatyzowane systemy ostrzegania i powiadamiania o skażeniach

Typ artykułu: z praktyki dla praktyki

АННОТАЦИЯ

Цель: Цель этой статьи заключается в оценке функциональности обеих систем в целях обеспечения ими функциональной совместимости компонентов Национальной Системы Обнаружения Загрязнений и Оповещения (KWSiA). Задумкой авторов было подтвердить функциональность программы SI PROMIEN по сравнению с другой программой – популярным ИТ-решением для прогнозирования и оценки загрязнения – CBRN ANALYSIS.

Введение: В настоящее время в KWSiA используются две независимые системы управления информацией о химическом, биологическом, радиологическом и ядерном оружии (ХБРЯ) т.е. компьютерные системы PROMIEN и CBRN ANALYSIS, при этом вторая используется только в Вооруженных Силах Республики Польша. Эволюция ИТ-систем в течение последнего десятилетия привела к развитию современных систем поддержки, которые в состоянии даже заменить человека в области управления информацией и оценке угроз ХБРЯ. Пример такой системы - CBRN ANALYSIS. Он стал источником вдохновения для польских программистов, целью которых было создать современный и эффективный инструмент для прогнозирования ХБРЯ угроз и управления информацией в этой области. На сегодняшний день мы имеем почти 10-летний опыт в области использования и улучшения собственного программного обеспечения, по-прежнему на стадии разработки, что связано с определением новых потребностей и изменений в документах по стандартизации НАТО.

Методы исследования: Исследование было основано на диагностике программ и анализе опыта конечных пользователей. Ключевой задачей было определение детерминантов, которые определяют пользу обоих инструментов в рассматриваемом контексте, а затем их сравнение с использованием размещения. В исследовании использовались методы: участвующее наблюдение, реализуемое в ходе специализированных курсов в Учебном центре OPBMR в Вооруженных Силах Республики Польша, а также сравнение, аналогия, абстракция, анализ и синтез.

Результаты: Результаты исследований показывают, что обе системы имеют уникальный подход к управлению информацией о ХБРЯ. Было также выявлено незначительное преимущество CBRN ANALYSIS, что является результатом долгосрочного присутствия продукта на коммерческом рынке и связанным с этим опытом, а также привлечением больших финансовых средств, для поддержания такой доминанции. В сводной оценке двух программ авторы считают, что SI PROMIEN является оптимальным решением и обеспечивает полную функциональную совместимость и однородность с KWSiA и её подсистемами. Ключевым вопросом, обуславливающим возможность развития программного обеспечения является его совместимость с существующими системами командования и управления, а также сертификация SI PROMIEN в соответствии с международными требованиями. Компьютерная система PROMIEN доказала, что она находится в авангарде подобных решений системного характера, с огромным потенциалом для дальнейшего развития и для удовлетворения текущих и будущих потребностей KWSiA.

Ключевые слова: управление информацией о ХБРЯ, прогноз и оценка ситуации загрязнения, управление риском ХБРЯ, автоматизированные системы предупреждения загрязнений и оповещения о них

Вид статьи: с практики для практики

1. Introduction

Nowadays, a number of human activities that can be replaced by computer is increasing year by year. The advantages of such an approach are related to the reduction of labor cost, the increase of work efficiency and avoidance of human errors. In that case any action that can be described by algorithms can be also transformed to the software which will do the same but is faster and provides better reliability. Some rules may be utilized to CBRN contamination management activities. Taking into account the fact that since the accession of Poland to NATO the ATP-45³ is the “bible” of military Warning and Reporting System. The dynamic development of computers has also encouraged the authors of ATP-45 to produce a compliant manual, including equations and algorithms which provide automation of all processes typical for warning and reporting systems that was named AEP-45⁴. Today, it is the fundamental book for programmers. The invention of such a software provides stand-alone capability only. In order to build a network which enables the flow of information between system elements, it was necessary to choose a standard for message formatting. Due to fact that all automated C2 and above class systems use ADatP-3 to ensure interoperability within NATO, the selection of the standard mentioned above was reasonable. Nowadays, there are few software solutions providing ATP-45 approach for automated CBRN hazards data processing and an exchange including CBRN Analysis and SI Promień. The article will be a battleground for both.

2. CBRN Analysis – complex CBRN hazard management system

The first software tool enabling basic features of warning and reporting was the Bruhn Data that was afterwards transformed to NBC analysis and then to CBRN Analysis. It was invented in the late 80's by a retired Dutch army officer who responded to the need for such a system and founded Bruhn NewTech company. The Persian Gulf war was the first combat test for the system when significant quantities of Iraqi chemical weapons and related equipment and materials were located and destroyed. The corporation has grown through the years and now delivers different defense CBRNE class systems. Another opportunity is the fact that Denmark is a custodian of ATP-45 and supports its own industry to promote its products for example, through the organization of computer assisted exercises like BRAVE BEDUIN.

Taking into account the functionalities of CBRN analysis it seems to be close to being perfect. It provides [1]:

- ATP-45(D) and AEP-45(C) calculations based on observations and sensor results;
- CBRN-Analysis calculation of NATO approved Hazard Areas and Contaminated Areas;

- Full Situational Awareness of CBRN Picture;
- Map based display of CBRN with conversion tool for range set of GIS products;
- Information and overview of assets at risk;
- Optional interface to dispersion models providing detailed hazard estimates;
- Support for HPAC⁵/JEM and HAPPIE models for COI;
- Modules for allowing CBRN Information Management including Sensor Integration, Computerized Assisted Training, Language conversion and Decision Support.

Over the 20 years of CBRN analysis software development, it brought a user-friendly interface shown in a picture below and highly reliable output.

3. SI Promień – national approach to automation of National Warning and Reporting System

This would be a desired solution for everyone but the high cost of a single-desk license (c.a. 20 000 EUR) seems to be the main reason to start thinking of the development of our own system. Moreover, if we consider the obligation of providing the platform for National Warning and Reporting System (KSWSiA) and the assumption that software is the binder of system cells belonging to different ministries and services, it is a justified circumstance to develop a national system. The question is who will do that, who will pay for it, and who will be responsible for the implementation. The correct answer is the Minister of National Defence and its subordinate institutions. It is reasonable because of the fact that it coordinates the activities of NW&RS and the military W&R system which was the protoplast of the nationwide system. The work on project Promień was initiated almost 10 years ago and it is definitely still not finished. Mostly used version 2.3 is compliant with ATP-45 (B), however version 3.0 based on ATP-45 (D) is being consequently introduced in KSWSiA. Considering the CBRN Analysis as the reference system that is certified and approved for use in NATO C2 systems, system Promień is few steps behind. The reason is the requirement of compatibility with outdated SZAFRAN decision support system, use of former generation PGO⁶ as mapping engine and non-user-friendly ADatP-3 editor. However, taking into account the limited number of programmers, BEAM provides the expected functionality to report and warn military and civilian entities of the system. Its main features are as follows:

- Generation, storage and management of CBRN reports compliant with ADatP-3
- Exchange of information via built-in or external client e-mail and related warning and CBRN reporting after incidents
- Portraying of CBRN reports, troops, and objects (e.g. chemical processing facilities) providing situational awareness and CBRN picture based on PGO and military GIS products
- CBRN calculation of hazard and contaminated areas

³ Allied Tactical Publication (ATP), Reporting Nuclear Detonations, Biological and Chemical Attacks, and Predicting and Warning of Associated Hazards and Hazard Areas.

⁴ Allied Engineering Publication (AEP), Programmers manual for Reporting Nuclear Detonations, Biological and Chemical Attacks, and Predicting and Warning of Associated Hazards and Hazard Areas.

⁵ Hazard Prediction and Assessment Capability/Joint Effect Model – advanced modeling tools for CBRN hazards sponsored by US DTRA and developed by Optimetrics Inc.

⁶ Operational Graphics Suite.

- Information on assets in defined contaminated areas
- CBRN defense assets management

From the perspective of the system operator, BEAM requires at least average computer skills to install and configure software, database and MS Windows services. The Promień training should be followed by PGO instruction to fully utilize combined advantages of both tools, e.g. for casualty estimation.

The basic skills can be achieved after a week training, however the advanced skills require twice as much time and a completed CBRN hazard assessment course prior to Promień one. Instructors also suffer from lack of dedicated design mode exercises similar to those available during CBRN analysis support training preparation. The user

interface is shown below and seems to be simple, clear, and useful. Only ADatP-3 editor which was mentioned before downgrades the overall assessment. The formatting of messages requires a long trip through all fields and almost investigation skills to find appropriate input value. The most important report (CBRN3) used to warn threatened units usually contains correct values. All identified mistakes in plots are corrected by programmers and patches are delivered to software users as soon as possible. Calculated areas are put in the correct fields and, if operator tasks the system, are transmitted to PGO as a set of MGRS coordinates and a way they should be linked is also presented. The final output depends on PGO capabilities which influence efforts of programmers to optimize the code.

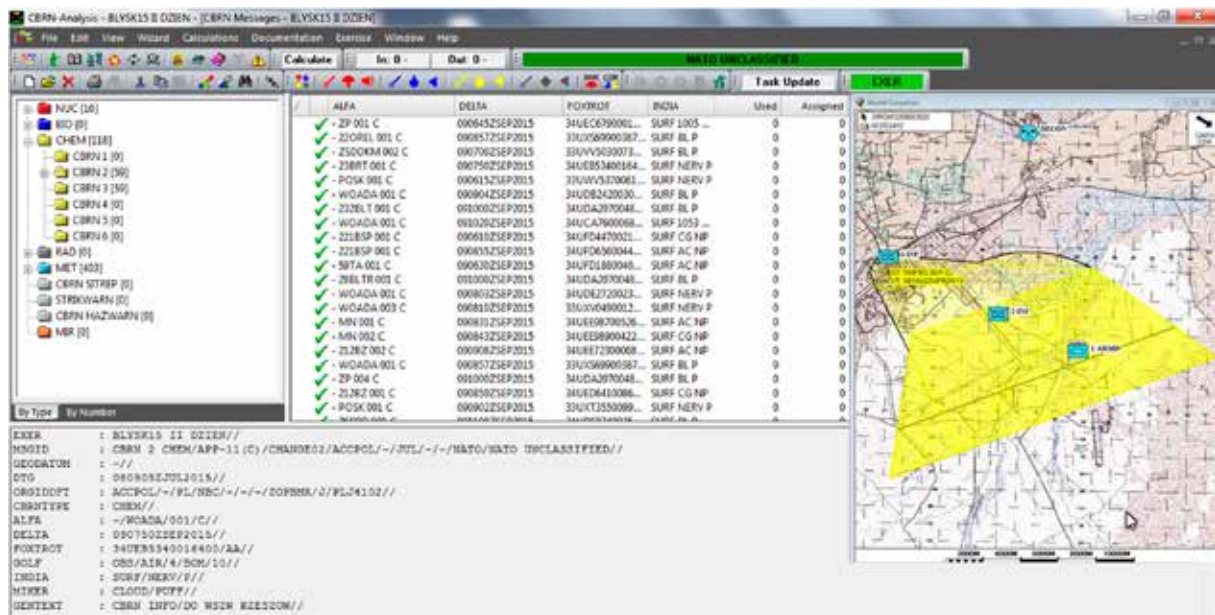


Fig. 1. CBRN Analysis user interface [2]

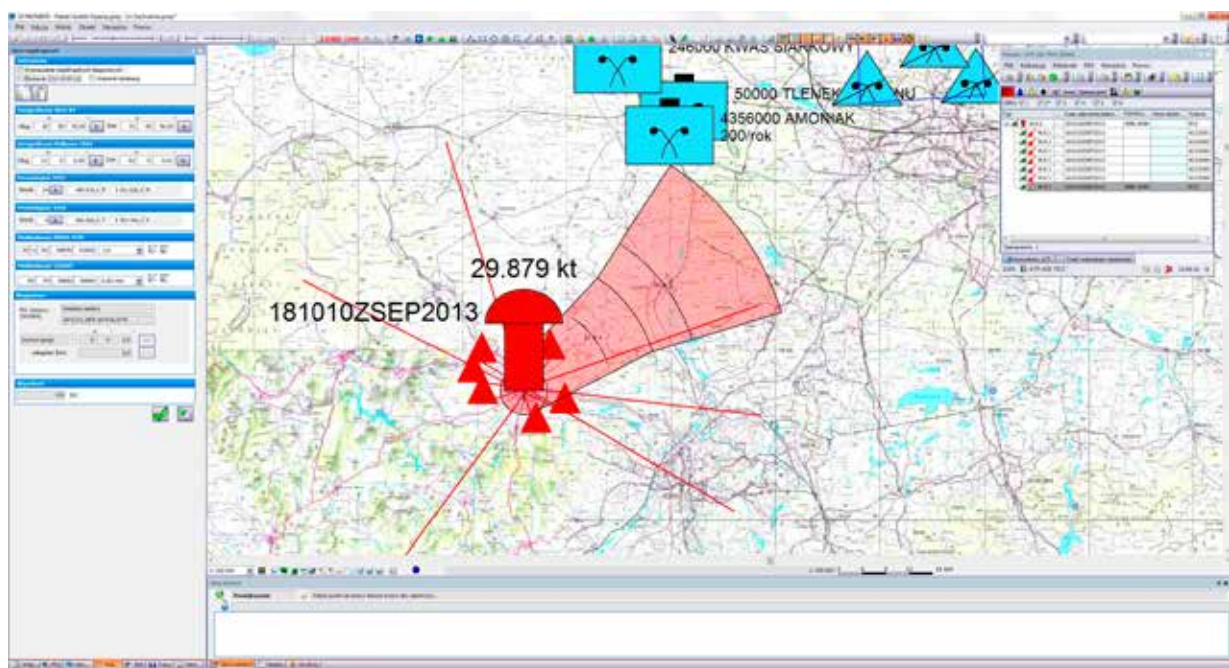


Fig. 2. SI Promień v.3.0 user interface

Source: Own elaboration.

Apart from compliance with ATP-45, both systems have their unique features that can be a decisive point for those who consider to own one of them. CBRN Analysis seems to fulfill all requirements but the selling policy and available budget encourages to make further investments into SI Promień and limit number of granted CBRN

Analysis licenses only to those institutions that are intended to cooperate with other NATO assets. In order to have better view of both system, it is reasonable to present a comparison of their features. The table below provides the most important specification of their advantages and disadvantages.

Table 1. Comparison of CBRN Analysis and SI Promień basic features

FEATURE	CBRN ANALYSIS	SI PROMIEN
Compliance with ATP-45	Confirmed and certified, up to Echo edition	Not certified yet, currently Delta edition, version 3.0
Source level management	Provided by SCIM software and hardware solution	Will be implemented within BEAM-Z system in the future
Mapping	Requires conversion be built-in tool; user data can be placed on created layers	Can work with all GIS national military products; powered by PGO; user data can be placed on created layers
Exchange of information	Built-in and external e-mail client, approved to be used in NATO C2 classified networks	Built-in and external e-mail client, certified only to MILWAN up to restricted level
Warning of assets in danger	Limited to CBRN hazard areas, enabled automated warning	List of personnel and resources in manually selected or CBRN3 zone
Link to advanced models	HPAC/JEM, HAPPIE	None
Language	English, Polish on request	Polish
Quality	Outstanding	Good
Cost	High, depending on number of licenses	Sponsored by MOD
Overall assessment	Very good	Good

Source: Own elaboration.

SI Promień is currently under implementation in KSWSiA. Having your own, maybe not perfect but useful system, gives opportunity to gain new experience and slightly, step by step, enhance its capabilities. One of the key factors seems to be the cutting-edge simulator designed to train operators of KSWSiA. Its usage increases training efficiency and provides capability of multilevel preparation of exercises.

4. Summary

Today, SI Promień seems to be a great investment, despite some disadvantages. Ongoing implementation of version 3.0 based on ATP-45 (D) and PGO ed.2014 will bring the system to the top. The future enhancement of SI Promień capabilities by implementation of source level detector networks, will significantly increase system usability. Certification of SI Promień as a system compliant with NATO standards for hazard assessment and information exchange should be the next step. In the future it is expected that SI Promień will replace CBRN Analysis and become the leading solution.

Literature

- [1] CBRN Analysis 2013, <http://www.bruhn-newtech.com/docs/CBRN-Analysis-2013.pdf> [access on 28 December 2013].
- [2] CBRN Analysis, <http://www.bruhn-newtech.com/defense/cbrn-analysis.php> [access on 28 December 2013].

* * *

LTC Mariusz Młynarczyk, Ph.D. Eng. is a graduate from the Communications Forces Military Academy in Zegrze, the Warsaw University of Technology and the National Defence University in Warsaw. An officer of the chemical troops of the Polish Armed Forces and a senior lecturer in CBRN Defence Training Centre of the Polish Armed Forces at the National Defence University in Warsaw.

Areas of interest:

- CBRN defence in armed forces and civilian society,
- hazard prediction of CBRN incidents (manual and computer procedures),
- risk management.

LTC Paweł Maciejewski, Ph.D. Eng. is a graduate from the Land Forces Military Academy in Wrocław, the University of Wrocław, and Wrocław University of Technology. An officer of the chemical troops of the Polish Armed Forces and a senior lecturer in CBRN Defence Training Centre of the Polish Armed Forces at the National Defence University in Warsaw.

Areas of interest:

- CBRN defence in armed forces and civilian society,
- collaboration between military chemical troops and fire forces in decontamination process,
- physicochemical separation methods.

MAJ Marcin Szerszeń is a graduate from the Military University of Technology – M.Sc. in Chemistry. An officer of the chemical troops of the Polish Armed Forces and a senior lecturer in CBRN Defence Training Centre of the Polish Armed Forces at the National Defence University in Warsaw.

Areas of interest:

- CBRN defence in armed forces and civilian society,
- hazard prediction of CBRN incidents (manual and computer procedures),
- carriage of dangerous goods by road.

mgr inż. **Dorota Wandzich**¹
dr hab. **Grażyna Płaza**¹

Przyjęty/Accepted/Принята: 02.02.2015;

Zrecenzowany/Reviewed/Рецензирована: 09.06.2015;

Opublikowany/Published/Опубликована: 31.12.2015;

Ocena stanu bezpieczeństwa pracy w oparciu o analizę wypadkowości bezwzględnej i rodzajowej w zakładzie tworzyw sztucznych i materiałów wybuchowych²

Safety at Work Assessment Based on an Analysis of Severity and Nature of Accidents in a Plastics and Explosives Production Plant

Оценка уровня безопасности труда на заводе искусственных и взрывчатых материалов на основе анализа тяжести и типов несчастных случаев

ABSTRAKT

Cel: Ocena stanu bezpieczeństwa pracy w zakładzie zajmującym się produkcją tworzyw sztucznych i materiałów wybuchowych.

Wprowadzenie: Wypadki przy pracy, jako nagłe wydarzenie związane z pracą, wywołane przyczyną zewnętrzną i prowadzące do urazów lub utraty życia stanowią z globalnego punktu widzenia poważny problem zdrowotny oraz ekonomiczny. Na całym świecie w wypadkach przy pracy ginie rocznie kilkaset tysięcy osób, a wiele milionów ludzi staje się w ich następstwie niepełnosprawnymi. W Polsce rocznie zdarza się kilkadziesiąt tysięcy wypadków przy pracy, w których ginie około tysiąca osób (dane GUS – 2014).

Jedną z najniebezpieczniejszych gałęzi przemysłu, związanych z nieodłącznym ryzykiem, niosącą ze sobą wiele zagrożeń jest produkcja materiałów wybuchowych.

Produkcja, magazynowanie i transport materiałów wybuchowych zawsze były zajęciem niebezpiecznym. W wypadkach, które wydarzyły się podczas tej działalności człowieka zginęły tysiące ludzi, a straty materialne są wręcz niemożliwe do oszacowania. Niestety, które wydarzyły się podczas produkcji i stosowania materiałów wybuchowych doprowadziły z biegiem czasu do powstania licznych aktów prawnych i innych przepisów mających na celu zminimalizowanie zagrożenia związanego z tymi materiałami zawierających szereg wymagań, które muszą być spełnione podczas produkcji, dystrybucji i stosowania materiałów wybuchowych.

Metodologia: Analiza wypadkowości rodzajowej i bezwzględnej oraz analiza wskaźników wypadków przy pracy.

Wnioski i znaczenie dla praktyki: Badanie i rejestrowanie wypadków przy pracy, analiza ich przyczyn i okoliczności, a także analiza wypadkowości w zakładzie, branży, regionie czy też w skali kraju jest ważnym elementem monitorowania środowiska pracy i ma istotne znaczenie dla prewencji wypadkowej.

W celu poprawy stanu bhp w przedsiębiorstwach, należy wprowadzić usprawnienia organizacyjne takie jak poprawa jakości szkoleń, informowanie pracowników o zagrożeniach i o konieczności stosowania środków ochronnych, rozszerzenie palety stosowanych środków ochronnych, wprowadzenie na terenie zakładu plakatów o tematyce bhp docierających do pracowników i uświadamiających im o konieczności przestrzegania przepisów bhp oraz środków ochrony indywidualnej.

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo pracy, wypadkowość bezwzględna, wypadkowość rodzajowa, bezpieczeństwo i higiena pracy

Typ artykułu: z praktyki dla praktyki

ABSTRACT

Aim: To assess work safety levels at an industrial plant engaged with the production of plastics and explosives.

Introduction: Accidents at work are unexpected incidents occasioned by external causes, giving rise to injury or loss of life. From a global viewpoint, they create a serious health and economic problem. Worldwide, hundreds of thousands people lose their life each year and

¹ Politechnika Śląska, Gliwice / The Silesian University of Technology, Poland; dorota.wandzich@polsl.pl;

² Wkład merytoryczny w powstanie artykułu / Percentage contribution: D. Wandzich – 75%, G. Płaza – 25%;

many millions become disabled as a result of accidents at work. In Poland, every year, there are tens of thousands accidents at work where about a thousand people die (Data GUS – 2014). One of the most hazardous industries, associated with an inherent risk of much danger, involves the production of explosives. Production, storage and transportation of explosives was always a hazardous occupation. Accidents associated with these activities culminated in thousands of deaths, but material losses are simply impossible to estimate. Tragedies, which occurred during production and use of explosives gave rise, eventually, to an emergence of many laws and other regulations aimed at minimising dangers associated with such materials. Regulatory documents contain a range of requirements, which must be complied with, during production, distribution and use of explosive substances.

Methodology: Analysis of severity and nature of accidents, and evaluation of accident indicators at work.

Conclusions and relevance for practice: Survey and recording of accidents at work, analysis of causes and circumstances, as well as analysis of accident frequency at individual plants, industry, region and across the entire country, are all important elements of monitoring in the work domain and are essential for prevention of accidents. In order to improve industrial health and safety at work it is necessary to introduce organisational improvements such as improvements to the quality of training, dissemination of information about dangers and need for application of protective measures, expanding the range of protective measures, display of safety posters across the plant and making employees aware of the necessity for compliance with health and safety regulations as well as personal protection measures.

Keywords: safety at work, severity of accident, nature of accident, health and safety at work

Type: best practice in action

АННОТАЦИЯ

Цель: Оценка уровня безопасности труда на заводе с производством искусственных и взрывчатых материалов.

Введение: Несчастные случаи на работе, определяемые как внезапное происшествие связанное с работой, вызванное внешней причиной и вызывающее травмы или смерть, с глобальной точки зрения, являются серьезной проблемой, связанной со здоровьем и экономикой. Во всем мире каждый год вследствие несчастных случаев гибнет несколько сотен тысяч людей, а многие миллионы становятся инвалидами. В Польше каждый год происходит десятки тысяч несчастных случаев на работе, в результате которых гибнет около тысячи человек (данные ГСУ за 2014 год). Одной из самых опасных отраслей промышленности, неотъемлемо связанной с риском и вызывающей много угроз, является производство взрывчатых веществ. Продукция, хранение и транспортировка взрывчатых веществ всегда были опасным занятием. В происшествиях, которые случились во время этой деятельности погибли тысячи людей, а материальные потери невозможно определить. Несчастия, которые произошли во время производства и применения взрывчатых веществ, привели со временем к появлению множества законов и других нормативных актов, направленных на снижение уровня угрозы, связанной с такими веществами. Данные положения содержат ряд требований, которые должны соблюдаться во время производства, продажи и использования взрывчатых веществ.

Методология: Анализ тяжести и типов несчастных случаев, а также анализ их показателей на производстве.

Выводы и значение для практики: Исследование и регистрирование аварий на производстве, анализ их причин и обстоятельств, а также анализ несчастных случаев на заводе, в отрасли, в области или в глобальном масштабе является важным элементом мониторинга трудовой среды и имеет огромное значение для предупреждения несчастных случаев.

С целью улучшения состояния безопасности труда на предприятиях, следует ввести организационные улучшения, такие как повышение качества обучения, информирование работников об угрозах и необходимости использования защитных средств, расширение гаммы используемых защитных средств, размещение на территории завода постеров на тему охраны труда, которые были бы понятны работникам и помогли бы им понять необходимость соблюдения требований безопасности труда и средств индивидуальной защиты.

Ключевые слова: безопасность труда, анализ тяжести несчастных случаев, анализ типов несчастных случаев, охрана труда

Вид статьи: с практики для практики

1. Wprowadzenie

„Za wypadek przy pracy uważa się nagłe zdarzenie wywołane przyczyną zewnętrzną powodujące uraz lub śmierć, które nastąpiło w związku z pracą:

- podczas lub w związku z wykonywaną czynnością zwykłą przez pracownika
- wykonywaniem poleceń przełożonych,
- podczas lub w związku z wykonywaniem przez pracownika czynności w interesie zakładu pracy, nawet bez polecenia,
- w czasie pozostawiania pracownika w dyspozycji zakładu pracy w drodze między siedzibą zakładu pracy a miejscem wykonywania obowiązku wynikającego ze stosunku pracy” [3].

Aby można było uznać dane zdarzenie za wypadek przy pracy, muszą być spełnione łącznie trzy warunki:

- zdarzenie musi cechować się nagłością,
- zdarzenie musi być spowodowane zadziałaniem czynnika zewnętrznego,
- zdarzenie musi mieć związek z pracą.

Nagłości zdarzenia nie należy rozumieć dosłownie i kwalifikować jako wypadki przy pracy wyłącznie takie zdarzenia, których skutek występuje natychmiast po zadziałaniu jednorazowej przyczyny zewnętrznej.

Przyczyną zewnętrzną zdarzenia może być każdy czynnik zewnętrzny zdolny wywołać w istniejących warunkach negatywne skutki. Pojęcie należy rozumieć bardzo szeroko, a więc nie ograniczać przyczyny zewnętrznej wyłącznie do narzędzi pracy, czy też maszyn i urządzeń

technologicznych. Przyczyną zewnętrzną może być też sama praca i czynności poszkodowanego lub innej osoby. Aby zakwalifikować zdarzenie jako wypadek przy pracy, nie ma znaczenia zachowanie poszkodowanego pracownika, które przyczyniło się do zaistniałego zdarzenia oraz czy zdarzenie było zawinione, czy niezawinione. Może również mieć miejsce zbieg przyczyn zewnętrznej i wewnętrznej, który doprowadził do zdarzenia. Przepisy nie wymagają, aby przyczyna zewnętrzna była wyłączną przyczyną zdarzenia [1].

Wypadki przy pracy dzielą się na:

- śmiertelne – takie, w wyniku których nastąpiła śmierć w miejscu wypadku lub w okresie nieprzekraczającym 6 miesięcy od dnia wypadku,
- ciężkie – takie, w wyniku których nastąpiło ciężkie uszkodzenie ciała, mianowicie utrata wzroku, słuchu, mowy, zdolności płodzenia lub inne uszkodzenia ciała albo rozstrój zdrowia, naruszające podstawowe funkcje organizmu, a także choroba nieuleczalna lub zagrażająca życiu, trwała choroba psychiczna, trwała całkowita lub znaczna niezdolność do pracy w zawodzie lub trwale poważne zeszpecenie lub zniekształcenie ciała,

- zbiorowe – takie, gdzie w wyniku tego samego zdarzenia wypadkowi uległy co najmniej dwie osoby,
- pozostałe – powodujące inne skutki niż wypadki wymienione wcześniej [3].

Wypadkowość jest to „suma wypadków zaistniałych w określonym czasie, zazwyczaj w ciągu roku, przedstawiona za pomocą wskaźników. Wskaźniki umożliwiają porównywanie, ocenianie i szeregowanie zakładów, branż i państw pod względem wielkości wypadkowości” [1].

Analiza wypadków przy pracy może zostać przeprowadzona w trzech formach:

- analizy bezwzględnej – opartej na porównaniu liczby zdarzeń (liczbie poszkodowanych – wypadek indywidualny i zbiorowy) według ciężkości skutków (wypadki śmiertelne, ciężkie, pozostałe);
- analizy rodzajowej – opartej na porównywaniu zdarzeń według określonych kryteriów m.in. miejsca zdarzenia, charakterystyki poszkodowanego, czasu zdarzenia, przyczyny pośredniej i bezpośredniej zdarzenia;
- analizy wskaźnikowej – opartej na porównaniu zdarzeń według określonych wskaźników charakteryzujących badane zjawiska, np. wskaźniki struktury, natężenia, dynamiki.

2. Analiza wypadkowości bezwzględnej

2.1. Podział wypadków

Tabela 1. Wypadki zaistniałe w zakładzie tworzyw sztucznych w latach 2010–2014

Table 1. Accidents in a factory manufacturing plastics in the period 2010–2014

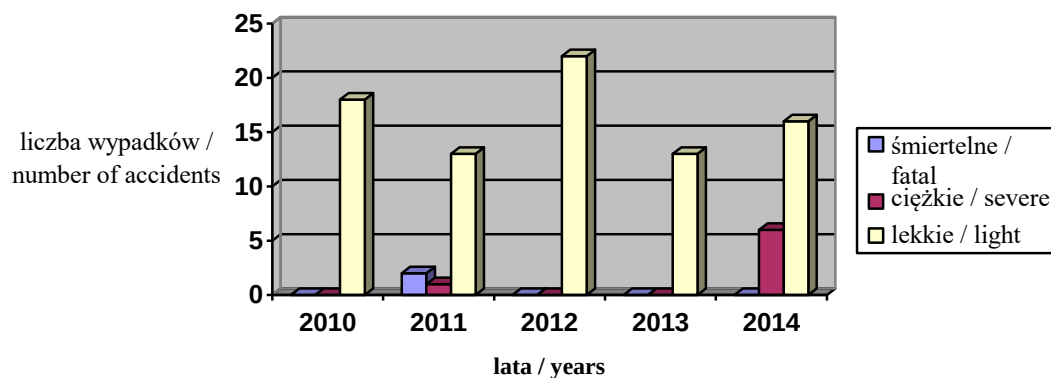
Wypadki Accidents	2010	2011	2012	2013	2014	Suma wypadków Total
Śmiertelne / Fatal	0	2	0	0	0	2
Ciężkie / Severe	0	1	0	0	6	7
Lekkie / Light	18	13	22	13	16	82
Razem / Total	18	16	22	13	22	91

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Najwięcej wypadków miało miejsce w latach 2012 i 2014. W analizowanych latach przeważają wypadki lekkie. W 2011 roku wystąpił spadek ogólnej liczby wypadków w stosunku do 2012 r. o 2 wypadki, lecz zaobserwowano wzrost ich ciężkości oraz nieznaczny wzrost liczby dni niezdolności do pracy związanych z wypadkami (dwa wypadki śmiertelne i jeden ciężki). Przyczyną wypadków śmiertelnych była obsługa nabojariki Niepmann. W 2012 roku stwierdzono wzrost ogólnej liczby wypadków w stosunku

do 2011 r. o 6 zdarzeń (z 16 w 2011 r. do 22 w 2012 r.) oraz wzrost liczby dni niezdolności do pracy związanych z wypadkami o blisko 80%. W 2013 roku miało miejsce zmniejszenie ogólnej liczby wypadków w stosunku do 2012 r. o 9 wypadków oraz zmniejszenie liczby dni niezdolności do pracy związanych z wypadkami o blisko 70%. W 2014 roku nastąpił wzrost wypadków o 9 w stosunku do 2013 roku, co jest związane ze zmianami organizacyjnymi oraz zwiększeniem produkcji.



Ryc. 1. Wykres wypadków za okres 2010–2014
Fig. 1. Chart of accidents for the period 2010 to 2014

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

2.2. Występowanie wypadków w poszczególnych miesiącach w latach 2010–2014

Tabela 2. Występowanie wypadków w poszczególnych miesiącach

Table 2. Monthly accidents

Miesiąc / Month	2010	2011	2012	2013	2014	Razem w miesiącach / Total
Styczeń, January	2	2	1	1	1	7
Luty, February	–	–	1	–	2	3
Marzec, March	–	–	1	3	3	7
Kwiecień, April	–	1	1	1	–	3
Maj, May	3	1	–	3	–	7
Czerwiec, June	1	2	1	2	–	6
Lipiec, July	6	1	13	2	6	28
Sierpień, August	3	1	1	–	2	7
Wrzesień, September	1	–	1	1	3	6
Październik, October	1	4	1	–	2	8
Listopad, November	–	1	–	–	–	1
Grudzień, December	1	3	1	–	3	8
Razem / Total	18	16	22	13	22	91

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Analizując lata 2010–2014, można stwierdzić, że najwięcej wypadków miało miejsce w lipcu, a najmniej

w listopadzie. Związane jest to z rotacją pracowników oraz urlopami wakacyjnymi.

2.3. Występowanie wypadków w układzie zmian

Tabela 3. Wypadki a układ zmian w Zakładzie Tworzyw Sztucznych w latach 2010–2014

Table 3. Accidents and system changes at factory manufacturing plastics in 2010–2014

Zmiana robocza / Working practice changes	2010	2011	2012	2013	2014	Razem w zmianach roboczych / Total working practice changes
I	8	10	21	8	10	57
II	4	4	–	2	2	12
III	6	2	–	3	8	19
IV	–	–	1	–	2	3
Razem / Total	18	16	22	13	22	91

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

W analizowanych latach 2010–2014 w zakładzie pracy najwięcej wypadków miało miejsce podczas pierwszej

zmiany, a najmniej wypadków miało miejsce podczas czwartej zmiany.

3. Analiza wypadkowości rodzajowej

Tabela 4. Ocena stanu wypadkowości w zależności od wystąpienia niebezpiecznego zdarzenia dla Zakładu Tworzyw Sztucznych
Table 4. Evaluation of accidents, depending on circumstances associated with a hazardous event in a factory manufacturing plastics

Wydarzenie powodujące wypadek / Cause of the accident	2010	2011	2012	2013	2014	Razem / Total
Upadek / fall	3	2	3	3	4	15
Przygniecenie, crush	2	1	3	1	4	10
Uderzenie przez ruchomy obiekt / struck by a moving object	1		1		2	4
Niewłaściwe uchwycenie czynnika materialnego / improper grasping of materials	3		2	3	3	10
Zły dobór środków ochrony indywidualnej / improper selection of personal protective equipment			1		1	2
Wykonanie pracy ręcznie zamiast przy użyciu czynnika materialnego / manual performance of tasks instead of utilisation of equipment	1			2		3
Nadmierny wysiłek fizyczny / overexertion				2		2
Brak osłon osobistych / absence of protective guards				2		2
Złe dojścia / przejścia / poor access/crossings		2	1		1	4
Niewłaściwe tempo pracy / improper working speed		1				1
Ruchome części maszyn i urządzeń / moving parts of machinery and equipment	1				3	4
Spadające przedmioty, falling objects	3	2	3		1	8
Nieodpowiedni czynnik materialny / unsuitable materials		2				2
Uderzenie, przygniecenie człowieka przez czynnik materialny transportowany mechanicznie lub ręcznie / collision, crushing of humans by materials transported mechanically or manually.	3	4	5		2	14
Chwycenie człowieka przez maszyny lub ich części, urządzenia i środki transportu / seizure of humans by machines or their working parts, equipment and vehicles.	2	2	3		1	8

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

W powyższym zestawieniu przedstawiono wydarzenia bezpośrednio powodujące obrażenia fizyczne, najczęstsze przyczyny wypadków przy pracy oraz skutki wypadków przy pracy w analizowanych latach 2010–2014 w badanym zakładzie pracy.

W 2010 roku najczęściej dochodziło do wypadków na stanowiskach pracy w Oddziale Produkcji MW Nitroglicerynowych. Wypadki te wynikały z niewłaściwego uchwycenia czynnika materialnego, upadku, poślizgnięcia czy też uderzenie lub potrącenia przez spadający lub transportowany czynnik materialny. Skutkami były: skaleczenia

i urazy kończyn dolnych i górnych. W 2011 roku najwięcej wypadków odnotowano w Oddziale Produkcji MW Nitroglicerynowych oraz w Zakładzie Wytwarzania Tworzyw Sztucznych. Najczęstsze skutki tych wypadków to urazy kończyn dolnych i górnych oraz głowy, amputacje częściowe części kończyn górnych. W 2012 roku w Zakładzie Produkcji Nitrogliceryny miał miejsce wybuch (produkcja nitroestrów), skutkiem tego zdarzenia był wypadek zbiorowy i 21 poszkodowanych (urazy kończyn górnych i dolnych, poparzenia, urazy akustyczne i ciśnieniowe oraz reakcja na stres).

3.1. Ocena stanu wypadkowości według wieku i stażu pracowników

Tabela 5. Podział wypadków według wieku poszkodowanych

Table 5. Classification of accidents by victim age

Wiek poszkodowanych Age of the victims (years)	2010	2011	2012	2013	2014	Razem / Total
21–30 lat	3	0	1	0	0	4
31–40 lat	3	7	12	5	8	35
41–50 lat	10	9	7	6	11	43
51–60 lat	2	0	2	2	3	9

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

W analizowanym zakładzie pracy w latach 2010–2014 wypadkom ulegali najczęściej pracownicy w wieku 41–50 lat a najrzadziej w wieku 21–30 i 51–60 lat.

3.1.1. Struktura wiekowa zatrudnienia

Tabela 6. Struktura wiekowa zatrudnienia w latach 2010–2014

Table 6. The age structure of employees in the years 2010–2014

Wiek pracowników Employee age (years)	2010	2011	2012	2013	2014	Razem / Total
21–30 lat	112	307	268	200	195	1082
31–40 lat	700	600	500	520	480	2800
41–50 lat	200	100	200	116	208	824
51–60 lat	100	90	100	100	98	488
Ogółem zatrudnionych / Total employees	1112	1097	1068	1026	981	5194

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Ze struktury wiekowej zatrudnienia w latach 2010–2014 wynika, że największą grupę zatrudnionych stanowili pracownicy w wieku 31–40 lat oraz pracownicy w wieku

21–30 lat, natomiast najmniejszą grupę zatrudnionych stanowili pracownicy w wieku 51–60 lat.

3.1.2. Podział wypadków według stażu pracy

Tabela 7. Podział wypadków według stażu pracy poszkodowanych

Table 7. Distribution of accidents according to victim's length of employment

Staż pracy poszkodowanych Victim's length of employment (years)	2010	2011	2012	2013	2014	Razem Total
Mniej niż 10 lat < 10 years	1	0	3	1	4	9
10–20 lat	2	7	8	5	5	27
20–30 lat	14	9	10	6	11	50
Więcej niż 30 lat > 30 years	1	0	1	1	3	6

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

W latach 2010–2014 najczęściej wypadków było wśród pracowników ze stażem 20–30 lat i pracowników ze stażem

10–20 lat, a najmniej wśród pracowników ze stażem 30 lat i więcej.

4. Analiza wskaźników wypadków przy pracy

Określenie wypadkowości jako wysokiej, średniej lub niskiej dokonywane jest na podstawie analizy zmian wartości wskaźników w rocznych lub kilkuletnich okresach, a także na podstawie porównywania wypadkowości dotyczącej innego przedsiębiorstwa. W tym celu stosuje się wskaźniki częstości wypadków oraz wskaźniki ciężkości wypadków.

$$W_z = \frac{W}{z} 10^3 \quad [1]$$

Gdzie:

W_z – Wskaźnik częstości wypadków na 1000 zatrudnionych osób załogi

C – wskaźnik ciężkości wypadków

$$c = \frac{Ds}{w} \quad [2]$$

Gdzie:

W – liczba wypadków

z – liczba załogi

D_s – liczba dniówek straconych wskutek wypadku

Wskaźnik częstości wypadków na 1000 zatrudnionych osób załogi

$$W_z = \frac{W}{z} 10^3 \quad [4]$$

Tabela 8. Wskaźnik częstości wypadków.

Table 8. Accident frequency Source: personal elaboration

Rok, year	2010	2011	2012	2013	2014
Liczba wypadków W / Number of accidents	18	16	22	13	22
Liczba załogi Z / Number of employees	1112	1097	1068	1026	981
Wskaźnik częstości / Frequency index	16,1	14,5	20,5	12,6	22,4

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Najwięcej wypadków miało miejsce w latach 2012 i 2014. Były to wypadki lekkie. Wtedy też wystąpił spadek

W przypadku korzystania ze wskaźników częstości i ciężkości wypadków występuje niedogodność wyrażająca się tym, że obydwa mierniki nie charakteryzują w pełni dynamiki wypadkowości, co wyraża się tym, iż jeden wskaźnik może się zwiększać, podczas gdy jednocześnie drugi się zmniejsza (w porównywalnym okresie czasu).

Niedogodność tę można wyeliminować, stosując uogólniony wskaźnik strat uzyskany w wyniku mnożenia wskaźnika częstości i wskaźnika ciężkości wypadków (w odniesieniu do jednego zatrudnionego) [2].

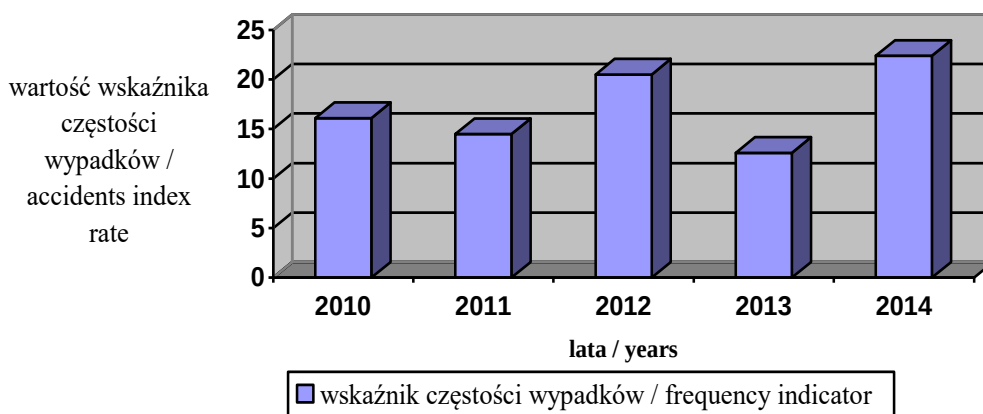
$$W_{us} = W_z \cdot C = \frac{Ds}{z} \quad [3]$$

Gdzie:

W^* – wskaźnik częstości wypadków w odniesieniu do jednego zatrudnionego

C – wskaźnik ciężkości wypadków

zatrudnienia, dlatego wskaźnik w 2014 roku jest wysoki w stosunku do wcześniejszych lat.



Ryc. 2. Zmiany wskaźnika częstości wypadków w latach 2010–2014
Fig. 2. Changes to the accident frequency indicator for the years 2010–2014

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Tabela 9. Wskaźnik ciężkości wypadków
Table 9. Accident severity indicator

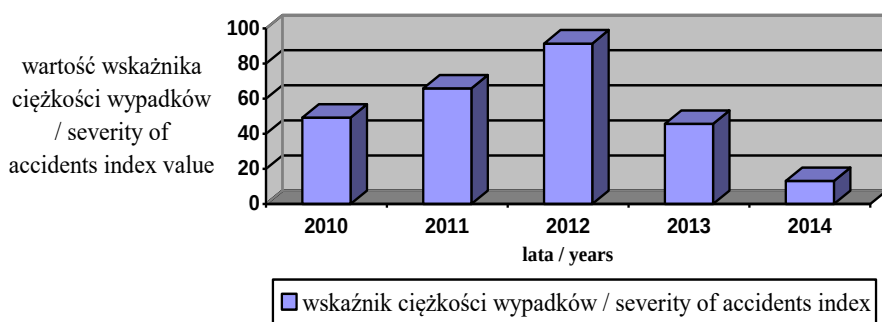
Rok / Year	2010	2011	2012	2013	2014
Liczba dni niezdolnych do pracy / number of days unit for work	886	1040	2002	595	289
Liczba wypadków / number of accidents	18	16	22	13	22
Wskaźnik ciężkości wypadków / accident severity index	49,2	65,78	91,36	45,7	13,1

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Najwyższy wskaźnik ciężkości wypadków wystąpił w 2012 roku (największa liczba straconych dniówek

w pracy), a najniższy w 2014 roku (najmniejsza liczba straconych dniówek).



Ryc. 3. Wskaźnik ciężkości wypadków w latach 2010–2014

Fig. 3. Severity of accident index for the years 2010–2014

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Tabela 10. Uogólniony wskaźnik strat w latach 2010–2014

Table 10. Generalized loss index for the years 2010–2014

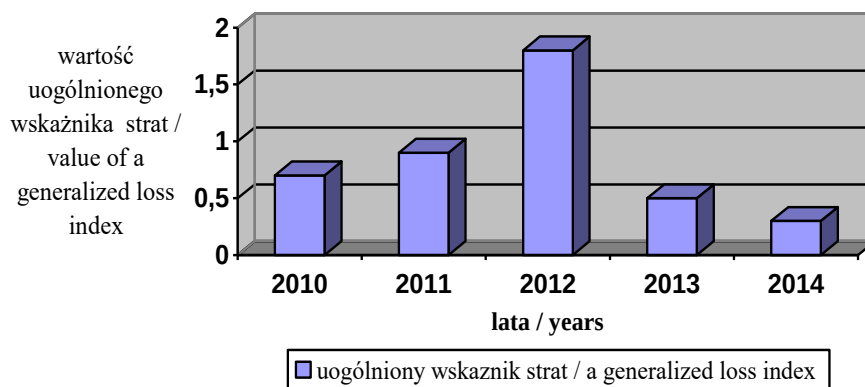
Rok / Year	2010	2011	2012	2013	2014
Liczba dni niezdolnych do pracy Ds / Number of days unfit for work	886	1040	2002	585	289
Liczba załogi Z / Number of employees	1112	1097	1068	1026	981
WUS– uogólniony wskaźnik strat / generalized loss index	0,7	0,9	1,8	0,5	0,3

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Największy wskaźnik strat miał miejsce w 2012 roku – wtedy wystąpiła największa liczba straconych dniówek.

Najniższy wskaźnik obserwujemy w 2014 roku, w którym liczba straconych dniówek była najmniejsza.



Ryc. 4. Uogólniony wskaźnik strat w latach 2010–2014

Fig. 4. A generalized loss index for the years 2010–2014

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

5. Profilaktyka wypadków przy pracy

Profilaktyka wypadków przy pracy obejmuje szereg działań, których zadaniem jest kształtowanie bezpiecznych i higienicznych warunków pracy [4].

Najczęściej podejmowane w zakładach pracy działania dotyczące profilaktyki wypadków przy pracy to przede wszystkim: szkolenia bhp dla pracowników, próby szacowania ryzyka przy wykonywaniu określonych prac wdrożenia systemu zarządzania bezpieczeństwem w zakładach pracy, bezpośredni nadzór i kontrola nad warunkami pracy, powołanie komisji bezpieczeństwa, występowanie i działalność służb bezpieczeństwa pracy, prowadzenie rejestru dotyczącego wypadków przy pracy, stosowanie przez pracowników sprzętu ochrony indywidualnej oraz zastosowanie na terenie zakładu pracy środków ochrony zbiorowej, prowadzenie działalności propagandowej w postaci plakatów lub ulotek na terenie zakładu pracy, obligowanie pracowników do utrzymania ładu i porządku na stanowiskach pracy.

Środki powszechnie stosowane do promocji bezpieczeństwa pracy to przede wszystkim przepisy regulujące ogólne warunki pracy, projektowanie, budowę, utrzymywanie obiektów budowlanych, stosowanego sprzętu, obowiązki pracodawców i pracowników, szkolenie wstępne i okresowe, badania lekarskie oraz nadzór wynikający z obowiązujących przepisów.

Dużą rolę w promocji bezpiecznej pracy odgrywają badania statystyczne dotyczące: rodzaju wypadków przy pracy, czynności powodujących wypadek przy pracy, częstotliwości wypadków przy pracy, wiek i kwalifikacje pracowników, których dotyczy wypadek przy pracy, najczęstszych przyczyn wypadków przy pracy, wykazów stanowisk, na których najczęściej dochodzi do wypadku.

Kolejny popularnym środkiem promującym bezpieczeństwo pracy jest nauczanie bezpieczeństwa pracy w szkołach wyższych i średnich oraz na kursach przygotowujących do zawodu, a następnie praktyczne szkolenia pracowników w obszarze bezpieczeństwa pracy.

Kolejnym krokiem jest stosowanie zachęt finansowych do popierania przedsięwzięć mających na celu profilaktykę wypadków przy pracy np. zróżnicowanie wysokości składki ubezpieczenia w zależności od kształtowanych w zakładzie pracy warunków bezpieczeństwa i higieny pracy.

6. Podsumowanie i wnioski

Wyniki analizy statystycznej karty wypadków w Zakładzie Tworzyw Sztucznych wykazały, że:

- najczęstszymi wydarzeniami bezpośrednio powodującymi obrażenia fizyczne były: zetknięcie się człowieka

z ostrymi, szorstkimi czynnikami materialnymi, uderzenie przez spadający czynnik materialny, uderzenie pionowe w nieruchomy obiekt, uwięzienie człowieka pod czynnikiem materialnym, kolizja z poruszającym się obiektem, uderzenie przez ruchomy obiekt;

- najczęstszymi przyczynami wypadku były: niewłaściwe posługiwanie się czynnikiem materialnym, ukryte wady materialne czynnika materialnego, nieznajomość zasad i przepisów bhp, niewłaściwy dobór środków ochrony indywidualnej, niewłaściwe naprawy lub remonty czynnika materialnego, niedostateczne przygotowanie zawodowe pracownika, niewłaściwa ogólna organizacja pracy, niedostateczna koncentracja na wykonywanej pracy, zaskoczenie niespodziewanym zdarzeniem, zakłócenie w procesie technologicznym (wybuch);
- najczęstsze skutki wypadków w analizowanych latach 2010–2014 to: skaleczenia, złamania, zmiżdżenia, amputacje, urazy kończyn górnych i dolnych, oparzenia termiczne i chemiczne, urazy głowy, uraz akustyczny, ciśnieniowy, reakcja na ciężki stres, urazy oczu;
- najczęściej wypadkom w latach 2010–2014 ulegali pracownicy w wieku 41–50 lat;
- najwięcej wypadków było w latach 2012 i 2014 stanowiły wypadki lekkie. Najwyższy wskaźnik ciężkości wypadków zaistniał w 2012 roku, wtedy było najwięcej straconych dniówek w pracy, a najniższy w 2014 roku. Natomiast uogólniony wskaźnik strat najwyższy był w 2012 roku.

W celu poprawy warunków bhp w firmie należy wprowadzić usprawnienia organizacyjne takie jak: poprawa jakości szkoleń, informowanie pracowników o zagrożeniach i o konieczności stosowania środków ochronnych, rozszerzenie palety stosowanych środków ochronnych, wprowadzenie na terenie zakładu plakatów o tematyce bhp docierających do pracowników i uświadamiających im konieczność przestrzegania przepisów bhp oraz środków ochrony indywidualnej, wprowadzenie i rozwój metod systemowego zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy, ze szczególnym uwzględnieniem oceny i ograniczania ryzyka zawodowego. Istotne jest wprowadzenie również innowacyjnych rozwiązań organizacyjnych i technicznych, ukierunkowanych na rozwój zasobów ludzkich oraz nowych wyrobów, technologii, metod i systemów zarządzania, których wykorzystanie przyczyni się do znaczącego ograniczenia liczby osób zatrudnionych w warunkach narażenia na czynniki niebezpieczne, szkodliwe i uciążliwe oraz ograniczenia związanych z nimi wypadków przy pracy, czy nawet chorób zawodowych, a co za tym idzie wynikających strat ekonomicznych i społecznych.

Literatura

- [1] „Ocena zagrożeń w środowisku pracy”, Materiały szkoleniowe, praca zbiorowa, CIOP, Warszawa 1991.
- [2] Markowski A.S., *Zapobieganie stratom w przemyśle. Część II. Zarządzanie bezpieczeństwem i higieną pracy*, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 1999.
- [3] Ustawa z dnia 30 października 2002 r. o ubezpieczeniu społecznym z tytułu wypadków przy pracy i chorób zawodowych (Dz.U. 2009 nr 167, poz. 1322).
- [4] Strona internetowa Europejskiej Agencji Bezpieczeństwa i Zdrowia w Pracy, https://osha.europa.eu/pl/topics/accident_prevention/index_html, [Dostęp 01.07.2014].

* * *

mgr inż. Dorota Wandzich – absolwentka Wydziału Górnictwa i Geologii Politechniki Śląskiej, Ukończyła kierunek Zarządzanie i Inżynieria Produkcji ze specjalizacją „Technika i organizacja bezpieczeństwa pracy”. Obecnie doktorantka w Instytucie Inżynierii Produkcji na Wydziale Organizacji i Zarządzania Politechniki Śląskiej.

dr hab. Grażyna Płaza – dyscyplina inżynieria środowiska, specjalizacja: mikrobiologia techniczne. Pracownik naukowy w Instytucie Inżynierii Produkcji Wydziału Organizacji i Zarządzania Politechniki Śląskiej. Zakres tematyczny: ergonomia i higiena przemysłowa, czynniki materiały środowiska pracy, ze szczególnym uwzględnieniem czynników biologicznych, zagadnienia bioprzemysłu i biogospodarki.

mł. bryg. mgr inż. **Tomasz Wiśniewski**¹

Przyjęty/Accepted/Принята: 03.11.2015;

Zrecenzowany/Reviewed/Рецензирована: 16.11.2015;

Opublikowany/Published/Опубликована: 31.12.2015;

Analiza zagrożeń pożarowych związanych z instalowaniem wkładów kominkowych w istniejących budynkach na podstawie rzeczywistych zdarzeń²

Analysis of Fire Hazards Associated with the Installation of Fireplace Inserts in Existing Buildings, based on Actual Incidents

Анализ пожарной угрозы, связанной с установкой каминных топок в уже построенных зданиях на основе реальных событий

ABSTRAKT

Wprowadzenie: W ostatnich latach w Polsce możemy zauważyć stale rosnące zainteresowanie kupnem i instalacją kominków. Są one coraz częściej nabywane, ponieważ stanowią jedno z najtańszych źródeł ogrzewania pomieszczeń. Stają się obecnie niemalże standardowym elementem wyposażenia domów jednorodzinnych. Ponad 90% budowanych obecnie kominków to kominki z zamkniętą komorą spalania. Zastosowanie wkładu grzewczego daje znaczny wzrost sprawności pieca – z 20% do 80%, co jest porównywalne z wydajnością kotłów na paliwo stałe.

Cel: Celem opracowania jest wskazanie podstawowych zagrożeń pożarowych związanych z eksploatacją wkładów kominkowych oraz konieczności przestrzegania przepisów ochrony przeciwpożarowej przy montażu tychże urządzeń. Towarzyszące używaniu kominków zagrożenia pożarowe przedstawiono na przykładzie zdarzeń, które miały miejsce w rzeczywistości. Opisano także podstawowe właściwości i mechanizm spalania drewna. Ponadto przedstawione zostały podstawowe nieprawidłowości i uchybienia przy montażu i eksploatacji kominków.

Metody: Przedstawione studium przypadków zdarzeń, które doprowadziły do dużych strat w mieniu oraz okoliczności stworzenia zagrożenia dla życia, jest doskonałym materiałem wyjściowym pozwalającym na wyznaczenie granic i kierunków bezpieczeństwa pożarowego w każdym obszarze naszego codziennego życia. Niniejsze przypadki związane z pożarami powstałymi w wyniku błędów konstrukcyjnych kominków oraz bezmyślności ludzkiej ujawniają naiwność człowieka oraz przekonanie, że prawdziwy rzemieślnik jest ciągle poszukiwany.

Ponadto przeprowadzone badania własne wykazały, że w przypadku stosowania materiałów drewnopochodnych np. w zabudowie kominka, należy szczególną uwagę zwrócić na zachowanie odpowiedniej odległości pomiędzy wkładem kominkowym a obudową. Na elementach wkładu kominowego osiągane są bardzo wysokie temperatury, które znacznie przewyższają temperaturę samozapłonu wyrobów drewnopochodnych. Szybkość zwęglania wraz ze wzrostem odległości od źródła ciepła maleje, rodzaj materiału nie ma wpływu na tę wartość w przypadku, gdy zmienną jest odległość. W przypadku jednej odległości widać wyraźny wpływ rodzaju materiału.

Wnioski: Przy eksploatacji wkładów kominkowych należy pamiętać o specyficznych warunkach, jakie towarzyszą ich pracy. Mamy tu do czynienia z otwartym ogniem oraz gorącym powietrzem i elementami urządzenia nagrzanymi do bardzo wysokich temperatur. Dlatego bardzo ważne jest, aby piec był wykonany solidnie i z wysokiej jakości materiałów. Przed zakupem kominka powinniśmy dokładnie poznać jego budowę i zasadę działania. Ważna jest też świadomość zagrożeń pożarowych, jakie wiążą się z powstawaniem wysokich temperatur, zwłaszcza w budynkach wykonanych w technologii opartej na szkieletie drewnianym.

Słowa kluczowe: zagrożenie pożarowe, kominek, pożar

Typ artykułu: studium przypadku – analiza zdarzeń rzeczywistych

ABSTRACT

Introduction: During recent years there is an increasing interest in the purchase and installation of fireplaces in Poland. Progressively, these are acquired on economic grounds, because they provide the cheapest sources of heating. Fireplace installations have now become standard

¹ Komenda Wojewódzka Państwowej Straży Pożarnej w Poznaniu / Voivodeship Headquarters of the State Fire Service in Poznań, Poland; tomasz.wisniewski@psp.wlkp.pl;

² Artykuł został wyróżniony przez Komitet Redakcyjny / The article was distinguished by the Editorial Committee;

equipment found in homes. Over 90% of currently installed fireplaces have enclosed combustion chambers. Exploitation of such a chamber affords a significant increase in furnace efficiency in the region of 20% to 80%, which is comparable to the efficiency of solid fuel boilers.

Aim: The aim of this paper is to reveal the main fire hazards associated with the use of enclosed fireplace chambers and the need to comply with fire protection regulations when installing such appliances. Described fire hazards, associated with the use of fireplaces, are based on evidence from actual incidents. The article describes basic properties and mechanisms associated with the burning of wood. Additionally, it reveals fundamental inconsistencies and failures found during the installation and use of fireplaces.

Methods: Case studies dealing with fire incidents, which culminated in large losses of property and caused a threat to life, provide excellent reference material, facilitating the establishment of ground rules for fire safety in our daily lives. Illustrations of fire incidents caused by construction errors and human carelessness reveal human naivety and conviction that a competent craftsman is still in demand. Above all, author's research has revealed that in circumstances when wood-based materials are used in the construction e.g. fireplace surround, special attention should be paid to maintaining appropriate distances between the fireplace combustion chamber and encompassing surround. Elements of the flue attain very high temperature levels, which by far exceed the self-ignition temperature level of wood-based products. The rate of carbonization decreases as the distance from a heat source increases. The nature of material has no bearing on the rate of carbonisation if the distance is changing, except for one setting where the influence of material type is clearly visible.

Conclusions: During the exploitation of enclosed fireplaces it is necessary to be conscious of specific conditions, which accompany their use. The operating environment includes the existence of an open fire, hot air and equipment heated up to very high temperature levels. For this reason it is very important that the fireplaces should be of a sound construction and made from high quality materials. Before acquisition, prospective customers should acquaint themselves with the construction and operating procedures. It is also important to be aware of fire hazards, which result from high temperatures, especially in buildings constructed from wood.

Keywords: fire hazard, fireplace, fire

Type of article: case study – analysis of actual events

АННОТАЦИЯ

Введение: В Польше в последние годы наблюдается растущий интерес к покупке и установке каминов. Их покупают всё чаще, потому что они являются одними из самых дешевых способов отопления помещений. В настоящее время они являются почти стандартным элементом оснащения домов.

Свыше 90% построенных сегодня каминов – это камины с закрытой камерой сгорания. Использование отопительного вкладыша для каминов дает значительное увеличение эффективности печи от 20% до 80%, что сравнимо с эффективностью твердотопливных котлов.

Цель: Цель исследования – представить основные пожарные угрозы, связанные с работой каминных топков, а также необходимость соблюдать правила пожарной безопасности при установке этих устройств. Угрозы пожаров, связанные с использованием каминов, были описаны на примере реальных событий. Были описаны также основные свойства и механизмы сжигания древесины. Кроме того, были представлены основные нарушения и упущения в браке и эксплуатации каминов.

Методы: Представленные тематические исследования событий, которые привели к большим потерям имущества, и обстоятельств, представляющих угрозу для жизни, являются отличным исходным материалом, позволяющим определить границы и направления пожарной безопасности в каждой области нашей повседневной жизни. Данные случаи, связанные с пожарами, которые возникли в результате конструкционных ошибок при постройке каминов и человеческого легкомыслия, указывают на человеческую наивность и высокий спрос на профессиональных мастеров.

Кроме того, авторские исследования показали, что в случае использования древесных материалов, например, в корпусе каминной топки, особое внимание должно быть уделено соблюдению соответствующего расстояния между каминной топкой и корпусом. Элементы каминной топки могут нагреваться до очень высоких температур, которые во многом превышают температуру самовоспламенения продуктов на основе древесины. Скорость обугливания уменьшается с расстоянием от источника тепла, тип материала не влияет на этот показатель в случае, когда переменной является расстояние. В случае неизменного расстояния наблюдается четкое влияние типа материала.

Выводы: При эксплуатации каминных топков надо помнить о специфических условиях, которые сопровождают их работу. Мы имеем дело с открытым огнем, горячим воздухом и нагретыми до очень высоких температур частями устройства. Вот почему очень важно, чтобы печь была построена прочно, с использованием высококачественных материалов. Перед покупкой камина следует ознакомиться с его строением и правилами эксплуатации. Важно также знать о пожарной опасности, которая связана с возникающими высокими температурами, особенно в зданиях с деревянным каркасом.

Ключевые слова: угроза пожара, камин, пожар

Вид статьи: тематическое исследование – анализ реальных событий

1. Wstęp

Historia ogrzewania pomieszczeń gorącym powietrzem sięga starożytności. Urządzenia grzewcze instalowano już w starożytnej Grecji i Rzymie. Trudno ustalić, kiedy zaczęto powszechnie budować kominki w znanej nam obecnie postaci, jednakże dowody ich istnienia znaleziono już w IX wieku naszej ery. Pełen rozkwit sztuki budowania kominków przypada na okres późnego średniowiecza. W tamtych

czasach kominek pełnił kilka funkcji. Służył jednocześnie do ogrzewania, oświetlania i gotowania. Koncepcja obecnych wkładów kominkowych została opracowana we Francji podczas kryzysu energetycznego w latach siedemdziesiątych. Przeprowadzone wtedy badania wykazały, że drewno jest bardzo efektywnym, odnawialnym i ekologicznym źródłem energii. Niestety brakowało urządzeń, które gwarantowałyby pełną kontrolę procesu spalania drewna i maksymalnie wykorzystywały energię ciepłą.

W tym czasie bardzo popularne w Europie Zachodniej były kominki otwarte. Należało skonstruować urządzenia, które mogłyby być wykorzystywane zarówno w istniejących już kominkach, jak i nowo budowanych. W ten sposób powstały wkłady i kasety kominkowe [21].

2. Budowa i działanie kominków

2.1. Kominki otwarte

Urządzenia grzewcze dzielimy na otwarte i zamknięte. Kominki otwarte ze względu na niską sprawność rzędu 10–20% nie są efektywnym źródłem ciepła i na pewno nie mogą ogrzać całego domu. Stanowią one głównie element dekoracyjny, który tworzy we wnętrzu niepowtarzalną atmosferę [27].

Prawidłowe funkcjonowanie kominka zależy m.in. od komory spalania, jej kształtów oraz wymiarów. Szerokość otworu komory spalania powinna być o 20–40% większa od wysokości. Głębokość komory spalania, mierzona od czołowej płaszczyzny otworu paleniska do tylnej jej ścianki, powinna wynosić ok. 60% wysokości komory. Wymiary otworu paleniska dobieramy w zależności od kubatury pomieszczenia [21]. Stosujemy wzór:

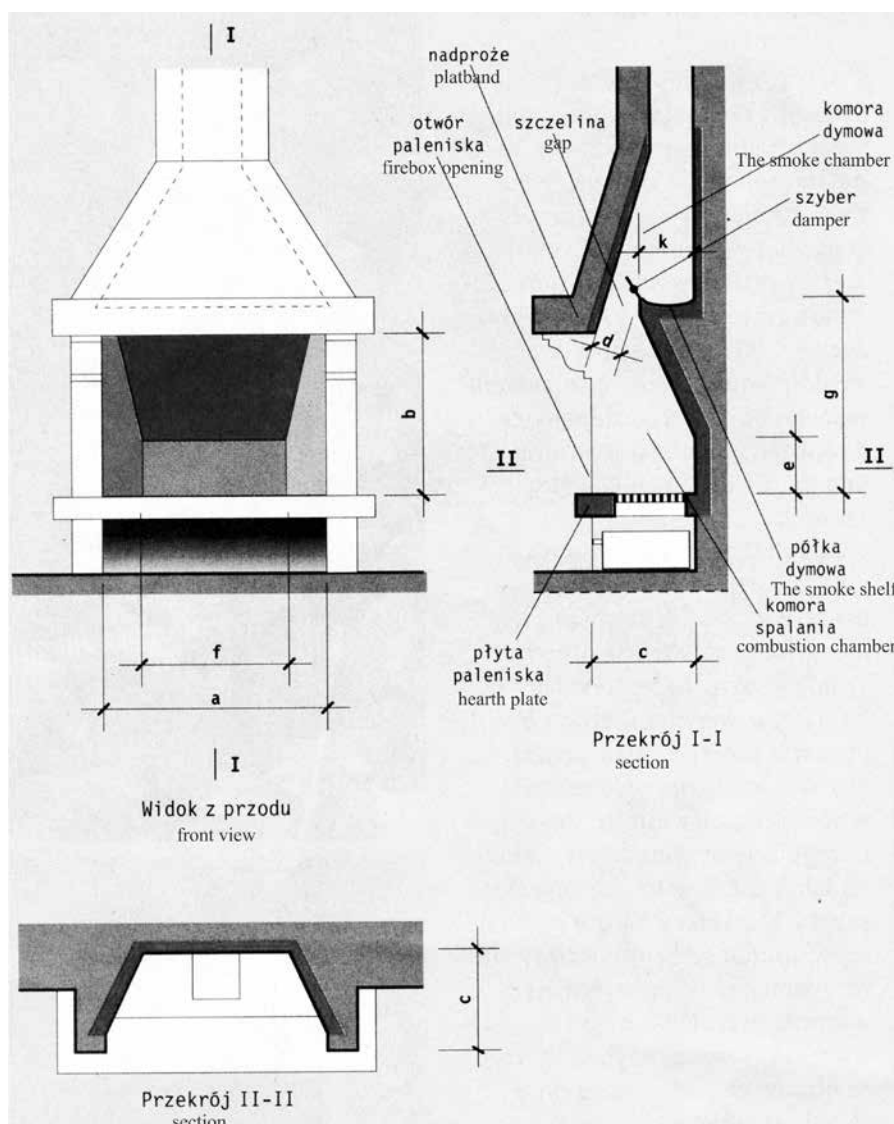
$$S = V_{\text{pom}} \times 30$$

gdzie:

S – powierzchnia otworu paleniska w cm^2

V_{pom} – kubatura pomieszczenia w m^3

Komora spalania powinna być pionowa w dolnej części do ok. 30% jej wysokości, a następnie tylna ściana powinna być nachylona do przodu pod kątem 20–25°. Tak wykonana ściana właściwie ukierunkowuje dym i jednocześnie powoduje zwiększenie ilości wydzielanego ciepła w wyniku promieniowania. Aby zwiększyć skuteczność ogrzewania, boki kominka montuje się pod kątem rozwartym względem jego tylnej ścianki. Ułatwia to wypromieniowanie ciepła z całej powierzchni komory spalania na pomieszczenie. Powierzchnia dolna komory, na której przebiega proces spalania, zwana jest płytą paleniska. Palenisko powinno być umieszczone jak najniżej, przy samej podłodze, wtedy ochłodzone powietrze dostaje się bezpośrednio do komory spalania. Ze względu na wysoką temperaturę komory spalania wykonuje się z pełnej cegły ceramicznej, a od wewnątrz wykłada cegłą szamotową lub wylepia gliną ogniotrwałą.



Ryc. 1. Budowa kominka otwartego [27]
Fig. 1. Construction of the open fireplace [27]

Pomiędzy górną krawędzią tylnej ściany a czołową ścianą kominka powstaje szczelina, zwana gardzielą, przez którą dym przedostaje się do komory dymowej. W gardzieli zazwyczaj zamontowany jest szyber, zwany też klapą dymową, który służy do regulacji wielkości strumienia dymu. Jest to ruchoma klapa z ognioodpornego materiału, przeważnie żeliwa lub blachy. Podczas palenia szyber ma pewien wpływ na prędkość spalania. Gdy nie pali się w kominku, zamknięty szyber ogranicza uciekanie ciepłego powietrza z pomieszczenia [21].

Nad gardzielą znajduje się komora dymowa. Ma ona za zadanie pomieścić dymy i chronić palenisko przed uderzeniami powietrza z zewnątrz przy podmuchach wiatru. Dolna część komory dymowej stanowi półkę dymową służącą zarówno do odbicia prądów powietrza opadających przez przewód kominowy, jak i do wychwytywania spadającej sadzy oraz wody deszczowej. Komora dymowa jest wykonana w kształcie ostrosłupa ściętego, o podstawie czworoboku, którego górna część stanowi przekrój przewodu kominowego. Tylne ściany komory jest zazwyczaj pionowa.

Ściany boczne powinny być nachylone pod kątem 60° do poziomu lub większym. Służy to zmniejszeniu oporów przepływu. Wydostawaniu się dymu z komory dymowej do pomieszczenia zapobiega nadproże paleniska. Powinno być ono umieszczone 10–20 cm poniżej gardzieli [24].

Kominek otwarty zasysa powietrze całą powierzchnią otworu spalania. Ilość zasysanego powietrza zależy od kilku czynników. Te czynniki to powierzchnia otworu spalania, wysokość przewodu kominowego, od której zależy ciąg powietrza w przewodzie dymowym, oraz intensywność spalania, z którą wiąże się temperatura dymu. Poprawnie wykonany kominek zużywa od 200 do 1000 m³ powietrza w ciągu godziny. W domach z tradycyjną stolarką okienną i drzwiową powietrze do spalania jest dostarczane przez nieszczelności konstrukcyjne. W nowo budowanych szczelnych domach jedynym sposobem jest zamontowanie specjalnego kanału nawiewnego, który dostarcza z zewnątrz powietrze do spalania [27].

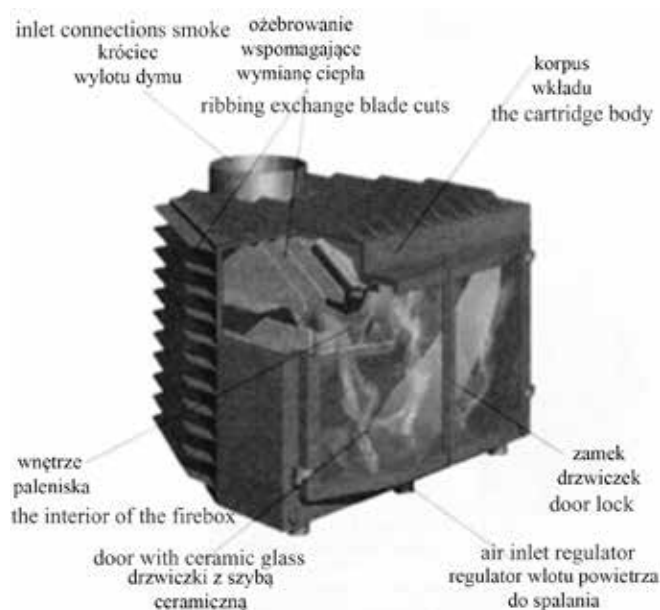
2.2. Kominki zamknięte

Kominki zamknięte to popularna nazwa urządzeń wyposażonych w tak zwany wkład lub kasetę kominkową. Konstrukcja wkładów i kaset kominkowych jest bardzo podobna. Są to w dużym uproszczeniu zamknięte paleniska, wyprodukowane z materiałów odpornych na wysoką temperaturę, na korozję i dobrze akumulujących ciepło. Podstawowa różnica między wkładem a kasetą kominkową polega na ich zastosowaniu. Kasetę kominkową jest tak skonstruowana, aby można było ją zainstalować w istniejącym już kominku tradycyjnym. Kasety kominkowe charakteryzują się mniejszymi wymiarami i mniejszą mocą grzewczą niż wkłady [27].

Wkłady kominkowe są przeznaczone do kominków nowych. Wkład jest podłączany do przewodu kominowego, a następnie obudowywany. Patrząc na wykończony kominek, trudno powiedzieć, czy w środku zamontowany jest wkład, czy kaset. Korpus wkładów i kaset kominkowych odlewany jest z wysokogatunkowego żeliwa w całości, jako jeden element. Może też być zbudowany z płyt żeliwnych lub stalowych, dopasowanych względem siebie za pomocą wypustów wykonanych na krawędziach, uszczelnionych żaroodpornym kitem i skręconych śrubami. Stosuje się także stal Corten. Jest to stal odporna na korozję, na nagłe, bardzo duże zmiany temperatury oraz dobrze akumulująca ciepło.

Urządzenia produkowane według starszych technologii mają konstrukcję jednopłaszczową. Obecnie coraz częściej stosuje się konstrukcję dwupłaszczową, w skład której wchodzi stalowa obudowa zewnętrzna i właściwe palenisko. Wnętrze paleniska wyłożone jest elementami żeliwnymi lub szamotowymi, które mogą swobodnie rozszerzać się i kurczyć pod wpływem zmian temperatury. Konstrukcja dwupłaszczowa znacznie ułatwia prace serwisowe w razie uszkodzeń lub zużycia poszczególnych elementów.

W tylnej części korpusu znajduje się komora wtórnego spalania, wyposażona w wymiennik ciepła. Przepływający przez nią dym odbywa dłuższą drogę i oddaje korpusowi więcej ciepła, zwiększając sprawność urządzenia.



Ryc. 2. Budowa wkładu kominkowego [23]

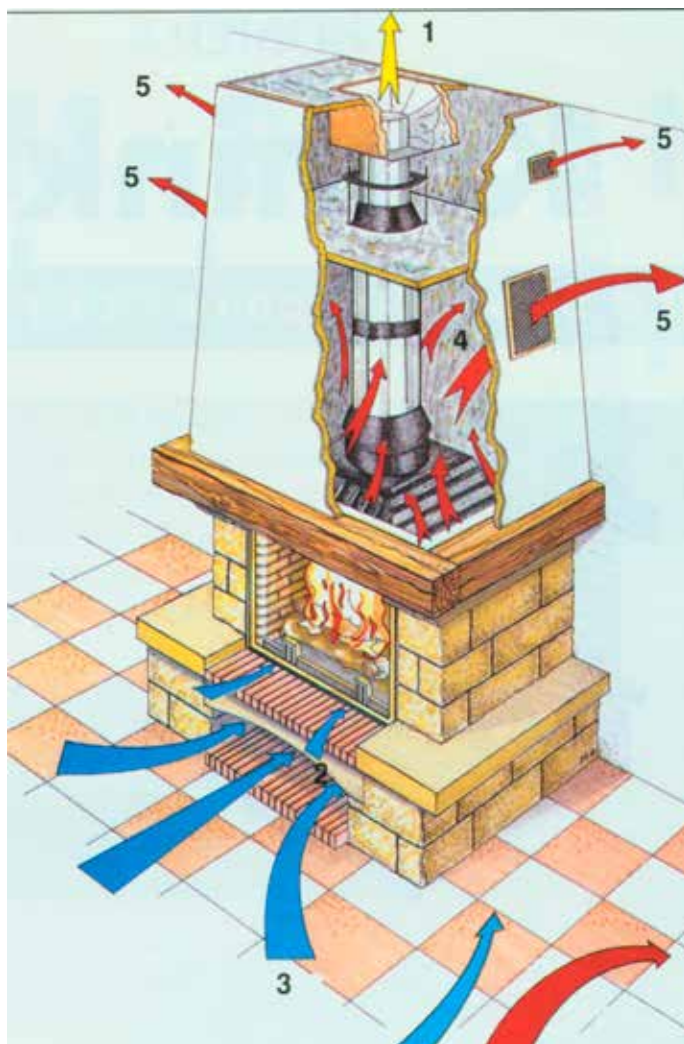
Fig. 2. Construction of the fireplace [23]

W górnej części wkładu znajduje się komora dymowa, a za nią króciec wylotu dymu. Służy on do odprowadzania dymu do przewodu kominowego. Średnica króćca w zależności od rozmiarów paleniska wynosi 180–250 mm. W króćcu wylotu dymu znajduje się szyber. Służy on do regulacji siły ciągu oraz kontroluje wydajność urządzenia. W górnej części paleniska, tuż pod króćcem wylotu dymu zamontowany jest deflektor dymu. Stosowany jest jako uzupełnienie szybra. Zmienia on kierunek przepływu dymu w komorze spalania, tak aby nie miał on bezpośredniego ujścia do przewodu kominowego. Dym przepływa wtedy do komory wtórnego spalania, a więc i wymiennika ciepła,

a stamtąd dopiero do przewodu kominowego. Zabiegi te mają na celu zwiększenie sprawności kominka.

Wnętrze wkładu stanowi komora spalania, gdzie następuje spalanie drewna. W dolnej części komory spalania znajduje się ażurowy ruszt żeliwny, na którym odbywa się spalanie, oraz przepustnice do ręcznej regulacji ilości powietrza wpływającego do paleniska. Przed rusztem ustawione są wsporniki żeliwne zapobiegające przemieszczaniu się drewna w czasie palenia.

Przed niekontrolowanym procesem spalania chronią drzwiczki z szybą. Połączenia drzwiczek z korpusem kominka oraz szyby z drzwiczkami są szczelne.



1. dym
2. powietrze do wkładu
3. powietrze konwekcyjne
4. gorące powietrze
5. wylot gorącego powietrza

1. smoke
2. air to the combustion chamber
3. convection
4. hot air
5. hot air outlet

Ryc. 3. Przepływ powietrza w kominku z wkładem

Fig. 3. Air flow in the fireplace with a combustion chamber

Źródło: Materiały promocyjne firm: Scan Forum, Supra, Koperfam, Schiedel, Darco, Kominki Stella.

Source: Scan Forum, Supra, Koperfam, Schiedel, Darco, Kominki Stella promotion materials.

We wkładach i kasetach stosuje się szyby ceramiczne odporne na wysoką temperaturę – do 800°C. Szyba zamontowana jest w drzwiczkach w taki sposób, aby powstała szczelina, która umożliwia wytworzenie poduszki powietrznej chroniącej szybę przed zabrudzeniem. Nowszym rozwiązaniem jest pokrycie szyby przezroczystą powłoką metaliczną. Powoduje to uzyskanie na jej powierzchni wyższej temperatury i dopalanie się cząstek sadzy oraz substancji smolistych, które się na niej osadziły. W dolnej

części korpusu, z boku lub z przodu znajdują się otwory doprowadzające powietrze do spalania. Umożliwiają one sterowanie mocą grzewczą kominka i prędkością spalania drewna. Ich powierzchnia jest regulowana za pomocą regulatorów.

Kominki zamknięte oddają ciepło częściowo poprzez promieniowanie przez szybę paleniska i rozgrzane elementy obudowy. Wykorzystane jest także zjawisko konwekcji, które polega na unoszeniu ogrzewanego powietrza do góry.

Podczas spalania korpus wkładu lub kasety nagrzewa się. Zimne powietrze z pomieszczenia wpływa między korpus urządzenia a obudowę i odbiera ciepło. Następnie już ogrzane, wypływa do pomieszczenia przez kratkę wentylacyjną zamontowaną w okapie nad kominkiem. Kratka ta może być umieszczona z boku lub z przodu kominka. Nie wolno w okapie montować kratki z możliwością regulacji ilości przepływającego powietrza. Ograniczenie tego przepływu może spowodować przegrzanie urządzenia.

Temperatura wewnątrz okapu może dochodzić do 300°C. Ze względów bezpieczeństwa w odległości ok. 40 cm od sufitu, na wysokości górnej części kratki wylotowych montuje się przegrodę. Wydzielona górna część to komora dekompresyjna. Po obu stronach komory dekompresyjnej znajdują się kratki, pozwalające na intensywny przepływ powietrza, które chłodzi powierzchnię sufitową. Aby umożliwić niewymuszony przepływ powietrza przez komorę dekompresyjną, kratki powinny być umieszczone niesymetrycznie.

Kominki zamknięte w zależności od producenta zużywają od 6 do 20 m³ powietrza w ciągu godziny. Powietrze do spalania najczęściej jest pobierane przez otwory w przedniej lub bocznej ścianie korpusu. Sprawność dobrej jakości kominków zamkniętych wynosi minimum 70% podczas normalnej pracy i ponad 80% przy pracy zredukowanej, przy ograniczonym dopływie powietrza do komory spalania [23].

2.3. Przyłączenie kominka do przewodu dymowego

Bardzo ważnym zagadnieniem jest przyłączenie kominka do przewodu kominowego. Zadaniem komina jest wytwarzanie ciągu i odprowadzanie dymu powstającego podczas spalania drewna. Podciśnienie w przewodzie dymowym powinno wynosić 10–30 Pa. Przy zbyt małym ciągu dymy będą się cofały do pomieszczenia, za duży spowoduje zakłócenia procesu spalania i może doprowadzić do zniszczenia wkładu [23].

Kominek powinien być ustawiony jak najbliżej komina, aby na przewodzie dymowym było jak najmniej zagięć. Najkorzystniejsza jest sytuacja, gdy komin znajduje się nad kominkiem, są wtedy najmniejsze straty ciepła i mały opór dla dymu. Komin może znajdować się także za kominkiem lub obok niego. Należy pamiętać o podstawowej zasadzie, która mówi, iż do jednego przewodu kominowego może być podłączony tylko jeden kominek [4]. Powierzchnia przekroju przewodu kominowego nie może być mniejsza niż 1/10 powierzchni otworu paleniska. Kominek łączy się z kominem odcinkiem sztywnej lub elastycznej rury kwasoodpornej o długości nie większej niż 2 m. Kąt między nim a kominkiem nie powinien być większy niż 45° [14].

Podłączenie musi być dobrze dopasowane i uszczelnione. Najlepiej jeżeli kominek planuje się już na etapie projektowania domu. Wybrany zostaje wtedy rodzaj kominka: otwarty, zamknięty, z systemem dystrybucji gorącego powietrza, czy też termokominek, zostaje określona jego moc. Na podstawie tych parametrów możemy dobrać odpowiedni komin.

Gdy wstawiamy kominek do zamieszkanego już domu, możemy wykorzystać nieużywany przewód kominowy. Często zdarza się, że nie spełnia on stawianych mu wymagań. Można wtedy zainstalować we wnętrzu komina stałowy wkład. Wkłady takie mogą być sztywne lub elastyczne. Sztywne składają się z prostych odcinków o maksymalnej długości 1 m i kształtek łączonych najczęściej kielichowo. Drugie wykonane są z elastycznej rury stalowej. Dzięki temu można je dowolnie wyginać, mają one jednak cieńsze ścianki, są więc mniej trwałe niż sztywne wkłady [26].

Innym rozwiązaniem jest wybudowanie nowego komina. Można go zainstalować wewnątrz budynku przebijając się przez dach i stropy lub przy ścianie zewnętrznej. Można wybrać tradycyjny murowany komin lub coraz częściej spotykane dwuścienne kominy stalowe. Kominy stalowe szybko się nagrzewają, szybko zostaje wytworzony ciąg kominowy. Składają się one z kilku warstw:

- rura wewnętrzna wykonana ze stali kwasoodpornej,
- rura zewnętrzna wykonana ze stali odpornej na działanie czynników atmosferycznych,
- między rurą zewnętrzną i płaszczem zewnętrznym znajduje się warstwa izolacji cieplnej, przeważnie z wełny mineralnej.

Stosuje się także kominy ceramiczne. Kamionka jest materiałem trwałym i bardzo odpornym na wysoką temperaturę. Ma dobre właściwości akumulacyjne, długo się nagrzewa ale i długo stygnie. Zapobiega to gwałtownemu stygnięciu dymu. Komin kamionkowy to konstrukcja wielowarstwowa składająca się z:

- wewnętrznej warstwy ocieplającej, odpornej na wysoką temperaturę i niszczące działanie kwasów, gwarantującej doskonałą izolacyjność cieplną komina, warstwę tę stanowi wełna mineralna lub pustka powietrzna;
- obudowy z pustaków z betonu lekkiego.

3. Charakterystyka występujących zagrożeń na podstawie zaistniałych pożarów

W ostatnich czasach w Polsce zauważyć można stale rosnące zainteresowanie kupnem i instalacją kominków. Rocznie sprzedaje się 30 000 importowanych wkładów kominkowych, nie licząc rodzimej produkcji.

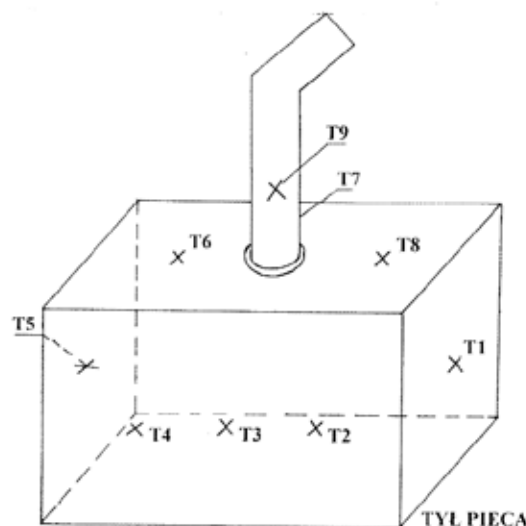
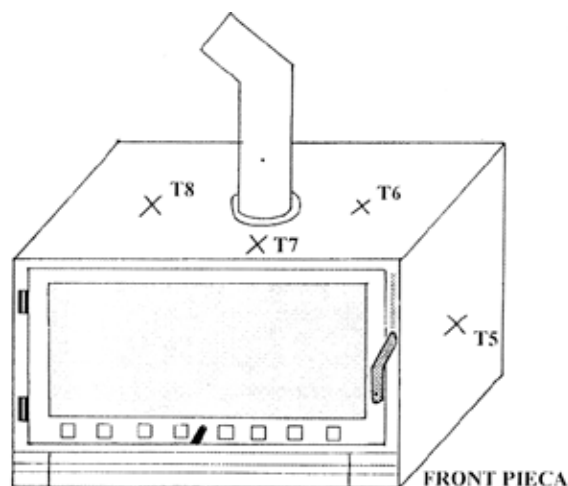
Podczas eksploatacji wkładów kominkowych powstają bardzo wysokie temperatury, zarówno w palenisku, jak i na poszczególnych elementach urządzenia. Temperatury płomieni przy spalaniu drewna są dosyć zróżnicowane. Zależą od ilości tlenu, ciągu powietrza, zawartości żywicy oraz stopnia zwęglenia. Rzeczywista zmierzona temperatura płomieni powstających podczas spalania drewna wynosi ok. 1000°C. Przy tak wysokich temperaturach, ważne jest, aby wkład kominkowy był wykonany solidnie i z wysokiej jakości materiałów oraz prawidłowo zamontowany i eksploatowany [9].

Do palenia w kominku powinno się używać drewna liściastego. Najlepsze gatunki drewna kominkowego to grab, buk, dąb, jesion, brzoza. Drewno iglaste pomimo dużej kaloryczności w tym przypadku nie jest dobrym paliwem. Zawiera dużo żywicy, dlatego przy spalaniu powstają

znaczne ilości sadzy, która odkłada się w kominie. Jest to zjawisko bardzo niekorzystne z punktu widzenia ochrony przeciwpożarowej, ponieważ zgromadzona w przewodzie dymowym sadza może się zapalić od płonących cząstek unoszonych z paleniska [10].

Także wartości temperatury jakie powstają podczas spalanie drewna iglastego są wyższe niż w przypadku drewna liściastego, co może zakłócać prawidłową pracę urządzenia. Poza tym drewno iglaste spala się zbyt szybko, daje mało żaru oraz zanieczyszcza szybę kominka. Dlatego powinno się je używać tylko do rozpalamia.

Temperatura wewnątrz paleniska, a co się z tym wiąże, także innych elementów urządzenia zależy częściowo od warunków pracy kominka. Inne temperatury powstają przy nominalnej pracy urządzenia, inne przy pracy z maksymalną wydajnością, jeszcze inne w trakcie pracy zredukowanej. Poniżej przedstawiono maksymalne temperatury występujące na obudowie żeliwnego wkładu kominkowego po 60 minutach spalania, wyłączeniu wentylatora i dwukrotnym dołożeniu drewna liściastego grubego, po ok. 4 kg [13].



Ryc. 4. Schemat rozkładu temperaturowego wkładu kominkowego [13]

Fig. 4. Diagram of the temperature distribution in the fireplace [13]

Miejsce pomiaru	Temperatura [°C]	Location of measurement	Temperature [°C]
T1 – lewy bok, środek	300	T1 – the left side, center	300
T2 – tył, strona lewa	270	T2 – back, left side	270
T3 – tył, środek	280	T3 – back, center	280
T4 – tył, strona prawa	260	T4 – back, right side	260
T5 – prawy bok, środek	250	T5 – right side, center	250
T6 – górna ścianka, strona prawa	300	T6 – the upper wall, right	300
T7 – górna ścianka, środek, przód	350	T7 – the upper wall, front	350
T8 – górna ścianka, strona lewa	315	T8 – the upper wall, left	315
T9 – ścianka odprowadzenia dymu	300	T9 – smoke extraction wall	300

Najwyższe temperatury uzyskano w pobliżu kołnierza odprowadzenia dymu i na ścianie rury odprowadzającej dym – termoelementy T7 i T9 (300–350°C). Niższe temperatury odnotowano na ściankach o podwójonej izolacji cieplnej – termoelementy T1 i T8 (300–315°C) oraz na górnej ściance po prawej stronie – termoelement T6 (300°C). Najniższe temperatury uzyskano w części tylnej wkładu – termoelementy T2, T3, T4 (260 – 280°C) oraz na ścianie z prawej strony – termoelement T5 (25°C).

W trakcie pracy pieca wyłączono wentylator, co miało symulować awarię lub brak zasilania. Przeprowadzone pomiary wykazały, że dalszy wzrost temperatury jest niewielki. Po około 5–7 minutach temperatura spada ze względu na brak dostępu powietrza i wygaszenie pieca. Taki stan nie powoduje więc wzrostu zagrożenia pożarowego [13].

Kominki są uważane za przyczynę wielu pożarów. Część z nich niewątpliwie powodują. Jest kilka powodów, dla których kominek może odgrywać znaczącą rolę w inicjacji pożaru.

Pierwszy dotyczy głównie kominków otwartych, w mniejszym stopniu tych z zamkniętą komorą spalania. Związany jest z emisją isker lub płonących cząstek z nieosłoniętych części urządzenia. Cząstki takie, opadając na palny materiał, mogą zainicjować reakcję spalania. Pożary wywołane w ten sposób nie zdarzają się często. Świadomość zagrożenia pożarowego z tej strony jest oczywista i użytkownicy kominków zwracają uwagę, aby nie dopuścić do takiego stanu.

Przy eksploatacji kominków należy ściśle przestrzegać wskazań producenta zawartych w instrukcji montażu i obsługi. W instrukcji podana jest informacja, jakiego

opału należy używać. Zastosowanie paliwa innego niż zaleca producent, spowoduje złą pracę kominka, a nawet może doprowadzić do zniszczenia wkładu.

Należy pamiętać, że drewno i inne materiały palne pod wpływem długotrwałego ogrzewania, zdolne są do zapalenia się w temperaturach znacznie niższych, niż normalne temperatury, w jakich się zapalają. Drewno może ulec zwęgleniu pod wpływem długotrwałego oddziaływania temperatury niższej niż 120°C, podczas gdy normalna temperatura, przy której zapala się drewno wynosi ok. 300°C. Widoczna jest więc potrzeba odizolowania całego układu grzewczego, żeliwnego wkładu oraz przewodu dymowego od palnych elementów konstrukcyjnych budynku. Przyczyną wielu pożarów jest wprowadzenie w przestrzeń

nad wkładem kominkowym niczym nie osłoniętych materiałów palnych. Są to najczęściej drewniane elementy konstrukcyjne ścian i stropów [8].

CASE STUDY I

Do pożaru doszło 4 grudnia 2014 r. w miejscowości Swadzim k/Poznania w budynku mieszkalnym jednorodzinnym. Pożar został zauważony około godziny 0:18 przez jedną z osób przebywających w budynku. Informacja natychmiast dotarła do Stanowiska Kierowania KM PSP w Poznaniu. Po przybyciu zastępów PSP na miejsce zdarzenia zastano pożar stropu pomiędzy parterem a pierwszym piętrem.



Ryc. 5, 6. Widok pomieszczeń na parterze (fot. Tomasz Wiśniewski)
Fig. 5, 6. View of rooms on the ground floor (photos by Tomasz Wiśniewski)

Natychmiast podjęte działania gaśnicze ograniczyły możliwość rozprzestrzeniania się pożaru. Ugaszono pożar, wycięto palące się elementy stropu (podłoga, belki, elementy

konstrukcyjne kominka), przewietrzono i oddymiono pomieszczenia domu.



Ryc. 7, 8. Widok pomieszczeń wewnętrznych budynku na piętrze (fot. Tomasz Wiśniewski)
Fig. 7, 8. View of the inside rooms on the first floor of the building (photos by Tomasz Wiśniewski)



Ryc. 9, 10. Widok śladów ognia nad czopuchem (fot. Tomasz Wiśniewski)
Fig. 9, 10. Picture showing traces of fire above the flue (photos by Tomasz Wiśniewski)

W analizowanym przypadku nastąpił długotrwały okres oddziaływania wysokiej temperatury na drewniane elementy konstrukcji stropu. Podczas oględzin stwierdzono zapalenie się elementu drewnianego konstrukcji stropu/podłogi, który był zlokalizowany bezpośrednio

nad czopuchem kominka. Drewniany element zaczął się nadmiernie nagrzewać, co w konsekwencji doprowadziło do inicjacji reakcji spalania. Świadczą o tym kierunki wypałów oraz powierzchnie kierunków zwęglań i okopceń konstrukcji.



Ryc. 11, 12. Widok śladów ognia nad czopuchem (fot. Tomasz Wiśniewski)
Fig. 11, 12. Picture showing traces of fire above the flue (photos by Tomasz Wiśniewski)

Do konstrukcji przedmiotowego kominka (czopucha) została zastosowana płyta typu Super Isol 30 mm oraz grunt i budowlany klej elastyczny. Płyta jest bardzo dobrym izolatorem ale trzeba stosować kleje wysokotemperaturowe zachowując określone dylatacje. Taka izolacja wystarcza pod warunkiem, że ściana nie jest wykonana z materiałów

palnych np. drewna, co w tym przypadku nie było spełnione. Dodatkowo płyty zostały oparte na konstrukcji szkieletowej wykonanej z elementów drewnianych, które nieosłonięte pozostały we wnętrzu przestrzeni czopucha. Ponadto pozostała część zewnętrzna – wykończeniowa została wykonana przy zastosowaniu szpachli gipsowej

i pomalowana emulsją. We wnętrzu zastosowano izolację z wełny mineralnej przy czym nie stwierdzono występowania aluminiowej folii. Nie wykonano również wydzielonej wentylowanej części wewnętrznej tzw. przestrzeni dekompresyjnej pomiędzy czopuchem a sufitem.

Zabudowa instalacji rozprowadzającej ciepłe powietrze z czopucha wykonana została z aluminiowych rur elastycznych typu spiro bez konstrukcji pomiędzy płytami g-k z izolacją z wełny mineralnej.

Komin wykonany został w konstrukcji tradycyjnej jako murowany na zaprawie cementowo-wapiennej, czyli elementów niepalnych.

Należy zauważyć, że pomimo stwierdzonych nieprawidłowości konstrukcyjnych kominka określona w przepisach odległość 0,6 m od wkładu kominkowego, rur przyłączeniowych oraz otworów do czyszczenia od łatwo zapalnych, nieosłoniętych części konstrukcyjnych budynku nie zapewnia bezpieczeństwa pożarowego. Przy tej odległości generowany przez układ grzewczy strumień ciepła jest wystarczający, aby zapoczątkować (rozłożoną w czasie) degradację termiczną palnej konstrukcji. Rezultatem może być zwęglenie, a ostatecznie zapalenie palnych elementów. Temperatury zewnętrznych części ścian i podłogi oraz

innych urządzeń z materiałów niepalnych nie powinny przekraczać średniej temperatury w pomieszczeniu więcej niż o 65°C [16]. Jeżeli warunek ten nie jest spełniony, producent powinien podać w instrukcji montażu i obsługi niezbędne informacje dotyczące izolacji cieplnej ścian i podłogi. Producent ma także obowiązek dostarczyć pisemne instrukcje instalowania, eksploatacji, konserwacji i montażu, zredagowane w języku kraju przeznaczenia.

Ponadto przewody dymowe powinny być oddalone od łatwo zapalnych, nieosłoniętych części konstrukcyjnych budynku co najmniej 0,3 m [4].

CASE STUDY II

Do zdarzenia doszło 5 lipca 2011 r. w Łebie w wyniku nieprawidłowej eksploatacji kominka z paleniskiem otwartym, co doprowadziło do pożaru obiektu wypoczynkowego. Użytkownik nie zachował należytych środków ostrożności i wbrew ostrzeżeniom podległym mu pracowników – o nieuszczelności komina, wydobywającym się dymie oraz małej odległości komina od palnej konstrukcji dachu – polecił im spalenie pozostałych po remoncie podłogi desek w kominku będącym w złym stanie technicznym oraz nakazał pozostawienie bez dozoru nie wygaszonego paleniska kominka.



Ryc. 13, 14. Widok miejsca objętego działaniami gaśniczymi

Fig. 13, 14. View of the site of firefighting operations

Źródło/Source: gazeta kaszubska.pl

W wyniku pożaru spaleni uległ murowany budynek mieszkalno-gospodarczy o powierzchni zabudowy 831 m², powodując wysokie straty dla Powiatu Lęborskiego.

Podczas pożaru w kompleksie wypoczynkowym przebywało około 30 osób. W chwili przybycia pierwszych zastępów Jednostek Ochrony Przeciwpożarowej, pożarem objęty był w całości obiekt gastronomiczno-rozrywkowy.

Ogień rozprzestrzenił się na przylegające bezpośrednio do obiektu dachy o konstrukcji drewnianej kryte papą, budynek z 16 pokojami noclegowymi oraz budynek gospodarczy.

Płomienie obejmowały okoliczne drzewa oraz dach budynku handlowo-gastronomicznego. Zagrożone bezpośrednio

były domki letniskowe. KDR otrzymał informację od menadżera obiektu, że gości z pokoi noclegowych ewakuowano przed przybyciem zastępów JOP oraz rozpoczęto ewakuację osób zakwaterowanych w pobliskich domkach letniskowych.



Ryc. 15, 16, 17. Widok miejsca objętego działaniami gaśniczymi

Fig. 15, 16, 17. View of the site of firefighting operations

Źródło/Source: gazeta kaszubska.pl

Po zlokalizowaniu pożaru przystąpiono do prac wyburzeniowych konstrukcji zagrażającym ratownikom oraz przeszukanie pogorzeliska.



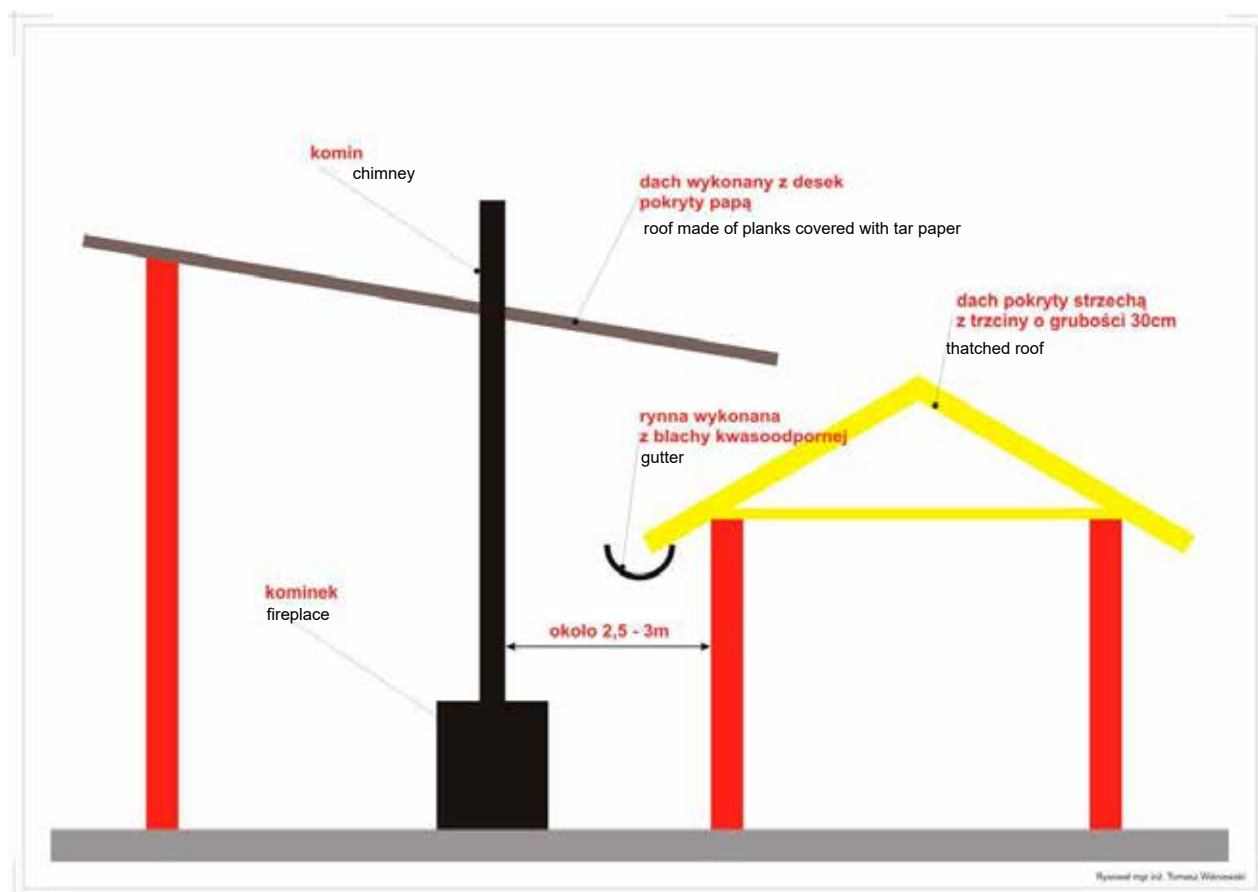
Ryc. 18, 19. Widok pogorzeliska

Fig. 18, 19. Site of the fire

Źródło/Source: gazeta kaszubska.pl

Z powyższej analizy przypadku wynika, że pożar rozpoczął się budynku, gdzie znajdował się kominek.

Budynek ten posiadał drewnianą konstrukcję dachu pokrytą deskami.



Ryc. 20. Miejsce lokalizacji kominka w stosunku do budynku krytego strzechą
Fig. 20. Location of the fireplace in relation to the building with a thatched roof

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Okoliczności powyższego zdarzenia wskazują, że działanie pracowników było nieroztropne, ponieważ doprowadzili do rozpalenia zbyt dużej ilości drewna w palenisku. Intensywne spalanie powodowało wydostanie się iskier poza palenisko, które były gaszone przez osoby pracujące wewnątrz obiektu. Warto podkreślić, że w chwili opuszczania obiektu w palenisku pozostał żar. Zalenie go wodą mogłoby spowodować poważne uszkodzenie kominka poprzez gwałtowne schłodzenie, co doprowadziłoby do popękania konstrukcji.

Nie ulega wątpliwości, że pracownicy chcąc uporać się błyskawicznie z pracą doprowadzili do nadmiernego załadowania paleniska i termicznego uszkodzenia komina, który w miejscach nieszczelności spowodował zapalenie się strzechy pokrywającej dach.

CASE STUDY III

Do pożaru doszło 27 stycznia 2012 r. w miejscowości Czarnkowie w powiecie świdwińskim, w budynku mieszkalnym jednorodzinny, około godziny 12:40. Pożar został zauważony przez właściciela po pewnym czasie od rozpalenia ognia w kominku. Zauważył on wydobywający się dym w obszarze stropu. Informacja natychmiast dotarła do Stanowiska Kierowania KP PSP w Świdwinie. Po przybyciu zastępów PSP na miejsce zdarzenia stwierdzono, że

poddasze wraz z konstrukcją dachową jest objęte ogniem. Częściowo ogień pojawiał się na zewnątrz dachu. Podano prądy wody w natarciu wewnątrz budynku oraz jeden na ścianę szczytową. Po lokalizacji pożaru przystąpiono do częściowej rozbiórki poddasza, pozostałości więźby dachowej, krokwi, łąt oraz dachówki. Ratownicy przeprowadzili ewakuację mienia do pobliskiej stodoły, pożar dogaszono, a następnie przeszukano poddasze.

Zniszczeniu w 80% uległa więźba dachowa wraz z poszyciem, pozostała część wymagała rozbiórki. Poddasze wraz z wyposażeniem, stropy nad pierwszą kondygnacją, łazienką na pierwszym piętrze oraz pokoje i ich wyposażenie na pierwszym piętrze uległy częściowemu zalaniu wodą gaśniczą. Strop na poziomie parteru w kuchni oraz w sąsiadującym salonie uległ przepaleniu. Miejsca zdarzenia przekazano protokolarnie właścicielom.

W analizowanym przypadku nastąpiło długotrwałe oddziaływanie wysokiej temperatury na drewniane elementy konstrukcji stropu. Podczas oględzin stwierdzono zapalenie się elementu drewnianego konstrukcji stropu/podłogi i dachu, który zlokalizowany był bezpośrednio nad czopuchem kominka. Drewniany element zaczął się nadmiernie nagrzewać, co w konsekwencji doprowadziło do inicjacji reakcji spalania.



Ryc. 21. Widok budynku (fot. Tomasz Wiśniewski)
Fig. 21. View of the bulding (photo by Tomasz Wiśniewski)



Ryc. 22, 23, 24. Widok kominka z paleniskiem zamkniętym (fot. Tomasz Wiśniewski)
Fig. 22, 23, 24. View of the fireplace with closed hearth (photos by Tomasz Wiśniewski)

W analizowanym przypadku nie występowały wymagane elementy konstrukcyjne kominka. Niestety kontrola kominiarza nie wykazała nieprawidłowości.



Ryc. 25, 26. Widok śladów ognia w źródle (fot. Tomasz Wiśniewski)
Fig. 25, 26. Picture showing traces of fire in the ignition source (photos by Tomasz Wiśniewski)

Należy podkreślić, że pomimo braku właściwej konstrukcji czopucha kominka bezpośredni związek przyczynowo-skutkowy miał zanik napięcia w sieci energetycznej, który spowodował wyłączenie pracy turbin rozpraszających ciepło w systemie SDGP. W krytycznym dniu w godzinach od 9:00 do 14:00 nastąpiła planowana przerwa w dostawie energii elektrycznej, o czym operator informował ogłoszeniami przymocowanymi na drzewach przy drodze. Spółka Energia nie informowała bezpośrednio odbiorców energii, co mogło spowodować, że poszkodowany nie wiedział o przerwie w dostawie prądu. Komin był utrzymywany w należyty sposób. Prowadzone były okresowe przeglądy i czyszczenie przewodu.

Kominek może ogrzewać nie tylko pomieszczenie, w którym się znajduje, ale również inne pomieszczenia, a nawet cały budynek. Służy do tego system dystrybucji gorącego powietrza SDGP. W takim przypadku rozgrzane powietrze zbierające się w komorze okapu, czyli dystrybutorze, kierowane jest do króćców, a stamtąd bezpośrednio do przewodów rozpraszających, które najczęściej wykonuje się z elastycznych rur aluminiowych. Na wylotach przewodów nawiewnych montuje się kratki lub anemostaty z regulacją strumienia powietrza.

W systemie grawitacyjnym występuje swobodny, konwekcyjny obieg powietrza. Jest to najprostsze i niezawodne rozwiązanie. Okazuje się jednak nieskuteczne, gdy odgałęzienia rur rozpraszających gorące powietrze są liczne lub gdy ich długość przekracza kilka metrów. Mogą więc być wykorzystywane do ogrzewania małego domu mieszkalnego lub kilku pomieszczeń w większym budynku.

Gdy chcemy ogrzać bardziej odległe pomieszczenia musimy zastosować wymuszony przepływ gorącego powietrza. Są dwa podstawowe rodzaje takiego obiegu. W pierwszym turbina jest zainstalowana na przewodzie wlotowym zimnego powietrza. Takie rozwiązanie zapewnia przepustowość maksymalnie do 200 m³/h. W celu zwiększenia wydajności stosuje się turbiny rozpraszające gorące powietrze, których przepustowość dochodzi do 500 m³/h.



Dla sprawnego działania całego systemu, powietrze musi mieć możliwość recyrkulacji, czyli powrotu do pomieszczenia, w którym znajduje się kominek. Dlatego drzwi powinny posiadać specjalne otwory lub szczelinę przy podłodze. Chłodne powietrze powrotne doprowadzane jest pod kominek, gdzie przez specjalne otwory jest zasysane przez układ, a następnie ogrzewa się przepływając do przestrzeni między żebrami kominka a jego obudową. Sytuacja, w której nie zapewnia się wystarczającej wymiany gorącego powietrza może doprowadzić do zaistnienia pożaru wskutek długotrwałego nagrzewania się elementów konstrukcji dachu.

4. Posumowanie i wnioski

Podczas eksploatacji wkładów kominkowych należy pamiętać o specyficznych warunkach, jakie towarzyszą ich pracy. Mamy tu do czynienia z otwartym ogniem oraz gorącym powietrzem i elementami urządzenia nagrzewanymi do bardzo wysokich temperatur. Dlatego bardzo ważne jest, aby piec był wykonany solidnie i z wysokiej jakości materiałów. Przed zakupem kominka powinniśmy dokładnie poznać jego budowę i zasadę działania. Ważna jest też świadomość zagrożeń pożarowych, jakie wiążą się z powstającymi wysokimi temperaturami, zwłaszcza w budynkach wykonanych w technologii opartej na szkielecie drewnianym.

Zastosowanie materiałów drewnopochodnych do zabudowy kominków jest bardzo częstym rozwiązaniem. Zastosowanie w obrębie komory i kanału dymowego elementów palnych wiąże się z niebezpieczeństwem rozkładu termicznego tych materiałów. Należy zwrócić szczególną uwagę na szczelność instalacji odprowadzania dymu i poprawność jej instalacji. Wydostający się przez szczelinę dym o bardzo wysokiej temperaturze może szybko zapoczątkować proces rozkładu termicznego. Proces tlenienia się materiału w zabudowie może trwać długo przy niższej temperaturze i zapoczątkować pożar.



Ryc. 27, 28. Zwęglenia w wyniku pirolizy tzw. okapów kominków wykonanych z płyty wiórowej z naturalną okleiną (fot. Tomasz Wiśniewski)

Fig. 27, 28. Charring caused by pyrolysis of so called fireplace hoods made of chipboard with natural veneer (photos by Tomasz Wiśniewski)

Palne elementy wystroju wnętrza budynku, przez które, lub obok których są prowadzone przewody ogrzewcze,

wentylacyjne, dymowe powinny być zabezpieczone przed możliwością zapalenia lub zwęglenia. Osiąga się to przez

zachowanie odpowiednich odległości przewodów od innych elementów budynku oraz zastosowanie izolacji i osłon. Podłoga łatwo zapalna przed drzwiczkami palenisk powinna być zabezpieczona pasem materiału niepalnego. Należy również pamiętać, że zewnętrzne powierzchnie wkładu kominkowego podczas eksploatacji przekraczają często 300°C.

Należy mieć na uwadze, że drewno i inne materiały palne pod wpływem długotrwałego ogrzewania mogą

zapalić się w temperaturach znacznie niższych niż standardowo. Widoczna jest więc potrzeba odizolowania całego układu grzewczego oraz przewodu dymowego od palnych elementów konstrukcyjnych budynku. Przyczyną wielu pożarów jest wprowadzenie w przestrzeń nad wkładem kominkowym nieosłoniętych niczym materiałów palnych. Są to najczęściej drewniane elementy konstrukcyjne ścian i stropów.



Ryc. 29, 30. Zwęglenia w wyniku pirolizy okapu i czopucha kominka wykonanego ze sklejk (fot. Tomasz Wiśniewski)
Fig. 29, 30. Charring caused by pyrolysis of fireplace hood and flue made of plywood (photos by Tomasz Wiśniewski)



Ryc. 31, 32. Widok kominka, którego ściana tylna została wykonana w konstrukcji szkieletowej z elementów drewnianych a przewody dymowe zostały poprowadzone w odległości 3 cm od tej konstrukcji (fot. Tomasz Wiśniewski)
Fig. 31, 32. Picture of a fireplace, whose rear wall frame was constructed from wooden elements and smoke ducts were routed at a distance of 3 cm from this structure (photos by Tomasz Wiśniewski)

Temperatura zapłonu i samozapłonu zależy od rodzaju i gatunku drewna, wilgotności, właściwości fizycznych i chemicznych drewna. Szybkość wzrostu temperatury zależy w dużej mierze od pojemności cieplnej drewna, którą określa się jako iloczyn gęstości, współczynnika przewodnictwa cieplnego i ciepła właściwego. Im niższa pojemność cieplna, tym szybciej drewno ogrzewa się i zapala. Rozkład termiczny jest procesem endotermicznym, aby wystąpił, do drewna musi zostać dostarczona określona energia cieplna.

Przy ogrzewaniu drewna obserwuje się zmianę barwy, drewno ulega rozkładowi termicznemu, a następnie zwęglu się. Jest to proces przebiegający od powierzchni do wewnątrz.

W miarę wzrostu temperatury i zwiększania się warstwy węgla, szczeliny poszerzają się, ułatwiając migrację lotnym produktom rozkładu. W takich warunkach w produktach pirolizy przeważają niskocząsteczkowe lotne węglowodory i wodór. Jeśli szybkość emisji produktów lotnych jest wystarczająca do utworzenia mieszaniny, w której składniki palne są w granicach zapalności, może nastąpić zainicjowanie reakcji spalania. Jest to tzw. płomieniowa faza spalania drewna. Główna masa gazowych produktów rozkładu wydziela się w temperaturze 200–400°C. Tworzenie się warstwy węgla zmniejsza szybkość wydzielania gazów pirolitycznych, aż do całkowitego ustania emisji w temperaturze powyżej 500°C. Pozostały węgiel drzewny spala się bezpłomieniowo [8].

Ponieważ hemiceluloza rozkłada się w najniższych temperaturach, a lignina w najwyższych, bardziej odporne na oddziaływanie ciepła jest drewno gatunków zawierających dużo ligniny. W odniesieniu do zagrożenia pożarowego istotne jest zjawisko długotrwałego ogrzewania drewna. Istnieją również dowody, że wyroby z drewna ogrzewane w niskich temperaturach mogą w końcu się zapalić.

Ochrona drewna w postaci blachy lub różnego rodzaju płytek, często z dodatkową warstwą izolacji termicznej, nie zawsze wystarcza, aby przeciwdziałać wytworzeniu węgla drzewnego. Izolacja z jednej strony ogranicza ilość ciepła docierającego do materiału, ale z drugiej strony ułatwia akumulację ciepła. Nawet przy szczelnej ochronie może zaistnieć tlenie, które zachodzi już przy bardzo niskiej zawartości tlenu. Źródła występowania potencjalnych inicjatorów w przypadku kominków są bardzo niebezpieczne i mogą pojawiać się w wielu miejscach.

Celem opracowania była analiza zagrożeń pożarowych związanych z eksploatacją wkładów kominkowych. Opisa- no także przykłady pożarów spowodowanych eksploatacją wkładów kominkowych i kominka z paleniskiem otwartym. Na podstawie zgromadzonych materiałów, zapoznaniu się z przepisami dotyczącymi problemu oraz analizy zdarzeń, które miały miejsce w rzeczywistości, można wyciągnąć następujące wnioski:

1. W przypadku stosowania materiałów drewnopochodnych np. w zabudowie kominka, na szczególną uwagę zasługuje zachowanie odpowiedniej odległości pomiędzy wkładem kominkowym a obudową. Na elementach wkładu kominowego osiągane są bardzo wysokie temperatury, które znacznie przewyższają temperaturę samozapłonu wyrobów drewnopochodnych. Określona w przepisach odległość 0,6 m wkładu kominkowego,

rur przyłączeniowych oraz otworów do czyszczenia do łatwopalnych, nieosłoniętych części konstrukcyjnych budynku nie zapewnia bezpieczeństwa pożarowego. Przy tej odległości generowany przez układ grzewczy strumień ciepła jest wystarczający, aby zapoczątkować degradację termiczną palnej konstrukcji. Rezultatem może być zwęglenie, a ostatecznie zapalenie palnych elementów.

2. Szczególną uwagę należy poświęcić ochronie elementów palnych przed promieniowaniem cieplnym poprzez izolację całego układu grzewczego, w tym żeliwnego wkładu oraz przewodu dymowego. Stosowane powszechnie osłony, np. z płyt gipsowo-kartonowych, czy też wełny mineralnej, nie zawsze zapewniają szczelność, dlatego nie mogą ochronić palnych elementów konstrukcyjnych przed penetracją gorącego powietrza. W bezpośrednim otoczeniu układu grzewczego nie należy umieszczać żadnych materiałów palnych. Wszelkie materiały użyte do obudowania wkładu oraz przewodów dymowych powinny być niepalne. Poza tym muszą zapewniać odpowiednią izolacyjność i szczelność na działanie wysokich temperatur.
3. Szybkość zwęglania maleje wraz ze wzrostem odległości od źródła ciepła, rodzaj materiału nie ma wpływu na tę wartość w przypadku, gdy zmienną jest odległość. W przypadku jednej odległości widać wyraźny wpływ rodzaju materiału.
4. Używanie opału innego niż zaleca producent powoduje złą pracę kominka, a nawet może doprowadzić do uszkodzenia wkładu i komina. Często zdarza się, że wykorzystywanie pieca do spalania różnego rodzaju odpadów powoduje powstawanie dużej ilości toksycznych produktów spalania oraz zanieczyszczenie komina, co w konsekwencji prowadzi do odkładania się warstwy sadzy i pożarów w kominie.
5. Częstym błędem popełnianym przy montażu wkładów kominkowych jest brak izolacji termicznej rury odprowadzającej dymy z kominka. Prowadzi to do przegrzania palnych elementów konstrukcji, które mogą się zapalić.
6. Brak komory dekompresyjnej powoduje niczym nie zakłócone omywanie powierzchni sufitu przez unoszone gorące powietrze, czego skutkiem jest nadmierne ogrzanie stropu. Konsekwencją takiego stanu może być, poprzedzone rozkładem termicznym, zapalenie palnych elementów konstrukcyjnych.
7. Montażu urządzenia powinna dokonywać tylko i wyłącznie osoba posiadająca odpowiednie przeszkolenie. Szkolenie takie powinno być organizowane przez korporacje kominiarskie we współpracy z producentem, importerem bądź dystrybutorem kominków.
8. W Polsce w ostatnich latach możemy zauważyć stale rosnące zainteresowanie kupnem i instalacją kominków. Są one coraz częściej nabywane, ponieważ stanowią jedno z najtańszych źródeł ogrzewania pomieszczeń. Powyższy trend mody, designu oraz alternatywy w ogrzewaniu mieszkań sprzyja również pojawianiu się niebezpiecznych sytuacji, które mogą doprowadzić do pożaru. Problematyka związana z prawidłowo wykonaną konstrukcją kominka nabiera coraz większego znaczenia przekładającego się na bezpieczeństwo jego użytkowników. Obecnie wśród

rzemieślników nie można wskazać zawodu zajmującego się konstruowaniem kominków. Występujące na rynku firmy, których właściciele żyją z przekonaniem, że robią właśnie interesy życia, nie zawsze świadczą o wysokiej jakości usługi. Wysokie ceny świadczonych usług wymuszają również na społeczeństwie potrzebę wejścia na rynek domorosłych fachowców. Niski poziom wiedzy i bylejakość wykonanych przez siebie dzieł stwarza poważne ryzyko powstania zagrożenia dla życia i mienia.

Należy pamiętać, że osiągnięcie właściwego poziomu działań prewencyjnych wymaga spełnienia niezwykle

istotnych warunków technicznych. Polega to na zapewnieniu koniecznych warunków ochrony technicznej nieruchomościom i ruchomościom poprzez tworzenie warunków organizacyjnych i formalnoprawnych, dających ochronę ludzi i mienia, a także przeciwdziałających powstawaniu lub minimalizujących skutki pożaru, klęski żywiołowej lub innego miejscowego zagrożenia. Prezentując ideę profilaktyki pożarowej, należy podkreślić, jak ważną rolę odgrywa ona w procesie zapewnienia bezpieczeństwa najwyższej wartości – życia.

Literatura

- [1] Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (Dz.U. z 2002 r. nr 147, poz. 1129 ze zmianami).
- [2] Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o Państwowej Straży Pożarnej (Dz.U. z 2006 r. nr 96, poz. 667 ze zmianami).
- [3] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U. z 2006 r. nr 156, poz. 1118 ze zmianami).
- [4] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2002 r. nr 75, poz. 690 r. ze zmianami).
- [5] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz.U. nr 109, poz. 719).
- [6] Choroszewski Z., *Taktyka wykrywania sprawców pożarów – Wybrane zagadnienia*, WSPol, Szczecino 2005.
- [7] Hołyst B., *Kryminalistyka*, Wydawnictwo Prawnicze PWN, Warszawa 2004.
- [8] DeHaan J. D., *Kirk's Fire Investigation – fourth edition*, New Jersey, 07458.
- [9] Krzysik F., *Nauka o drewnie*, PWN, Warszawa 1978.
- [10] Pofit-Szczepańska M., Terlikowski T., *Katalog właściwości palnych i termicznych, materiałów i wyrobów celulozopochodnych, tworzyw oraz włókien syntetycznych*, cz. 1, Firex, Warszawa 1997.
- [11] Pofit-Szczepańska M., *Wybrane zagadnienia z chemii ogólnej, fizykochemii spalania i rozwoju pożarów*, SAPSP, Kraków 1994.
- [12] Tuzimek Z. (red.), *Ochrona przeciwpożarowa w budownictwie*, WIZ WEKA, Poznań 2001.
- [13] Świetnicki J., Iwaniec R., *Ocena stopnia bezpieczeństwa pożarowego pieca kominkowego opalanego drewnem*, CNBOP, Józefów 1994.
- [14] PN-89/B-10425 Przewody dymowe, spalinowe i wentylacyjne murowane z cegły. Wymagania techniczne i badania przy odbiorze.
- [15] PN-91/B-02840 Ochrona przeciwpożarowa budynków. Nazwy i określenia.
- [16] PN-EN 13229 Wkłady kominkowe wraz z kominkami otwartymi na paliwa stałe. Wymagania i badania.
- [17] PN-ISO 8421-1 Ochrona przeciwpożarowa. Terminologia; terminy ogólne i dotyczące zjawiska pożaru, sierpień 1997.
- [18] PN-EN 1443:2001 Kominy. Wymagania ogólne.
- [19] NFPA 921 Guide for Fire and Explosion Investigations 2004 Edition NFPA, 1 Batterymarch Park, Quincy, MA 02169-7471 An International Codes and Standards Organization.
- [20] Adamczyk J., Surmacz P., *Kominek w normie*, „Świat Kominków”, Issue 1, 2003.
- [21] Fornalski R., *Kominki*, „Kominiarz Polski”, Issue 4, 2001.
- [22] Fornalski R., *Kominki cz. II. Wkłady i kasety kominkowe*, „Kominiarz Polski”, Issue 1, 2002.
- [23] Koper K., Szymanik I., *Kominki* (dodatek), „Murator”, Issue 2, 2003.
- [24] Polański J., *Królestwo kominków*, wyd. Moje Hobby, Warszawa 1992.
- [25] Schaffer E.L., *Smoldering in cellulose under prolonged low – level heating*, „Fire Technology” Vol. 16 Issue 1, 1980.
- [26] Szczygielska-Dynia A., *Gotowe kominy*, „Murator”, Issue 7, 2003.
- [27] Tomasiak W., Koper K., Zubek W., Tauer M., *Kominki*, „Murator”, Issue 9, 1998.

* * *

mł. bryg. mgr inż. Tomasz Wiśniewski – absolwent Szkoły Aspirantów Państwowej Straży Pożarnej w Poznaniu, Wydziału Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego Szkoły Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie oraz Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu. Członek Zarządu Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Pożarnictwa Oddział Wielkopolski. Płetwonurek oraz młodszy nurek MSWiA. Posiada kwalifikacje pedagogiczne, przez wiele lat był wykładowcą w Szkole Aspirantów Państwowej Straży Pożarnej w Poznaniu. Redaktor podręczników szkolnych i wydawnictw pokonferencyjnych oraz autor wielu grafik i zdjęć o tematyce pożarniczej. Od 2005 roku biegły sądowy w dziedzinie pożarnictwa, od 2007 roku rzeczoznawca SITP w zakresie ustalania przyczyn pożarów. Członek komitetu organizacyjnego międzynarodowych konferencji „Badanie przyczyn powstawania pożarów” oraz warsztatów i kursów z dochodzeń pożarowych. Obecnie naczelnik Ośrodka Szkolenia w Komendzie Wojewódzkiej PSP w Poznaniu. Członek Zespołu „Edukacja i Profilaktyka Pożarowa”, współautor Wielkopolskiego Programu Zapobiegania i Walki z Pożarami. Członek Polskiego Towarzystwa Kryminalistycznego, Polskiego Towarzystwa Ekspertów Dochodzeń Popożarowych oraz European Network for Fire Investigation and Prevention.

RECENZENCI / REVIEWERS / РЕЦЕНЗЕНТЫ 2015

1. Abgarowicz Grzegorz, dr – Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego w Warszawie, Rządowe Centrum Bezpieczeństwa;
2. Anszczak Marcin, st. kpt. dr – Szkoła Główna Służby Pożarniczej;
3. Balanyuk V.M., dr – Lviv State University of Life Safety (Ukraina);
4. Bartkowiak Grażyna, dr inż. – Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy;
5. Binek Tomasz, dr – Wyższa Szkoła Gospodarki Euroregionalnej im. Alcide De Gasperi w Józefowie;
6. Bloch-Bogusławska Elżbieta, dr n. med. – Collegium Medicum UMK;
7. Bodnar G.Ya. – Lviv State University of Life Safety (Ukraina);
8. Brzezińska Dorota, dr inż. – Politechnika Łódzka;
9. Buczkowski Jerzy, dr hab. prof. UMK – Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu;
10. Bun' R.A., prof. – National University Lviv Polytechnic (Ukraina);
11. Byrdy Aleksander, dr inż. – Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki;
12. Cebula Grzegorz Marek, dr n. med. – Polska Rada Resuscytacji;
13. Czarnecki Robert, st. bryg. – CNBOP-PIB;
14. Darowicki Kazimierz, prof. dr hab. inż. – Politechnika Gdańska;
15. Dobrucki Andrzej, prof. dr hab. inż. – Politechnika Wrocławska;
16. Fangrat Jadwiga, dr inż. – Instytut Techniki Budowlanej;
17. Fojutowski Andrzej, dr hab. inż. prof. ITD. – Instytut Technologii Drewna;
18. Fundowski Piotr, dr inż. – Politechnika Warszawska;
19. Gawin Dariusz, prof. dr hab. inż. – Politechnika Łódzka;
20. Geshbora G.V., dr – Lviv State University of Life Safety (Ukraina);
21. Giełżecki Jan, dr inż. – Akademia Górniczo-Hutnicza;
22. Gierszewski Dorota, dr – Uniwersytet Jagielloński;
23. Górny Adam, dr inż. – Politechnika Poznańska;
24. Grayvoronskiy Mykola – National Technical University Of Ukraine (Ukraina);
25. Grosset Ryszard, dr prof. nadzw. – Uczelnia Techniczno-Handlowa im. Heleny Chodkowskiej, SGSP;
26. Grześkowiak Wojciech, dr inż. – Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu;
27. Horyń Wojciech, prof. dr hab. – Wyższa Szkoła Bezpieczeństwa;
28. Ivanov Yu.S. – Research Institute of Fire Safety and Emergencies (RIFSE) Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus (Białoruś);
29. Janik Paweł, st. bryg. dr inż. – Komenda Główna Państwowej Straży Pożarnej;
30. Januszkiewicz Katarzyna, dr – Uniwersytet Łódzki;
31. Kamocka-Bronisz Renata, mł. bryg. dr inż. – Szkoła Główna Służby Pożarniczej;
32. Kasprzyk Rafał, mjr dr inż. – Wojskowa Akademia Techniczna;
33. Kępka Paweł, mł. bryg. dr inż. – Szkoła Główna Służby Pożarniczej;
34. Kharlamenkov Aleksandr Sergeyevich – State Fire Academy of EMERCOM of Russia (Rosja);
35. Kitsak Anatoliy Ilich, dr – Research Institute of Fire Safety and Emergencies (RIFSE) Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus (Białoruś);
36. Konieczny Jerzy, prof. dr hab. – Uniwersytet Adama Mickiewicza w Poznaniu;
37. Kovalev A.I., dr – Academy of Fire Safety named after Chernobyl Heroes (Ukraina);
38. Kowalkowski Stanisław, płk prof. dr hab. inż. – Akademia Obrony Narodowej;
39. Kowalski Jan Maria, dr inż. – Instytut Przemysłu Organicznego;
40. Krajewski Paweł, dr – Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej;
41. Królikowska Agnieszka, dr inż. – Instytut Badawczy Dróg i Mostów;
42. Krystosik-Gromadzińska Agata, dr – Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie;
43. Krzystała Edyta, dr inż. – Politechnika Śląska;
44. Kubica Przemysław, mł. bryg. dr inż. – Szkoła Główna Służby Pożarniczej;
45. Kucharczyk Wojciech, dr inż. – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. K. Pułaskiego w Radomiu;
46. KukharSKIY Vitaliy Mikhaylovich, dr – Ivan Franko Lviv State University (Ukraina);
47. Kusainov Arman Bulatovich – Kokshetau Technical Institute (Kazachstan);
48. Kushnir A.P., dr hab. – Lviv State University of Life Safety (Ukraina);
49. Kustra Witold, kmdr dr – Akademia Obrony Narodowej;
50. Kwiatkowska-Ciotucha Dorota, dr inż. – Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu;
51. Kwiatkowska-Wójcikiewicz Violetta, dr hab. prof. UMK – Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu;
52. Lebecki Kazimierz Tomasz, prof. dr hab. – Wyższa Szkoła Zarządzania Ochroną Pracy w Katowicach;
53. Lipiński Stanisław, dr inż. – Szkoła Główna Służby Pożarniczej;

54. Luk'yanchenko Aleksandr Andreyevich, dr – State Fire Academy of EMERCOM of Russia (Rosja);
55. Łapińska Halina, dr inż. arch. – Politechnika Białostocka;
56. Machnowski Waldemar, dr inż. – Politechnika Łódzka;
57. Maj Piotr, mgr inż. – Politechnika Warszawska;
58. Majder-Łopatka Małgorzata, mł. bryg. dr inż. – Szkoła Główna Służby Pożarniczej;
59. Maranda Andrzej, prof. dr hab. inż. – Wojskowa Akademia Techniczna;
60. Maślak Mariusz, dr hab. inż. prof. PK – Politechnika Krakowska;
61. Mazur Robert, mł. bryg. mgr inż. – Komenda Główna Państwowej Straży Pożarnej, Krajowe Centrum Koordynacji Ratownictwa i Ochrony Ludności;
62. Mączka Krystian, dr inż. – Sąd Okręgowy w Katowicach, Wyższa Szkoła Biznesu w Dąbrowie Górniczej, Politechnika Śląska, Krajowa Szkoła Sądownictwa i Prokuratury;
63. Merkisz Jerzy, prof. dr hab. inż. – Politechnika Poznańska;
64. Mizerski Andrzej, st. bryg. dr hab. inż. prof. SGSP – Szkoła Główna Służby Pożarniczej;
65. Nowacka Urszula, dr inż. – Akademia im. Jana Długosza w Częstochowie;
66. Olekij Oleg Dmitrievich, dr – Research Institute of Fire Safety and Emergencies (RIFSE) Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus (Białoruś);
67. Ościłowska Barbara, bryg. dr – Szkoła Główna Służby Pożarniczej;
68. Parkhomenko R.W. – Lviv State University of Life Safety (Ukraina);
69. Pashkovskiy P.S., dr hab. prof. – The “Respirator” Scientific Research Institute of Mine-Rescue Work and Fire Safety (Ukraina);
70. Pawłowska Agnieszka, prof. nadzw. dr hab. – Uniwersytet Rzeszowski;
71. Pich Robert, mjr dr inż. – Wyższa Szkoła Oficerska Wojsk Lądowych im. gen. Tadeusza Kościuszki;
72. Piłśniak Jerzy, dr – Politechnika Śląska;
73. Popielarczyk Tomasz, mgr inż. – CNBOP-PIB;
74. Pruss Waldemar, asp. – Szkoła Aspirantów PSP w Poznaniu;
75. Puzach Sergey Viktorovich, dr hab. prof. – State Fire Academy of EMERCOM of Russia (Rosja);
76. Roguski Jacek, dr inż. – CNBOP-PIB;
77. Rozhkov Aleksey Vladimirovich, dr – State Fire Academy of EMERCOM of Russia (Rosja);
78. Ruchwa Mariusz, dr inż. – Politechnika Koszalińska;
79. Schroeder Maciej, nadbryg. w st. spocz.;
80. Słota Zbigniew, dr inż. – Politechnika Śląska;
81. Sobolewski Andrzej, dr inż. – Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy;
82. Sokolov Sergiey Viktorovich – State Fire Academy of EMERCOM of Russia (Rosja);
83. Sowizdraniuk Piotr, st. kpt. dr – Szkoła Aspirantów PSP w Krakowie;
84. Sulik Paweł, dr inż. – Instytut Techniki Budowlanej, Szkoła Główna Służby Pożarniczej;
85. Sulimenko Vladimir Anatolevich, dr – State Fire Academy of EMERCOM of Russia (Rosja);
86. Szczechowiak Edward, prof. dr hab. inż. – Politechnika Poznańska;
87. Szerba Jacek, dr hab. inż., prof. AGH – Akademia Górniczo-Hutnicza;
88. Szpyra Ryszard, prof. dr hab. inż. – Akademia Obrony Narodowej;
89. Szulczewski Adam, dr – Akademia Pomorska w Słupsku;
90. Świeboda Halina, dr – Akademia Obrony Narodowej;
91. Tarnowski Adam, dr hab. profesor nadzw. UW – Uniwersytet Warszawski;
92. Teodorczyk Andrzej, prof. dr hab. inż. – Politechnika Warszawska;
93. Tobolski Marek, mł. bryg. dr inż. – Uczelnia im. Edwarda Herberga;
94. Tyszkiewicz Wiktor, dr – Wojskowy Instytut Chemii i Radiometrii;
95. Walancik Marek, dr hab. prof. nadzw. WSB – Wyższa Szkoła Biznesu w Dąbrowie Górniczej;
96. Wąs Jarosław, dr hab. inż. – Akademia Górniczo-Hutnicza;
97. Wiśniewski Paweł, dr – Politechnika Warszawska;
98. Witkowski Artur, dr inż. – University of Central Lancashire (Wielka Brytania);
99. Witt Magdalena, dr n. med. – Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu;
100. Włodarski Józef, prof. dr hab. inż. – Szkoła Główna Służby Pożarniczej;
101. Włodzimierz Korniluk, dr hab. inż. prof. nadzw. – Politechnika Białostocka;
102. Wnęk Waldemar, st. bryg. dr inż. – Szkoła Główna Służby Pożarniczej;
103. Wolański Robert, bryg. dr inż. – Szkoła Aspirantów PSP w Krakowie;
104. Woliński Marek, dr inż. – Szkoła Główna Służby Pożarniczej;
105. Wolny Maciej, dr inż. – Politechnika Śląska;
106. Zarzycki Jarosław, bryg. dr inż. – Szkoła Główna Służby Pożarniczej;
107. Zwęgliński Tomasz, mł. bryg. dr inż. – Szkoła Główna Służby Pożarniczej;

Konferencja naukowa „RISKO – zintegrowany system budowy planów zarządzania kryzysowego w oparciu o nowoczesne technologie informatyczne”

18 listopada 2015 r. w CNBOP-PIB odbyła się konferencja naukowa w ramach projektu pn. „Zintegrowany system budowy planów zarządzania kryzysowego w oparciu o nowoczesne technologie informatyczne” realizowanego przez konsorcjum naukowe ze środków finansowych Narodowego Centrum Badań i Rozwoju.

Celem konferencji było podsumowanie i prezentacja wyników badań prowadzonych podczas realizacji projektu „Zintegrowany system budowy planów zarządzania kryzysowego w oparciu o nowoczesne technologie informatyczne” oraz jego głównego efektu: oprogramowania RISKO do wspomagania tworzenia planów zarządzania kryzysowego.

Uczestnicy konferencji zapoznali się przede wszystkim z wynikami badań projektu, uzyskując możliwość poddania ich krytyce i zabrania głosu w dyskusjach. Spotkanie stanowiło również okazję do dokonania przez zebranych na sali teoretyków i praktyków wspólnej diagnozy stanu systemu zarządzania kryzysowego oraz szerzej: systemu bezpieczeństwa narodowego i wskazania obszarów do doskonalenia, w tym kierunków pożądanych zmian.

W konferencji udział wzięli eksperci – teoretycy i praktycy oraz zaproszeni goście. Konferencję otworzył bryg. dr inż. Dariusz Wróblewski, Dyrektor CNBOP-PIB, kierownik projektu. Część wprowadzającą zwięźliście specjalne

wystąpienie bryg. Mariusza Feltynowskiego – Z-cy Dyrektora KCKRiOL KG PSP, dowódcy Polskiej Ciężkiej Grupy Poszukiwawczo-Ratowniczej „HUSAR POLAND” Państwowej Straży Pożarnej (Heavy Urban Search And Rescue; USAR Poland – Urban Search And Rescue). Prezentacja „Akcja Nepal 2015” zawierająca opis działań ratowniczych po trzęsieniu ziemi w Nepalu wniosła aspekt praktyczny do wprowadzenia w problematykę zarządzania kryzysowego.

W pierwszej sesji konferencji przedstawione zostały najważniejsze wyniki badań naukowych i rozwojowych, uzyskane w ramach realizowanego projektu, w tym jego główny efekt: oprogramowanie RISKO. Kolejny blok tematyczny stanowiły wystąpienia poruszające zagadnienia związane z zarządzaniem ryzykiem. Prezentowane zagadnienia odnosiły się do zastosowania wybranych elementów zarządzania ryzykiem w planowaniu cywilnym, zastosowania analizy zagrożeń gmin i powiatów w procesach planistycznych oraz gotowości operacyjnej służb ratowniczych. Sesję trzecią wypełniły tezy dotyczące współczesnych problemów, z jakimi boryka się system bezpieczeństwa narodowego i jego podsystemy. Prelegenci zaprezentowali potrzeby i kierunki pożądanych zmian prawnych oraz organizacyjnych. Ostat-



bryg. dr inż. Dariusz Wróblewski,
dyrektor CNBOP-PIB

nia sesja konferencji w znaczącej części poświęcona została potrzebom i narzędziom szkoleniowym na rzecz zarządzania kryzysowego. Przedstawiono m.in. metody weryfikacji działania oprogramowania RISKO wraz z oceną jego użyteczności w formie ćwiczeń, analiz i interpretacji wyników testowania, jak również specjalnie opracowaną na potrzeby dalszej promocji zakończonego projektu włącznie z opracowanym systemem – platformę e-learningową.

Uczestnicy konferencji podejmowali aktywną polemikę z prelegentami. Wszyscy zgodnie uznali potrzebę doskonalenia obszarów wyeksponowanych w ramach czterech paneli tematycznych i wdrażania rozwiązań przyczyniających się do efektywnego funkcjonowania systemu bezpieczeństwa narodowego. Za szczególnie istotne uznano konieczność kontynuacji badań zainicjowanych w ramach projektu.

Więcej szczegółów dotyczących konferencji znajdzie Państwo na stronie www.cnbop.pl w zakładce aktualności.

Opracowanie:

Maria Kędzierska
Bartłomiej Połec



Uczestnicy konferencji mogli zapoznać się z wynikami projektu „Zintegrowany system budowy planów zarządzania kryzysowego...”

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 przedstawione 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 przedstawione 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
12. Ratownictwo i medycyna katastrof

**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 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) 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 BGN/PCGN.** 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. Więcej na temat obowiązującej etyki wydawniczej można przeczytać na stronie internetowej: <http://czytelnia.cnbop.pl/wytyczne-dla-autorow>.

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 recenzentkich, 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 recenzentkich 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 Przeciwpowarowej

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
12. Rescue and Disaster Medicine

**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., uppercase CAPITALS) and in English (Times New Roman 14 pts., lowercase)
- 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., uppercase CAPITALS) and in English (Times New Roman 14 pts., lowercase)
- 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 BGN/PCGN.** 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, [dok. elektr.] <http://badanie.cbos.pl/details.asp?q=a1&id=4809>, [accessed: 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 to 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 acknowledgment.
- 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. More about publication ethics can be found on our website: http://czytelnia.cnbop.pl/en/guide_for_authors.

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 учете 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 нескольких), интересного с научной или практической точки зрения; анализ этого события, дискуссию, основанную на 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 из этих практик могут иметь практическое применение в других похожих случаях.

Структурированные аннотации

Статья направленная в редакцию должна содержать двуязычную 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
12. Служба спасения и медицина катастроф

*К этому разделу Редакционный Совет приписует 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 русском и английском, 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 BGN/PCGN.** 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, s. 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:

Landsberg G.S., *Optika*, Nauka, Moscow 1976.

Раздел групповой работы:

Suchorab P., *Vliyanie nefteproduktov na fiziko-mekhanicheskiye kharakteristiki betona*, in: *Udaleniye neftyanykh veshchestv s dorog i pochv*, J. Rakowska (ed.), CNBOP-PIB, Józefów 2012, 37–44.

Цитирование журналов:

Neplokhov I.G., *Razvitiye dymovykh pozharных izveshchateley*, „Grani bezopasnosti” Issue 5, 2008, pp. 22–25.

Цитирование публикации из цифровых источников:

Ciekanowski Z., *Motivatsiya i sistema otsenok*, BiTP Vol. 29, Issue 1, 2013, pp. 29–33 [electr. doc.] <http://czytelnia.cnbop.pl/czytelnia/31/348> [accessed: 2.05.2013].

Цитирование послеконференционных материалов:

Adamiec P., *Problemy przy spawaniu i napawaniu części maszyn*, in: *Technologia maszyn. Zbiór referatów: III Naukowe Warsztaty Profesorskie – TM, 97, II Forum Prac Badawczych*, 96 – *Kształtowanie części maszyn przez usuwanie materiału*, Karpiński T. (ed.), Politechnika Koszalińska, Koszalin 1997, 23–31.

Цитирование сообщений с исследований:

Tsentr Issledovaniya Obshchestvennogo Mneniya, *Soobshcheniye s issledovaniy: Aktual'nyye problemy i sobytiya* [electr. doc.] <http://badanie.cbos.pl/details.asp?q=a1&id=4809> [accessed: 06.05.2013].

Цитирование законов, стандартов, директив Евросоюза :

1) *Zakon ot 24 avgusta 1991 goda o Gosudarstvennoy Protivopozharnoy Sluzhbe* (Zakonodatel'nyy vestnik 2009 No. 12, st. 68).

2) PN-EN 54-4:2001 *Sistemy pozharnoy signalizatsii* – Chast' 4: Pitaniye.

3) *Direktiva Komissii 2009/149/EC ot 27 noyabrya 2009 g. kasayushchayasya direktivy 2004/49/ES Evropeyskogo parlamenta i Soveta otnositel'no obshchikh pokazateley bezopasnosti i obshchikh metodov rascheta zatrat avarii*.

Таблицы, рисунки, иллюстрации

Подписи к таблицам, рисункам и иллюстрациям, а также содержание в таблицах, рисунках и иллюстрациях должны быть поданы на языке статьи, а 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 список 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 корреспондентный адрес (адрес e-mail). 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 статьи процентного вклада отдельных соавторов в возникновение статьи, то есть так называемой атрибуции (автор концепции, оснований, методов) – эту информацию следует поместить в **Объявлении о соавторстве**, прилагаемым 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 ин- формацию 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 автор- ском вкладе в возникновение статей, которые предъяв- ляются 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 возникно- вение статьи внесло лицо, неупомянутое в списке авторов или в благодарностях.

2) *Guest autorship* происходит тогда, когда статья была напи сана без участия лица, указанного в списке авторов или она сделала незначительный вклад в возникновение данной публикации.

Согласно поставлениям 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 на- учную организацию, трудоустривающую 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 ори- гинальны. Не следует посылать текстов, которые были ранее опубликованы в другом журнале или монографии. Предо- ставление ложных данных, плагиатов и иной деятельности, которая может привести к ложным выводам, являются неэтичными. Больше информации об издательской этике можно найти на интернет-странице: <http://czytelnia.cnbop.pl/ru/node/49>.

Антиплагиатная система

Статьи поступающие в редакцию подвергаются оценке в анитплагиатной программе, работающей в режиме он- лайн (Plagiat.pl). Отправление статей в редакцию означает

акцептацию факта, что статья может быть подана такой оценке.

О всех обнаруженных случаях научной нечестности ре- дакция будет информировать соответствующие инсти- туциональные органы.

Авторское право

Автор отправляет Издателю по традиционной почте за- явление, 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.

Объявление об оригинальности и передачи авторских прав находится на интернет-сайте: <http://czytelnia.cnbop.pl/ru/node/49>.

Политика открытый доступ

Ежеквартальник BiTP „Безопасность и Пожарная Техника” публикуется в открытом и бесплатном доступе т.е. каж- дый пользователь в праве читать, копировать, печатать, распространять, цитировать и пересматривать открытые ресурсы, в том полные тексты статей с сохранением ав- торских прав их создателей.

Пользователь использует помещенные в Ежеквартальнике статьи согласно действующим правилам допустимого использования, указывая на копии произведения инфор- мацию 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 Ре- дакции (совместимость с профилем журнала и техниче- скими требованиями), а затем направляется к редактору тематического отдела.

2. Квалификация Редакционным Комитетом

По одобрению статьи редактором отдела, Редакция кон- сультрует стилистическую корректность с языковы- ми редакторами, а также статистические вычисления со статистическим редактором, если существует такая потребность. Статья попадает в список статей ожида- ющих публикацию в ежеквартальном Журнале, а также на обсуждение Редакционного Комитета и по одобрению направляется к рецензентам.

3. Процесс рецензии

Статья отправляется к двум независимым рецензен- там, которые являются специалистами в данной от- расли (больше или равных научной степенью с автором), и не связаны с автором/авторами. Одинаково автор, как и рецензенты не знают своих тождественности согласно принципу doubleblind review (вдвойне слепая рецензия). После получения Редакцией двух листов рецензии автор информируется о возможных замечаниях и поправках рецензентов, которые должен нанести в тексте.

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 замеча- ний, 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

BiTP. Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza

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
- J-Gate
- VINITI

PLATFORMY KSIĘGARSKIE I BIBLIOTEKI:

- Centralna Biblioteka Naukowa Narodowej Akademii Nauk Białorusi, Mińsk
- Biblioteka Narodowa Ukrainy im. W.I. Wiernadskiego, Kijów
- Biblioteka Czasopism Elektronicznych (tzw. lista regensburska), Uniwersytet w Regensburgu
- Federacja Bibliotek Cyfrowych
- CEON Biblioteka Nauki
- e-publicacje Nauki Polskiej
- ibuk.pl
- CyberLeninka
- Google Play

Safety & Fire Technique

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
- J-Gate
- VINITI

BOOKSTORE PLATFORMS AND LIBRARIES:

- The Yakub Kolas Central Scientific Library of National Academy of Sciences of Belarus
- Vernadsky National Library of Ukraine
- Electronic Journals Library, University of Regensburg
- CEON The Library of Science
- Digital Libraries Federation
- e-publications of Polish Science
- ibuk.pl
- CyberLeninka
- Google Play

Безопасность и Пожарная Техника

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 – агоры обмена информации в области общественной безопасности, а именно 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

Руководствуясь представленным видением, редакция проводит деятельность, направленную на расширение круга читателей журнала. Примером таких действий является включение наших материалов в народные и заграничные базы и библиотеки. Журнал можно найти в следующих электронных ресурсах:

БАЗЫ ЖУРНАЛОВ:

- EBSCO
- BazTech
- Index Copernicus
- РИНЦ
- J-Gate
- ВИНИТИ

КНИЖНЫЕ ПЛАТФОРМЫ И БИБЛИОТЕКИ:

- Центральная научная библиотека имени Якуба Коласа Национальной академии наук Беларуси
- Национальная библиотека Украины имени В. И. Вернадского
- Библиотека электронных журналов в г. Регенсбург (Германия)
- Федерация цифровых библиотек
- CEON Библиотека Науки
- Электронные издания Польской науки
- ibuk.pl
- КиберЛенинка
- Google Play

**Osiągnięcia Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwpożarowej
im. Józefa Tuliszkowskiego Państwowego Instytutu Badawczego na targach, wystawach
i konkursach krajowych i międzynarodowych w 2014 roku. Nagrody dla projektów**

**Achievements of the Scientific and Research Centre for Fire Protection
National Research Institute at fairs, exhibitions, national and international
competitions in 2014. Awards for projects**

**Достижения Научно-Исследовательского Центра Противопожарной Охраны
им. Иосифа Тулишковского – Государственного Исследовательского Института
на международных и национальных выставках, ярмарках и конкурсах в 2014 году.
Награждение проектов**

Projekt pt. „Zaawansowane technologie teleinformatyczne wspomagające projektowanie systemu ratowniczego na poziomach: gmina, powiat, województwo” realizowany w konsorcjum naukowo-przemysłowym w składzie: Szkoła Główna Służby Pożarniczej – lider, Uczelnia Techniczno-Handlowa im. Heleny Chodkowskiej, Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowy Instytut Badawczy, ITTI Sp. z o.o., Asseco Poland S.A.

- Nagroda pierwszego stopnia w kategorii e-technologie, e-usługi podczas konkursu „Jurajski Produkt Roku 2014”;
- Nagroda specjalna podczas 66. Międzynarodowych Targów „Pomysły, Wynalazki, Nowe Produkty iENA 2014”;
- Złoty medal na X Międzynarodowych Targach Wynalazków i Technologii INST 2014;

Project „Advanced IT technologies supporting the process of designing rescue system on the levels of commune, district, province” run by a scientific and industrial consortium of: the Main School of Fire Service (leader), Helena Chodkowska University of Technology and Economics in Warsaw, Scientific and Research Centre for Fire Protection – National Research Institute, ITTI Sp. Z o.o., Asseco Poland S.A.

- First Degree Award in the category e-technologies, e-services in a “Jurassic Product of the Year 2014”
- Special award at the 66th international trade fair “Ideas, Inventions, New products iENA 2014”
- Gold medal at the Xth International Fair of Inventions and Technologies INST 2014;

Проект „Передовые теле-информационные технологии, поддерживающие проектировку спасательной системы на уровнях: гмина, повят, воеводство” реализован в научно-промышленном консорциуме: Главная Школа Пожарной Службы – лидер, Техническо-Торговая Высшая школа им. Елены Ходковской, Научно-Исследовательский Центр Противопожарной Охраны - Государственный Исследовательский Институт, ITTI Sp. z o.o., Asseco Poland S.A.

- Награда первой степени в категории электронные технологии и электронные услуги во время конкурса „Юрайский продукт 2014 года”
- Специальная награда во время 66 Международной ярмарки „Идеи, изобретения, новые продукты iENA 2014”
- Золотая медаль на 10 Международной ярмарке изобретений и технологий INST 2014



Projekt pt. „Zintegrowany system budowy planów zarządzania kryzysowego w oparciu o nowoczesne technologie informatyczne” realizowany w konsorcjum naukowo-przemysłowym w składzie: Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowodowej Państwowego Instytut Badawczego, Akademia Obrony Narodowej – Wydział Bezpieczeństwa Narodowego, Szkoła Główna Służby Pożarniczej, Związek Ochotniczych Straży Pożarnych Rzeczypospolitej Polskiej, ASSECO Poland S.A.

- Nagroda pierwszego stopnia w kategorii e-technologie, e-usługi „Jurajski Produkt Roku 2014”
- Brązowy „Laur Innowacyjności 2014 w ogólnopolskim konkursie im. Stanisława Staszica na najlepsze produkty innowacyjne „Laur Innowacyjności 2014”
- Złoty medal podczas 63. Targów Wynalazczości, Badań Naukowych i Nowych Technologii „BRUSSELS INNOVA 2014”

Project “Integrated system of creating emergency management plans based on modern information technologies” run by a scientific and industrial consortium of: Scientific and Research Centre for Fire Protection – National Research Institute, National Defense University – National Safety Department, the Main School of Fire Service, Union of Volunteer Fire Departments of the Republic of Poland, ASSECO Poland S.A.

- First Degree Award in the category e-technologies, e-services in a “Jurassic Product of the Year 2014”
- Bronze “Laurel of Innovation 2014” in the Polish national competition for best innovative products “Laurel of Innovation 2014”
- Gold medal at the 63rd edition of International Exhibition of Invention, Research and New Technologies “BRUSSELS INNOVA 2014”

Проект „Интегрированная система подготовки планов кризисного управления на основе современных информационных технологий, реализован в составе консорциума: Научно-Исследовательский Центр Противопожарной Охраны – Государственный Исследовательский Институт (CNBOP-PIB), Академия Национальной Обороны – WBN, Главная Школа Пожарной Службы, Союз Добровольной Пожарной Службы Республики Польша, Asseco Poland S.A.

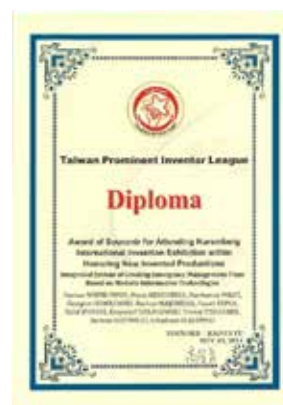
- Награда первой степени в категории электронные технологии и электронные услуги во время конкурса „Юрайский продукт 2014 года”
- Бронзовый „Лавр инновации 2014” в общепольском конкурсе имени Станислава Сташица за лучшие инновационные продукты „Лавр Инновации 2014”
- Золотая медаль во время 63 ярмарки изобретений, научных исследований и новых технологий „BRUSSELS INNOVA 2014”



- 2 złote medale i dyplom podczas 39. edycji Międzynarodowych Targów Wynalazczości „INOVA CROATIA 2014”
- Two gold medals and a diploma at the 39th edition of International Innovation Show “INOVA CROATIA 2014”
- 2 золотые медали и диплом во время 39-й Международной выставки изобретений „INOVA CROATIA 2014”



- Złoty medal podczas 14 edycji Międzynarodowych Targów Wynalazczości „The British Invention Show BIS 2014”
- Złoty medal i nagroda specjalna od „Taiwan Prominent Inventor League” podczas 66. Międzynarodowych Targów „Pomysły, Wynalazki, Nowe Produkty iENA 2014”
- Gold medal at the 14th edition of “The British Invention Show BIS 2014”
- Gold medal and a special award from “Taiwan Prominent Inventor League” at the 66th edition of the International trade fair “Ideas, Inventions, New products iENA 2014”
- Золотая медаль во время 14-й Международной выставки изобретений „British Invention Show (BIS) – 2014”
- Золотая медаль и специальная награда от „Taiwan Prominent Inventor League” во время 66-й Международной ярмарки „Идеи, изобретения, новые продукты iENA 2014”



- Złoty medal z wyróżnieniem podczas „VIII Międzynarodowej Warszawskiej Wystawy Wynalazków IWIS 2014”
- Medal podczas Międzynarodowej Wystawy Wynalazków i Innowacji: Międzynarodowej Konferencji i Targów Nafta i Gaz 2014 oraz Expochem 2014
- Diamentowa Statuetka „Lider Bezpieczeństwa Państwa 2014”
- Gold medal and a diploma at the “VIIth International Warsaw Invention Show IWIS 2014”
- Medal at the International Fair of Inventions: International Conference and Exhibition Oil & Gas 2014 and Expochem 2014
- Diamond statuette “National Safety Leader 2014”
- Золотая медаль с отличием во время VII Международного варшавского салона изобретений IWIS 2014
- Медаль во время Международной выставки изобретений и инноваций: Международной конференции и ярмарки „Нефть и Газ 2014” и „Expochem 2014”
- Алмазная статуэтка „Лидер государственной безопасности 2014”



- Złoty medal od Uniwersytetu Technicznego z Mołdawii oraz srebrny medal za udział w Targach EUROINVENT
- Złoty medal z wyróżnieniem podczas II Międzynarodowych Targów Wynalazczości TUNIS'INNOV 2014
- Gold medal and a diploma from Technical University in Moldova, Silver medal and a diploma for participation in EUROINVENT Fair
- Gold medal with a distinction at the 2nd International Innovation Fair TUNIS'INNOV 2014
- Золотая медаль от Технического Университета в Молдавии и серебряная медаль за участие в ярмарке EUROINVENT
- Золотая медаль с отличием во время II Международной ярмарки изобретений TUNIS'INNOV 2014



- Srebrny medal i dyplom dla zespołu (kierowników merytorycznych) oraz specjalne wyróżnienie od Stowarzyszenia Wynalazców z Tajwanu podczas XVII Moskiewskiego Międzynarodowego Salonu Wynalazków i Innowacyjnych Technologii „Archimedes 2014”
- Silver medal and a diploma for the group of functional managers and a special distinction from the Association of Taiwan Inventors at the XVIIth edition of Moscow International Salon of Inventions and Innovation Technologies “Archimedes 2014”
- Серебряная медаль и диплом для группы (основные руководители) и специальный отзыв от Ассоциации Изобретателей из Тайвана во время XVII Московского Международного Салона Изобретений и Инновационных Технологий „Архимед 2014”



- Srebrny medal oraz dyplomy dla wszystkich członków konsorcjum i dla zespołu projektowego (kierowników merytorycznych) podczas 42. Międzynarodowej Wystawy Wynalazczości, Nowoczesnej Techniki i Wyrobów w Genewie
- Silver medal and diplomas for all consortium members and a project group (functional managers) at the 42nd International Exhibition of Inventions, New Techniques and Products in Geneva
- Серебряная медаль и дипломы для всех членов консорциума и для проектной группы (основные руководители) во время 42 Международной Выставки Изобретений, Современной Техники и Продуктов в Женеве



Projekt pt. „Opracowanie metodologii stałego nadzoru eksploatacji wybranych obszarów wyposażenia Straży Pożarnej w zakresie niezawodności i skuteczności działania” realizowany ze środków finansowych NCBR w konsorcjum naukowo-przemysłowym w składzie: Szkoła Główna Służby Pożarniczej (lider), Centrum Naukowo Badawcze Ochrony Przeciwpowodziowej – Państwowy Instytut Badawczy, MLabs, TELDAT, CMGI

- Srebrny medal podczas „X Międzynarodowych Targów Wynalazków i Technologii INST 2014”

Project “Development of methodology for continuous monitoring of selected areas of fire service equipment, in the framework of reliability and effectiveness of action” funded by NCBR and run by a scientific and industrial consortium of: the Main School of Fire Service, Scientific and Research Centre for Fire Protection – National Research Institute, MLabs, TELDAT, CMGI

- Silver medal at the Xth “International Fair of Invention and Technologies INMST 2014”

Проект „Разработка методологии непрерывного надзора эксплуатации отрасли оснащения Пожарной Службы в сфере надёжности и эффективности проводимых действий” реализован с помощью финансовых ресурсов NCBR в научно-промышленном консорциуме: Главная Школа Пожарной Службы, Научно-Исследовательский Центр Противопожарной Охраны – Государственный Исследовательский Институт (CNBOP-PIB), MLabs, TELDAT, CMGI

- Серебряная медаль во время X Международной Выставки Изобретений и Технологии INST 2014



Projekt „Opracowanie innowacyjnego systemu stanowisk do badań ochron osobistych” realizowanego ze środków finansowych NCBR w składzie: Szkoła Główna Służby Pożarniczej, Centrum Naukowo Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowy Instytut Badawczy, Politechnika Warszawska, Szkoła Aspirantów Państwowej Straży Pożarnej w Krakowie, Thermolab

- Srebrny medal oraz nagroda specjalna International Intellectual Property Network Forum, Taipei/Taiwan

Projekt pt. „Opracowanie innowacyjnego Środka przeznaczonego do usuwania zanieczyszczeń i skażeń z infrastruktury drogowej i przemysłowej” realizowany w konsorcjum z Instytutem Ciężkiej Syntezy Organicznej Blachownia oraz P.P.H. Chemkonfekt.

- Godło Promocyjne „Teraz Polska” dla przedsięwzięć innowacyjnych
- Nagroda I stopnia „Lider Bezpieczeństwa Państwa 2014”
- XXI Giełda Wynalazków – nagroda

Project “Development of innovative system of posts for examination of personal protections” funded by NCBR, run by a consortium of: the Main School of Fire Service, Scientific and Research Centre for Fire Protection – National Research Institute, Warsaw University of Technology, SA PSP in Cracow, Thermolab

- Silver medal and a special award International Intellectual Property Network Forum, Taipei

Project “Development of innovative agent designed to remove pollution and contamination from road and industrial infrastructure” realized in consortium with the Institute of Heavy Organic Synthesis and P.P.H. Chemkonfekt.

- Promotional emblem “Poland Now” for innovative projects
- First degree award “National Safety Leader 2014”
- Award at XXIth Invention Fair

Проект „Разработка инновационной системы (установок) для исследования средств индивидуальной защиты” реализован с помощью финансовых ресурсов NCBR в консорциуме: Главная Школа Пожарной Службы, Научно-Исследовательский Центр Противопожарной Охраны – Государственный Исследовательский Институт (CNBOR-PIB), Варшавская Политехника, Школа Аспирантов Государственной Пожарной Службы в Кракове, Thermolab

- Серебряная медаль и специальная награда Intellectual Property Network Forum, Тайвань

Проект „Разработка инновационного вещества для удаления загрязнений и заражений с дорожной и промышленной инфраструктуры» реализован в консорциуме с Институтом тяжелого органического синтеза Блаховня и Хемконфект

- Рекламная эмблема „Польша Сегодня” для инновационных мероприятий
- Награда первой степени „Лидер государственной безопасности 2014”
- XXI Биржа изобретений – награда



Projekt pt. „Nowoczesne ochrony osobiste służb ratowniczych KSRG w oparciu o potrzeby użytkowników końcowych” – „FIREGUARD” realizowany w latach 2012–2015 przez konsorcjum w składzie: Szkoła Główna Służby Pożarniczej (lider), Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowodzi – PIB, Instytut Technologii Bezpieczeństwa – MORATEX, Politechnika Łódzka, Uniwersytet Medyczny w Łodzi - Centralny Instytut Ochrony Pracy – PIB, ZOSP RP – Wytwórnia Umundurowania Strażackiego, ARLEN S.A., TEXA s.c., Kaliskie Zakłady Przemysłu Terenowego Sp. z o.o.

- Nagroda I stopnia podczas II Edycji Ogólnopolskiego Konkursu „Lider bezpieczeństwa państwa 2014”

Project “Modern personal protections of rescue services of the National Firefighting and Rescue System on the basis on the end users’ needs” – “FIREGUARD” realized in 2012-2015 run by a consortium of: the Main School of Fire Service, Scientific and Research Centre for Fire Protection – National Research Institute, Safety Technology Institute – MORATEX, Łódź University of Technology, Medical University of Lodz, Central Institute for Labour Protection, Union of Volunteer Fire Departments of the Republic of Poland (ZOSP RP), ARLEN S.A., TEXA s.c., Kaliskie Zakłady Przemysłu Terenowego Sp. z o.o.

- First degree award at the 2nd edition of national competition “National Safety Leader 2014”

Проект „Современные средства индивидуальной защиты спасательных служб Национальной Спасательно-гасящей Системы на основе потребностей конечных потребителей” „FIREGUARD” реализован в 2012–2014 гг. консорциумом: Главная Школа Пожарной Службы, Научно-Исследовательский Центр Противопожарной Охраны – Государственный Исследовательский Институт (CNBOP-PIB), Институт Технологии Безопасности – MORATEX, Лодзинский технический университет, Лодзинский медицинский университет, Союз Добровольной Пожарной Службы Республики Польша – Производитель Пожарной Одежды, ARLEN S.A., TEXA s.c., Завод внедорожной техники в г. Калиш Sp, z.o.o.

- Награда первой степени во время II выпуска Общепольского конкурса „Лидер государственной безопасности 2014»



Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowazarowej
im. Józefa Tuliszkowskiego
Państwowy Instytut Badawczy
Najważniejsze wydarzenia

1972

Utworzenie Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Ochrony Przeciwpowazarowej (OBROP) w Józefowie-Dębinie na podstawie zarządzenia Nr 81 Ministra Spraw Wewnętrznych z dnia 14 sierpnia 1972 r. (Dz. Urz. MSW Nr 7, poz. 24).

1974

Ustanowienie OBROP jako ośrodka normalizacyjnego w resorcie spraw wewnętrznych na podstawie zarządzenia Nr 66/67 Ministra Spraw Wewnętrznych.

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).

1992

Włączenie CNBOP w poczet jednostek organizacyjnych Państwowej Straży Pożarnej w rozumieniu ustawy z dnia 24 sierpnia 1991 r. o Państwowej Straży Pożarnej.

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).

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 przeciwpowazarowej.

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 Przeciwpowazarowych 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 Przeciwpowazarowych, 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).

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.

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.

2011

Uzyskanie akredytacji Polskiego Centrum Akredytacji przez **Zespół Laboratoriów Procesów Spalania i Wybuchowości**, certyfikat akredytacji **Nr AB 1280**.

2013

Utrzymanie kategorii B w ocenie parametrycznej Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Objęcie 4 pozycji w grupie wspólnej oceny.

2014

22 grudnia 2014 roku Komenda Główna Obrony Cywilnej Ministerstwa Spraw Wewnętrznych Zjednoczonych Emiratów Arabskich (ang. *General Headquarters of Civil Defence, Ministry of Interior UAE*) uznała działalność Jednostki Certyfikującej i Laboratorium badawczego BA CNBOP-PIB w zakresie urządzeń sygnalizacji alarmu pożaru i automatyki pożarniczej. W związku z tym faktem, CNBOP-PIB może wydawać certyfikaty zgodności, które są uznawane na rynku ZEA, w oparciu o posiadane przez Klientów i wydane przez CNBOP-PIB certyfikaty stałości właściwości użytkowych (CPR).

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).

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.

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).

1992

Inclusion of CNBOP into State Fire Service organizational units in reference to the State Fire Service Act of 24 August 1991.

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).

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.

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).

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.

2010

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 in Poland.

2011

CNBOP-PIB Combustion Processes and Explosion Laboratories were granted accreditation by the Polish Centre for Accreditation, Accreditation Certificate No. **AB 1280**.

2013

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.

2014

On the 22th of December 2014 the General Headquarters of Civil Defence, Ministry of Interior of the United Arab Emirates recognized CNBOP-PIB Certification Department and BA Research Laboratory activities in the scope of fire alarm equipment. Consequently, CNBOP-PIB can issue certificates of conformity, which are respected in the UAE market, based on constancy of performance certificates (CPR) held by the Clients and issued by CNBOP-PIB.

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).

1974

OBROP установлен центром стандартизации в ведомстве внутренних дел на основе распоряжения № 66/67 Министра внутренних дел Польши.

1984

Преобразование OBROP в Научно-Исследовательский Центр Противопожарной Охраны (CNBOP), на основе распоряжения № 9/84 Министра Внутренних Дел от 28 января 1984.

1992

Включение CNBOP в группу организационных единиц Государственной пожарной службы в понятии закона от 24 августа 1991 о Государственной пожарной службе.

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).

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 используемых в противопожарной охране.

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 лабораотрия 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 лабораотрия технической противопожарной защиты, сертификат аккредитации № **AB 305** выдан Польским Центром Аккредитации),

Лаборатория автомобилей и оборудования получила сертификат аккредитации № L307/1/2000 (позже Отдел лабораотрия технического оборудования противопожарной службы, сертификат аккредитации № **AB 059; AB060** выдан Польским Центром Аккредитации).

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.

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.

2011

Получение аккредитации Польского центра аккредитации **Отделом Лабораторией процессов горения и взрывчатости**, сертификат аккредитации № **AB 1280**.

Введение нового логотипа CNBOP-PIB.

2013

CNBOP-PIB сохранил категорию B в параметрической оценке, проведённой Министерством Науки и Высшего Образования Польши. Институт находится на четвёртом месте в группе общей оценки.

2014

22 декабря 2014 г. Главная Комендатура Гражданской Защиты МВД Объединённых Арабских Эмират (ang. *General Headquarters of Civil Defence, Ministry of Interior UAE*) признала деятельность Сертификационного Департамента и Исследовательской Лаборатории ВА CNBOP-PIB в сфере устройств сигнализации пожара и пожарной автоматики. В связи с этим фактом CNBOP-PIB может выдавать сертификаты соответствия, которые признаются на рынке Объединённых Арабских Эмират, на основе полученных клиентами выдаваемых CNBOP-PIB сертификатов постоянства эксплуатационных характеристик (CPR).



Zeskanuj kod i wejdź na naszą stronę

Czytelnia.cnbop.pl