

BiTP

BEZPIECZEŃSTWO I TECHNIKA POŻARNICZA
SAFETY & FIRE TECHNIQUE

badania i rozwój
research & development

Wieloletnia zmienność pożarów lasu w wybranych 28 krajach Europy, Kanadzie i USA

s.46

**Long-Term Variability
of Forest Fires
in Selected 28 European
Countries, Canada
and the USA**

p.46

Ocena bezpieczeństwa
stateczności stosu
załadowanych stalowych
palet słupkowych **s.14**

Stability Safety Assessment
for Stacks of Loaded Steel
Post Pallets **p.14**

Dezynfekcja
powierzchni
„wrażliwych”
s.28

Disinfection
of „Sensitive”
Surfaces **p.28**

Teoria chaosu jako
narzędzie badawcze
w naukach
o bezpieczeństwie **s.78**

Chaos Theory as
a Research Tool
in Security Studies **p.78**





Dear Readers,

Fire safety issues have always been very close to me since an undergraduate student at Kyoto University in 1972 until a professor at Tokyo University of Science now. I know from my own experience that scientific publications play a significant role in disseminating new knowledge and also developing fire science and engineering.

I have decided to join the Advisory Board of "BITP Safety & Fire Technique" because I believe it is a very resourceful journal contributing to the popularization of knowledge on safety, not only in Poland but also abroad. The issues raised in BITP articles also correspond with my research interests, which include fire risk analysis, fire safety of residential homes and buildings.

Knowledge about systems and/or regulations regarding fire safety implemented in other countries or preliminary reports on current research done by abroad scientists constitutes a very valuable resource to help understand and evaluate abroad solutions. What is more, information presented in such an international journal as BITP also plays a vital role in making an international cooperation and networking in fire science and engineering.

I am very glad to have an opportunity to work together with the Editorial Staff of BITP Quarterly.

Ai Sekizawa

Szanowni Czytelnicy,

Zagadnienia ochrony przeciwpożarowej od zawsze były mi bardzo bliskie – zarówno w chwili podjęcia studiów na Uniwersytecie Kioto (Kyoto University) w 1972 roku, jak i teraz kiedy jestem profesorem na Uniwersytecie Nauk Ścisłych w Tokio (Tokyo University of Science). Z własnego doświadczenia wiem, że w rozpowszechnianiu nowej wiedzy oraz w nauce o pożarach i inżynierii pożarowej bardzo istotną rolę odgrywają publikacje naukowe.

Podjąłem decyzję o dołączeniu do Rady Naukowej „BITP. Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza”, ponieważ wierzę, że stanowi ono wartościowe czasopismo, wspierające popularyzację wiedzy na temat bezpieczeństwa, nie tylko w Polsce, ale i za granicą. Problemy poruszane w artykułach publikowanych na łamach BITP są zgodne z moimi zainteresowaniami badawczymi, które obejmują w szczególności analizę ryzyka pożarowego oraz ochronę przeciwpożarową obiektów mieszkalnych i budowl.

Wiedza na temat systemów i uregulowań prawnych w ochronie przeciwpożarowej za granicą czy też doniesienia wstępne z badań prowadzonych obecnie przez zagranicznych naukowców stanowią cenne źródło, umożliwiające zrozumienie i ocenę rozwiązań stosowanych w innych krajach. Co więcej, informacje prezentowane w takim międzynarodowym wydawnictwie jak BITP, są bardzo ważne w budowaniu współpracy zagranicznej oraz sieci kontaktów w obszarze nauk o pożarach i inżynierii pożarowej.

Jest mi niezmiernie miło, że mam możliwość współpracy z Redakcją kwartalnika BITP.

Ai Sekizawa

KOMITET REDAKCYJNY / EDITORIAL COMMITTEE

bryg. dr hab. inż. Dariusz Wróblewski – **Redaktor Naczelny / Editor-in-Chief**

st. bryg. mgr inż. Krzysztof Biskup
dr inż. Dorota Brzezińska
bryg. dr inż. Mariusz Feltynowski
st. bryg. dr inż. Grzegorz Stankiewicz
mł. bryg. dr n. med. Mariusz Chomonic
kpt. dr Tomasz Węsierski
prof. dr hab. Bernard Wiśniewski
dr n. med. Beata Janas
dr n. med. Magdalena Witt
st. bryg. dr inż. Robert Wolański
bryg. dr inż. Jacek Zboina
mgr Sylwia Krawczyńska
mgr Julia Pinkiewicz – **Sekretarz Redakcji / Editorial Secretary**
Elżbieta Muszyńska – **Sekretarz Redakcji / Editorial Secretary**

Redakcja językowa / Language editing:

mgr inż. Julia Mazur
mgr Julia Pinkiewicz
AGIT Agnieszka Rydz

Projekt okładki i layoutu/Cover and layout design:

mgr Julia Pinkiewicz

ISSN 1895-8443

DOI: 10.12845/bitp

© by Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowozarowej
im. Józefa Tuliszkowskiego Państwowy Instytut Badawczy, Józefów 2017.
Pewne prawa zastrzeżone. Artykuły udostępnione na licencji CC BY-NC-SA
4.0 / Scientific and Research Centre for Fire Protection – National Research
Institute, 2017. Some rights reserved. The articles are published under
Creative Commons License the CC BY-NC-SA 4.0

Redakcja/Editorial Office:

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

Wydawca/Publisher:

Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowozarowej
im. Józefa Tuliszkowskiego Państwowy Instytut Badawczy / Scientific and
Research Centre for Fire Protection – National Research Institute

Nakład/Circulation: 150 egz.

Czasopismo uzyskało finansowa-
nie Ministerstwa Nauki i Szkolnic-
twa Wyższego na stworzenie an-
glojęzycznych wersji oryginalnych
artykułów naukowych wydawa-
nych w kwartalniku „BiTP. Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza” – typ
zadania: stworzenie anglojęzycznych wersji wydawanych publikacji finan-
sowane w ramach umowy 935/P-DUN/2016 ze środków Ministra Nauki
i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych na działalność upowszechniają-
cą naukę (realizacja w latach 2016–2017).
The English translation of articles is financed by the Polish Ministry of
Science and Higher Education.

Skład/Typesetting: Kamil Tomaszewski, BEL Studio Sp. z o.o.
Druk i oprawa/Print and binding: Wydawnictwo Pascal



RADA NAUKOWA / EDITORIAL ADVISORY BOARD

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

prof. dr inż. Aleš Dudáček
Technical University of Ostrava, Czech Republic

prof. Fan Weicheng
State Key Laboratory of Fire Science – University of
Science and Technology of China

prof. Andriy Kuzyk
Lviv State University of Life Safety, Ukraine

dr hab. Aleksandr Wasiljewicz Matjuszyn
All-Russian Scientific Research Institute of Fire Safety
(VNIPO), Russia

dr Shamsutdin Sharabutdinovich Dagirov
State Fire Academy of EMERCOM of Russia

prof. dr inż. Rainer Koch
the University of Paderborn,
Institute for Fire and Rescue Technology in Dortmund,
Germany

prof. dr inż. Venkatesh Kodur
Michigan State University, USA

prof. Jesús Ignacio Martínez Paricio
the Complutense University of Madrid, Spain

dr inż. Hauke Speth
Institute for Fire and Rescue Technology in Dortmund,
Germany

dr hab. inż. Lech Starczewski, prof. WITPiS
Military Institute of Armoured and Automotive Technology,
Poland

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

dr Ai Sekizawa
prof. Tokyo University of Science, Japan

INDEKSACJA W BAZACH / INDEXING IN DATABASES
Punkty MNISW: 13
Index Copernicus International: ICV 2015: 7,26
EBSCO Publishing
BazTech
RINC
J-Gate
VINITI
Referativnyj Zhurnal
Ulrich's Periodicals Directory

**PLATFORMY KSIĘGARSKIE I BIBLIOTEKI /
BOOKSTORE PLATFORMS & LIBRARIES**
Google Play
Electronical Journals Library, University of Regensburg
Vernadsky National Library of Ukraine
Yakub Kolas Central Scitific Library of NAS of Belarus
CyberLeninka
ibuk.pl
Academia.edu

BiTP

BEZPIECZEŃSTWO I TECHNIKA POŻARNICZA
SAFETY & FIRE TECHNIQUE

ZAPRASZAMY DO WSPÓŁPRACY

Redakcja kwartalnika

BiTP. Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza

zaprasza do nadsyłania propozycji artykułów naukowych, przeglądowych, komunikatów z badań, studiów przypadków, recenzji naukowych z obszaru szeroko rozumianego bezpieczeństwa (w języku polskim lub angielskim lub rosyjskim).

W każdym wydaniu 5 najwyższej ocenionych w procesie recenzyjnym artykułów publikowanych jest w dwóch wersjach językowych (polskiej i angielskiej).

Tłumaczenie finansowane ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

Wytyczne dla Autorów dostępne na stronie

Bitp.cnbop.pl



czasopismo
indeksowane
w krajowych
i międzynarodowych
bazach naukowych

EBSCO
Open J-Gate
Index Copernicus
RINC
VINITI
BazTech
Referativnyj Zhurnal
Ulrich's Periodicals
Directory

nieodpłatna
publikacja
w otwartym
dostępie

13 pkt na liście
MNiSW

promocja artykułów
w portalach dla
naukowców

szerokie grono
odbiorców

REDAKTORZY BITP



bryg. dr hab. inż. Dariusz Wróblewski

REDAKTOR NACZELNY

EDITOR-IN-CHIEF

Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowodziowej
im. Józefa Tuliszkowskiego Państwowy Instytut Badawczy
CNBOP-PIB Scientific and Research Centre for Fire Protection
National Research Institute



st. bryg. dr inż. Robert Wolański

BADANIA I ROZWÓJ

RESEARCH AND DEVELOPMENT

Szkoła Aspirantów Państwowej Straży Pożarnej
w Krakowie

The Fire Service College of the State Fire Service
in Krakow



prof. dr hab. Bernard Wiśniewski

NAUKI HUMANISTYCZNE I SPOŁECZNE
NA RZECZ BEZPIECZEŃSTWA

HUMANITIES AND SOCIAL SCIENCES
FOR SAFETY

Szkoła Główna Służby Pożarniczej,
Wyższa Szkoła Policji w Szczytnie

The Main School of Fire Service,
Police Academy in Szczytno



dr inż. Dorota Brzezińska

INŻYNIERIA POŻAROWA

FIRE ENGINEERING

Politechnika Łódzka
Lodz University of Technology



kpt. dr Tomasz Węsierski

TECHNIKA I TECHNOLOGIA

TECHNIQUE AND TECHNOLOGY

Szkoła Główna Służby Pożarniczej
The Main School of Fire Service



dr n. med. Magdalena Witt

RATOWNICTWO I MEDYCYNĄ KATASTROF

RESCUE AND DISASTER MEDICINE

Uniwersytet Medyczny
im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu
Poznan University of Medical Sciences



dr n. med. Beata Janas

OCHRONA ZDROWIA

HEALTH PROTECTION

Centrum Onkologii – Instytut
im. Marii Skłodowskiej-Curie
The Maria Skłodowska-Curie
Institute of Oncology



bryg. dr inż. Mariusz Feltynowski

**STUDIUM PRZYPADKU –
ANALIZA ZDARZEŃ RZECZYWISTYCH**

**CASE STUDY – ANALYSIS
OF THE ACTUAL EVENTS**

Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony
Przeciwpożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego
Państwowy Instytut Badawczy

CNBOP-PIB Scientific and Research Centre
for Fire Protection National Research Institute



bryg. dr inż. Jacek Zboina

**CERTYFIKATY, OCENY TECHNICZNE
I REKOMENDACJE**

**CERTIFICATES, TECHNICAL ASSESSMENTS
AND RECOMMENDATIONS**

Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony
Przeciwpożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego
Państwowy Instytut Badawczy

CNBOP-PIB Scientific and Research Centre
for Fire Protection National Research Institute



st. bryg. mgr inż. Krzysztof Biskup

**PARTNERSTWO DLA INNOWACYJNOŚCI
NA RZECZ BEZPIECZEŃSTWA**

PARTNERSHIP FOR SAFETY INNOVATION

Komenda Główna
Państwowej Straży Pożarnej

The National Headquarters
of the State Fire Service of Poland



st. bryg. w st. spocz. dr inż. Grzegorz Stankiewicz

**SZKOLENIA
I PROPAGOWANIE WIEDZY
TRAINING AND KNOWLEDGE
PROMOTION**



mł. bryg. dr n. med. Mariusz Chomonic

**Z PRAKTYKI DLA PRAKTYKI
THE BEST PRACTICE IN ACTION**

Szkoła Aspirantów Państwowej Straży Pożarnej
w Krakowie

The Fire Service College of the State Fire Service
in Krakow



mgr Sylwia Krawczyńska

**REDAKTOR STATYSTYCZNY
STATISTICAL EDITOR**

Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony
Przeciwpożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego
Państwowy Instytut Badawczy

CNBOP-PIB Scientific and Research Centre
for Fire Protection National Research Institute



mgr Julia Pinkiewicz

**SEKRETARZ REDAKCJI,
REDAKTOR JĘZ. POLSKIEGO
EDITORIAL SECRETARY,
POLISH LANGUAGE EDITOR**

Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony
Przeciwpożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego
Państwowy Instytut Badawczy

CNBOP-PIB Scientific and Research Centre
for Fire Protection National Research Institute



Elżbieta Muszyńska

**SEKRETARZ REDAKCJI
EDITORIAL SECRETARY**

Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony
Przeciwpożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego
Państwowy Instytut Badawczy

CNBOP-PIB Scientific and Research Centre
for Fire Protection National Research Institute



mgr inż. Julia Mazur

**REDAKTOR JĘZ. ROSYJSKIEGO
RUSSIAN LANGUAGE EDITOR**

Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony
Przeciwpożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego
Państwowy Instytut Badawczy

CNBOP-PIB Scientific and Research Centre
for Fire Protection National Research Institute

SZANOWNI CZYTELNICY,

Mamy przyjemność przekazać Państwu kolejny numer czasopisma „Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza”. W bieżącym wydaniu znajduje się 10 oryginalnych tekstów. Dzięki środkom otrzymanym z Ministerstwa Nauki połowę z nich mogliśmy przygotować dla Państwa w wersji polsko-angielskiej. Mamy nadzieję, że wszystkie spotkają się z Państwa zainteresowaniem.

Każdy numer BITP to nowe artykuły, których przedmiotem jest szeroko rozumiane bezpieczeństwo oraz współczesne zagrożenia. Wśród tych ostatnich jednym z najczęstszych są pożary lasów. Dotykają one społeczeństw na całym świecie, powodując znaczne straty gospodarcze oraz zmiany w ekosystemach leśnych. W minione lato bardzo głośnym echem odbiły się pożary lasów we Włoszech i Hiszpanii, które zmusiły miejscową ludność do opuszczenia własnych domów. Wśród osób ewakuowanych byli także polscy turyści. Należy podkreślić, że pożary obszarów leśnych oddziałują także na atmosferę oraz powodują wzrost stężeń gazów cieplarnianych. W obliczu powyższych konsekwencji na świecie podejmowane są działania zapobiegawcze przeciw tym niszczycielskim żywiołom. W tej kwestii ogromną rolę odgrywają badania nad statystykami pożarów oraz tendencjami ich rozwoju. Ważna jest także ocena efektywności stosowanych systemów zabezpieczenia przeciwpożarowego. Wszystkim powyższym zagadnieniom poświęcony został artykuł pt. *Wieloletnia zmienność pożarów lasów w wybranych 28 krajach Europy, Kanadzie i USA*. Pracę tę znajdzie Państwo w bieżącym numerze BITP w dziale Badania i Rozwój. Serdecznie zapraszamy do lektury.

Druga połowa 2017 roku przyniosła w naszym wydawnictwie wiele zmian. Do grona Rady Naukowej kwartalnika BITP dołączył pan prof. Ai Sekizawa z Uniwersytetu Nauk Ścisłych w Tokio. Wieloletnią i owocną współpracę z BITP zakończyli p. st. bryg. w st. spocz. dr inż. Eugeniusz Roguski, p. st. bryg. w st. spocz. Jan Kielin oraz p. nadbryg. w st. spocz. Maciej Schroeder. Przez długi czas jako specjaliści i byli funkcjonariusze PSP wspierali nasze wydawnictwo w roli redaktorów działów tematycznych. Bez ich rozległej wiedzy i cennych wskazówek nie byłby możliwy tak dynamiczny rozwój naszego czasopisma. Serdecznie dziękujemy za wiele lat wspólnej pracy. Jednocześnie do grona redaktorów BITP dołączyło dwóch nowych specjalistów. Pan mł. bryg. dr n. med. Mariusz Chomonic objął funkcję redaktora działu Z praktyki dla Praktyki. Drugi z nowych redaktorów, pani dr n. med. Beata Janas, przewodniczyć będzie nowemu działowi pn. Ochrona Zdrowia. Nowopowstały dział poświęcony będzie problematyce ochrony zdrowia i bezpieczeństwa na wszystkich jego płaszczyznach. Będą w nim mogli Państwo zapoznać się z zagadnieniami zapobiegania i leczenia chorób, a także utrzymania dobrego samopoczucia fizycznego i psychicznego. W nowym dziale zachęcamy Państwa także do prezentowania poglądów na temat metod współczesnej ochrony zdrowia: umacnianiu zdrowia, zapobieganiu chorobom, wczesnym wykrywaniu chorób, leczeniu zapobiegającym ich rozwojowi oraz ograniczającym ich skutki, rehabilitacji, opiece medyczno-społecznej nad ludźmi niepełnosprawnymi oraz opiece nad nieuleczalnie chorymi. Szerokorozumiany dział Ochrona zdrowia w przedmiocie bezpieczeństwa dostarczy Państwu szeregu nowych i cennych informacji. Zachęcamy do nadsyłania do kwartalnika BITP prac o tej tematyce.

Serdecznie zapraszamy Państwa do lektury wszystkich zamieszczonych w tym numerze prac. Zachęcamy także do rozważenia możliwości zgłoszenia do BITP projektów artykułów związanych z tematyką bezpieczeństwa. Każdy zgłoszony artykuł ma szansę ukazać się w BITP w rozszerzonej, dwujęzycznej wersji. Zgłoszenia prosimy nadsyłać pod adres redakcji: kwartalnik@cnbop.pl.

Komitet Redakcyjny

DEAR READERS,

We are pleased to present to you the new issue of the “BITP Safety & Fire Technique” Journal. This issue contains 10 original texts. The funds received from the Ministry of Science enabled us to have five of these texts prepared for you in the Polish-English version. We hope you’ll find them all interesting.

Each BITP issue provides new articles that deal with broadly defined safety and contemporary hazards. Some of the most prevalent contemporary hazards are forest fires. They affect communities all over the world, causing substantial economic losses and changes in forest ecosystems. Last summer, we saw widely reported fires in Italy and Spain which forced local communities to leave their homes. The evacuees included Polish tourists. It should be mentioned that forest fires also affect the atmosphere and increase greenhouse gas emissions. Faced with the aftermath of these destructive disasters, countries take measures to prevent them. In this regard, studies on fire statistics and trends are of vital importance. It is also important to assess the effectiveness of fire protection systems. All these issues are addressed in the article entitled *Long-Term Variability of Forest Fires in Selected 28 European Countries, Canada and the USA*. The article is available in the current issue of BITP in the “Research and Development” section – we hope this will be an interesting read for you.

The second half of 2017 has seen many changes in our publishing house. The Advisory Board of BITP has gained a new member – Ai Sekizawa, Professor at the Tokyo University of Science. After longstanding and fruitful cooperation Senior Brig. (retired) Eugeniusz Roguski, Senior Brig. (retired) Jan Kielin and General (retired) Maciej Schroeder left the Editorial Committee. As specialists and former officers of the State Fire Service they have supported our Editorial Office, serving as the editors of BITP’s thematic sections. Without their broad knowledge and valuable advice such a dynamic growth of the Journal would not be possible. We wish to express our sincere gratitude to them for this cooperation. At the same time, BITP’s editorial team was joined by two new experts – Junior Brig. Mariusz Chomonicik, MD as an editor for the “Best Practice in Action” section and Beata Janas, MD as head editor for the “Health Protection” section. The new section will deal with a whole spectrum of issues related to health protection and safety. It will offer interesting articles on disease prevention and treatment, as well as physical and mental wellbeing. In this section, we will also encourage you to express your views on modern health protection: health promotion, disease prevention, early detection, disease management, rehabilitation, medical and social care for people with disabilities, and care for the terminally ill. The “Health Protection” section will provide you with a range of valuable insights. You are welcome to send us your works on these topics.

We hope you will enjoy all the articles in this issue. Also, if you are an author of articles on safety-related issues, do not hesitate to send us your drafts. Each submitted article has a chance to be published in BITP in an expanded, bilingual version. Send your drafts to our editorial staff email: kwartalnik@cnbop.pl.

Editorial Committee

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ,

Мы рады представить Вам очередной номер журнала „Безопасность и Пожарная Техника“. В текущем номере находится 10 оригинальных текстов. Благодаря средствам, полученным от Министерства Науки, половину из них мы смогли подготовить для Вас в польско-английской версии. Надеемся, что все они покажутся Вам интересными.

Каждый номер ВІТР – это новые статьи, предметом которых является широко понимаемая безопасность и современные угрозы. Одной из наиболее частых угроз являются лесные пожары. Они затрагивают общества во всем мире, вызывая значительные экономические потери и изменения в лесных экосистемах. Прошлым летом по всему миру обсуждались пожары в лесах Италии и Испании, которые заставили местных жителей покинуть свои дома. Среди эвакуированных были также польские туристы. Следует подчеркнуть, что лесные пожары влияют также на атмосферу и вызывают увеличение концентрации парниковых газов. Из-за таких последствий в мире проводятся превентивные действия против разрушительных бедствий. В этом случае большое значение имеет исследование статистики пожаров и тенденций их развития. Очень важна также оценка эффективности используемых систем противопожарной защиты. Проблемам, указанным выше, была посвящена статья под названием Многолетняя изменчивость лесных пожаров в выбранных 28 европейских странах, Канаде и США. Эту работу Вы найдете в текущем выпуске ВІТР в разделе Исследования и Развитие. Предлагаем Вам прочитать данную статью.

Вторая половина 2017 года принесла много изменений в нашем издательстве. К нам присоединился профессор Аи Секизава из Университета Естественных Наук в Токио (Tokyo University of Science). Многолетнее и плодотворное сотрудничество с журналом ВІТР закончили старший бригадир в отставке Евгениуш Рогуски, старший бригадир в отставке Ян Келин и генерал в отставке Мачей Шредер. Долгое время в качестве специалистов и бывших работников Государственной Пожарной Службы они помогали нашему издательству, работая редакторами тематических разделов. Без их глубоких знаний и ценных советов не было бы возможно такое динамическое развитие нашего журнала. Сердечно благодарим за многолетнее сотрудничество. В то же время, редакционная группа ВІТР увеличилась на два новых специалистов. Младший бригадир кандидат мед. наук Мариуш Хомончик стал редактором раздела «С практики для практики». Второй из новых редакторов, кандидат мед. наук Бэата Янас, будет возглавлять новый раздел под названием «Здравоохранение». Новый раздел будет посвящен вопросам охраны здоровья и безопасности на всех уровнях. Вы сможете узнать в нем о профилактике и лечении заболеваний, а также поддержке хорошего физического и умственного самочувствия. В новом разделе приглашаем Вас также представлять свои взгляды относительно современных методов охраны здоровья: укрепления здоровья, профилактики заболеваний, раннего выявления заболеваний, лечения, предупреждающего их развитие и ограничивающего их последствия, реабилитации, медицинской и социальной помощи инвалидам, а также ухода за неизлечимо больными. Широко понимаемый раздел «Здравоохранение» в рамках предмета безопасности предоставит Вам ряд новых и ценных знаний. Предлагаем Вам присылать в журнал статьи по этой тематике.

Мы с удовольствием предлагаем Вам прочитать все работы, опубликованные в этом номере. Предлагаем Вам также рассмотреть возможность представить в ВІТР статьи по вопросам, связанным с безопасностью. Каждая присланная статья имеет шанс появиться в ВІТР в расширенной двуязычной версии. Проекты статей просим направлять на адрес редакции kwartalnik@cnbop.pl.

Редакционный Совет

BiTP

BEZPIECZEŃSTWO I TECHNIKA POŻARNICZA
SAFETY & FIRE TECHNIQUE

WE INVITE YOU TO COOPERATION

BiTP. Safety & Fire Technique journal's editorial staff kindly invites you to submit scientific and review articles, reports, case studies as well as scientific reviews in the scope of broadly understood safety (in English or Russian).

Guide for authors available on: <http://bitp.cnbop.pl/en>



Free open access publishing



Journal indexed in international scientific journals databases: EBSCO, J-Gate, VINITI, Index Copernicus, Referativnyj Zhurnal, Ulrich's Periodicals Directory



Promotion of articles in portals for research communities



Journal in the ranking list of Polish Ministry of Science and Higher Education

SPIS TREŚCI

BADANIA I ROZWÓJ

- 14** Ocena bezpieczeństwa stateczności stosu załadowanych stalowych palet słupkowych
Józef Pelc
- 28** Dezynfekcja powierzchni „wrażliwych”
Władysław Harmata, Anna Markowska, Jacek Pirszel
- 46** Wieloletnia zmienność pożarów lasów w wybranych 28 krajach Europy, Kanadzie i USA
Sylwester M. Grajewski
- 62** Przegląd danych statystycznych dotyczących pożarów na Ukrainie
Oleksandr Borys Pavlovych

NAUKI HUMANISTYCZNE I SPOŁECZNE NA RZECZ BEZPIECZEŃSTWA

- 68** Doskonalenie działań zorganizowanych
Jarosław Prońko, Beata Wojtasiak
- 78** Teoria chaosu jako narzędzie badawcze w naukach o bezpieczeństwie
Michał Snopek
- 90** Strajk w Wyższej Oficerskiej Szkole Pożarniczej w Warszawie
Grzegorz Majchrzak

INŻYNIERIA POŻAROWA

- 96** Weryfikacja możliwości bezpiecznej ewakuacji z tunelu drogowego w warunkach pożaru
Łukasz Nowak, Natalia Schmidt-Polończyk

RATOWNICTWO I MEDYCYNĄ KATASTROF

- 112** Przyrządowe techniki udrożniania dróg oddechowych – nowe uprawnienia ratowników medycznych straży pożarnych
Kamil Krzyżanowski, Daniel Ślęzak, Paweł Jastrzębski, Przemysław Żuratyński, Paulina Buca, Bartłomiej Ślęczkowski

POSTACIE POŻARNICTWA

- 124** Zdzisław Filingier
Krzysztof Sobkowicz

CONTENT/СОДЕРЖАНИЕ

RESEARCH AND DEVELOPMENT/ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗВИТИЕ

- 14** Stability Safety Assessment for a Stack of Loaded Steel Post Pallets/Оценка безопасности стабильности стека загруженных стальных стоечных поддонов
Józef Pelc
- 28** Disinfection of „Sensitive” Surfaces/Дезинфекция „чувствительных” поверхностей
Władysław Harmata, Markowska, Jacek Pirszel
- 46** Long-Term Variability of Forest Fires in Selected 28 European Countries, Canada and the USA/Многолетняя изменчивость лесных пожаров в выбранных 28 европейских странах, Канаде и США
Sylwester M. Grajewski
- 62** Review of Fire Statistics Data in Ukraine/Обзор статистических данных о пожарах в Украине
Oleksandr Borys Pavlovych

HUMANITIES AND SOCIAL SCIENCES IN THE CONTEXT OF SAFETY

ГУМАНИСТИЧЕСКИЕ И ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ НА БЛАГО БЕЗОПАСНОСТИ

- 68** Improving Organised Measures/Совершенствование организованной деятельности
Jarosław Prońko, Beata Wojtasiak
- 78** Chaos Theory as a Research Tool in Security Studies/Теория хаоса в качестве инструмента исследования в науках о безопасности
Michał Snopek
- 90** Strike at the Main School of Fire Service in Warsaw/Забастовка в Высшей Офицерской Школе Пожарной Охраны в Варшаве
Grzegorz Majchrzak

FIRE ENGINEERING/ПОЖАРНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

- 96** Verification of Possible Safe Evacuation From Road Tunnels in the Event of Fire/Проверка возможности проведения безопасной эвакуации из автомобильного тоннеля в условиях пожара
Łukasz Nowak, Natalia Schmidt-Polończyk

RESCUE AND DISASTER MEDICINE/СЛУЖБА СПАСЕНИЯ И МЕДИЦИНА КАТАСТРОФ

- 112** Airway Management with the Use of Instruments – New Competences for Fire Service Paramedics/Восстановление проходимости дыхательных путей с помощью приборов – новые полномочия медработников пожарной службы
Kamil Krzyżanowski, Daniel Ślęzak, Paweł Jastrzębski, Przemysław Żuratyński, Paulina Buca, Bartłomiej Ślęczkowski

PEOPLE INVOLVED IN FIREFIGHTING/ЛИЦА ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ

- 124** Zdzisław Filingier/Здислав Филингер
Krzysztof Sobkowicz

dr hab. inż. Józef Pelc, prof. UWM^{a)}*

^{a)}Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie / University of Warmia and Mazury in Olsztyn

*Autor korespondencyjny / Corresponding author: joseph@uwm.edu.pl

Ocena bezpieczeństwa stateczności stosu załadowanych stalowych palet słupkowych

Stability Safety Assessment for a Stack of Loaded Steel Post Pallets

Оценка безопасности стабильности стека загруженных стальных стоечных поддонов

ABSTRAKT

Cel: Opracowanie sposobu oceny bezpieczeństwa zestawiania załadowanych palet w stos. Przedstawienie przykładowej ścieżki analizy stateczności stosu konkretnych palet słupkowych przeznaczonych do składowania opon pneumatycznych.

Metoda: Ze względu na aktualny brak norm dotyczących oceny stateczności stosu palet, spiętrzone palety słupkowe potraktowano jako samostateczną konstrukcję wielokondygnacyjną bez stężeń. Bazując na aktualnie obowiązującej w Unii Europejskiej normie dotyczącej projektowania konstrukcji stalowych, przeprowadzono analizy nośności słupków palety i równowagi stosu złożonego z kilku palet poddanego działaniu ciężaru własnego i ładunków oraz sił poziomych wynikających ze wstępnych imperfekcji globalnych przechyłowych i lokalnych łukowych. Uwzględniono także oddziaływanie wózka widłowego na stos.

Wyniki: Na podstawie obliczonej wartości mnożnika obciążenia krytycznego dla stosu pięciu załadowanych palet stwierdzono, że stos stanowi układ konstrukcyjny wrażliwy na efekty drugiego rzędu i wymaga uwzględnienia wpływu deformacji na wartości sił wewnętrznych w jego elementach. Zgodnie z normą określono wartość wstępnej imperfekcji przechyłowej stosu i wartość obliczeniową wstępnej imperfekcji łukowej słupka palety. Wyznaczono siły poziome działające na stos wynikające z imperfekcji przechyłowych i łukowych. Zastosowanie proponowanego sposobu do analizy stateczności rzeczywistego stosu złożonego z pięciu palet słupkowych załadowanych oponami pneumatycznymi pozwoliło stwierdzić, że we wszystkich przypadkach możliwych przechyłów spełnione są warunki nośności wszystkich najbardziej wyężonych słupków, tj. słupków dolnej palety. Wykazano, że moment sił dążących do wywrócenia stosu jest dużo mniejszy niż moment ustaleczający go. Stąd warunek równowagi statycznej związanej z niebezpieczeństwem wywrócenia stosu wokół krawędzi dolnej palety spoczywającej na posadzce jest spełniony ze znacznym zapasem.

Wnioski: Siły poziome działające na stos palet będące wynikiem imperfekcji przechyłowych i łukowych układu oraz siła związana z oddziaływaniem wózka widłowego stwarzają niebezpieczeństwo zawalenia się stosu. Przyczyną tego zjawiska może być zarówno wyczerpanie nośności słupka palety, jak i sztywny obrót całego stosu względem jego dolnej krawędzi. Proponowana metoda umożliwia skuteczne określanie bezpieczeństwa składowania załadowanych palet słupkowych ułożonych jedna na drugiej. Zostało ono określone warunkami nośności słupków najniższej położonej palety oraz warunkiem statyki zapewniającym niewywracalność całego stosu palet.

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo wytrzymałościowe, stateczność, imperfekcja, paleta, stos, magazynowanie

Typ artykułu: oryginalny artykuł naukowy

Przyjęty: 05.05.2017; Zrecenzowany: 12.07.2017; Opublikowany: 30.09.2017;

Proszę cytować: BiTP Vol. 47 Issue 3, 2017, pp. 14–26, doi: 10.12845/bitp.47.3.2017.1;

Artykuł udostępniany na licencji CC BY-NC-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

ABSTRACT

Aim: Developing a method to evaluate the safety of stacking loaded pallets. Presenting an exemplary stability analysis path for a stack of specific post pallets designed for the storage of pneumatic tyres.

Method: Due to the current lack of standards for assessing pallet stack stability, stacked post pallets were treated as a self-stable multi-storey construction without bracings. Based on the current standard binding in the European Union for the design of steel structures, analyses of the load capacity of pallet posts and the balance of a stack of several pallets subjected to its dead weight and loads as well as horizontal forces resulting from initial global sway and local bow imperfections were performed. The impact of the forklift truck on the stack was also taken into account.

Results: Based on the calculated value of the critical load multiplier for the stack of five loaded pallets, it was found that the stack is a structure sensitive to second order effects and there is a need to take into consideration the influence of deformations on internal force values in its elements. According to the standard, the value of the stack initial sway imperfection and the design value of the pallet post's initial bow imperfection were determined. Horizontal forces acting on the stack resulting from the sway and bow imperfections were determined. The application of the proposed method for the stability analysis of an actual stack composed of five post pallets loaded with pneumatic tyres made it possible to conclude that in all cases of possible sways the load capacity conditions for the most stressed posts, i.e. the posts of the lowermost pallet, were fulfilled. It was evidenced that the moment of the

forces attempting to overturn the stack is much smaller than the stabilising one. Hence, the static balance condition associated with the risk of the stack overturning around the edge of the lowermost pallet resting on the floor was met with a considerable margin.

Conclusions: The horizontal forces acting on the stack of pallets resulting from the sway and bow imperfections of the system and the force associated with the forklift truck create the risk of the stack's collapse. The reason for this phenomenon can be both exhausting the pallet post's load capacity and the entire stack's rigid rotation around its lower edge. The proposed method makes it possible to effectively determine the safety for storage of loaded post pallets placed one on the other. It was determined based on the load capacity conditions for the posts from the lowermost pallet and on the static condition ensuring that the whole pallet stack would not be overturned.

Keywords: strength safety, stability, imperfection, pallet, stack, warehouse

Type of article: original scientific article

Received: 05.05.2017; Reviewed: 12.07.2017; Published: 30.09.2017;

Please cite as: BiTP Vol. 47 Issue 3, 2017, pp. 14–26, doi: 10.12845/bitp.47.3.2017.1;

This is an open access article under the CC BY-NC-SA 4.0 license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

АННОТАЦИЯ

Цель: Разработка метода оценки безопасности установки загруженных поддонов в стек. Представление примера анализа устойчивости конкретного стека стоечных поддонов, предназначенных для хранения пневматических шин.

Метод: В связи с отсутствующими в настоящее время стандартами для оценки устойчивости стека поддонов, уложенных один на другом, поддоны рассматривались как отдельная стабильная многоуровневая конструкция без фиксации. На основании действующего в ЕС стандарта для проектировки стальных конструкций были проведены анализы грузоподъемности стоек поддонов и баланса стека поддонов, состоящего из нескольких поддонов, которые находились под воздействием своего собственного веса и груза, а также горизонтальных сил, возникающих из-за первоначальных наклонов и локальных прогибов. Было учтено также влияние вилочного погрузчика на стек.

Результаты: На основании вычисленного значения множителя критической нагрузки для стека, состоящего из пяти загруженных поддонов, было установлено, что стек является структурной системой, чувствительной к эффектам второго уровня, и поэтому в вычислениях нужно учитывать влияние отклонений значений внутренних сил в его компонентах. В соответствии со стандартом было определено значение первоначальных отклонений от вертикали стека и вычислительное значение начального прогиба стойки поддона. Были определены горизонтальные силы, действующие на стойку, возникающие из-за отклонений от вертикали и прогибов. Применение предлагаемого метода для анализа устойчивости реальной стойки из пяти поддонов, загруженных пневматическими шинами, показал, что во всех случаях возможных наклонов были соблюдены условия грузоподъемности всех наиболее нагруженных стоек, то есть стоек нижнего поддона. Было установлено, что момент силы приводящей к опрокидыванию стека есть намного меньше, чем момент обеспечивающий его стабильность. Следовательно, условие статического равновесия, связанное с опасностью опрокидывания стека вокруг грани нижнего поддона, находящегося на полу, выполняется с существенным запасом.

Выводы: Горизонтальные силы, действующие на стек поддонов и являющиеся результатом наклонов и прогибов структуры, а также сила, связанная с воздействием вилочного погрузчика, создают угрозу разрушения стека. Причиной этого явления может быть либо истощение грузоподъемности стека поддона либо жесткое вращение целого стека по отношению к его нижней грани. Предложенный метод позволяет эффективно определить безопасность хранения загруженных стоечных поддонов друг на друге. Оно зависит от условий грузоподъемности стоек самого нижнего поддона, а также от статичности, обеспечивающей стабильность целого стека поддонов.

Ключевые слова: безопасность прочности, статика, наклон, поддон, стек, хранение

Вид статьи: оригинальная научная статья

Принята: 05.05.2017; Рецензирована: 12.07.2017; Опубликована: 30.09.2017;

Просим ссылаться на статью следующим образом: BiTP Vol. 47 Issue 3, 2017, pp. 14–26, doi: 10.12845/bitp.47.3.2017.1;

Настоящая статья находится в открытом доступе и распространяется в соответствии с лицензией CC BY-NC-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

Wprowadzenie

Zapewnienie ciągłości dostaw produktów przemysłowych na rynek wiąże się z koniecznością ich właściwego składowania, najczęściej w pomieszczeniach magazynowych. Przykładowo opon pneumatycznych nie można przechowywać na wolnym powietrzu ze względu na destrukcyjny wpływ promieniowania słonecznego na właściwości gumy oraz możliwość zanieczyszczenia wnętrza opon. Ponadto składowane opony muszą być odpowiednio ułożone, aby nie ulegały zmianie ich właściwości wytrzymałościowe i eksploatacyjne. Dlatego do ich przechowywania wykorzystywane są powszechnie palety słupkowe. Są one zbudowane ze sztywnej płyty dolnej do składowania produktów (konstrukcyjnie może

Background

To ensure the continuity of the market deliveries of industrial products it is necessary to store them properly, usually in warehouses. For instance, pneumatic tyres cannot be stored outdoors due to the destructive impact of solar radiation on the properties of rubber and the possibility that impurities get to the inside of tyres. Furthermore, stored tyres must be properly arranged to preserve their strength and operating properties. For these reasons, post pallets are widely used for their storage. They are made of a rigid lowermost panel (which may have a grid structure) for storing products and of posts attached to it, with their uppermost part equipped with devices preventing

mieć postać rusztu) oraz przymocowanych do niej słupków, wyposażonych u góry w elementy ograniczające przesuw kładzonej na niej kolejnej palety i umożliwiające piętrzenie.

Ze względu na ograniczone powierzchnie składowe załadowane palety są spiętrzane, tj. układane jedna na drugiej. W przypadku takiego rozwiązania osoby zarządzające logistyką w różnych firmach stawiają ważne pytanie, ile palet można ułożyć w stosie, aby składowanie było bezpieczne. Obawy co do ryzyka zawalenia się stosu palet wynikać mogą z obserwacji przeprowadzanych doświadczeń polegających na próbie ułożenia na sobie wielu jednakowych elementów. Pomimo wielkiej staranności w precyzyjnym dokładaniu kolejnych elementów, zawsze przy dołożeniu n -tego lub $n+1$ -szego, stos elementów przewracał się. W mechanice zjawisko tego typu związane jest z niestętnością, czyli niestętnym (chwiejnym, niebezpiecznym) stanem równowagi układu. Zarówno w budownictwie, jak i w budowie maszyn wymaga się, aby obciążone elementy oraz całe ustroje konstrukcyjne/układy znajdowały się w statecznym stanie równowagi. Powracając do stosu zestawianego z jednakowych elementów, należy wyjaśnić, że przyczynę niemożności ułożenia dowolnie wysokiego stosu stanowią: niedokładność wykonania poszczególnych elementów i niedokładne ustawianie ich środków ciężkości na pionowej osi oraz nieidealnie płaskie lub poziome podłoże. W języku technicznym te niedoskonałości nazywane są imperfekcjami.

Podczas gdy literatura naukowa dotycząca regałów paletowych jest bardzo bogata [1–3], istnieje mało opracowań opisujących problemy składowania palet w stosach wolnostojących [4]. Regały zasadniczo różnią się od palet tym, że stopy ich słupów są kotwione do podłoża. Palety są tylko stawiane na posadzce magazynu. W artykule [4] autorzy zajmują się odpornością konstrukcji palety skrzyniowej na: zginanie, piętrzenie, stateczność, uderzenie przy swobodnym spadku, unoszenie za pomocą wózka widłowego oraz odpornością na uderzenia poziome obiema krawędziami i nogami. Przedstawili wyniki wykonanych analiz metodą elementów skończonych, użyteczne w procesie projektowania palet.

W Polsce poprzednio obowiązywały dwie normy dotyczące palet [5–6], przy czym pierwsza została unieważniona w 2012 roku, a druga w 2015. Nie wprowadzono norm je zastępujących. W normie [6] podano sposób sprawdzania odporności palety na piętrzenie, polegający na doświadczalnej weryfikacji zmian pewnych wymiarów kontrolnych w załadowanych paletach stosu. Nie wskazano jednak analitycznej metody oceny bezpieczeństwa dotyczącego stateczności stosu palet. Taka metoda byłaby bardzo pomocna dla wielu firm użytkujących określone palety. Pozwoliłaby na wyznaczenie liczby palet, które mogą być bezpiecznie układane w stosach.

W artykule zaproponowano metodę oceny bezpieczeństwa stosu palet bazującą na przepisach zawartych w aktualnie obowiązującej normie [7]. Przedstawiono sposób określenia sił poziomych działających na stos palet, wynikających z imperfekcji przechyłowych i łukowych. Uwzględniono również siłę oddziaływania wózka widłowego na stos palet, której wartość przyjęto na podstawie pracy [8]. Przykładowy przebieg analizy według proponowanej metody przedstawiono w odniesieniu do konkretnej konstrukcji palet słupkowych wykorzystywanych do składowania opon pneumatycznych.

the next pallet from moving which is placed on the top to enable their stacking.

Due to the limited storage areas, loaded pallets are stacked one on the other. In the case of such a solution people in charge of logistics working in various companies ask themselves how many pallets can be stacked to ensure storage safety. Concerns about the risk of the stack collapsing may result from the observation of experiments involving attempts to stack many identical elements. Despite the great care taken to precisely place the successive elements, the stack always collapsed after adding the n th or $n + 1$ th element. In mechanics this phenomenon is associated with instability, i.e. an unsteady and insecure equilibrium of the system. In construction and mechanical engineering it is required for loaded element and entire building structures/systems to be in a stable equilibrium. As for a stack made of identical elements, it should be clarified that the reasons why it is impossible to stack a stack of any height are the inaccuracy with which particular elements are made, the imprecise placement of their load centre on a vertical axis and the not perfectly flat or not ideally horizontal foundation. In technical language these irregularities are called imperfections.

While the scientific literature on pallet racks is very extensive [1–3], there are few studies describing issues related to storing pallets in free-standing stacks [4]. Racks and pallets differ significantly in that in the former post footings are bolted to the foundation. Pallets are just placed on the warehouse floor. In article [4] the authors discuss the stability and endurance of box pallet to bending, stacking endurance, resistance to impact after a free fall, to lifting with a forklift truck and endurance to horizontal impact with both edges and legs. They presented the results of the analyses performed with the finite element method, which can be useful in the pallet design process.

Previously in Poland two standards referring to pallets were in place [5–6]; the first was annulled in 2012, the second in 2015, and no standards replacing them were introduced. The standard [6] specified the method of checking pallets' stacking endurance consisting of the experimental verification of changes of selected control dimensions in the pallets placed on a stack; however, no analytical method of safety assessment referring to the stability of a pallet stack was provided. Presenting such a method would be very useful from the point of view of companies which work with specific types of pallets, enabling the determination of the number of pallets which can be safely placed on a stack.

The study suggests a method of assessing the safety of a pallet stack based on the currently valid standard [7]. The method of determining horizontal forces impacting a pallet stack caused by sway and bow imperfections was presented. The impact of the forklift truck on a pallet stack was also included, the value of which was adopted on the basis of study [8]. An exemplary analysis based on the proposed method was presented in reference to a specific structure of post pallets used for storing pneumatic tyres.

Metody

W celu oceny bezpieczeństwa stosu jednakowych, załadowanych palet ustawionych jedna na drugiej przyjęto, że układ stanowi samostateczną ramę wielokondygnacyjną. Tok postępowania prowadzący do warunków rozstrzygających o bezpieczeństwie stosu polegał na:

- określeniu wrażliwości stosu palet na efekty drugiego rzędu,
- wyliczeniu parametrów imperfekcji przechyłowych i łukowych oraz wynikających z nich sił poziomych,
- uwzględnieniu siły oddziaływania wózka widłowego,
- sprawdzeniu warunku nośności najbardziej obciążonego słupka dolnej palety,
- sprawdzeniu warunku statyki na wywrócenie stosu.

W pracy założono, że:

- palety są załadowane równomiernie,
- podłoga palety jest nieodkształcalna (ma postać bardzo sztywnego rusztu),
- posadzka magazynu jest pozioma i wyrównana,
- stosy palet znajdują się w magazynie i nie są narażone na działanie wiatru.

Wrażliwość układu na efekty drugiego rzędu

Układy konstrukcyjne, w których należy uwzględniać wpływ ich deformacji na siły wewnętrzne, to układy wrażliwe na efekty drugiego rzędu. Przyjmuje się, że tak jest, jeżeli wartość mnożnika obciążenia krytycznego α_{cr} w przypadku analizy sprężystej (plastycznej) spełnia warunek [7]:

$$\alpha_{cr} = \frac{F_{cr}}{F_{Ed}} < 10 \quad (15) \quad (1)$$

gdzie: F_{cr} – obciążenie krytyczne odpowiadające globalnej formie niestateczności i początkowej sztywności sprężystej układu; F_{Ed} – obciążenie obliczeniowe działające na konstrukcję. Ramy samostateczne na ogół są układami wrażliwymi na efekty drugiego rzędu.

Imperfekcje przechyłowe i łukowe

Na skutek przewidywanego przechyłu stosu palet (ryc. 1a), siły pionowe od ich ciężaru własnego i ładunków dają niezerowy moment względem punktu przebiecia płaszczyzny posadzki w odniesieniu do pionowej osi stosu. Na ryc. 1b przedstawiono konfigurację stosu palet wynikającą ze wstępnej imperfekcji przechyłowej. Ciężary przyłożono w punktach oparcia podłóg (płyt) palet o słupki. Ponieważ moment siły może być przedstawiony jako para sił o odpowiednio przesuniętych kierunkach, to można dalej rozważać nieprzechylony stos (ryc. 1c), ale obciążony siłami poziomymi realizujący wspomniany wcześniej moment, tj. moment o tej samej wartości.

Methods

In order to assess the safety of a stack of identical loaded pallets placed one on the other, it was assumed that the structure constitutes a self-stable multilevel frame. The procedure used to determine the safety of the stack consisted of the following:

- determining the sensitivity of the pallet stack to second order effects,
- calculating sway and bow imperfections and the resulting horizontal forces,
- taking into account the impact made by a forklift truck,
- checking the condition of capacity of the most loaded post of the lowermost pallet,
- checking the static condition's impact on the stack's collapse.

In the study it was assumed that:

- pallets are evenly loaded,
- the pallet's floor is undeformable (made of a very rigid grid),
- the warehouse floor is horizontal and even,
- pallet stacks are inside the warehouse and are not exposed to wind.

Structure's sensitivity to second order effects

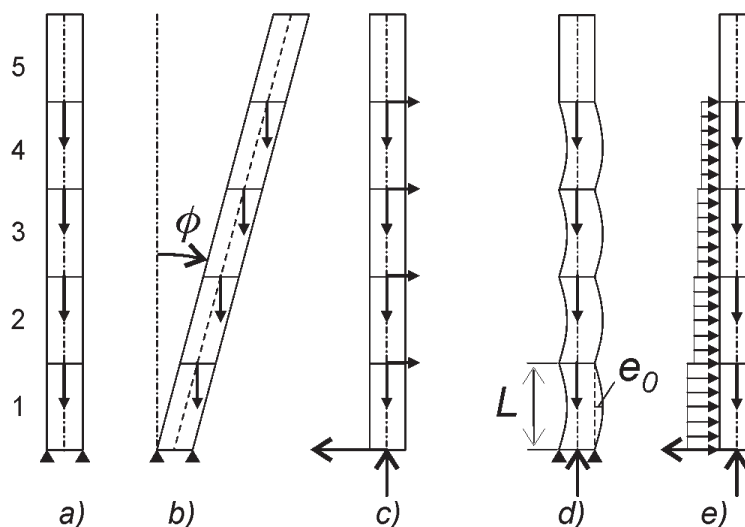
Structural systems in which the influence of their deformations on internal forces should be considered are systems sensitive to second order effects. It is assumed that systems have the above property if the value of the critical load multiplier α_{cr} for elasticity (plasticity) analysis meets condition [7]:

$$\alpha_{cr} = \frac{F_{cr}}{F_{Ed}} < 10 \quad (15) \quad (1)$$

where: F_{cr} – critical load corresponding to the global form of instability and the initial elastic modulus of the system; F_{Ed} – design load impacting the structure. Self-static frames are usually sensitive to second order effects.

Sway and bow imperfections

As a result of the anticipated sway of the pallet stack (fig. 1a) vertical forces caused by their dead weight and loads give rise to a non-zero moment about the point where the vertical axis of the stack crosses the floor surface. Fig. 1b presents the configuration of the pallet stack caused by the initial sway imperfection. Loads were placed in the points where the pallet floors (plates) touch the posts. As the moment of force can be expressed as a pair of forces with properly shifted directions, an unswaying stack can still be considered (fig. 1c), but loaded with horizontal forces producing the moment mentioned before, i.e. a moment of the same value.



Rycina 1. Imperfekcje: a) stos palet, b) imperfekcja przechyłowa, c) obciążenie poziome od przechyłu, d) imperfekcje łukowe, e) obciążenie poziome od imperfekcji łukowych (na dole oznaczono wypadkowe reakcje podłoża na stos)

Figure 1. Imperfections: a) pallet stack, b) sway imperfection, c) horizontal forces due to sway, d) bow imperfections, e) horizontal forces due to bow (resultant foundation reactions to the stack are marked at the bottom)

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Wielkość imperfekcji przechyłowej stosu palet określa wzór:

$$\varphi = \alpha_h \alpha_m / 200 \quad (2)$$

$$\alpha_h = 2 / \sqrt{H}, \text{ lecz } 2/3 \leq \alpha_h < 1,0 \text{ i } \alpha_m = \sqrt{0,5(1+m^{-1})} \quad (3)$$

gdzie: H – wysokość konstrukcji (stosu palet) w metrach, m – liczba słupów w rzędzie.

Imperfekcje łukowe związane są z przewidywanym wyginaniem się słupków palet, przy czym zakłada się najbardziej niekorzystną sytuację, tj. że słupki mają na końcach zamocowania przegubowe (ryc. 1d). Miarą imperfekcji łukowej jest iloraz strzałki wygięcia słupka e_0 i jego wysokości L , tj. e_0/L . Zakładane wygięcie słupka można skojarzyć z wywołującym go obciążeniem ciągłym działającym prostopadle do osi słupka (ryc. 1e), a tym samym zastąpić go statycznie równoważnymi dwiema siłami poziomymi działającymi na końcach słupków.

Oddziaływanie wózka widłowego

W magazynach palety są przemieszczane i spiętrzane za pomocą wózków widłowych. W ocenie bezpieczeństwa stosu palet należy wziąć pod uwagę wpływ oddziaływania wózka na stateczność stosu. Wartość siły oddziaływania wózka na stos można zaczerpnąć z literatury dotyczącej regałów paletowych [8].

Nośność najbardziej obciążonego słupka dolnej palety

Z wcześniejszych rozważań wiadomo, że na stos palet działają siły pionowe i poziome. Wynika stąd, że słupki palet są ściskane i zginane. W krytycznej sytuacji najbardziej obciążone słupki palety usytuowanej najniżej w stosie mogą utracić nośność i ulec wyboczeniu. Skutkiem tego byłaby utrata

The value of sway imperfection of a pallet stack is calculated based on the following formula:

$$\varphi = \alpha_h \alpha_m / 200 \quad (2)$$

$$\alpha_h = 2 / \sqrt{H}, \text{ but } 2/3 \leq \alpha_h < 1,0 \text{ and } \alpha_m = \sqrt{0,5(1+m^{-1})} \quad (3)$$

where: H – height of the structure (pallet stack) in metres, m – the number of posts in a row.

Bow imperfections are associated with the expected bending of pallet posts; the worst case scenario is assumed, i.e. with the posts ending with articulated joints (fig. 1d). The measure of bow imperfection is the quotient of the deflection of post e_0 and its height L , i.e. e_0/L . The assumed deflection of the post can be associated with the continuous load causing it acting perpendicularly to the post's axis (fig. 1e), and therefore replaced with two statically equivalent horizontal forces acting on the ends of posts.

Forklift truck's impact

In warehouses pallets are moved and stacked with forklift trucks. When assessing the safety of a stack, the impact of the forklift truck on the stack's stability should be considered. The force value of the forklift truck's impact on the pile can be established based on the literature on pallet racks [8].

Capacity of the most loaded post of the lowermost pallet

It follows from the above that stacks of pallets are loaded by vertical and horizontal forces, i.e. pallet posts are compressed and bent, and in a critical situation the most loaded posts of the pallet placed lowermost in the stack can lose their load capacity and buckle. As a result the whole stack can lose its stability

stateczności całego stosu, a więc jego zawalenie się. Aby do tego nie dopuścić, należy spełnić określone w normie [7] warunki nośności najbardziej obciążonego słupka palety:

$$\gamma_{M1} \left(\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \right) \leq 1 \quad (4)$$

$$\gamma_{M1} \left(\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \right) \leq 1 \quad (5)$$

γ_{M1} – współczynnik częściowy związany ze statecznością słupka,

N_{Ed} , $M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$ – wartości obliczeniowe siły ściskającej pręt i maksymalnych momentów zginających względem osi przekroju poprzecznego pręta, odpowiednio y i z,

N_{Rk} , $M_{y,Rk}$, $M_{z,Rk}$ – nośność charakterystyczna przekroju krytycznego przy obciążeniu odpowiednio siłą podłużną i momentami gnącymi leżącymi na osiach odpowiednio y i z.

$\Delta M_{y,Ed}$, $\Delta M_{z,Ed}$ – momenty wynikające z przesunięcia środka ciężkości przekroju klasy 4,

χ_y , χ_z , χ_{LT} – dwa współczynniki wybożenia giętnego i współczynnik zwirzenia,

k_{yy} , k_{yz} , k_{zy} , k_{zz} – współczynniki interakcji obliczane wg wzorów podanych w załączniku B normy [7], np.

$$k_{yy} = C_{my} \left[1 + \left(\bar{\lambda}_y - 0,2 \right) \frac{\gamma_{M1} N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}} \right],$$

$$\text{lecz } k_{yy} \leq C_{my} \left(1 + 0,8 \frac{\gamma_{M1} N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}} \right) \quad (6)$$

i przy liniowym wykresie momentów zginających słupek

$$C_{my} = 0,6 + 0,4\psi, \quad \psi = M_{Ed,m} / M_{Ed,w}, \quad \text{lecz } C_{my} \geq 0,4 \quad (7)$$

$M_{Ed,m}$, $M_{Ed,w}$ – obliczeniowe wartości momentów zginających odpowiednio: mniejszy i większy w przekroju słupka z uwzględnieniem ich znaków.

Statyczna równowaga stosu palet

Ze względu na siły poziome działające na stos palet należy sprawdzić, czy obliczeniowy moment wywracający $M_{K,Ed}$ jest mniejszy od obliczeniowego momentu $M_{K,Rd}$ ustalającego układ. Powinien zatem być spełniony warunek:

$$M_{K,Ed} / M_{K,Rd} < 1 \quad (8)$$

Powyższy warunek musi być spełniony w odniesieniu do możliwości obrotu układu względem obu krawędzi prostokątnej podstawy stosu.

Wyniki i dyskusja

Paleta słupkowa do magazynowania opon pneumatycznych (ryc. 2a) składa się ze sztywnej płyty dolnej (podłogi) o konstrukcji umożliwiającej podejmowanie i przemieszczanie palety za pomocą wózka widłowego. Do płyty przyspawane są cztery słupki, wyposażane u góry w elementy umożliwiające piętrowanie jednakowych palet w stosy. Zadaniem słupków jest

and collapse. To prevent this, it is necessary to meet the conditions for the load capacity of the most loaded post in the pallet specified in standard [7]:

$$\gamma_{M1} \left(\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \right) \leq 1 \quad (4)$$

$$\gamma_{M1} \left(\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \right) \leq 1 \quad (5)$$

γ_{M1} – partial coefficient associated with the stability of the post,

N_{Ed} , $M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$ – design values of the rod compression force and maximum bending moments about the axis of the rod's cross-section, respectively y and z,

N_{Rk} , $M_{y,Rk}$, $M_{z,Rk}$ – characteristic load capacity for the dangerous section while applying longitudinal force and bending moments respectively on axes y and z respectively.

$\Delta M_{y,Ed}$, $\Delta M_{z,Ed}$ – moments caused by shifting the load centre of a class 4 section,

χ_y , χ_z , χ_{LT} – two coefficients of flexural buckling and the warp coefficient,

k_{yy} , k_{yz} , k_{zy} , k_{zz} – interaction coefficients calculated according to the formulae provided in Appendix B to standard [7], e.g.

$$k_{yy} = C_{my} \left[1 + \left(\bar{\lambda}_y - 0,2 \right) \frac{\gamma_{M1} N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}} \right],$$

$$\text{but } k_{yy} \leq C_{my} \left(1 + 0,8 \frac{\gamma_{M1} N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}} \right) \quad (6)$$

and with a linear chart of bending moments acting on the post

$$C_{my} = 0,6 + 0,4\psi, \quad \psi = M_{Ed,m} / M_{Ed,w}, \quad \text{but } C_{my} \geq 0,4 \quad (7)$$

$M_{Ed,m}$, $M_{Ed,w}$ – design values of bending moments; respectively the lowermost and the higher one, in the post's section, including their signs.

Static equilibrium of the pallet stack

Due to the horizontal forces acting on the pallet stack it should be verified whether the design overturning torque $M_{K,Ed}$ is lower than the design torque stabilising the system $M_{K,Rd}$. Therefore, the following condition should be met:

$$M_{K,Ed} / M_{K,Rd} < 1 \quad (8)$$

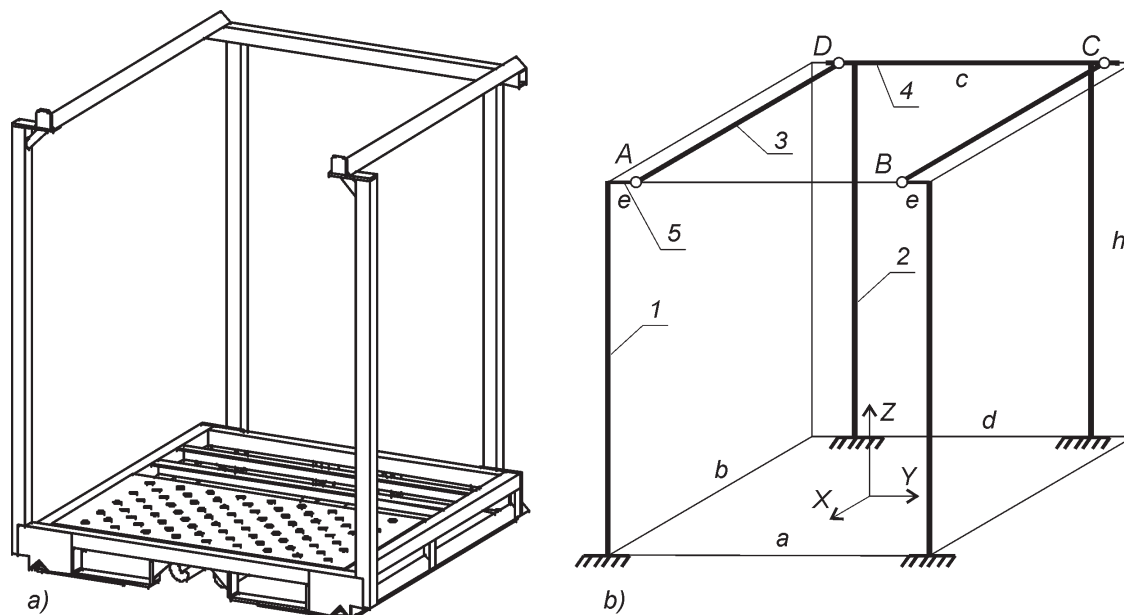
The above condition must be met in relation to the possibility of rotating the system against both edges of the rectangular base of the stack.

Results and discussion

A post pallet for storing pneumatic types (fig. 2a) is made of a rigid lowermost plate (floor) with a structure which enables lifting and moving the pallet with a forklift truck. Four posts are welded to the plate, with the uppermost part equipped with elements allowing the stacking of identical pallets. The posts are installed to carry the weight of pallets placed in

przeniesienie ciężaru palet położonych wyżej i ochrona miejsca nad płytą, w którym składowane są produkty. Słupki najniższej położonej palety w stosie są narażone na zniszczenie poprzez utratę stateczności, jeżeli stos byłby zbyt wysoki.

the upper locations and to protect the space above the plate where products are stored. The posts of the lowermost pallet in the stack can be damaged due to the loss of stability if the stack is too high.



Rycina 2. Paleta słupkowa do magazynowania opon pneumatycznych: a) – widok ogólny, b) – oznaczenie wymiarów: 1 – słupek przedni, 2 – słupek tylny, 3 – kątownik (łożo dla górnej palety), 4 – poprzecznik, 5 – wspornik

Figure 2. Post pallet designed for storage of pneumatic tires: a) – overall view, b) – specification of dimensions: 1 – front post, 2 – rear post, 3 – angle bar (bed for upper pallet), 4 – cross bar, 5 – cantilever

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Przednie słupki palety są połączone z odpowiadającymi im tylnymi za pomocą przyspawanych poziomych kątowników, na których spoczywa górna paleta. Bez dokładnej analizy nieliniowego zjawiska kontaktu elementów rozkład ich obciążenia jest trudny do przewidzenia. Ponieważ obciążenie powoduje zginanie kątownika (łoża) względem osi minimalnego momentu bezwładności przekroju, to belka ta może się ugiąć i, z uwagi na sztywną podłogę górnej palety, zasadniczą część obciążenia przejmą najmniej podatne części łoża położone najbliżej słupków. W związku z tym założono, że podłoga górnej palety oddziałuje na dolną w punktach A, B, C i D (ryc. 2b). Przednie słupki nie są u góry ze sobą sztywno połączone, jednak sztywna podłoga górnej palety ogranicza ich wzajemne przemieszczanie. Dlatego w modelu obliczeniowym punkty A i B połączono sztywnym prętem z przegubami na obu końcach (pręt kratownicowy). Stos palet może doznawać przechyłów translacyjnych bocznych w płaszczyźnie (YZ), w kierunku przód-tył (XZ), jak również przechyłów skrętnych. Przechyły oznaczono za pomocą czterech liter, np. *ABDC* oznacza przechył boczny, przy czym punkty A i B oraz D i C przemieszczają się w kierunku wektorów odpowiednio *AB* i *DC*. Podobnie *ABCD* – oznacza przechył skrętny, przy którym punkty A i B przemieszczają się tak jak poprzednio, ale punkty C i D przemieszczają się w przeciwnym kierunku, tj. w kierunku wektora *CD*. Dlatego dalej rozważano przestrzenny model palety reprezentowany przez słupki sztywno zamocowane

The front posts of the pallet are connected with their corresponding rear posts with welded horizontal angle bars, on which the uppermost pallet is placed. The distribution of their load is difficult to predict without a detailed analysis of non-linear contact between elements. As this load causes the angle bar (bed) to bend against the axis of the minimum moment of inertia of the section, the beam can bend and due to the rigid floor of the uppermost pallet, the main part of the load is carried by the least susceptible parts of the bed closest to the posts. Consequently, it was assumed that the floor of the uppermost pallet impacts the lower one in points A, B, C and D (fig. 2b). The front posts are not rigidly joined together in the uppermost part; however, the rigid floor of the uppermost pallet limits their mutual transitions, so in the computational model points A and B were combined with a rigid rod with pinned joints on both ends (truss rod). Pallet stack can be subject to lateral translational sways in the horizontal plane (YZ), in the front-rear direction (XZ) and torsional sways. Sways were marked with four letters, e.g. *ABDC* means lateral sway, with points A and B and C and D moving in the direction of the respective vectors *AB* and *DC*. Similarly, *ABCD* means torsional sway, where points A and B move as in the previous example, but points C and D move in the opposite direction, i.e. towards vector *CD*. Therefore, the spatial model of the pallet was further considered, represented by posts rigidly attached to the undeformable plate/floor at the bottom and

w nieodkształcalnej płycie/podłodze u dołu, z górnymi końcami połączonymi dwoma kątownikami (łoża), dwoma wspornikami, poprzecznikiem i prętem kratownicowym (ryc. 3a).

Słupki są wykonane ze stali S235 w postaci kształtownika rurowego 50 x 50 x 3 wykończonego na zimno. Pole przekroju poprzecznego jest równe $A = 5,41 \text{ cm}^2$, a wskaźnik plastyczny $W_{pl} = 9,39 \text{ cm}^3$. Jest to przekrój klasy 1. Moduł Younga materiału wynosi $E = 210\,000 \text{ MPa}$.

Na ryc. 2b przedstawiono charakterystyczne wymiary modelu palety. Dane przyjęte do obliczeń zamieszczono w tabelach 1 i 2. Przykładową analizę stateczności stosu przeprowadzono dla $n = 5$ palet załadowanych oponami.

Przyjęto, że współczynnik obciążeń stałych $\gamma_F = 1,2$, zaś współczynnik obciążeń zmiennych (oddziaływanie wózka) $\gamma_Q = 1,5$.

Tabela 1. Wymiary modelu palety

Table 1. Pallet model dimensions

Wymiar/Dimension, [m]							
<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>h</i>	<i>e</i>	<i>r_{ah}</i>	<i>r_{bh}</i>
1,25	1,20	1,07	0,93	1,50	0,09	0,50	0,607

r_{ah}, *r_{bh}* – ramiona sił ciężkości względem krawędzi podstawy stosu w płaszczyznach (YZ) i (XZ)/arms of gravity forces against the stack base in planes (YZ) and (XZ)

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Tabela 2. Obciążenia palety

Table 2. Pallet loads

Siła/Force	kN	Opis/Description
G_{w1}	0,96	Ciężar własny palety/Pallet dead weight
G_{L1}	4,41	Ciężar ładunku/Weight of the load
G_1	5,37	Ciężar całkowity palety/Total weight of pallet
G_{1o}	6,45	Ciężar obliczeniowy załadowanej palety/Design weight of loaded pallet
P_{2Ed}	3,22	Siła pionowa działająca na dwa słupki palety od załadowanej jednej palety/Vertical force applied to two pallet posts caused by one loaded pallet
H_p	0,35	Siła pozioma (górną 4-tej palety) od oddziaływania wózka widłowego/ Horizontal force (top of the 4th pallet) caused by the forklift truck
H_{po}	0,53	Siła pozioma obliczeniowa oddziaływania wózka/Design horizontal force caused by the forklift truck

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Wrażliwość układu na efekty drugiego rzędu

Zasadniczy wpływ na podatność stosu palet na przechyły mają słupki, tj. ich wysokość, sposób zamocowania i parametry przekroju poprzecznego. Przyjęto, że słupki są utwierdzone w płycie palety, zaś górne końce mogą się przemieszczać poziomo zgodnie z przesuwem/obrotem podłogi górnej palety. Stąd długość wyboczeniowa $L_{cr} = 2h$.

Smukłość odniesienia $\lambda_1 = \pi \sqrt{E / f_y} = 93,9$, stąd smukłość względna $\bar{\lambda} = (L_{cr} / i_{\min}) / \lambda_1 = 1,69$.

the uppermost ends are bound with two angle bars (beds), two cantilevers and the truss rod (fig. 3a).

Posts are made of steel S235 in the form of a cold-finished 50 x 50 x 3 tubular section. The area of the cross-section $A = 5,41 \text{ cm}^2$, the plasticity indicator $W_{pl} = 9,39 \text{ cm}^3$. This is a class 1 section. Young's modulus of the material $E = 210\,000 \text{ MPa}$.

Fig. 2b presents the characteristic dimensions of the pallet's model. The data used for the calculations are presented in Table 1 and 2. An exemplary analysis of stack stability was conducted for $n = 5$ pallets loaded with tyres.

The assumed value of the permanent load coefficient was $\gamma_F = 1,2$, and the variable load factor (the impact of the forklift truck) – $\gamma_Q = 1,5$.

Structure's sensitivity to second order effects

Posts have a considerable impact on the pallet stack's susceptibility to sways, in particular their height, fastening method and cross-section parameters. It was assumed that posts are attached to the pallet's plate, and the upper ends can move horizontally in line with the shift/rotation of the uppermost pallet's floor. Hence buckling length $L_{cr} = 2h$.

Reference slenderness $\lambda_1 = \pi \sqrt{E / f_y} = 93,9$, hence relative slenderness $\bar{\lambda} = (L_{cr} / i_{\min}) / \lambda_1 = 1,69$.

$F_{cr} = Af_y / \bar{\lambda}^2 = 44,4 \text{ kN}$, $F_{Ed} = 6,45 \text{ kN}$ i na podstawie (1) $a_{cr} = 6,9 < 10$. Stąd wynika, że w analizie rozważanego układu należy uwzględnić efekty drugiego rzędu.

Imperfekcje przechyłowe i łukowe

Wprowadzając wysokość stosu palet $H = 5h$ i liczbę słupków w rzędzie $m = 2$ do (3) na podstawie (2), uzyskano wartość imperfekcji przechyłowej $\phi = 0,0032$. Wartość imperfekcji łukowych jest zależna od krzywej wyboczenia przyporządkowanej do typu przekroju kształtownika i typu analizy. W przypadku rury ze stali S235 jest to krzywa c przedstawiona na rys. 6.4 normy [7] (patrz też tablica 5.1 i tablica 6.2 tej normy) i dla analizy plastycznej $e_0 / L = 1/150$.

Na podstawie wartości powyższych parametrów imperfekcji i sumy obliczeniowych sił normalnych występujących w dwóch słupkach każdej palety (N_{iEd}) wyliczono wartości obliczeniowych sił poziomych H_{iEd} działających na dwa słupki każdej z palet stosu: H_{iEd}^p – od imperfekcji przechyłowych, H_{iEd}^l – łukowych i H_{iEd}^w – od oddziaływania wózka. Zestawione w tabeli 3 siły poziome działają u góry palety o podanym numerze (por. ryc. 1c). Ponieważ słupki mają przekrój bisymetryczny i założono dla nich jednakowe warunki brzegowe, to wartości sił podane w tabeli 3 odnoszą się do przechyłu słupków leżących zarówno w płaszczyznach równoległych do (YZ), jak i (XZ).

Tabela 3. Siły poziome działające na dwa słupki palety
Table 3. Horizontal forces applying to two pallet posts

Nr palety/ Pallet No, i	N_{iEd}	H_{iEd}^p	H_{iEd}^l	H_{iEd}^w	H_{iEd}
	kN	kN	kN	kN	kN
5	0,00	0,00	0,00		0,00
4	3,22	0,0102	0,086	0,263	0,359
3	6,45	0,0102	0,258		0,268
2	9,67	0,0102	0,516		0,526
1	12,9	0,0102	0,860		0,870

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Oddziaływanie wózka widłowego

Na podstawie danych literaturowych [8] dotyczących regałów paletowych przyjęto zalecaną wartość poziomej siły działającej na płytę najwyżej położonej palety. Wartość tej siły podano w tabeli 2.

Nośność najbardziej obciążonego słupka dolnej palety

Element krytyczny stosu palet stanowi najbardziej obciążony słupek występujący w palecie nr 1. Konieczne jest więc normowe sprawdzenie jego bezpieczeństwa, czyli zweryfikowanie,

$F_{cr} = Af_y / \bar{\lambda}^2 = 44,4 \text{ kN}$, $F_{Ed} = 6,45 \text{ kN}$ and on the basis of (1) $a_{cr} = 6,9 < 10$. The above demonstrates that the analysis of the system in question should take into consideration second order effects.

Sway and bow imperfections

By introducing pallet stack height $H = 5h$ and the number of posts in a row $m = 2$ to (3) on the basis of (2), sway imperfection $\phi = 0,0032$ was achieved. Bow imperfections value depends on the buckling curve assigned to the type of the shape's section and the type of analysis. In the case of a pipe made of steel S235 this is curve c presented in fig. 6.4 of the standard [7] (see also table 5.1 and table 6.2 of the standard) and for plastic analysis $e_0 / L = 1/150$.

On the basis of the above parameters of imperfections and the total of design normal forces occurring in two posts of each pallet (N_{iEd}), the values of design horizontal forces acting on two posts of each pallet in the stack H_{iEd} were calculated: H_{iEd}^p – caused by sway imperfections, H_{iEd}^l – bow imperfections and H_{iEd}^w – the impact of the forklift truck. The horizontal forces presented in table 3 act on the uppermost part of the pallet with the specified number (cf. fig. 1c). As the posts have a bisymmetrical section and identical boundary conditions were assumed for them, the values of forces provided in table 3 refer to the sway of posts in planes parallel to (YZ) and in (XZ).

Forklift impact

Based on literature data [8] referring to pallet racks, the recommended value of the horizontal force acting on the plate of the highest pallet was assumed. Its value was provided in table 2.

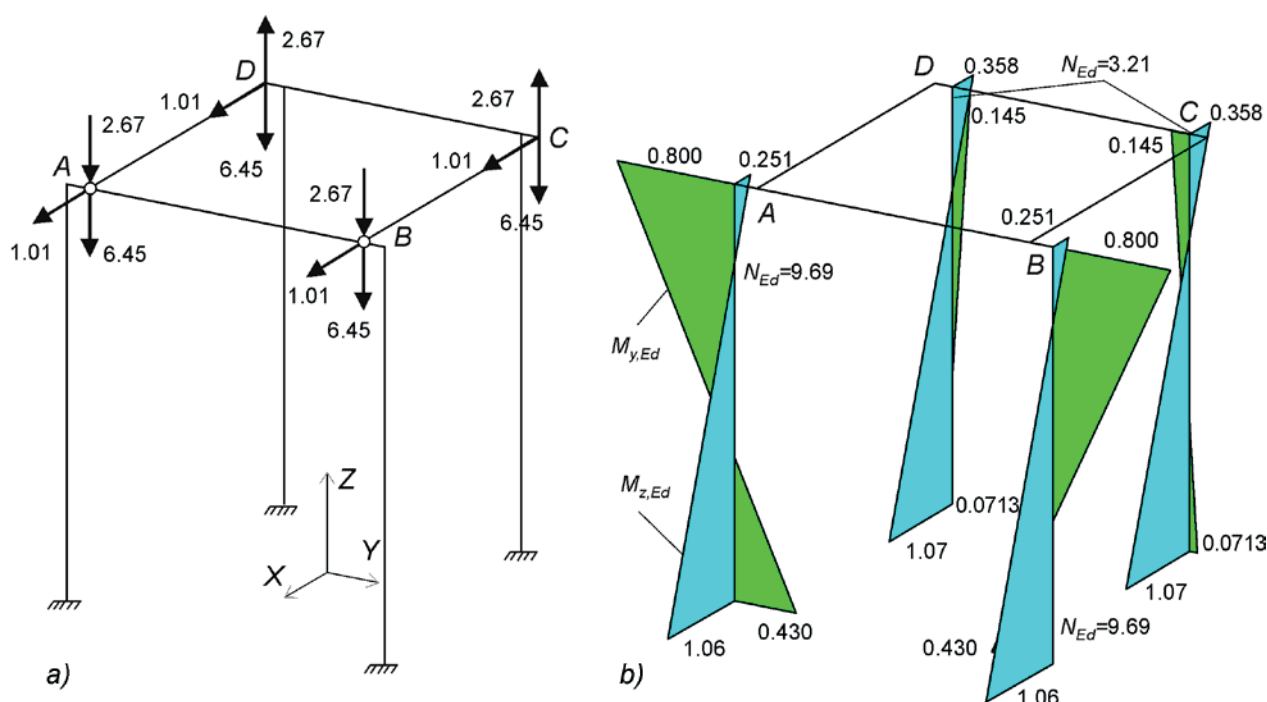
Capacity of the most loaded post of the lowermost pallet

The critical element of the pallet stack is the most loaded post in pallet No. 1. Therefore, it is necessary to carry out a code checking of its safety, i.e. verifying whether under the set loads its load capacity will not be exhausted.

czy pod wpływem zadanych obciążeń jego nośność nie ulegnie wyczerpaniu.

Na stos palet działają pionowe siły ciężaru własnego palet i ciężary ładunków, siły poziome wynikające z imperfekcji oraz siła pozioma oddziaływania wózka widłowego. Siły poziome działające na palety zostały zredukowane do punktów A, B, C i D dolnej palety (ryc. 3a). W przypadku przechyłu $DACB$ (ryc. 3a) są to pary sił o wartościach $2,67 \text{ kN}$ i ramionach AD , zaś w przypadku przechyłu $ABDC$ mają one wartości $3,01 \text{ kN}$ i ramiona AB . Ponadto we wspomnianych punktach działają siły poziome o wartościach $1,01 \text{ kN}$, jako wynik redukcji sił poziomych i siły pionowe, wynikające z ciężaru palet o numerach 2–5, o wartościach $6,45 \text{ kN}$ każda.

The pallet stack is influenced by the vertical forces of the pallets' dead weight and the weight of the load, horizontal forces resulting from imperfections and the horizontal force caused by the forklift truck. Horizontal forces acting on the pallets were reduced to points A, B, C and D of the lowermost pallet (fig. 3a). In the case of the $DACB$ sway (fig. 3a) these are pairs of forces with values 2.67 kN and arms AD , while in the case of the $ABDC$ sway they take values 3.01 kN and their arms are AB . Furthermore, horizontal forces with values 1.01 kN act on the mentioned points as a result of a reduction of horizontal forces, and vertical forces caused by the weight of pallets with numbers 2–5 and values 6.45 kN each.



Rycina 3. Dolna paleta: a) – siły działające na paletę (kN), b) – wykresy momentów zginających słupki (kNm) i siły ściskające N_{Ed} w kN

Figure 3. Lowermost pallet: a) – forces applied to the pallet (kN), b) – bending moments diagrams on posts (kNm) and compression forces N_{Ed} in kN

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Metodą elementów skończonych obliczono siły normalne i momenty zginające słupki we wszystkich wariantach przechyłów. Przykładowe wykresy momentów zginających i wartości sił ściskających dla przechyłu $DACB$ przedstawiono na ryc. 3b.

Ze względu na dwukierunkowe zginanie słupków względem obojętnych osi y i z ich przekrojów poprzecznych, należy dla każdego słupka we wszystkich wariantach przechyłu sprawdzić warunki (4) i (5). Poniżej przedstawiono tok postępowania w odniesieniu do słupka B w przechyle $DACB$. Słupek ten jest ściskany siłą $N_{Ed} = 9,69 \text{ kN}$, a największe wartości momentów zginających względem osi y i z odpowiednio wynoszą $M_{y,Ed} = 0,800 \text{ kNm}$ i $M_{z,Ed} = 1,06 \text{ kNm}$. W celu sprawdzenia warunków nośności słupka obliczono wielkości występujące w (4) i (5), tj.:

Using the finite element method, normal forces and bending moments for posts were calculated in all sway variants. The exemplary diagrams of bending moments and compression forces for the $DACB$ sway are presented in fig. 3b.

Due to the bidirectional bending of posts against the neutral axes y and z of their cross-sections, for each post in all sway variants, conditions (4) and (5) should be verified. The procedure for post B in the $DACB$ sway will be presented. The post is compressed with force $N_{Ed} = 9.69 \text{ kN}$, and the highest values of bending moments against axes y and z amount respectively to $M_{y,Ed} = 0.800 \text{ kNm}$ and $M_{z,Ed} = 1.06 \text{ kNm}$. In order to verify the conditions for the post's load capacity, values occurring in (4) and (5) were calculated, i.e.:

$$N_{Rk} = Af_y = 127 \text{ kN}, \quad M_{y,Rk} = W_{pl} f_y = 2,01 \text{ kNm},$$

$$\chi_y = 1 / \left(\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}_y^2} \right) = 0,26,$$

gdzie

$$\phi = 0,5 \left[1 + \alpha \left(\bar{\lambda}_y - 0,2 \right) + \bar{\lambda}_y^2 \right] = 2,30$$

Parametr imperfekcji krzywej wyboczenia przyjęto dla kształtownika rurowego wykończonego na zimno, tj. $\alpha = 0,49$.

$$k_{yy} = C_{my} \left[1 + \left(\bar{\lambda}_y - 0,2 \right) \frac{\gamma_{M1} N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}} \right] = 0,60,$$

lecz

$$k_{yy} \leq C_{my} \left(1 + 0,8 \frac{\gamma_{M1} N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}} \right) = 0,51,$$

stąd

$$k_{yy} = 0,51,$$

gdzie: wg (7) $C_{my} = 0,39 \geq 0,4$, czyli $C_{my} = 0,40$, przy

$$\psi = M_{Ed,m} / M_{Ed,w} = -0,430 / 0,800 = -0,54.$$

Podobnie obliczono $C_{mz} = 0,51$ i $k_{zz} = 0,64$, a także $k_{yz} = 0,60$; $k_{zz} = 0,39$ oraz $k_{zy} = 0,60$; $k_{yy} = 0,30$.

Wartości parametrów $\gamma_{M0} = \chi_{LT} = 1,0$ przyjęto zgodnie z zaleceniami normy, zaś wartość współczynnika częściowego związanego ze statecznością słupka $\gamma_{M1} = 1,15$.

Warunki nośności prawego słupka palety wg (4) i (5) przyjmują postać $0,66 \leq 1,0$ i $0,76 \leq 1,0$, a więc są spełnione. Oznacza to, że wg obowiązujących przepisów normowych, słupki B dolnej palety, ze względu na niebezpieczeństwo przechyłu DACB stosu, będzie bezpiecznie przenosił obciążenia przy spiętrzeniu w stos pięciu palet.

$$N_{Rk} = Af_y = 127 \text{ kN}, \quad M_{y,Rk} = W_{pl} f_y = 2,01 \text{ kNm},$$

$$\chi_y = 1 / \left(\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}_y^2} \right) = 0,26,$$

where

$$\phi = 0,5 \left[1 + \alpha \left(\bar{\lambda}_y - 0,2 \right) + \bar{\lambda}_y^2 \right] = 2,30$$

The imperfection parameter for the buckling curve was assumed for the cold-finished tubular section, i.e. $\alpha = 0,49$.

$$k_{yy} = C_{my} \left[1 + \left(\bar{\lambda}_y - 0,2 \right) \frac{\gamma_{M1} N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}} \right] = 0,60,$$

but

$$k_{yy} \leq C_{my} \left(1 + 0,8 \frac{\gamma_{M1} N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}} \right) = 0,51,$$

hence

$$k_{yy} = 0,51,$$

where: according to (7) $C_{my} = 0,39 \geq 0,4$, so $C_{my} = 0,40$, with

$$\psi = M_{Ed,m} / M_{Ed,w} = -0,430 / 0,800 = -0,54.$$

Similarly, the following calculations were carried out: $C_{mz} = 0,51$ and $k_{zz} = 0,64$, and also $k_{yz} = 0,60$; $k_{zz} = 0,39$ and $k_{zy} = 0,60$; $k_{yy} = 0,30$.

Values of parameters $\gamma_{M0} = \chi_{LT} = 1,0$ were adopted in accordance with the standard, and the value of the partial coefficient associated with post's stability $\gamma_{M1} = 1,15$.

The conditions of the pallet post's load capacity according to (4) and (5) take the form of $0,66 \leq 1,0$ and $0,76 \leq 1,0$, i.e. they are met. This means that based on the current code regulations, post B of the lowermost pallet due to the risk of the DACB sway of the stack will safely carry loads with the stacking of five pallets.

Tabela 4. Wartości lewych stron w warunkach nośności słupków palety

Table 4. Values of the left side of the load capacity conditions for pallet posts

Słupki/Post	Wariant przechyłu/ Sway case									
	DACB		ABDC		ADCB		ADCB		ABCD	
	Wg/By (4)	Wg/By (5)	Wg/By (4)	Wg/By (5)	Wg/By (4)	Wg/By (5)	Wg/By (4)	Wg/By (5)	Wg/By (4)	Wg/By (5)
A	0,66	0,76	0,44	0,33	0,32	0,43	0,42	0,41	0,31	0,29
B	0,66	0,76	0,68	0,56	0,32	0,43	0,52	0,57	0,60	0,54
C	0,30	0,41	0,63	0,55	0,59	0,70	0,22	0,26	0,25	0,21
D	0,30	0,41	0,30	0,21	0,59	0,70	0,48	0,52	0,53	0,50

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

W podobny sposób należy sprawdzić warunki nośności pozostałych nóg dolnej palety.

Wyniki pełnego sprawdzenia dla rozważanej palety zestawiono w tabeli 4.

Należy podkreślić, że następujące warianty są równoważne ze względu na warunki nośności: *BACD* i *ABDC*, *DABC* i *ADCB* oraz *BADC* i *ABCD*, i nie zostały one ujęte w tabeli 4.

The conditions of the load-carrying capacity of the remaining legs of the lowermost pallet should be verified in a similar way.

The results of a complete verification for the pallet in question were presented in table 4.

It should be emphasised that the following variants are equivalent with regard to load capacity conditions: *BACD* and *ABDC*, *DABC* and *ADCB*, and also *BADC* and *ABCD*, and these were not included in table 4.

W rozważanym przypadku żadna wartość lewej strony warunku nośności (4) ani warunku (5) nie przekracza jedności, co oznacza, że słupki dolnej palety mogą bezpiecznie przenosić przewidywane obciążenia.

Statyczna równowaga stosu palet

Spełnienie warunku nośności najbardziej obciążonego słupka dolnej palety nie gwarantuje jeszcze bezpieczeństwa stosu palet, gdyż stos jako całość może wywrócić się pod działaniem sił poziomych wynikających z imperfekcji i oddziaływania wózka widłowego. Zakłada się przy tym istnienie tarcia palety dolnej o podłoże. Konieczne jest sprawdzenie warunku równowagi statycznej stosu wg (8). Z analizy budowy dolnej części palety spoczywającej na posadzce wynika, że obrót stosu mógłby nastąpić wokół krawędzi K oddległej od linii działania siły ciężkości stosu r_{ah} . Moment wywracający stos wynosi:

$$M_{K,Ed} = 1,1 \sum_{i=1}^5 H_{ki} i h + 1,5(n-1)h \frac{1}{2} H_p = 5,884 \text{ kNm},$$

gdzie: H_{ki} – siły charakterystyczne od imperfekcji, bez oddziaływania wózka, zaś moment ustateczniający stos $M_{K,Rd} = 0,9nG_1 r_{ah} = 12,09 \text{ kNm}$.

Zgodnie z (8) warunek równowagi statycznej stosu przyjmuje postać: $0,49 < 1,0$, czyli jest spełniony. Oznacza to, że nie istnieje niebezpieczeństwo wywrócenia się stosu pięciu załadowanych palet. Ponieważ w przypadku rozważanej palety odległość r_{bh} krawędzi palety od linii działania siły ciężkości stosu jest większa niż r_{ah} , nie sprawdzano warunku równowagi statycznej stosu w płaszczyźnie (XZ).

Podsumowanie

Zaproponowany sposób oceny bezpieczeństwa składowania palet spiętrzanych w stosy bazuje na dostępnych, aktualnie obowiązujących w Unii Europejskiej uregulowaniach normatywnych dotyczących konstrukcji stalowych. Potraktowanie stosu palet jako konstrukcji wielokondygnacyjnej niestężonej, dzięki wspomnianym przepisom normowym, umożliwia wyznaczenie sił poziomych, które działają na stos i wynikają z niedoskonałości przechyłowych i łukowych. W analizie uwzględniono również wpływ oddziaływania wózka widłowego na stateczność stosu.

Przedstawiony sposób oceny bezpieczeństwa stosu wymaga sprawdzenia warunków nośności wszystkich najbardziej wyťažonych słupków, tj. słupków dolnej palety. Analiza powinna uwzględniać wszystkie przypadki możliwych przechyłów oraz warunek równowagi statycznej stosu. W przedstawionej przykładowej ocenie bezpieczeństwa stosu złożonego z pięciu załadowanych palet zaprojektowanych do składowania opon pneumatycznych wykazano, że spełnione są normowe warunki nośności słupków dolnej palety stosu oraz warunek równowagi statycznej całego stosu.

In the considered case none of the values of the left side of the load capacity condition (4) or condition (5) is higher than one, which means that the lowermost pallet posts can safely carry the expected loads.

Static equilibrium of the pallet stack

Meeting the load capacity conditions of the most loaded post of the lowermost pallet does not guarantee the safety of the pallet stack, as the stack as a whole can overturn as a result of horizontal forces resulting from imperfections and the impact of the forklift truck. The existence of friction of the lowermost pallet against the floor is also assumed. It is necessary to verify the condition of the static equilibrium of the stack according to (8). The analysis of the structure of the lowermost part of the pallet placed on the floor shows that the rotation of the stack could occur along edge K distant from the line of action of the gravity force of the stack r_{ah} . The moment overturning the stack is:

$$M_{K,Ed} = 1,1 \sum_{i=1}^5 H_{ki} i h + 1,5(n-1)h \frac{1}{2} H_p = 5,884 \text{ kNm},$$

where: H_{ki} – characteristic forces caused by imperfections, without the impact of the forklift truck, with the moment stabilising the stack $M_{K,Rd} = 0,9nG_1 r_{ah} = 12,09 \text{ kNm}$.

In line with (8) the condition of the stack's static equilibrium takes the form $0,49 < 1,0$, i.e. it is met, which means that there is no risk of overturning a stack of five loaded pallets. As in the case of the considered pallet the distance between the pallet edge r_{bh} and the line of action of the gravity force of the stack is higher than r_{ah} , so the condition of the static equilibrium of the stack in plane (XZ) was not verified.

Summary

The proposed safety assessment procedure for storing stacked pallets is based on the available regulations currently binding in the European Union and standards concerning steel constructions. Treating a pallet stack as a multistorey structure without bracings, due to the mentioned standards, makes it possible to determine horizontal forces acting on the stack resulting from sway and bow imperfections. The analysis also included the impact of the lift on the stack's stability.

The presented method of safety assessment requires the verification of the load capacity conditions of all the most stressed posts, i.e. posts of the lowermost pallet, in all cases of possible sways, and the condition of the static equilibrium of the stack. In the presented exemplary analysis of the safety of the stack consisting of five loaded pallets designed to store pneumatic tyres it was demonstrated that the load capacity conditions of the lowermost pallet's posts specified in the relevant standards are met, as well as the condition of the static equilibrium of the stack.

Literatura / Literature

- [1] Bernuzzi C., Gobetti A., Gabbianelli G., Simoncelli M., *Unbraced pallet rack design in accordance with European practice. Part 1: Selection of the method of analysis*, "Thin Walled Structures" 2015, 86, 185–207.
- [2] Bernuzzi C., Gobetti A., Gabbianelli G., Simoncelli M., *Unbraced pallet rack design in accordance with European practice. Part 2: Essential verification checks*, "Thin Walled Structures" 2015, 86, 208–229.
- [3] Shah S.N.R., Sulong N.H. Ramli, Jumaat M.Z., Shariati M., *State-of-the-art review on the design and performance of steel pallet rack connections*, "Engineering Failure Analysis" 2016, 66(8), 240–258.
- [4] Wolny S., Ładecki B., Matachowski F., *Designing folding wall box pallets*, "Mechanics and Control" 2014, 33(1), 37–41.
- [5] PN-M-78207:1981 Palety ładunkowe słupkowe metalowe. Parametry podstawowe.
- [6] PN-M-78205:1988 Palety ładunkowe metalowe. Wspólne wymagania i badania.
- [7] PN-EN 1993-1-1:2006 Projektowanie konstrukcji stalowych. Reguły ogólne i reguły dla budynków.
- [8] Tilburgs Cees J., *Regały dla poprawnie użytkowanych wózków (Cz. 1)*, „Logistyka” 2001, 1, 33–40.

DR HAB. INŻ. JÓZEF PELC – absolwent Wydziału Inżynierii Łądowej Politechniki Warszawskiej. Aktualnie jest pracownikiem naukowo-dydaktycznym Wydziału Nauk Technicznych Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, obecnie na stanowisku profesora nadzwyczajnego. Zajmuje się zagadnieniami wytrzymałości konstrukcji inżynierskich i metodami komputerowymi mechaniki ciał odkształcalnych, w szczególności analizą bezpieczeństwa wytrzymałościowego wielkich konstrukcji kratownicowych.

JÓZEF PELC, PH.D. ENG. – graduate of the Faculty of Civil Engineering at the Warsaw University of Technology. He is currently a member of the scientific and teaching staff at the Faculty of Technical Sciences of the University of Warmia and Mazury in Olsztyn, holding the post of the university professor. He deals with issues related to the resistance of engineering structures and computer methods of deformable body mechanics, in particular the strength analysis of large truss structures.



Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego

Artykuł został przetłumaczony ze środków MNiSW w ramach zadania: Stworzenie anglojęzycznych wersji oryginalnych artykułów naukowych wydawanych w kwartalniku „BiTP. Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza” – typ zadania: stworzenie anglojęzycznych wersji wydawanych publikacji finansowane w ramach umowy 935/P-DUN/2016 ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych na działalność upowszechniającą naukę.

BiTP

BEZPIECZEŃSTWO I TECHNIKA POŻARNICZA
SAFETY & FIRE TECHNIQUE

МЫ ПРИГЛАШАЕМ ВАС К СОТРУДНИЧЕСТВУ

Редакция ежеквартального журнала
BiTP. Безопасность и Пожарная Техника
Предлагает Вам присылать проекты научных
и обзорных статей, отчёты об исследованиях
и случаях, а также научные рецензии, касающиеся
широко понимаемой безопасности (на
английском или русском языках).

Правила для Авторы доступны на
интернет-странице <http://bitp.cnbop.pl/ru>.



Журнал индексирован
в международных базах
научных исследований

Бесплатная
публикация
в открытом доступе

Реклама статей на
интернет-порталах
для учёных

Журнал в перечне
польского Министерства
Науки и Высшего
Образования

dr hab. inż. Władysław Harmata, prof. WAT^{a)}*, mgr inż. Anna Markowska^{a)}, dr Jacek Pirszel^{b)}

^{a)}Wojskowa Akademia Techniczna / Military University of Technology

^{b)}Wojskowy Instytut Chemii i Radiometrii / Military Institute of Chemistry and Radiometry

*Autor korespondencyjny / Corresponding author: wladyslaw.harmata@wat.edu.pl

Dezynfekcja powierzchni „wrażliwych”

Disinfection of „Sensitive” Surfaces

Дезинфекция „чувствительных” поверхностей

ABSTRAKT

Cel: Celem artykułu jest prezentacja metody dezynfekcji powierzchni materiałów papierniczych niepodatnych na procesy likwidacji skażeń (tzw. powierzchni „wrażliwych”) za pomocą gazowego nadtlenu wodoru.

Wprowadzenie: Likwidacja skażeń jest bardzo trudnym procesem pod względem technicznym i technologicznym, gdyż powierzchnie po odkażeniu powinny być bezpieczne dla ludzi i środowiska. Dotyczy to głównie wnętrz, aparatury, dokumentacji oraz specjalistycznego wyposażenia. Obecnie możliwość skażenia zespołów ratowniczych lub kontyngentów wojskowych jest wielce prawdopodobna. Współcześnie stosowane technologie likwidacji skażeń oparte są o tzw. metody mokre, które są nieprzydatne do likwidacji skażeń dokumentacji (materiałów papierniczych), specjalistycznego wyposażenia i elektroniki. Niezależnie od pomocy poszkodowanym należy dokonać skutecznej likwidacji skażeń materiałów, urządzeń, sprzętu i odzieży. Proces musi być skuteczny, aby zapobiegać skażeniom wtórnym, z drugiej zaś strony powinien przywrócić skażonym materiałom i przedmiotom cechy użytkowe. Jedną z możliwości praktycznego rozwiązania tego problemu jest zastosowanie gazowego (waporyzowanego) nadtlenu wodoru oraz konstrukcja przemieszczalnego urządzenia do likwidacji skażeń.

Metodologia: Metodę określenia działania biobójczego gazowego nadtlenu wodoru opracowano na podstawie norm: PN-EN 13697, PN-EN 14561, PN-EN 14562. Jako substancje testowe wykorzystano grzyby drożdżopodobne (*Candida albicans*) i pleśniowe (*Aspergillus niger*). Wpływ procesu likwidacji skażeń na materiały papiernicze oceniano na podstawie kontroli wizualnej materiałów, jakości znajdującego się na nich pisma lub druku. Porównywano skany dokumentów.

Wnioski: Rozwój biotechnologii inspirowane procesy, które mogą zastąpić technologie tradycyjne, mniej wydajne, a zarazem bardziej szkodliwe dla środowiska naturalnego. Wraz ze wzrostem liczby tzw. „użytkowników” biotechnologii, inżynierii genetycznej, mikrobiologii, biologii molekularnej itp. wzrasta także prawdopodobieństwo wystąpienia niekontrolowanego uwolnienia do środowiska materiału biologicznego bądź wykorzystania go w akcie terrorystycznym lub kryminalnym. Istnieje zatem pilna potrzeba skutecznego i szybkiego sposobu likwidacji skażeń biologicznych. Wykorzystanie nadtlenu wodoru w postaci pary, zdaniem autorów, jest perspektywiczną metodą likwidacji skażeń powierzchni niepodatnych na te procesy metodami tradycyjnymi. W badaniach uzyskano kompatybilność materiałową dla materiałów papierniczych, powłok lakierniczych, tworzyw sztucznych, elementów elektronicznych, optycznych oraz optoelektronicznych.

Słowa kluczowe: dezynfekcja, gazowy nadtlenek wodoru

Typ artykułu: doniesienie wstępne

Przyjęty: 10.10.2016; Zrecenzowany: 07.06.2017; Opublikowany: 30.09.2017;

Autorzy wnieśli równy wkład merytoryczny w opracowanie artykułu;

Proszę cytować: BiTP Vol. 47 Issue 3, 2017, pp. 28–44, doi: 10.12845/bitp.47.3.2017.2;

Artykuł udostępniany na licencji CC BY-NC-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

ABSTRACT

Objective: The objective of this paper is to present the methods of disinfection of so-called “sensitive” surfaces, non-susceptible to decontamination processes, using gaseous hydrogen peroxide.

Introduction: Technically and technologically, decontamination is a very difficult process, as decontaminated surfaces should be safe for use by people and environment after the process is completed. This concerns mainly rooms, devices, documentation and specialised equipment. Nowadays, rescue teams or military groups face a very high risk of contamination. The system of crisis response in our country has the means and technologies for decontamination using so-called wet methods (the active substance exists in the form of an aqueous solution or an organic mixture) which, however, are unfit for the decontamination of documents (paper materials), specialist equipment and electronics. Irrespective of the aid provided to those injured, the effective decontamination of materials, devices and clothing should also be carried out. This process has to be effective so that secondary contamination is prevented, and should also be able to restore the affected equipment and materials to their original state. One of the practical methods for dealing with this problem involves the application of gaseous (vaporised) hydrogen peroxide and the construction of a mobile decontamination device.

Methodology: The methodology for the determination of the biocidal effect of gaseous hydrogen peroxide is based on the following standards: PN-EN 13697, PN-EN 14561, PN-EN 14562. Yeast-like fungi (*Candida albicans*) and mould (*Aspergillus niger*) were used as test substances. The impact of the decontamination process on stationery was assessed through the visual inspection of the materials and the quality of their handwriting quality or print. Document scans were compared.

Conclusions: Advancements in biotechnology stimulate processes which may replace the technologies currently used as less effective and more harmful to the natural environment. Along with the increase in the number of "users" of biotechnology, genetic engineering, microbiology, molecular biology, etc., there is a greater probability that an uncontrolled release to the environment occurs or biomaterials are used for terrorist or criminal purposes. An urgent need is therefore apparent for the effective and fast eradication of bio-contaminations. The use of vaporous hydrogen peroxide appears to be a viable decontamination method for surfaces which are otherwise resistant to such processes if delivered with traditional methods. The studies revealed inter-material compatibility between stationery, varnish coatings, plastics, and electronic, optical, and optoelectronic components.

Keywords: disinfection, gaseous hydrogen peroxide

Type of article: short scientific report

Received: 10.10.2016; Reviewed: 07.06.2017; Published: 30.09.2017;

The authors contributed equally to this article;

Please cite as: BiTP Vol. 47 Issue 3, 2017, pp. 28–44, doi: 10.12845/bitp.47.3.2017.2;

This is an open access article under the CC BY-NC-SA 4.0 license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

АННОТАЦИЯ

Цель: Цель статьи – представить метод дезинфекции с помощью газового пероксида водорода бумажных материалов, нечувствительных к процессам ликвидации загрязнений (так называемые „чувствительные поверхности“).

Введение: Ликвидация загрязнений является очень сложным техническим и технологическим процессом, поскольку после процесса обеззараживания поверхности должны быть безопасны для людей и окружающей среды. Это касается в основном интерьеров, аппаратуры, документации и специализированного оборудования. В настоящее время вероятность заражения спасательных команд или воинских контингентов весьма вероятна. Современные технологии обеззараживания основаны на так называемых мокрых методах, которые непригодны для удаления загрязнений документов (бумажной продукции), специализированного оборудования и электроники. Независимо от помощи пострадавшим, следует провести эффективное обеззараживание материалов, оборудования и одежды. Этот процесс должен быть эффективен для предотвращения вторичного загрязнения, а с другой стороны – должен восстановить эксплуатационные функции загрязненным материалам и объектам. Одним из возможных решений этой проблемы является использование пероксида водорода (в виде пара) и построения мобильного устройства для удаления загрязнений.

Методология: Метод определения бицидной активности пероксида водорода был разработан на основе стандартов: PN-EN 13697, PN-EN 14561, PN-EN 14562. В качестве тестируемых веществ были использованы дрожжеподобные (*Candida albicans*) и плесневые грибы (*Aspergillus niger*). Влияние процесса обеззараживания на бумажные материалы оценивали на основе визуального контроля материалов, качества написанной и напечатанной на них информации. Сравнивались сканы документов.

Выводы: Развитие биотехнологии приводит к разработке процессов, которые могут заменить традиционные технологии, менее эффективные и более вредные для окружающей среды. С увеличением количества так называемых „пользователей“ биотехнологии, генетической инженерии, микробиологии, молекулярной биологии и т.д. повышается вероятность неконтролируемого выброса в окружающую среду или использование биологического материала в террористическом или преступном акте, и поэтому существует большая необходимость эффективной и быстрой ликвидации биологического загрязнения. Использование пероксида водорода в виде пара, по-видимому, является перспективным методом ликвидации загрязнений поверхностей, к которым не могут быть применены традиционные методы. В исследованиях была достигнута совместимость материалов с бумагой, лаковыми поверхностями, пластмассой, электронными, оптическими и оптоэлектронными компонентами.

Ключевые слова: дезинфекция, газовый пероксид водорода

Вид статьи: предварительный отчет

Принята: 10.10.2016; Рецензирована: 07.06.2017; Опубликована: 30.09.2017;

Авторы внесли одинаковый вклад в создание этой статьи;

Просим ссылаться на статью следующим образом: BiTP Vol. 47 Issue 3, 2017, pp. 28–44, doi: 10.12845/bitp.47.3.2017.2;

Настоящая статья находится в открытом доступе и распространяется в соответствии с лицензией CC BY-NC-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

Wprowadzenie

„Likwidacja skażeń jest procesem mającym na celu zapewnienie bezpieczeństwa osobom, obiektom i rejonom poprzez usunięcie z nich substancji promieniotwórczych, absorpcję, niszczenie, neutralizację lub usuwanie środków biologicznych lub chemicznych skażających powierzchnie lub znajdujących się w ich pobliżu” [1]. Jest to proces bardzo trudny i wymaga zaangażowania znacznych sił i środków oraz czasu. Z uwagi na ciągłe wprowadzanie nowych materiałów konstrukcyjnych oraz roz-

Introduction

“Decontamination is a process aimed at ensuring the security of people, facilities and regions through the removal of radioactive substances, absorption, destruction, neutralisation or removal of biological and chemical agents which contaminate surfaces or are located nearby” [1]. It is a very difficult process, and one which requires extensive efforts and resources. Due to new construction materials and microelectronics-based solutions being constantly introduced, the

wiązań opartych o mikroelektronikę, system ten nie nadąża za wymaganiami. Dodatkowo dochodzi konieczność korzystania z papierowych materiałów archiwalnych, które mogą być skażone nie tylko różnymi rodzajami grzybami, ale i bakteriami [2]. Ma to również szczególnie istotne znaczenie dla powracających kontyngentów, których całe wyposażenie powinno być poddane procesowi dezynfekcji. We współczesnym świecie wzrasta zagrożenie terroryzmem, w tym z użyciem patogenów i substancji chemicznych (w tym bojowych środków trujących) [3]. Istnieje więc pilna potrzeba likwidacji skażeń powierzchni, specjalistycznej aparatury oraz materiałów papierniczych w dużych przestrzeniach zamkniętych. Dla tych celów szczególnie perspektywiczne okazało się zastosowanie gazowych mieszanin odkażających zamiast stosowanych do tej pory mieszanin ciekłych, pian (emulsji) czy odkażalników proszkowych [4]. Gazowe (waporyzowane) mieszaniny do likwidacji skażeń mogą być szczególnie przydatne do likwidacji skażeń kontenerów, serwerowni, wnętrz samolotów, wnętrz pojazdów mechanicznych, pomieszczeń szpitalnych (w tym sal operacyjnych) oraz innych pomieszczeń, w których nie jest możliwe (lub uzasadnione) zastosowanie agresywnych mediów ciekłych oraz metod termicznych [5].

W Siłach Zbrojnych Rzeczypospolitej Polskiej w przypadku konieczności prowadzenia tzw. masowej dezynfekcji (wyposażenie powracającego kontyngentu) wykorzystywana jest podręczna metoda oparta o kwas nadoctowy jako czynnik biobójczy [5]. Skuteczność mikrobiologiczna kwasu nadoctowego zależy od pH. W środowisku kwaśnym jest ona lepsza niż w zasadowym. Skuteczność przeciw bakteriom nietworzącym przetrwalników (np. wg EN 1276) osiągnięta jest przy pH 3 już od około 50 ppm nawet w temperaturze +4°C w ciągu 5 minut. Dla osiągnięcia tej samej skuteczności bakteriobójczej przy pH 8 konieczne jest stężenie 300 ppm [5]. Roztwory kwasu nadoctowego o stężeniu powyżej 5% uważane są za niebezpieczne. W dezynfekcji zazwyczaj wykorzystywane są roztwory o stężeniu od 5 do 15%, więc są one niebezpieczne dla człowieka. Odporność urządzeń skonstruowanych z metali lub tworzyw sztucznych podczas ich odkażania za pomocą kwasu nadoctowego, jak i innych systemów opierających się na kwasach/zasadach, jest uzależniona od wartości pH używanego roztworu.

W czasie badań nad opracowaniem nowych technologii dekontaminacji zwrócono uwagę na właściwości biobójcze i utleniające gazowego nadtlenu wodoru – GNW (tzw. waporyzowanego nadtlenu wodoru). Właściwości biobójcze i utleniające wodnych roztworów nadtlenu wodoru oraz nadtlenu nieorganicznych i organicznych, o różnej zawartości substancji czynnej były i są wykorzystywane w procesach odkażania i dezynfekcji.

Choć nieznanym jest dokładny mechanizm działania biobójczego nadtlenu wodoru, to najprawdopodobniej rodniki hydroksylowe wchodzi w reakcję z najistotniejszymi elementami składowymi komórki, prowadząc do jej zniszczenia [6, 7]. Podobnie jak w przypadku innych substancji biobójczych najwyższą odporność na działanie gazowego nadtlenu wodoru wykazują spory bakterijne (szczególnie spory *Bacillus stearothermophilus*). W przeciwieństwie do ciekłej formy roztworów nadtlenu wodoru gazowy nadtlenek jest sporobójczy już przy znacznie niższych stężeniach.

Dezynfekcja za pomocą waporyzowanego nadtlenu wodoru to proces „suchy”, w którym wykorzystuje się znacznie niższe

system jest unable to keep up with the requirements. In addition, there is a need for using paper archival materials which might be contaminated not only with various fungi but bacteria as well [2]. This is especially important also for returning levies whose entire equipment should be disinfected. Nowadays, we face an increasing threat of terrorism, including with the use of pathogens and chemical substances (including chemical warfare agents) [3]. Therefore, there is a pressing need for the decontamination of surfaces, specialist equipment and stationery in large enclosed areas. With these purposes in mind, a model which seems to be particularly promising is the one utilising gaseous disinfecting mixtures instead of the mixtures of liquids, foams (emulsions) and powder disinfectants [4]. Gaseous (vaporised) mixtures for decontamination can be especially useful for the decontamination of containers, server rooms, aircraft interiors, mechanical vehicle interiors, hospital rooms (including operating theatres) and other rooms, in which it is impossible (or justified) to use aggressive liquid media and thermal methods [5].

The Armed Forces of the Republic of Poland, whenever it is needed to conduct so-called mass disinfection (of the equipment of returning levies), use a convenient method based on peracetic acid acting as a biocide [5]. The effectiveness of peracetic acid depends on pH and is higher in an acidic environment than in an alkaline one. It is effective against non-spore-forming bacteria (e.g. according to EN 1276) starting from a pH of 3 at a concentration of around 50 ppm, even at +4°C in 5 minutes. To achieve the same antibacterial effect at a pH of 8, concentration must be increased to 300 ppm [5]. Any solution of peracetic acid with a concentration of more than 5% is considered dangerous. Disinfection usually uses solutions with concentrations of 5 to 15%, i.e. hazardous to human health. The resistance of all devices made of metals or plastics, when disinfected with peracetic acid, similarly to all systems based on acids/bases, depends on the pH of the solution.

When investigating new contamination technologies, the biocidal and oxidising properties of gaseous hydrogen peroxide (GHP), also referred to as vaporised hydrogen peroxide, were noted. The biocidal and oxidising properties of aqueous solutions of hydrogen peroxide and inorganic and organic peroxides, with various active substance content, were and are still used in disinfection processes.

Although the exact mechanism of the biocidal activity of hydrogen peroxide is unknown, most probably hydroxyl radicals react with the crucial cell components, resulting in its destruction [6, 7]. As is the case with other biocides, bacterial spores (*Bacillus stearothermophilus* in particular) display the highest resistance to the activity of gaseous hydrogen peroxide. Unlike liquid forms of hydrogen peroxide solutions, gaseous hydrogen peroxide is sporicidal at much lower concentrations.

Disinfection utilising vaporised hydrogen peroxide is a “dry” process which uses much lower concentrations of the active substance than in the case of methods employing aqueous solutions of active substances (i.e. chlorine compounds, quaternary ammonium compounds, and organic and inorganic

stężenia substancji czynnej niż w przypadku metod bazujących na wodnych roztworach substancji czynnych (tj. związki chlorowe, czwartorzędowe związki amoniowe, nadtlarki organiczne i nieorganiczne). Podczas procesu nie następuje kondensacja pary wodnej z nadtlarkiem wodoru, który w roztworach wodnych wykazuje silne działanie korozyjne. Niskie stężenie biobójcze i gazowa forma nadtlarku wodoru decydują o wyjątkowej kompatybilności materiałowej metody suchej dekontaminacji. Metoda ta jest bezpieczna dla większości materiałów konstrukcyjnych i umożliwia odkażanie wyposażenia znajdującego się w pomieszczeniu, w tym: sprzętu elektronicznego, pomiarowego, optoelektronicznego, medycznego itp. oraz dla środowiska, co stanowi istotne novum w technologii odkażania „wrażliwego” sprzętu elektronicznego, gdyż dotychczas nie było takiej metody.

Technologia „suchej” dezynfekcji nadtlarkiem wodoru stosowana jest już od ponad 10 lat w różnych gałęziach przemysłu, głównie w procesach dezynfekcji w służbie zdrowia. Systemy umożliwiające prowadzenie „suchej” dezynfekcji produkowane są przez firmy amerykańskie Steris i Bioquell [7, 8, 9].

Z analizy dostępnych danych literaturowych wynika, że waporizowany nadtlarek wodoru, ze względu na swoje właściwości utleniające, może być również wykorzystany do unieszkodliwiania patogenów chorobotwórczych, grzybów, bojowych środków trujących i innych substancji toksycznych [9, 10, 11, 12].

Badanie skuteczności dezynfekcji za pomocą gazowego nadtlarku wodoru

Badania przeprowadzono w Laboratorium Badawczo-Rozwojowym Przedsiębiorstwa Innowacyjno-Wdrożeniowego „IMPULS”. Metodę określenia działania biobójczego gazowego nadtlarku wodoru opracowano na podstawie norm: PN-EN 13697, PN-EN 14561, PN-EN 14562.

Sprawdzenie skuteczności dezynfekcji

Po przeprowadzeniu procedury dezynfekcji nośniki poddawane były następującym działaniom:

- 1) Wysianie mikroorganizmów z nośników w odpowiednim podłożu (płynnym lub stałym); jednocześnie przeprowadzane były próby dodatnia i ujemna: dodatnia z użyciem nośnika niepoddanego działaniu czynników biobójczych, ujemna – bez dodawania mikroorganizmów do nośnika;
- 2) Inkubacja;
- 3) Liczenie powstałych kolonii mikroorganizmów.

Warunki inkubacji przedstawiono poniżej:

- *Candida albicans* ATCC 10231: 30±1°C, 48 h, pożywka PS,
- *Aspergillus niger* ATCC 16404: 30±1°C, 72 h, pożywka PS.

Aparatura

W celu określenia skuteczności działania biobójczego gazowego nadtlarku wodoru (GNW) zaprojektowano i wykonano instalację doświadczalną (ryc. 1).

peroxides). There is no vapor concentration with hydrogen peroxide which is highly corrosive in aqueous solutions. The low biocidal concentration and gaseous form of hydrogen peroxide translate into the excellent material compatibility of the dry decontamination method. This method is safe for most construction materials and facilitates the disinfection of equipment located in rooms, including: electronic, measurement, optoelectronic and medical equipment, etc., as well as for the environment, which is a notable novelty in the technology of disinfecting “sensitive” electronic devices, as previously there was no such method.

The dry “hydrogen peroxide” disinfection technology has been used for more than 10 years in various industrial fields, mainly in disinfection in healthcare. Systems which makes it possible to conduct “dry” disinfection are manufactured by the American Steris and Bioquell [7, 8, 9].

When analysing the data available in the literature, one can draw a conclusion that vaporised hydrogen peroxide, due to its oxidising properties, can also be used to neutralise pathogens, fungi, chemical warfare agents and other toxic substances [9, 10, 11, 12].

Determining the efficiency of disinfection using gaseous hydrogen peroxide

The tests were conducted at the Research & Development Laboratory of the “IMPULS” Innovation and Implementation Enterprise. The methods of determining the biocidal activity of gaseous hydrogen peroxide were determined based on the following standards: PN-EN 13697, PN-EN 14561, PN-EN 14562.

Evaluating disinfection efficiency

After conducting the disinfection procedure, the carriers were subjected to the following:

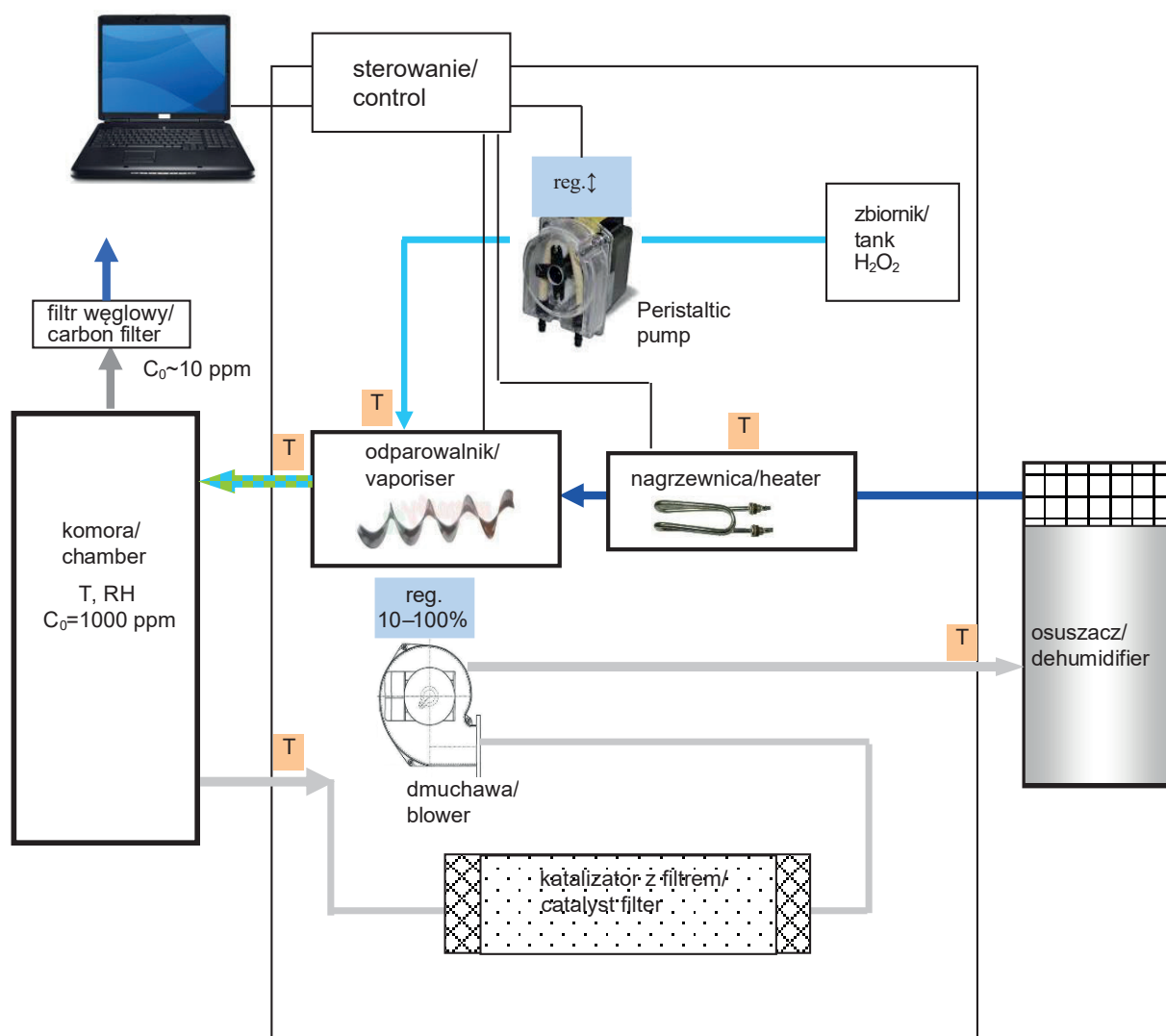
- 1) Introducing microorganisms from carriers into an appropriate (liquid or solid) medium; simultaneously conducting negative and positive tests: positive using a medium not subjected to biocides, and negative without the addition of any microorganism to the carrier;
- 2) Incubation;
- 3) Counting the developed microorganism colonies.

The incubation conditions are presented below:

- *Candida albicans* ATCC 10231: 30±1°C, 48 h, PS culture medium,
- *Aspergillus niger* ATCC 16404: 30±1°C, 72 h, PS culture medium.

Apparatus

An experimental installation was designed and executed to determine the efficiency of gaseous hydrogen peroxide (GHP) (fig. 1).



Rycina 1. Schemat stanowiska do badań [13]

Figure 1. Diagram of the test set-up [13]

Wyniki badań mikrobiologicznych

Wyniki badań skuteczności dezynfekcji przedstawiono w tabelach 1–2 [13].

The results of microbial tests

The results of disinfection efficiency tests are presented in tables 1–2 [13].

Tabela 1. Wyniki badań działania biobójczego GNW na grzyby drożdżopodobne [13]

Table 1. Biocidal action of vaporised hydrogen peroxide on yeast-like fungi [13]

Szczep/Strain	Wilgotność względna* [%]/ Relative humidity* [%]	Temperatura [°C]/ Temperature [°C]	Stężenie GNW [ppm]/ GHP concentration [ppm]	Czas [min]/ Time [min]	Wzrost**/ Growth**
Candida albicans ATCC 10231	30–69	21	150	90	+++
	31–70	21	250	60	+++
	29–71	22	250	90	---
	30–81	22	400	15	++++
	30–82	21	400	25	+
	30–81	22	400	30	---
	30–86	22	1000	15	+
	31–92	22	2000	15	---
	–	–	0	0	++++

Tabela 2. Wyniki badań działania biobójczego GNW na grzyby pleśniowe [13]

Table 2. Biocidal action of vaporised hydrogen peroxide on moulds [13]

Szczep/Strain	Wilgotność względna* [%]/ Relative humidity* [%]	Temperatura [°C]/ Temperature [°C]	Stężenie GNW [ppm]/ GHP concentration [ppm]	Czas [min]/ Time [min]	Wzrost**/ Growth**
Aspergillus niger ATCC 16404	30–70	21	150	90	+++
	31–70	21	250	60	+++
	30–71	22	250	90	---
	30–81	22	400	15	++++
	30–82	21	400	25	+
	30–81	22	400	30	---
	30–87	22	1000	15	+
	31–91	22	2000	15	---
	–	–	0	0	++++

* Wilgotność względna rośnie w trakcie cyklu dezynfekcji ze względu na stosowanie wodnych roztworów

** Wzrost mikroorganizmów przedstawiony jest w postaci:

- brak wzrostu
- + niewielki wzrost
- ++ średni wzrost
- +++ umiarkowany wzrost
- ++++ silny wzrost

* Relative humidity increases over the course of the disinfection cycle due to the use of aqueous solutions

** Microorganism growth is presented as:

- no growth
- + slight growth
- ++ average growth
- +++ moderate growth
- ++++ strong growth

Badania kompatybilności materiałowej

Badania kompatybilności materiałowej przeprowadzono w Laboratorium Rozpoznania i Likwidacji Skażeń Wojskowego Instytutu Chemii i Radiometrii w Warszawie (pracownia sprzętu, środków i technologii likwidacji skażeń).

Badania przeprowadzono w warunkach:

- stężenia gazowego H_2O_2 na poziomie 1000 ppm, kontrolowanego wewnątrz komory badawczej za pomocą czujników;
- temperatury 50°C, kontrolowanej wewnątrz komory badawczej za pomocą czujników;
- wilgotności na poziomie 20% RH, kontrolowanej wewnątrz komory badawczej za pomocą czujników;
- ok. trzydziestoprocentowego roztworu nadtlenu wodoru w wodzie (perhydrol) – POCH S.A.

Czas procesu wynosił 60 minut, z czego 30 minut przeznaczono na oddziaływanie czynnika aktywnego, a kolejne 30 minut na wygrzewanie próbek w temperaturze 50°C w celu usunięcia zaabsorbowanego nadtlenu wodoru.

Ocena próbek papieru

Próbki papieru przed i po procesie likwidacji skażeń oceniano na podstawie zmian barwy za pomocą skanera Epson Perfection V370 Photo. Całe dokumenty skanowano z rozdzielczością 800 dpi – z 48-bitowym rozróżnianiem kolorów. Fragmenty tekstu (obrazu) skanowano z rozdzielczością 2400 dpi – z 24-bitowym rozróżnianiem kolorów. Natomiast próbki z książki skanowane były z rozdzielczością 4800 dpi. Przed procesem i w jego trakcie próbki papieru ważono.

Material compatibility tests

Material compatibility tests were conducted in the Reconnaissance and Decontamination Laboratory of the Military Institute of Chemistry and Radiometry (decontamination equipment, measures and technology laboratory).

The tests were conducted in the following environment:

- the concentration of gaseous H_2O_2 of 1000 ppm, controlled inside the test chamber with sensors;
- temperature of 50°C, controlled inside the test chamber with sensors;
- humidity of 20% RH, controlled inside the test chamber with sensors;
- approx. 30-percent solution of hydrogen peroxide in water (perhydrol) – POCH S.A.

The process time was 60 minutes, of which 30 minutes were reserved for the active agent, and the remaining 30 minutes for the heating of samples at 50°C in order to remove any hydrogen peroxide absorbed.

Evaluation of the paper sample

Paper samples before and after the decontamination process were evaluated on the basis of colour change, using the Epson Perfection V370 Photo scanner. Entire documents were scanned at a resolution of 800 dpi and 48-bit colour depth. Text (image) fragments were scanned at a resolution of 2400 dpi and 24-bit colour depth. Book samples were scanned at a resolution of 4800 dpi. Before and during the process, the samples were weighed.

Badanie obejmowało następujące materiały papierowe:

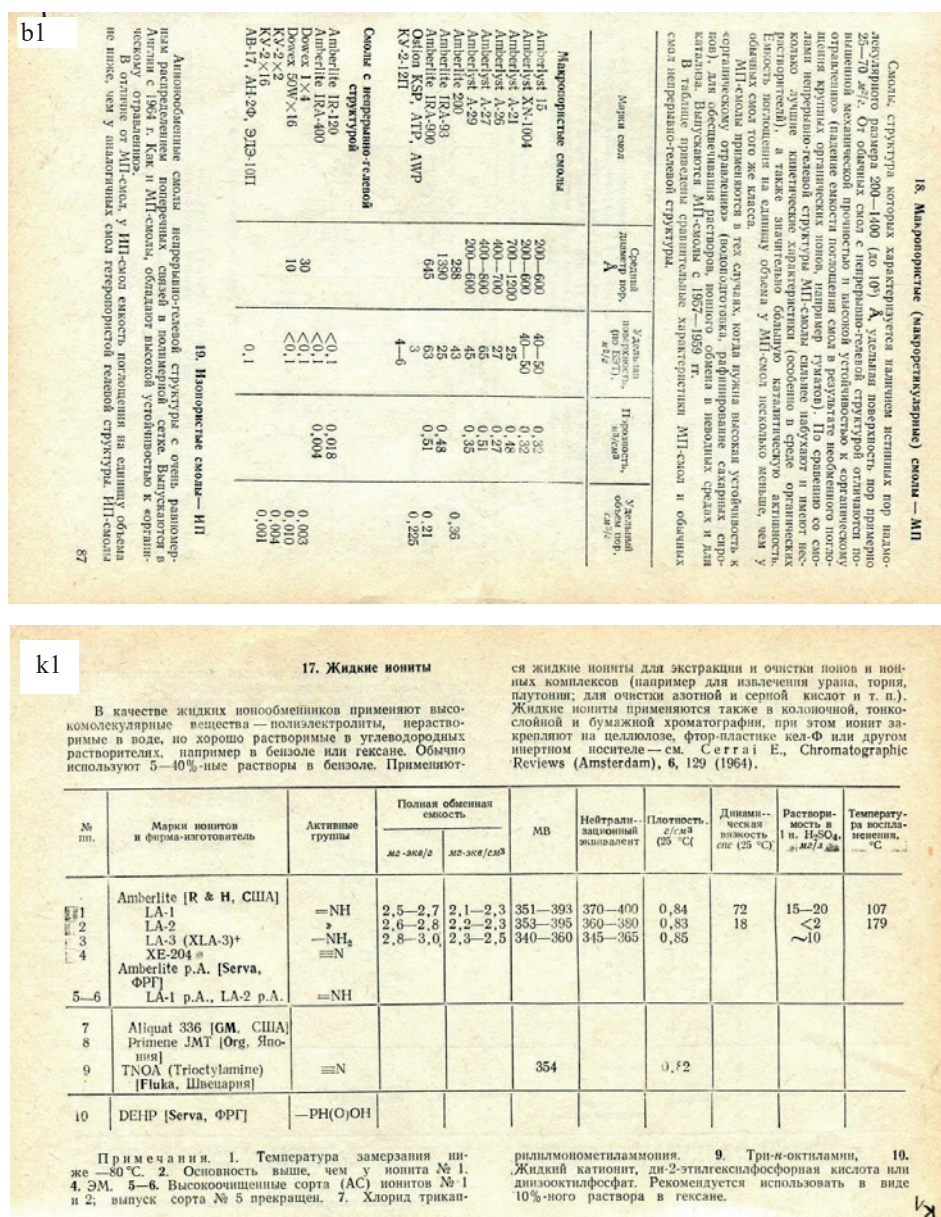
- kartki z książki A.A. Lur'e, *Sorbenty i chromatograficzne nośniki (sprawozchnik)*, wydawnictwo Khimija, Moskwa 1972;
- mapę (układ współrzędnych z 1954 r.);
- papier biały HP „Home&Office” o gramaturze 80 g/m² do drukarek kolorowych;
- papier biały „speed” 80 g/m² do ksero i drukarek laserowych;
- papier z brulionu A4 z lat 80. XX w. z zapisem atramentem, długopisem i ołówkiem.

The test included the following paper materials:

- sheets of paper from the book: A. A. Lur'e, *Sorbenty i khromatograficheskie nositeli (spravochnik)*, Khimija, Moscow 1972;
- a map (a coordinate system from 1954);
- HP “Home&Office” white paper with a grammage of 80 g/m² for colour printers;
- white “speed” 80 g/m² paper for photocopiers and laser printers;
- A4 notebook paper from the 1980s with inscriptions by ink, pen and pencil.

Próbki materiału z książki

Book material samples



Rycina 2. Skany stron: b1 – po procesie likwidacji skażeń; k1 – próbka kontrolna

Figure 2. The scans of pages: b1 – after decontamination; k1 – control sample

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

b1.1

18. Макропористые (макроретикулярные) смолы — МП

Смолы, структура которых характеризуется наличием истинных пор надмолекулярного размера 200—1400 (до 10^5) Å, удельная поверхность пор примерно 25—70 м²/г. От обычных смол с непрерывно-гелевой структурой отличаются повышенной механической прочностью и высокой устойчивостью к «органическому отравлению» (падение емкости поглощения смол в результате необменного поглощения крупных органических ионов, например гуматов). По сравнению со смолами непрерывно-гелевой структуры МП-смолы сильнее набухают и имеют несколько лучшие кинетические характеристики (особенно в среде органических растворителей), а также значительно большую каталитическую активность. Емкость поглощения на единицу объема у МП-смол несколько меньше, чем у обычных смол того же класса.

k1.1

17. Жидкие иониты

В качестве жидких ионообменников применяют высокомолекулярные вещества — полиэлектролиты, нерастворимые в воде, но хорошо растворимые в углеводородных растворителях, например в бензоле или гексане. Обычно используют 5—40%-ные растворы в бензоле. Применяют-

Рис. 3. Сканы строн: b1.1 — по процесі ліквідації skażeń; k1.1 — próbka kontrolna rozdzielczość skanowania 4800 dpi

Figure 3. The scans of pages: b1.1 — after decontamination; k1.1 — control sample Scanned at 4800 dpi

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

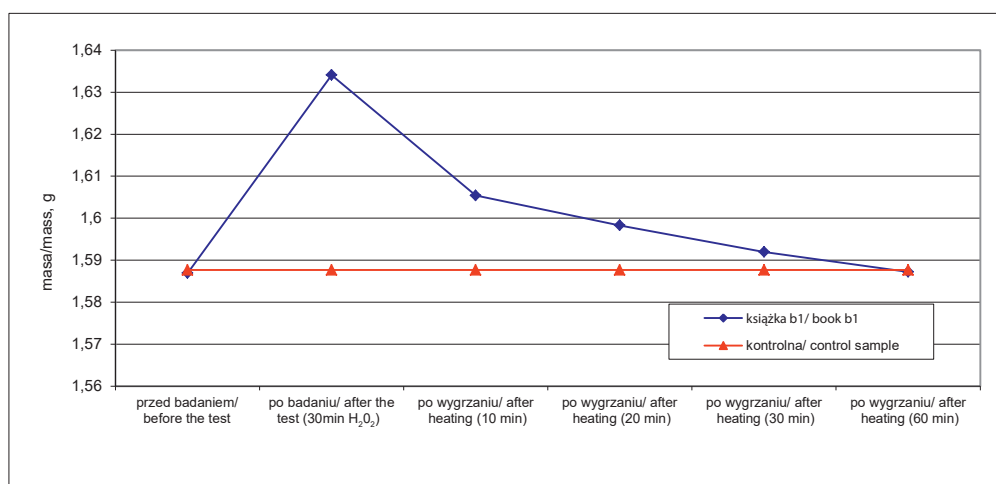


Рис. 4. Zmiana masy papieru po procesie likwidacji skażeń i suszeniu

Figure 4. The change of paper mass after decontamination and drying

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Z analizy wizualnej skanów stron z książki z rozdzielczością 800 i 4800 dpi nie stwierdza się zmian koloru czcionki i papieru.

No changes in font and paper colour are identified after a visual analysis of ink printer printout scans with resolutions of 800 and 4800 dpi.

Próbki materiału z mapy

Map material samples



Rycina 5. Skany mapy: b1 – po procesie likwidacji skażeń; k1 – próbka kontrolna

Figure 5. The scans of pages: b1 – after decontamination; k1 – control sample

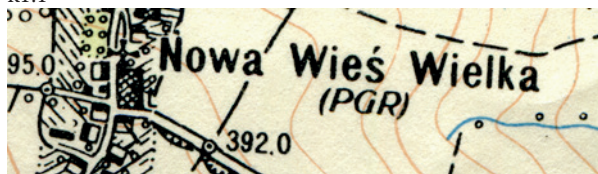
Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

b1.1



k1.1

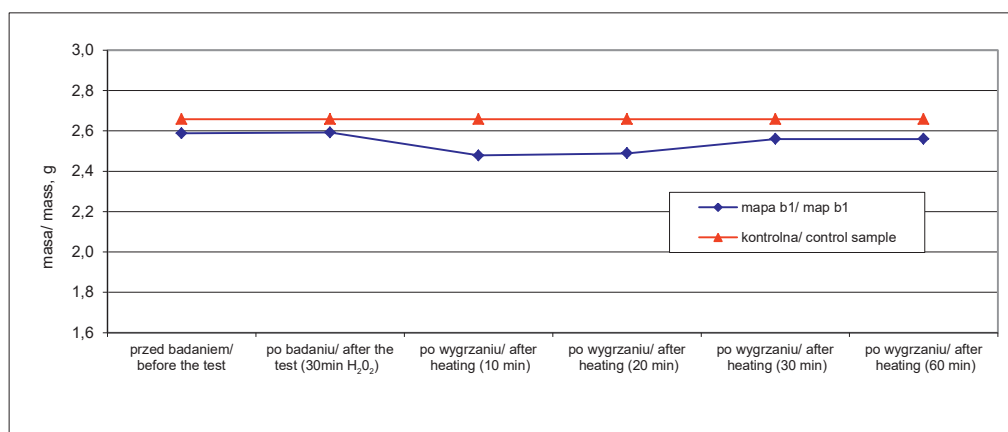


Rycina 6. Skany mapy: b1.1 – po procesie likwidacji skażeń; k1.1 – próbka kontrolna. rozdzielczość skanowania 4800 dpi

Figure 6. The scans of pages: b1.1 – after decontamination; k1.1 – control sample. Scanned at 4800 dpi

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.



Rycina 7. Zmiana masy papieru po procesie likwidacji skażeń i suszeniu

Figure 7. The change of paper mass after decontamination and drying

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Z analizy wizualnej skanów mapy z rozdzielczością 800 i 4800 dpi nie stwierdza się zmian koloru czcionki, papieru oraz koloru warstw.

No changes in font colour, paper and contour line colour are identified after a visual analysis of map scans with resolutions of 800 and 4800 dpi.

Papier biały HP „Home&Office” o gramaturze 80 g/m² do drukarek kolorowych

HP “Home&Office” white paper with a grammage of 80 g/m² for colour printers

b1.1



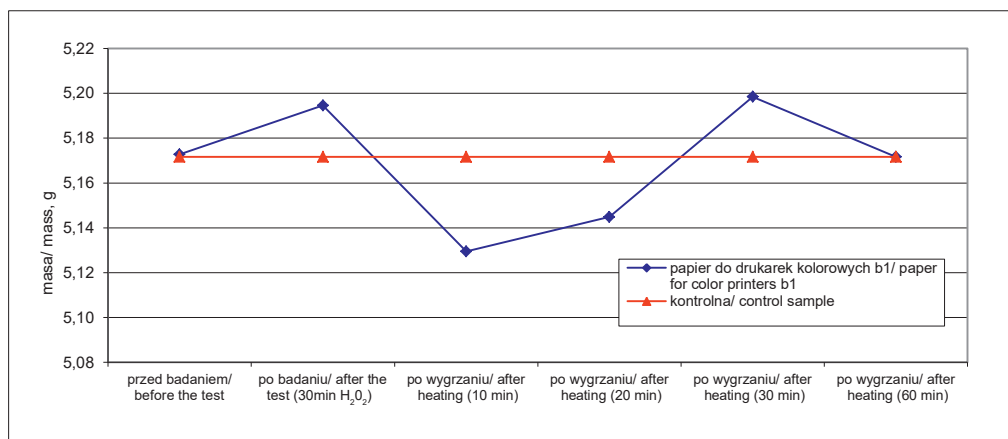
k1.1



Rycina 8. Skany stron: b1.1 – po procesie likwidacji skażeń; k1.1 – próbka kontrolna. Rozdzielczość skanowania 2400 dpi
Figure 8. The scans of pages: b1.1 – after decontamination; k1.1 – control sample. Scanned at 2400 dpi

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.



Rycina 9. Zmiana masy papieru po procesie likwidacji skażeń i suszeniu

Figure 9. The change of paper mass after decontamination and drying

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Z analizy wizualnej skanów wydruku z drukarki atramentowej z rozdzielczością 800 i 2400 dpi nie stwierdza się zmian koloru zdjęć, czcionki i papieru.

No changes in photo, font and paper colour are identified after a visual analysis of ink printer printout scans with resolutions of 800 and 2400 dpi.

Papier biały „speed” 80 g/m² do ksero i drukarek laserowych

White “speed” 80 g/m² paper for photocopiers and laser printers;

b1.1



k1.1

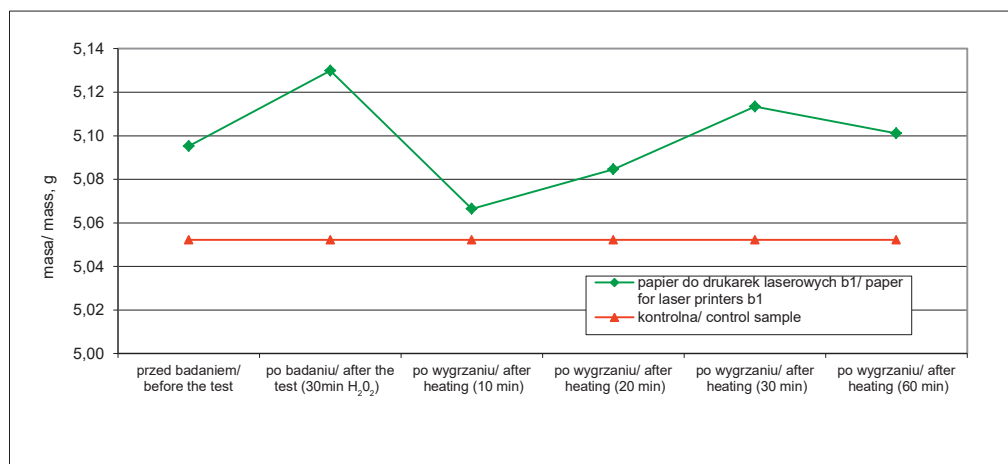


Rycina 10. Skany stron: b1.1 – po procesie likwidacji skażeń; k1.1 – próbka kontrolna. Rozdzielczość skanowania 2400 dpi

Figure 10. The scans of pages: b1.1 – after decontamination; k1.1 – control sample. Scanned at 2400 dpi

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.



Rycina 11. Zmiana masy papieru po procesie likwidacji skażeń i suszeniu

Figure 11. The change of paper mass after decontamination and drying

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Z analizy wizualnej skanów wydruku z drukarki laserowej z rozdzielczością 800 i 2400 dpi nie stwierdza się zmian koloru zdjęć, czcionki i papieru.

No changes in photo, font and paper colour were identified in a visual analysis of laser printer printout scans with resolutions of 800 and 2400 dpi.

Papier z brulionu A4 – lata 80. XX w.

Pismo długopisem

A4 notebook paper from the 1980s

Pen handwriting

b1.1

1.2 ~~Kwestia~~ ~~prawa~~ ~~zawierania~~ ~~we~~ ~~zasady~~ ~~uczenia~~ ~~w~~ ~~wojnie~~ ~~broni~~ ~~chemicznej~~,
 Kwestia ~~uczenia~~ ~~we~~ ~~zasady~~ ~~uczenia~~ ~~w~~ ~~wojnie~~ ~~broni~~ ~~chemicznej~~ i wojnowe NATO ~~uczenia~~ ~~w~~ ~~wojnie~~ ~~broni~~ ~~chemicznej~~ jako ważny element sił odstraszania. Broni ta, zgodnie z poglądami NATO, może być używana w wojnach globalnych i lokalnych, zarówno w oparciu o zasoby jądrowe i atomowe, jak i konwencjonalne, w celu osiągnięcia broni jądrowej. Broni chemiczna może być używana w celu osiągnięcia siły zniszczenia bezposrednio lub pośrednio, a także w celu osiągnięcia obiektów na głębokim poziomie.

W regulacjach jądrowych sił zbrojnych USA formułuje się następujące zasady uczenia broni chemicznej w użyciu:

k1.1

1. PRZEDMIOT BADAŃ
 Przedmiotem badań były ^{grupowe} palnioty o impregnacji przeciwchemicznej, wykonanej z serii modelowej hydrofizycznej chloroaminy DH wykazanej w 1984 roku przez Instytut Przemysłu Organicznego.

2. PODSTAWA REALIZACJI PRACY
 Praca prowadzona w oparciu o: zatwierdzone przez Zastępcę
 - zatwierdzone przez Zastępcę Szefa Badań i Rozwoju Techniki Nojowej
 Zadanie Techniczne ZT-26/83.
 - harmonogram realizacji pracy na rok 1985 HRP-5/85
 - zatwierdzone przez Zastępcę Komendanta NIKiR d/s Naukowo-Badawczych
 program badań serii modelowej hydrofizycznej chloroaminy DH,
 - projekt Wytycznych Tabliczno-Technicznych na palnioty środków do impregnacji
 przeciwchemicznej, wykonanej z serii modelowej hydrofizycznej chloroaminy DH,
 - Jednostki Wytycznych Tabliczno-Technicznych na palnioty środków do impregnacji

Rycina 12. Skany stron: b1.1 – po procesie likwidacji skażeń; k1.1 – próbka kontrolna. Rozdzielczość skanowania 2400 dpi

Figure 12. The scans of pages: b1.1 – after decontamination; k1.1 – control sample. Scanned at 2400 dpi

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Pismo ołówkiem

Pencil handwriting

b1.1

W ICSO pod nazwą Bikanol E-1. W efekcie wytypowano do dalszych badań odkazełnik organiczny C-9 o składzie:

- etanoloamine 29,5%
- 2-etoksyetanol 66,8%
- sodu w postaci Na^+ 3,7%.

W ramach ^{swłochu MOD} maksymalnego obliczenia właściwości detoksykacyjnych nowopreparowanego odkazełnika do OKD osiągnięto przy zwiększeniu zawartości sodu z 2% stosowanego OKD do 3,7% w odkazełniku nowopreparowanym C-9.

k1.1

- stosowane komponenty, a przynajmniej główny składnik receptury – roztwór, powinien być powszechnie dostępny;

→ odkazełnik powinien być odkazełnikiem typu aminoalkoholowego o uniwersalnych właściwościach detoksykacyjnych.

W ramach realizacji pracy wykonano:

W etapie 01. Badania nad wytypowaniem składnika odkazełnika potencjalnie prowadzić oparcie badań szybkości detoksykacji i punktu zerowego, albowiem ten sposób daje najłatwiej poddaje się detoksykacji w mechanizmie SN₂. Od już poprzednio.

Rycina 13. Skany stron: b1.1 – po procesie likwidacji skażeń; k1.1 – próbka kontrolna. Rozdzielczość skanowania 2400 dpi

Figure 13. The scans of pages: b1.1 – after decontamination; k1.1 – control sample. Scanned at 2400 dpi

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

b1.1

Zestawy ZOD-2 produkcji 1985/86 wyposażone były w metalowe pojemniki na obojętne. Na spotkaniu odnośnie uwagi do dokumentacji ustalono, że z dyrektorem ZO:US FSC lublin, że kalibry ter, na terenie NICHIR, około mykoma formy do produkcji pojemników foliowych na obojętne. Wtedy też komisja 1985 roku, w ramach realizacji tematu "BATVRA", NICHIR wyraził z zadowoleniem i umiarkowaniem na wykonanie formy. ZO:US FSC zobowiązał się do wykonania formy w pierwszym półroczu 1986 roku. Ewentualnym producentem pojemników mogą być zakłady Tworzyw Sztucznych Obrotowe "ERG" w Cieszkowie. W czasie rozmowy z Z-ca Dyrektora d/s Technicznych Ob. Podzielnic w dniu 1985.06.13 w czasie rozmowy, z przedstawicielami NICHIR, w dniu 1985.06.13 zobowiązał się do wyprodukowania ~~ewentualnej~~ niewielkiej ilości pojemników po dostarczeniu formy.

k1.1

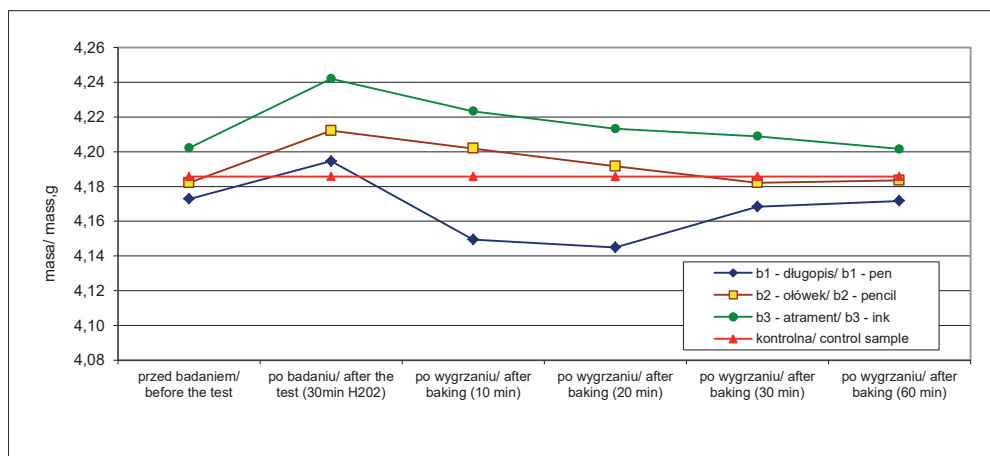
mytowi w celu zjawienia jasności w produkcji i gospodarkę assestami zamówionymi proponuje się symbol mytowi ZOD-2".
Nasza ZOD-2 zaakceptowała STI DTU.
Na tym spotkaniu, zgodnie z ustaleniemi postulatami mykoma badań ^{zestawu ZOD-2 na} tego T-55 PN wykonanych przez NITPiS, zmierzono masowanie skrym zestawu. Skrym ~~masowania jest za jasno~~.
Na komputer skrym klasowano cztery mola. Skrym zestawu może się za jasno cztery 6106 11-16-5,8-11 do specjalnych kółek stalowych. Na spotkaniu tym ustalono umiarkowanie zestawu ZOD-2.

Rycina 14. Skany stron: b1.1 – po procesie likwidacji skażeń; k1.1 – próbka kontrolna. Rozdzielczość skanowania 2400 dpi

Figure 14. The scans of pages: b1.1 – after decontamination; k1.1 – control sample. Scanned at 2400 dpi

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.



Rycina 15. Zmiana masy papieru po procesie i suszeniu

Figure 15. The change of paper mass after the process and drying

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Z analizy wizualnej skanów materiału papierniczego z brulionu, z pismem wykonanym długopisem, piórem i ołówkiem z rozdzielczością 800 i 2400 dpi nie stwierdza się zmian koloru pisma i papieru.

No changes in handwriting and paper colour are identified after a visual analysis of scans of a paper material from a hand-book with pen, fountain pen and pencil handwriting, with resolutions of 800 and 2400 dpi.

Podsumowanie

Opisana metoda dezynfekcji jest perspektywiczna i możliwa do wykorzystania z dobrą skutecznością do likwidacji skażeń dużych pomieszczeń, aparatury, wyposażenia oraz dokumentacji, w tym materiałów archiwalnych.

Właściwy dobór temperatury i stężenia GNW był niezbędny, aby uniknąć kondensacji jego par oraz pary wodnej. Ten warunek, wraz z obniżeniem temperatury, ograniczał najwyższe stężenie GNW, jakie mogło być zastosowane w danej temperaturze. Im wyższa temperatura, tym wyższe stężenie GNW mogło być zastosowane, by proces dezynfekcji przebiegał szybciej.

Summary

The described disinfection method is promising and can be used with high efficiency to decontaminate large rooms, apparatus, equipment and documents, including archival materials.

The correct selection of temperature and GHP concentration was necessary to avoid the condensation of its vapour and steam. This condition, along with the restriction of temperature, limited the maximum concentration of the GHP which could have been used at a given temperature. The higher the temperature, the higher the concentration of GHP which can be used to accelerate the disinfection process.

Wnioski

1. Wystarczającą skuteczność procesu dezynfekcji uzyskano dla stężenia GNW 1000 ppm przy czasie trwania procesu na poziomie 30 minut oraz w temperaturze 50°C – niezależnie od czynnika skażającego.
2. W powyższych warunkach proces nie wpływa destrukcyjnie na materiały papiernicze.
3. W dalszych badaniach należy sprawdzić kompatybilność materiałową GNW z układami elektronicznymi, materiałami optycznymi, tworzywami sztucznymi i wyrobami włókienniczymi.

GNW – gazowy nadtlenek wodoru

Conclusions

1. Sufficient effectiveness of the disinfection process was obtained for a GHP concentration of 1000 ppm, for process time of 30 minutes and temperature of 50°C – irrespective of the contaminant.
2. The aforementioned conditions ensure that the process has no destructive impact on stationery.
3. Subsequent research should evaluate the material compatibility of GHP with electronic systems, optical materials, plastics and textile products.

GHP – gaseous hydrogen peroxide

Literatura/Literature

- [1] Obrona przed bronią masowego rażenia w operacjach połączonych DD/3.8(A), Ministerstwo Obrony Narodowej, Centrum Doktryn i Szkolenia Sił Zbrojnych Szkol. 869/2013.
- [2] Książek J., *Oddziaływanie mikroflory bytującej w materiałach archiwalnych na organizm ludzki*, „Archiwista Polski”, 2007, 1, 43–51.
- [3] Special Report on Use of Chemical Weapons in Damascus Suburbs In Eastern Gots Violation Documentation Center in Syria 22 August 2013, <http://www.vdc-sy.info/index.php/en/reports/chemicaldamassuburbs>, [dostęp: 02.09.2016].
- [4] Harmata W., Kłosowicz S., Chałupczak M., Pępczyńska M., Fediuk W., *Dezynfekcja za pomocą par nadtlenu wodoru*, „Przem. Chem.” 2013, 92, 5, 698–704.
- [5] Harmata W., Kłosowicz S., Witczak M., Pirszel J., Fediuk W., *Likwidacja skażeń powierzchni „wrażliwych”*, BiTP Vol. 38 Issue 2, pp. 73–87.
- [6] McDonnell G., Russel A.D., *Antiseptics and disinfectants. Activity, action and resistance*, „Clin. Micro. Rev.” 1999, 12, 147–179.
- [7] McAnoy A.M., Sait M., Pantelidis S., *Establishment of a Vaporous Hydrogen Peroxide Bio-Decontamination Capability*, Human Protection Performance Division Defence Science and Technology Organisation DSTO-TR-1994.
- [8] Wagner G.W., Procell L.R., Sorrick D.C., Lawson G.E., Wells C.M., Reynolds Ch.M., Ringelberg D.B., Foley K.L., Lumetta g.J., Blanchard D. L. Jr., *Weather Hydrogen Peroxide-Based Decontamination of CBRN Contaminants*, „Ind. Eng. Chem. Res.” 2010, 49, 3099–3105.
- [9] McAnoy A.M., Sait M., Pantelidis S., *Establishment of a Vaporous Hydrogen Peroxide Bio-Decontamination Capability*, Human Protection Performance Division DSTO (Defence Science and Technology Organisation) Australia 2007.
- [10] Patent US, Vaporized hydrogen peroxide decontamination adjustment mode (wo/2006/046993 vaporized hydrogen peroxide concentration detector), <http://www.faqs.org/patents/app/20080267818> [dostęp: 04.2014].
- [11] Wagner G.W., Sorrick D.C., Procell L.R., *Decontamination of VX, GD, and HD on surface using modified vaporized hydrogen peroxide*, „Langmuir” 2007, 23, 1178–1186.
- [12] Wagner G.W., Sorrick D.C., Procell L.R., Brickhouse M.D., McVey I.F., Shwartz L.I., *Modified Vaporized Hydrogen Peroxide (mVHP®) Decontamination of VX, GD and HD*, 9th CBW Protection Symposium, May 2007.
- [13] Harmata W., Kłosowicz S., Chałupczak M., Pępczyńska M., Fediuk W., *Dezynfekcja za pomocą par nadtlenu wodoru*, „Przem. Chem.” 2013, 92, 5, 1000–1006.

DR HAB. INŻ. WŁADYSŁAW HARMATA – w roku 1978 ukończył studia na Wydziale Chemii i Fizyki Technicznej Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie. Jest profesorem na Wydziale Nowych Technologii i Chemii WAT; specjalność – likwidacja skażeń, ochrona przed skażeniami.

MGR. INŻ. ANNA MARKOWSKA – w roku 2016 ukończyła studia na Wydziale Nowych Technologii i Chemii Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie. Oficer Wojsk Chemicznych; specjalność – ochrona przed skażeniami.

DR JACEK PIRSZEL – w roku 1990 ukończył studia na Wydziale Chemii Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie. Jest doktorem nauk biologicznych i adiunktem w Wojskowym Instytucie Chemii i Radiometrii. Specjalność – technologie likwidacji skażeń, toksykologia oraz analityka chemiczna, ze szczególnym uwzględnieniem analizy chromatograficznej bojowych środków trujących i toksyn naturalnego pochodzenia.

WŁADYSŁAW HARMATA, PH.D. ENG. – graduated in 1978 from the Faculty of Chemistry and Technical Physics, Military University of Technology in Warsaw. He is a professor at the Faculty of Chemistry and New Technologies MUT; specialty – decontamination and protection against contamination.

ANNA MARKOWSKA, M.SC. ENG. – graduated in 2016 at from Faculty of Chemistry and New Technologies, Military University of Technology in Warsaw. An officer in chemical corps; specialty – protection against contamination.

JACEK PIRSZEL, PH.D. – graduated in 1990 from the Faculty of Chemistry, Maria Curie-Skłodowska University in Lublin. Is a doctor of biological sciences and a lecturer at the Military Institute of Chemistry and Radiometry. Specialty – decontamination technologies, toxicology and chemical analysis, including in particular the chromatographic analysis of chemical warfare agents and natural toxins.



Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego

Artykuł został przetłumaczony ze środków MNiSW w ramach zadania: Stworzenie anglojęzycznych wersji oryginalnych artykułów naukowych wydawanych w kwartalniku „BiTP. Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza” – typ zadania: stworzenie anglojęzycznych wersji wydawanych publikacji finansowane w ramach umowy 935/P-DUN/2016 ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych na działalność upowszechniającą naukę.

U NAS ZAWSZE OTWARTE



OTWARTY DOSTĘP

DO PUBLIKACJI
CENTRUM NAUKOWO-BADAWCZEGO
OCHRONY PRZECIWPÓŻAROWEJ – PIB

WEJDŹ NA
WWW.CNBOP.PL/WYDAWNICTWA

CZYTAJ I POBIERAJ

dr inż. Sylwester M. Grajewski^{a)*}^{a)}Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu / University of Life Sciences in Poznań

*Autor korespondencyjny / Corresponding author: sylgraj@up.poznan.pl

Wieloletnia zmienność pożarów lasów w wybranych 28 krajach Europy, Kanadzie i USA

Long-Term Variability of Forest Fires in Selected 28 European Countries, Canada and the USA

Многолетняя изменчивость лесных пожаров в выбранных 28 европейских странах, Канаде и США

ABSTRAKT

Cel: Zasadniczym celem artykułu jest określenie wieloletniej zmienności liczby pożarów lasów i spalanej powierzchni leśnej w wybranych 28 krajach Europy, Kanadzie i USA oraz ocena skuteczności systemów zabezpieczenia przeciwpożarowego lasów w tych państwach. Celem dodatkowym jest wydzielenie grup krajów podobnych pod względem występowania pożarów lasów oraz skuteczności działania systemów zabezpieczenia przeciwpożarowego obszarów leśnych.

Wprowadzenie: Pożary lasów skutkują nie tylko wymiernymi stratami gospodarczymi, ale najczęściej powodują również poważne zmiany w ekosystemach leśnych. Tym samym przyczyniają się do pogarszania jakości życia społeczeństw. Pożarami zagrożonych jest na świecie około 40% powierzchni lasów, a w Europie ponad 60%. Dodatkowo ze względu na ocieplenie klimatu, spadek wielkości opadów atmosferycznych i wydłużanie się okresów bezdeszczowych prognozuje się, że zagrożenie pożarowe lasów będzie wzrastać, co przełoży się nie tylko na większą liczbę pożarów, ale sprzyjać będzie ich intensywnemu rozprzestrzenianiu. W tym kontekście prowadzenie na bieżąco analiz pożarów lasów nabiera szczególnego znaczenia.

Metodologia: Analizie poddano dane o liczbie pożarów lasów, spalanej powierzchni leśnej i średniej powierzchni pojedynczego pożaru dla 28 krajów europejskich, Kanady i USA. Liczbę pożarów i spaloną powierzchnię odniesiono do powierzchni lasów w poszczególnych krajach, dokonując przeliczenia wartości tych charakterystyk na 1000 ha powierzchni leśnej danego państwa. Dla będących w dyspozycji różnej długości serii danych dokonano oceny trendów za pomocą nieparametrycznego testu Manna-Kendalla. Do grupowania krajów pod względem występowania pożarów lasów oraz skuteczności systemów zabezpieczenia pożarowego obszarów leśnych w latach 1990–2015 wykorzystano hierarchiczną metodę analizy skupień z zastosowaniem euklidesowej miary odległości i metody aglomeracji Warda.

Wnioski: Przeprowadzone dla 30 krajów badania generalnie nie potwierdziły poglądów niektórych badaczy dotyczących możliwości zwiększania się liczby pożarów lasów czy też rozmiaru spalonych powierzchni leśnych w konsekwencji zmian ziemskiego klimatu. Niemniej dla niektórych państw odnotowano potwierdzone statystycznie niepokojące tendencje wzrostowe tych cech. Najniższą wartość średniej powierzchni pożaru lasu charakteryzuje Czechy, Finlandię, Niemcy, Austrię, Szwecję, Litwę, Łotwę, Polskę i Ukrainę. Uprawnia to do stwierdzenia, że w krajach tych skuteczność przeciwpożarowego zabezpieczenia obszarów leśnych jest najwyższa. Pod względem liczby pożarów i spalanej powierzchni leśnej Polska tworzy wspólną grupę z Węgrami, Turcją, Francją i Bułgarią. Hierarchiczna analiza skupień z użyciem wskaźników liniowego tempa zmian dla liczby pożarów, spalanej powierzchni i dla średniej powierzchni pożaru (wartości Sen's slope) oraz średniej powierzchni pożaru lasu skupia Polskę z Łotwą, Słowacją, Ukrainą i Białorusią obok Finlandii, Czech, Litwy, Niemiec, Szwecji i Austrii.

Słowa kluczowe: pożary lasów, liczba pożarów lasów, spalona powierzchnia leśna, trendy, zabezpieczenie przeciwpożarowe lasów

Typ artykułu: oryginalny artykuł naukowy

Przyjęty: 25.06.2017; Zrecenzowany: 26.07.2017; Opublikowany: 30.09.2017;

Artykuł został wyróżniony przez Komitet Redakcyjny;

Proszę cytować: BiTP Vol. 47 Issue 3, 2017, pp. 46–61, doi: 10.12845/bitp.47.3.2017.3;

Artykuł udostępniany na licencji CC BY-NC-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

ABSTRACT

Aim: The primary aim of this paper was to determine long-term variability in the number of forest fires and burnt forest area in selected 28 European countries, Canada and the USA and to assess the effectiveness of fire protection systems in the forests of those countries. The secondary aim was to identify similarities between the analysed countries in terms of the incidence of forest fires and the effectiveness of forest fire protection systems.

Introduction: Forest fires not only cause tangible economic losses, but they also typically result in serious changes in forest ecosystems. By affecting fauna, flora and the air, among other things, they simultaneously contribute to a deterioration of living conditions. Worldwide approx. 40% forested areas are at risk of forest fires, while in Europe it is over 60%. Additionally, due to climate change, decreasing precipitation and prolonged periods with no rainfall it is forecast that fire hazard in forests is going to increase, which will not only be manifested in a greater number of fires, but will also contribute to their intensive spreading. In this context, it is crucial to conduct analyses of forest fires.

Methodology: Analyses were conducted on data concerning the number of forest fires, burnt forest areas and the mean area of a single fire in 28 European countries, Canada and the USA. The number of fires and the burnt area were compared to the total forested areas in individual countries by converting the values of these characteristics per 1000 ha forested area in a given country. Trends for the available varying lengths of data series were determined using the non-parametric Mann-Kendall test. Countries were clustered in terms of the incidence of forest fires and the effectiveness of fire protection systems in the years 1990-2015 using the hierarchical method of cluster analysis based on Euclidean distances and the Ward agglomeration method.

Conclusions: Generally, the analyses conducted in the above-mentioned 30 countries did not confirm forecasts on the increasing numbers of forest fires or burnt forest areas, which may be explained e.g. by the consequences of climate change. Nevertheless, in some countries statistically disturbing trends were observed for these characteristics. The lowest mean forest fire areas were recorded for the Czech Republic, Finland, Germany, Austria, Sweden, Lithuania, Latvia, Poland and Ukraine, which indicates that those countries had the highest effectiveness of forest fire protection measures. In terms of the number of fires and burnt forested area Poland is clustered with Hungary, Turkey, France and Bulgaria. Hierarchical cluster analysis using linear indices for changes in the number of forest fires, burnt area and mean fire area (Sen's slope) as well as mean forest fire area clustered Poland with Latvia, Slovakia, Ukraine and Belarus next to Finland, the Czech Republic, Lithuania, Germany, Sweden and Austria.

Keywords: forest fires, number of forest fires, burnt forest area, trends, forest fire protection

Type of article: original scientific article

Received: 25.06.2017; Reviewed: 26.07.2017; Published: 30.09.2017;

The article was recognised by the Editorial Committee;

Please cite as: BiTP Vol. 47 Issue 3, 2017, pp. 46–61, doi: 10.12845/bitp.47.3.2017.3;

This is an open access article under the CC BY-NC-SA 4.0 license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

АННОТАЦИЯ

Цель: Основная цель данной статьи заключается в определении долгосрочной изменчивости числа лесных пожаров и размеров площади сгоревшего леса в выбранных 28 европейских странах, Канаде и США, а также оценке эффективности системы противопожарной защиты лесов в этих странах. Дополнительной целью является определение групп стран с похожим числом лесных пожаров и уровнем эффективности систем противопожарной защиты лесов.

Введение: Лесные пожары приводят не только к измеримым экономическим потерям, но и, чаще всего, к серьезным изменениям лесных экосистем. Тем самым они влияют на ухудшение качества жизни общества. Пожары угрожают около 40% общей лесной площади в мире и более 60% лесной площади Европы. Кроме того, из-за глобального потепления, уменьшения объема осадков и удлиняющихся периодов их отсутствия прогнозируется возрастание угрозы лесных пожаров, что приведет не только к их увеличению, но будет способствовать интенсивному распространению пожаров. В связи с этим, особое значение приобретает текущий анализ лесных пожаров.

Методология: Были проанализированы данные о числе лесных пожаров, площади сгоревших лесов и средней площади одного пожара в 28 европейских странах, Канаде и США. Число пожаров и пострадавшая поверхность была сравнена с площадью лесов в каждой стране, полученные значения этих характеристик были пересчитаны в соотношении к 1000 га лесных площадей соответствующей страны. Тренды разных длин доступных серий данных были рассчитаны с использованием непараметрического критерия Манна-Кендалла. Для систематизации стран с точки зрения лесных пожаров и эффективности противопожарной защиты лесных территорий в 1990–2015 гг. был использован иерархический метод кластерного анализа с использованием евклидова расстояния и метода агломерации Варда.

Выводы: Исследования, проведенные для 30 стран, как правило, не подтвердили мнения некоторых ученых, что количество лесных пожаров или размер сгоревших лесных массивов может увеличиваться в результате глобального изменения климата. Однако, опасный рост этих характеристик был статистически подтвержден в некоторых странах. Наименьшие значения средней площади лесных пожаров были установлены для: Чехии, Финляндии, Германии, Австрии, Швеции, Литвы, Латвии, Польши и Украины. Эти данные позволяют сделать вывод, что в этих странах эффективность противопожарной защиты лесных участков является самой высокой. С точки зрения числа пожаров и сожженной площади лесов Польша находится в одной группе с Венгрией, Турцией, Францией и Болгарией. Иерархический анализ линейной скорости изменений числа пожаров к сгоревшей площади, а также к средней площади пожара (Sen's slope) и средней площади лесных пожаров позволяет отнести Польшу к группе с Латвией, Словакией, Украиной и Белоруссией вместе с Финляндией, Чехией, Литвой, Германией, Швецией и Австрией.

Ключевые слова: пожары лесов, число пожаров лесов, сожженная лесная поверхность, тренды, пожарная защита лесов

Вид статьи: оригинальная научная статья

Принята: 25.06.2017; Рецензирована: 26.07.2017; Опубликована: 30.09.2017;

Эту статью наградила Редакционный Совет;

Просим ссылаться на статью следующим образом: BiTP Vol. 47 Issue 3, 2017, pp. 46–61, doi: 10.12845/bitp.47.3.2017.3;

Настоящая статья находится в открытом доступе и распространяется в соответствии с лицензией CC BY-NC-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

Wstęp

Pożary lasów powodują zazwyczaj bardzo niekorzystne zmiany w ekosystemach leśnych. Dotykają wielu grup roślin [1] i zwierząt [2], wpływając tym samym na pogorszenie jakości życia społeczeństw [3]. Pożary lasów to również wymierne

Introduction

Forest fires usually cause highly adverse changes in forest ecosystems. They affect many groups of plants [1] and animals [2], contributing to the deterioration of living conditions [3]. Forest fires also lead to significant economic

straty gospodarcze [4]. W większości przypadków negatywne skutki pożarów nie są również obojętne dla powietrza atmosferycznego [5]. Szczególne znaczenie odgrywają w tej kwestii gazy i aerozole wydzielające się podczas spalania biomasy, ponieważ mają one znaczny udział w potęgowaniu efektu szklarniowego. Uwalniane podczas pożarów aktywne chemicznie gazy silnie wpływają na procesy zachodzące wewnątrz atmosfery [6].

Szacuje się, że w latach 1960–2000 rocznie na świecie spaleni ulegało od 273 do 567 mln ha lasów [7], a pod koniec XX wieku nawet 608 mln ha rocznie [8]. Pożarami zagrożonych jest na świecie około 40% powierzchni lasów, w Europie ponad 60%, a w Polsce ponad 80% [9]. Biorąc pod uwagę liczbę pożarów lasów i spaloną powierzchnię leśną, Polskę wraz z Hiszpanią i Portugalią zalicza się do grupy krajów europejskich, w których pożary powstają najczęściej [10]. Dodatkowo, ze względu na ocieplanie klimatu, spadek wielkości opadów atmosferycznych i wydłużanie się okresów bezdeszczowych, prognozuje się, że zagrożenie pożarowe lasów w przyszłości będzie wzrastać [m.in. 11, 12, 13, 14]. Przełoży się to nie tylko na wzrost liczby pożarów, ale sprzyjać będzie ich intensywnemu rozprzestrzenianiu, czyli powstawaniu pożarów wielkoobszarowych [15, 16].

Podstawowym celem artykułu jest określenie wieloletniej zmienności liczby pożarów lasów i spalonej powierzchni leśnej w 28 krajach Europy, Kanadzie i USA oraz ocena skuteczności systemów zabezpieczenia przeciwpożarowego obszarów leśnych w tych państwach. Celem dodatkowym jest wydzielenie grup krajów podobnych pod względem występowania pożarów lasów oraz skuteczności działania systemów zabezpieczenia przeciwpożarowego obszarów leśnych.

Материал и методы

Analizie poddano dane o liczbie pożarów lasów, spalonej powierzchni leśnej i średniej powierzchni pojedynczego pożaru dla 28 krajów europejskich oraz Kanady i USA (tabela 1). Liczbę pożarów i spaloną powierzchnię odniesiono do powierzchni lasów w poszczególnych krajach [17, 18], dokonując przeliczenia wartości tych charakterystyk na każde 1000 ha powierzchni leśnej.

Dla będących w dyspozycji różnej długości serii danych, od 9 (Macedonia) do 36 lat (Estonia, Francja, Grecja, Hiszpania, Irlandia, Kanada, Łotwa, Portugalia, Szwajcaria, USA, Włochy), dokonano oceny trendów za pomocą nieparametrycznego testu Manna-Kendalla [19, 20]. Test ten z powodzeniem wykorzystywany był dotąd m.in. do oceny kierunkowych zmian parametrów hydrologicznych oraz elementów klimatycznych [21, 22, 23]. Wartość statystyki S w teście Manna-Kendalla wyznaczana jest według wzoru [24]:

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sign}(x_j - x_k) \quad (1)$$

gdzie:

$$\text{sign}(x_j - x_k) = \begin{cases} 1 & \text{dla } x_j - x_k > 0 \\ 0 & \text{dla } x_j - x_k = 0 \\ -1 & \text{dla } x_j - x_k < 0 \end{cases} \quad (2)$$

losses [4]. In most cases the negative results of fires also affect the ambient air [5]. The gases and aerosols emitted during biomass combustion, which are important contributors to the greenhouse effect, are particularly significant. Chemically active gases have a strong effect on the processes taking place in the atmosphere [6].

It is estimated that in 1960–2000 from 273 to 567 million ha of forests was burnt every year [7] and by the end of the 20th century as much as 608 million ha per year [8]. Worldwide approx. 40% forested areas are at risk of fires, in Europe it is over 60% and in Poland over 80% [9]. In terms of the number of forest fires and the burnt forest area, Poland, along with Spain and Portugal, belongs to the cluster of European countries with the highest frequency of fires [10]. Additionally, due to the global warming, decreasing precipitation and prolonged periods with no rainfall it is forecast that fire hazard in forests is going to increase [i.a. 11, 12, 13, 14], which will be manifested not only in a greater number of fires, but will also contribute to their intensive spreading, i.e. the occurrence of large-area fires [15, 16].

The primary aim of this paper was to determine long-term variability in the number of forest fires and burnt forest area in 28 European countries, Canada and the USA and to assess the effectiveness of fire protection systems in the forest areas of those countries. The secondary aim was to identify similarities between the analysed countries in terms of the incidence of forest fires and the effectiveness of forest fire protection systems.

Material and methods

The analysis involved data on the number of forest fires, burnt forest area and mean fire area for 28 European countries, Canada and the USA (Table 1). The number of fires and the burnt area were compared to the total forested areas in individual countries [17, 18] by converting the values of these characteristics per 1000 ha forested area in a given country.

For the available varying lengths of data series, from 9 (Macedonia) to 36 years (Estonia, France, Greece, Spain, Ireland, Canada, Latvia, Portugal, Switzerland, the USA, Italy), an assessment of the trends was carried out using the non-parametric Mann-Kendall test [19, 20]. This test has been successfully used for the assessment of directional changes of hydrological parameters and climatic elements [21, 22, 23]. The value of the S statistic in the Mann-Kendall test is determined according to the following formula [24]:

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sign}(x_j - x_k) \quad (1)$$

where:

$$\text{sign}(x_j - x_k) = \begin{cases} 1 & \text{for } x_j - x_k > 0 \\ 0 & \text{for } x_j - x_k = 0 \\ -1 & \text{for } x_j - x_k < 0 \end{cases} \quad (2)$$

x_j, x_k – wartości danych w czasie j i k ,
 n – długość (liczebność) zbioru danych.

Poszczególne elementy uporządkowanej serii są porównywane z poprzednimi. Początkowa wartość statystyki S Manna-Kendalla przyjmowana jest jako 0 (brak trendu). Jeśli wartość kolejnego elementu szeregu jest większa niż wartość poprzednia, to S jest zwiększany o 1. W odwrotnym wypadku, jeżeli wartość kolejnego elementu szeregu jest mniejsza niż wartość poprzednia – S jest zmniejszany o 1. W efekcie tych wyliczeń otrzymuje się ostateczną wartość S . Obliczenia wariancji S ($Var(S)$) wykonano według wzoru:

$$Var(S) = \frac{n \cdot (n-1) \cdot (2n+5)}{18} \quad (3)$$

Za pomocą znormalizowanej statystyki testowej, wyznaczonej z równania (4), obliczono prawdopodobieństwo testowe p wynikające ze znormalizowanej statystyki testowej Z . Przyjmuje się, że trend jest malejący, gdy Z jest mniejsze od 0, a prawdopodobieństwo testowe p jest mniejsze niż przyjęty poziom istotności $\alpha = 0,05$. Jednocześnie trend uznawany jest za rosnący, gdy Z jest większe od 0, a prawdopodobieństwo testowe p jest mniejsze niż przyjęty poziom istotności $\alpha = 0,05$.

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{[(Var(S))^{\frac{1}{2}}]} dla S > 0 \\ 0 dla S = 0 \\ \frac{S+1}{[(Var(S))^{\frac{1}{2}}]} dla S < 0 \end{cases} \quad (4)$$

W ramach niniejszej pracy zbadano również podobieństwa krajów pod względem:

- 1) występowania zjawiska pożaru lasu – opisywanego liczbą pożarów lasów i spaloną powierzchnią leśną,
- 2) skuteczności działania systemów zabezpieczenia pożarowego obszarów leśnych – opisywanej wskaźnikami liniowego tempa zmian dla liczby pożarów lasów, spalonej powierzchni leśnej i dla powierzchni pojedynczego pożaru (tj. wartościami tzw. *Sen's slope*) oraz średnią powierzchnią pożaru lasu.

W tym celu wykorzystano hierarchiczną metodę analizy skupień z zastosowaniem euklidesowej miary odległości i metody aglomeracji Warda. Przed uruchomieniem grupowania zmniejszono zróżnicowanie długości serii danych, ograniczając je do okresu 1990–2015. Dokonano także normalizacji wartości liczby pożarów i powierzchni spalonych lasów poprzez przeliczenie ich na 1000 ha powierzchni leśnej danego kraju na podstawie informacji o lesistości państw, podawanych przez [17] i [18].

x_j, x_k – data values at times j and k ,
 n – data set length (size).

The individual elements of the ordered series are compared with the preceding ones. The initial value of Mann-Kendall's S statistic is assumed as 0 (no trend). If the value of the next element in the series is larger than the preceding value, then S is increased by 1. If the opposite is true, i.e. the value of the next element in the series is smaller than the preceding value, then S is decreased by 1. The final S value results from these calculations. Calculations of variance S ($Var(S)$) were performed according to the following formula:

$$Var(S) = \frac{n \cdot (n-1) \cdot (2n+5)}{18} \quad (3)$$

Using the normalised test statistic determined from the equation (4), the probability value p , resulting from the normalised Z test statistic, was calculated. The trend is assumed to be decreasing if Z is lower than 0 and the probability value p is lower than the assumed significance level $\alpha = 0.05$. The trend is assumed to be increasing if Z is higher than 0 and the probability value p is lower than the assumed significance level $\alpha = 0.05$.

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{[(Var(S))^{\frac{1}{2}}]} for S > 0 \\ 0 for S = 0 \\ \frac{S+1}{[(Var(S))^{\frac{1}{2}}]} for S < 0 \end{cases} \quad (4)$$

This study also analysed similarities between country in terms of:

- 1) the incidence of forest fires – expressed by the number of forest fires and burnt forest area,
- 2) the effectiveness of forest fire protection systems – expressed by linear indices for changes in the number of forest fires, burnt forest area and mean fire area (Sen's slope value) and the mean forest fire area.

The hierarchical method of cluster analysis based on the Euclidean distances and the Ward agglomeration method was used for this purpose. Before clustering, the length variance of the data series was reduced by limiting the data to the 1990–2015 period. The values of the number of forest fires and the area of burnt forests were also normalised by expressing them per 1000 ha of a given country's forest area on the basis of information on the forest ratio of countries, provided by [17] and [18].

RESEARCH AND DEVELOPMENT

Tabela 1. Źródła danych o pożarach lasów

Table 1. Sources of data on forest fires

Państwo / Country	Symbol / Symbol	Okres / Period	Źródło danych /Data source
Austria	AT	1993–2015	1993–2004, 2008 [14] 2005–2007, 2009–2015 [25]
Białoruś / Belarus	BY	1990–1991 i/and 1993–2016	1990–2003 [26] 2004–2009 [27] 2010–2016 Dane z/Date from: National Statistical Committee of the Republic of Belarus (www.belstat.gov.by) [50]
Bułgaria / Bulgaria	BG	1991–2015	[25]
Chorwacja / Croatia	HR	1992–2015	[25]
Cypr / Cyprus	CY	2000–2015	[25]
Czechy / Czech Republic	CZ	1995–2015	1990–2004 [25] 2005–2015 [28]
Estonia	EE	1980–2015	1980–1999 [29] 2000–2015 [25]
Finlandia / Finland	FI	1996–2016	1996–2015 [25] 2016 [30] (tylko spalona powierzchnia/only burnt area)
Francja / France	FR	1980–2015	[25]
Grecja / Greece	GR	1980–2015	[25] (2009–2015 dane niekompletne/ incomplete data)
Hiszpania / Spain	ES	1980–2015	[25]
Irlandia / Ireland	IE	1980–2015	[31] (tylko spalona powierzchnia/only burnt area)
Kanada / Canada	CA	1980–2016	1980–1987 [32] 1988–2016 Dane z/Date from: National Forestry Database and Statistics Canada (http://nfdp.ccfm.org) [49]
Litwa / Lithuania	LT	1992–2015	[25]
Łotwa / Latvia	LV	1980–2015	[25]
Macedonia	MK	2007–2015	[25]
Niemcy / Germany	DE	1991–2015	[25]
Norwegia / Norway	NO	2001–2015	[25]
Polska / Poland	PL	1990–2015	[25]
Portugalia / Portugal	PT	1980–2015	[25]
Rumunia / Romania	RO	1990–2015	[25]
Słowacja / Slovakia	SK	1994–2015	[25]
Słowenia / Slovenia	SI	2002–2015	[25]
Stany Zjednoczone / United States	US	1980–2016	1980–2016 Dane z/Data from: U.S. National Centers for Environmental Information (www.ncdc.noaa.gov) [53]
Szwajcaria / Switzerland	CH	1980–2015	Dane z/Data from: WSL forest fire database (http://www.wsl.ch) [51]
Szwecja / Sweden	SE	1998–2015	[25]
Turcja / Turkey	TR	1990–2013	[25]
Ukraina / Ukraine	UA	1990–2015	Dane z/Data from: State Statistics Service of Ukraine (https://ukrstat.org) [52]
Węgry / Hungary	HU	1999–2015	[25]
Włochy / Italy	IT	1980–2015	[25]

Wyniki

Liczba pożarów lasu

Średnio w analizowanych krajach europejskich dochodzi corocznie do blisko 3000 pożarów lasów, podczas gdy w Ameryce Północnej (Kanada i USA) pożary zdarzają się w ujęciu bezwzględnym blisko szesnastokrotnie częściej. Przy uwzględnieniu powierzchni lasów na obu kontynentach dysproporcja ta odwraca się na niekorzyść Europy i wynosi 4,4:1 (0,6554 w Europie wobec 0,1495 na każde 1000 ha lasów w Ameryce Północnej).

Niestety Polska należy do grupy krajów, w których corocznie powstaje najwięcej pożarów lasów (tabela 2). Pod tym względem Polska plasuje się na szóstym miejscu w Europie, po Portugalii, Litwie, Słowacji, Włoszech i Cyprze. Dla zdecydowanej większości państw (19) liczba pożarów lasów wykazuje tendencję spadkową, co w 11 przypadkach potwierdzono statystycznie

Results

The number of forest fires

On average, about 3 000 forest fires occur the analysed countries every year, while in North America (Canada and the USA) the absolute number of fires is nearly sixteen times as high. After adjusting for the forest area on both continents, this disproportion turns unfavourably for Europe and equals to 4.4:1 (0.6554 in Europe against 0.1495 per every 1000 ha of forests in North America).

Unfortunately, Poland belongs to the cluster of countries with the highest number of forest fires per year (table 2). In this statistic Poland is sixth in Europe, behind Portugal, Latvia, Slovakia, Italy and Cyprus. In the majority of countries (19) the number of forest fires shows a downward trend, which is confirmed by statistics in 11 cases (table 2). The

(tabela 2). W grupie krajów, w których rejestruje się rosnącą liczbę pożarów, znalazły się: Austria, Portugalia, Hiszpania i Węgry (trend dodatni potwierdzony statystycznie) oraz Łotwa, Rumunia, Polska, Bułgaria, Grecja i Słowenia (trend dodatni niepotwierdzony statystycznie, tabela 2, ryc. 1). Niemniej należy zauważyć, że w przypadku Portugalii i Hiszpanii analiza krótszego przedziału czasowego (1990–2015) skutkowało co prawda nieistotnym statystycznie, ale jednak trendem ujemnym. Podobną diametralną, aczkolwiek w obu przypadkach statystycznie nieistotną, zmianę trendu zaobserwowano w przypadku Łotwy. Z kolei dla Grecji badanie krótszej serii danych skutkowało określeniem statystycznie istotnej negatywnej tendencji (tabela 2).

Spalona powierzchnia leśna

Średnio w analizowanych krajach europejskich dochodzi co roku do pożarów lasów obejmujących blisko 19000 ha powierzchni leśnej (3,91 ha na każde 1000 ha lasów), a w Ameryce Północnej pożary rokrocznie trawia ponad 2,2 mln ha lasów (6,76 ha na każde 1000 ha lasów). W Polsce w latach 1990–2015 średnio spaleni ulegało 7504 ha lasów rocznie, tj. 0,80 ha/1000 ha lasów, co daje środkową lokatę wśród badanych krajów (tabela 3).

Statystyki dotyczące powierzchni spalonych lasów w badanych krajach wypadają jeszcze korzystniej niż dla liczby pożarów. Mianowicie aż dla 21 państw wykazano tendencję do zmniejszania się powierzchni pożarów lasów – w 12 przypadkach potwierdzoną statystycznie (tabela 3). Na tym tle bardzo pozytywnie wyróżnia się Polska, wykazując jeden z silniejszych ($Z = -2,777$) ujemnych trendów potwierdzonych statystycznie na poziomie $\alpha = 0,01$ (ryc. 1). Tendencje wzrostowe powierzchni spalonych lasów cechują dane z USA, Łotwy i Węgier (potwierdzone statystycznie), a także z Rumunii, Austrii, Kanady, Ukrainy, Portugalii oraz Bułgarii (brak statystycznego potwierdzenia). Podobnie jak w przypadku liczby pożarów znaczenie mają długości analizowanych serii danych. Wyznaczone trendy dla Portugalii i Irlandii za skrócony okres lat 1990–2015 odwróciły się, pozostając jednakże za każdym razem statystycznie nieistotnymi, natomiast dodatnia (na poziomie $\alpha = 0,001$) tendencja na Łotwie zmieniła się na przeciwną, ale już statystycznie nieistotną (tabela 3).

Powierzchnia pojedynczego pożaru lasu

W państwach europejskich średnia bezwzględna powierzchnia pojedynczego pożaru lasu wynosi 7–8 ha, podczas gdy w Ameryce Północnej równa jest 172 ha (USA 26 ha, Kanada aż 317 ha). Polska na tym tle wypada bardzo dobrze. Znajduje się w ścisłej czołówce państw, którym udaje się gasić pożary we wczesnej fazie rozwoju, minimalizując przez to straty materialne i ekologiczne. Wyprzedzają ją w tym względzie jedynie Czechy, Finlandia, Niemcy, Austria, Szwecja, Litwa i minimalnie Łotwa. Dodatkowo wartości średnich rocznych powierzchni pożaru lasu dla Polski wykazują wyraźny i istotny statystycznie trend malejący, podobnie jak w 15 innych krajach (tabela 4, ryc. 2). Dla 10 spośród nich tendencja ta została potwierdzona statystycznie, w tym również dla Polski. Trend dodatni tej cechy odnotowano w 13 państwach, z czego statystyczne jego potwierdzenie uzyskano dla USA, Łotwy, Estonii i Kanady (tabela 4). Wartość średniej powierzchni pożaru poniżej 1 ha, charakteryzująca państwa z północnej części Europy, wyraźnie wskazuje, że radzą sobie one

cluster of countries in which the number of fires has been increasing includes: Austria, Portugal, Spain and Hungary (rising trend confirmed by statistics) and Latvia, Romania, Poland, Bulgaria, Greece and Slovenia (rising trend not confirmed by statistics, table 2, fig. 1). However, it should be noted that for Portugal and Spain an analysis of a shorter time period (1990–2015) showed a downward trend, even though it was statistically insignificant. A similar diametric, but in both cases statistically insignificant change of trend was observed for Latvia. The examination of a shorter data series for Greece resulted in a statistically significant downward trend (table 2).

Burnt forest area

On average, each year in the analysed European countries forest fires cover nearly 19,000 ha of forest area (3.91 ha per 1,000 ha of forests) and in North America over 2.2 million ha (6.76 ha per 1,000 ha of forests). In 1990–2015 an average of 7,504 ha of forests was burnt in Poland, i.e. 0.80 ha/1,000 ha of forests, which is a middle position among the studied countries (table 3).

The statistics regarding the area of burnt forests in the studied countries are even more favourable than for the number of fires. For as many as 21 countries a downward trend in the forest fire area was found – statistically confirmed in 12 cases (table 3). Poland has excellent results in this field, showing one of the strongest ($Z = -2.777$) downward trends statistically confirmed at the level of $\alpha = 0.01$ (fig. 1). Upward trends in burnt forest area were found in the USA, Latvia, Hungary (confirmed by statistics) and Romania, Austria, Canada, Ukraine, Portugal and Bulgaria (not confirmed by statistics). As with the number of fires, the lengths of the analysed data series are significant. The trends determined for Portugal and Ireland for the shortened period of 1990–2015 were reversed, while remaining statistically insignificant, whereas the positive (at the level of $\alpha = 0.001$) trend in Latvia shifted to a negative, though statistically insignificant one (table 3).

Mean fire area

In European countries, the mean absolute area of a single fire is 7–8 ha, while in North America it is 172 ha (26 ha in the USA and 317 ha in Canada). Poland's results are very good in comparison. It is one of the leaders in eliminating fires at an early stage, which minimises financial and environmental losses. The only countries with better statistics in this respect are the Czech Republic, Finland, Germany, Austria, Sweden, Lithuania and, by a slight margin, Latvia. In addition, the values of mean annual forest fire areas for Poland show a clear and statistically significant downward trend, as in 15 other countries (table 4, fig. 2). For 10 of them, including Poland, this trend has been statistically confirmed. Upward trends were observed in 13 countries, and this was statistically confirmed in the USA, Latvia, Estonia and Canada (table 4). The value of mean forest fire area below 1 ha, which characterised countries in the northern part of Europe, clearly indicates that these countries are much more effective in dealing with fires, a potential result of a more

z pożarami dużo lepiej, co może wynikać ze skuteczniejszego systemu zabezpieczenia przeciwpożarowego obszarów leśnych, ale niebagatelne znaczenie ma tu również czynnik klimatyczny i pogodowy, zdecydowanie mniej korzystny na południu Europy. Wyjątkiem jest tutaj Norwegia, która ze średnią 6,52 ha wyraźnie odstaje od swoich sąsiadów (tabela 4).

Skrócenie okresu analizy do lat 1990–2015 dla Estonii, Grecji i Włoch oznaczało odwrócenie wcześniej wyznaczonych tendencji, niemniej nadal nieistotnych statystycznie.

effective forest area fire protection system, but also of climate and weather conditions, which are considerably more adverse in the south of Europe. Norway is an exception here, as with the mean of 6.52 ha, it is lagging behind its neighbours (table 4).

Shortening the period of analysis to 1990–2015 for Estonia, Greece and Italy meant the reversal of the previously defined trends, although they were still statistically insignificant.

Tabela 2. Wyniki analizy liczby pożarów lasów przeliczonej na 1000 ha powierzchni leśnej

Table 2. Results of analyses of forest fires converted into 1000 ha forest area

Państwo/ Country	Okres/Period	n	$\bar{x}$	Zakres/Range	SD	Z	p	Trend
AT	1993–2015	23	0,0645	0,0039 ÷ 0,2466	0,0714	3,275	0,001	↗***
BG	1991–2015	25	0,1403	0,0191 ÷ 0,4473	0,1080	0,210	0,417	↗
BY	1990–2016	21	0,1637	0,0315 ÷ 0,5257	0,1286	-3,171	0,001	↘***
CA	1980–2016	37	0,0228	0,0136 ÷ 0,0322	0,0050	-3,518	0,000	↘***
CA	1990–2016	27	0,0215	0,0136 ÷ 0,0308	0,0048	-2,710	0,003	↘**
CH	1980–2015	36	0,0679	0,0279 ÷ 0,1994	0,0351	-0,368	0,356	↘
CH	1990–2015	26	0,0705	0,0367 ÷ 0,1994	0,0383	-1,103	0,135	↘
CY	2000–2015	16	0,9894	0,3937 ÷ 2,4725	0,5838	-3,827	0,000	↘***
CZ	1995–2015	21	0,4165	0,1762 ÷ 0,9609	0,2056	-0,574	0,283	↘
DE	1991–2015	25	0,1000	0,0376 ÷ 0,2638	0,0569	-3,573	0,000	↘***
EE	1980–2015	36	0,0637	0,0022 ÷ 0,1608	0,0451	-3,093	0,001	↘***
EE	1990–2015	26	0,0619	0,0022 ÷ 0,1608	0,0500	-3,373	0,000	↘***
ES	1980–2015	36	0,8119	0,2601 ÷ 1,4023	0,3108	2,111	0,017	↗*
ES	1990–2015	26	0,9255	0,5305 ÷ 1,4023	0,2557	-1,543	0,061	↘
FI	1996–2016	21	0,0591	0,0167 ÷ 0,1371	0,0284	-0,513	0,304	↘
FR	1980–2015	36	0,2787	0,1308 ÷ 0,4712	0,0772	-2,356	0,009	↘**
FR	1990–2015	26	0,2748	0,1308 ÷ 0,4712	0,0795	-2,513	0,006	↘**
GR	1980–2015	36	0,3790	0,1307 ÷ 0,6615	0,1353	0,163	0,435	↗
GR	1990–2015	26	0,4002	0,1307 ÷ 0,6615	0,1494	-2,336	0,010	↘**
HR	1992–2015	24	0,1440	0,0224 ÷ 0,3673	0,0823	-1,714	0,043	↘*
HU	1999–2015	17	0,3394	0,0469 ÷ 1,2841	0,3370	2,101	0,018	↗*
IT	1980–2015	36	0,9947	0,3158 ÷ 2,0075	0,3848	-4,400	0,000	↘***
IT	1990–2015	26	0,8985	0,3158 ÷ 1,5748	0,3565	-4,100	0,000	↘***
LT	1992–2015	24	2,5518	0,3716 ÷ 7,3211	2,0020	-3,275	0,001	↘***
LV	1980–2015	36	0,1902	0,0483 ÷ 0,5748	0,1271	1,376	0,084	↗
LV	1990–2015	26	0,2226	0,0483 ÷ 0,5748	0,1346	-1,102	0,135	↘
MK	2007–2015	9	0,3110	0,0628 ÷ 0,6603	0,2473	-1,564	0,059	↘
NO	2001–2015	15	0,0091	0,0020 ÷ 0,0176	0,0053	-2,672	0,004	↘**
PL	1990–2015	26	0,9165	0,3739 ÷ 1,8110	0,3317	0,353	0,362	↗
PT	1980–2015	36	5,7303	0,7382 ÷ 11,2181	3,0532	3,037	0,001	↗***
PT	1990–2015	26	7,0421	2,2209 ÷ 11,2181	2,3566	-0,661	0,254	↘
RO	1990–2015	26	0,0304	0,0050 ÷ 0,1328	0,0316	1,190	0,117	↗
SE	1998–2015	18	0,1580	0,0788 ÷ 0,2950	0,0515	-1,591	0,056	↘
SI	2002–2015	14	0,0785	0,0256 ÷ 0,1795	0,0429	0,109	0,456	↗
SK	1994–2015	22	2,1368	0,6546 ÷ 5,4433	1,3027	-2,285	0,011	↘*
TR	1990–2013	24	0,2910	0,1121 ÷ 2,0000	0,4032	-0,372	0,355	↘
UA	1990–2015	26	0,4078	0,1153 ÷ 0,7659	0,1737	-0,970	0,166	↘
US	1980–2016	37	0,2762	0,0603 ÷ 0,8245	0,1499	-1,478	0,070	↘
US	1990–2016	27	0,2488	0,1573 ÷ 0,3187	0,0397	-1,501	0,067	↘

n – liczba lat objętych analizą, $\bar{x}$ – średnia, SD – odchylenie standardowe, Z – Z-testowe, p – prawdopodobieństwo testowe p, ↗ lub ↘ – trend dodatni lub ujemny nieistotny statystycznie, ↗* lub ↘* – trend dodatni lub ujemny istotny statystycznie na poziomie $\alpha = 0,05$ (*), $\alpha = 0,01$ (**) lub $\alpha = 0,001$ (***)
n – number of analysed years, $\bar{x}$ – mean, SD – standard deviation, Z – Z-test, p – probability, ↗ or ↘ – non-significant positive or negative trend, ↗* or ↘* – positive or negative trend statistically significant at $\alpha = 0.05$ (*), $\alpha = 0.01$ (**) or $\alpha = 0.001$ (***)

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Tabela 3. Wyniki analizy powierzchni spalonych lasów przeliczonej 1000 ha powierzchni leśnej**Table 3.** Results of analyses of burnt forest areas converted into 1000 ha forest area

Państwo/ Country	Okres/Period	n	$\bar{x}$	Zakres/Range	SD	Z	p	Trend
AT	1993–2015	23	0,0201	0,0015 ÷ 0,0693	0,0177	1,215	0,1122	↗
BG	1991–2015	25	2,5087	0,1337 ÷ 15,016	3,5633	0,257	0,3986	↗
BY	1990–2016	22	0,3459	0,0085 ÷ 2,3643	0,6445	-2,143	0,0161	↘*
CA	1980–2016	37	7,0972	1,7986 ÷ 21,7059	5,4190	1,059	0,1447	↗
CA	1990–2016	27	7,0116	1,7986 ÷ 20,3722	4,8723	1,084	0,1392	↗
CH	1980–2015	36	0,2965	0,0164 ÷ 1,7436	0,4170	-3,582	0,0002	↘***
CH	1990–2015	26	0,2375	0,0164 ÷ 1,4926	0,3850	-2,204	0,0138	↘*
CY	2000–2015	16	14,3569	3,7753 ÷ 46,5200	11,0407	-1,936	0,0264	↘*
CZ	1995–2015	21	0,1757	0,0322 ÷ 0,7659	0,1757	-1,148	0,1255	↘
DE	1991–2015	25	0,0624	0,0105 ÷ 0,4298	0,0843	-3,271	0,0005	↘***
EE	1980–2015	36	0,1963	0,0013 ÷ 1,3871	0,3060	-0,041	0,4837	↘
EE	1990–2015	26	0,2538	0,0013 ÷ 1,3871	0,3442	-1,763	0,0389	↘*
ES	1980–2015	36	8,9365	2,5367 ÷ 26,3046	5,8870	-3,364	0,0004	↘***
ES	1990–2015	26	7,2618	2,5367 ÷ 23,7614	4,5260	-1,719	0,0428	↘*
FI	1996–2016	21	0,0246	0,0039 ÷ 0,0728	0,0162	-0,302	0,3813	↘
FR	1980–2015	36	1,4599	0,2124 ÷ 4,4479	1,2066	-3,555	0,0002	↘***
FR	1990–2015	26	1,1350	0,2124 ÷ 4,3133	1,0075	-2,557	0,0053	↘**
GR	1980–2015	36	11,6383	0,9011 ÷ 57,836	11,5902	-1,430	0,0763	↘
GR	1990–2015	26	10,9493	0,9011 ÷ 57,836	12,6111	-0,882	0,1890	↘
HR	1992–2015	24	6,8337	0,0978 ÷ 35,4688	7,6084	-1,860	0,0314	↘*
HU	1999–2015	17	1,6429	0,1194 ÷ 6,7556	1,7083	2,430	0,0075	↗**
IE	1980–2015	36	0,6365	0,0608 ÷ 2,0268	0,5441	-0,327	0,3719	↘
IE	1990–2015	26	0,5957	0,0608 ÷ 2,0268	0,5293	0,485	0,3139	↗
IT	1980–2015	36	11,5093	3,1275 ÷ 24,723	6,4221	-3,855	0,0001	↘***
IT	1990–2015	26	9,8484	3,1275 ÷ 24,4949	5,9047	-2,689	0,0036	↘**
LT	1992–2015	24	1,3966	0,0917 ÷ 5,5000	1,2844	-2,307	0,0105	↘*
LV	1980–2015	36	0,2183	0,0110 ÷ 2,5066	0,4418	3,119	0,0009	↗***
LV	1990–2015	26	0,2929	0,0206 ÷ 2,5066	0,5023	-0,309	0,3788	↘
MK	2007–2015	9	8,2840	0,7463 ÷ 33,0785	10,8304	-1,147	0,1257	↘
NO	2001–2015	15	0,0710	0,0039 ÷ 0,3161	0,0950	-1,188	0,1175	↘
PL	1990–2015	26	0,7953	0,1366 ÷ 4,6375	0,9038	-2,777	0,0027	↘**
PT	1980–2015	36	33,2777	5,4191 ÷ 133,7878	26,0173	0,667	0,2523	↗
PT	1990–2015	26	37,1949	5,4191 ÷ 133,7878	28,8734	-0,882	0,1890	↘
RO	1990–2015	26	0,1606	0,0099 ÷ 0,9655	0,2204	1,234	0,1085	↗
SE	1998–2015	18	0,0955	0,015 ÷ 0,5224	0,1220	-0,455	0,3247	↘
SI	2002–2015	14	0,3459	0,0144 ÷ 1,6827	0,5025	-1,971	0,0244	↘*
SK	1999–2015	17	2,8166	0,6082 ÷ 8,6753	2,3527	-1,237	0,1081	↘
TR	1990–2013	24	0,9362	0,2362 ÷ 3,1925	0,7325	-1,761	0,0391	↘*
UA	1990–2015	26	0,5253	0,0433 ÷ 1,5056	0,4407	0,793	0,2137	↗
US	1980–2016	37	6,4148	1,5366 ÷ 13,5477	3,5802	3,597	0,0002	↗***
US	1990–2016	27	7,3125	1,7792 ÷ 13,5477	3,6356	2,710	0,0034	↗**

n – liczba lat objętych analizą, $\bar{x}$ – średnia, SD – odchylenie standardowe, Z – Z-testowe, p – prawdopodobieństwo testowe p, ↗ lub ↘ – trend dodatni lub ujemny nieistotny statystycznie, ↗* lub ↘* – trend dodatni lub ujemny istotny statystycznie na poziomie $\alpha = 0,05$ (*), $\alpha = 0,01$ (**) lub $\alpha = 0,001$ (***)

n – number of analysed years, $\bar{x}$ – mean, SD – standard deviation, Z – Z-test, p – probability, ↗ or ↘ – non-significant positive or negative trend, ↗* or ↘* – positive or negative trend statistically significant at $\alpha = 0.05$ (*), $\alpha = 0.01$ (**) or $\alpha = 0.001$ (***)

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Tabela 4. Wyniki analizy średniej powierzchni pożaru lasu

Table 4. Results of analyses of mean forest fire area

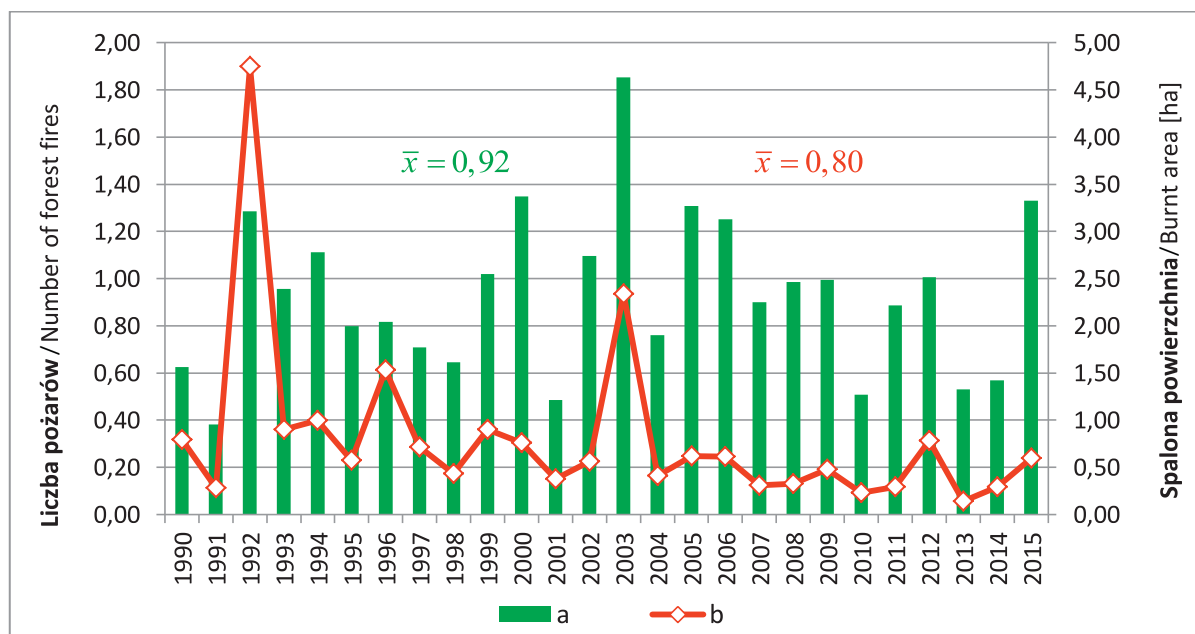
Państwo/Country	Okres/Period	n	$\bar{x}$	Zakres/Range	SD	Z	p	Trend
AT	1993–2015	23	0,5603	0,0640 ÷ 1,9553	0,4815	–1,900	0,0286	↗
BG	1991–2015	25	13,4424	2,9750 ÷ 33,5708	9,2526	0,160	0,4351	↗
BY	1990–2016	21	1,3527	0,2044 ÷ 13,9138	2,9213	0,150	0,4400	↗
CA	1980–2016	37	317,2099	80,7971 ÷ 884,7086	225,9652	2,130	0,0165	↗
CA	1990–2016	27	334,9847	80,7971 ÷ 884,7086	225,2784	2,210	0,0136	↗
CH	1980–2015	36	3,6820	0,3277 ÷ 20,2447	4,0830	–4,210	0,0000	↘
CH	1990–2015	26	2,5269	0,3277 ÷ 11,2751	2,9454	–2,510	0,0060	↘
CY	2000–2015	16	16,0499	5,5012 ÷ 40,3874	10,3711	0,590	0,2792	↗
CZ	1995–2015	21	0,3932	0,1381 ÷ 1,4377	0,2818	–0,630	0,2630	↘
DE	1991–2015	25	0,5053	0,2078 ÷ 1,6295	0,2886	–1,940	0,0263	↘
EE	1980–2015	36	2,7863	0,3156 ÷ 18,0282	3,6595	2,170	0,0152	↗
EE	1990–2015	26	3,5510	0,6000 ÷ 18,0282	4,0604	–0,570	0,2833	↘
ES	1980–2015	36	12,9459	3,5665 ÷ 39,5878	10,0680	–3,800	0,0001	↘
ES	1990–2015	26	7,9356	3,5665 ÷ 22,7189	4,7077	–0,260	0,3957	↘
FI	1996–2016	21	0,3954	0,1919 ÷ 0,7230	0,1341	0,290	0,4639	↗
FR	1980–2015	36	4,9177	1,6230 ÷ 12,3491	3,3063	–3,500	0,0002	↘
FR	1990–2015	26	3,8960	1,6230 ÷ 12,3491	2,5957	–2,200	0,0138	↘
GR	1980–2015	36	29,7839	2,4222 ÷ 113,8346	23,5364	–1,430	0,0763	↘
GR	1990–2015	26	26,0928	2,4222 ÷ 113,8346	24,0667	0,260	0,3957	↗
HR	1992–2015	24	38,3948	4,3721 ÷ 96,5595	21,5351	–1,960	0,0250	↘
HU	1999–2015	17	5,7727	1,9667 ÷ 23,54	5,1491	1,280	0,1008	↗
IT	1980–2015	36	11,3077	5,9835 ÷ 26,7318	4,1980	–1,240	0,1076	↘
IT	1990–2015	26	10,6497	5,9835 ÷ 21,4051	3,5776	0,040	0,4824	↗
LT	1992–2015	24	0,5982	0,1514 ÷ 2,0673	0,4942	–0,120	0,4506	↘
LV	1980–2015	36	0,8101	0,1055 ÷ 5,5709	0,9847	3,750	0,0001	↗
LV	1990–2015	26	1,0340	0,3067 ÷ 5,5709	1,0806	0,480	0,3139	↗
MK	2007–2015	9	20,5475	7,4444 ÷ 50,0997	13,2453	–0,310	0,3772	↘
NO	2001–2015	15	6,5252	0,9832 ÷ 18,678	6,1166	0,200	0,4215	↗
PL	1990–2015	26	0,8142	0,2640 ÷ 3,6899	0,6847	–4,320	0,0000	↘
PT	1980–2015	36	7,0141	1,2467 ÷ 18,8382	4,9944	–3,060	0,0011	↘
PT	1990–2015	26	5,2805	1,2467 ÷ 16,2522	3,7103	–0,440	0,3297	↘
RO	1990–2015	26	4,3081	1,8378 ÷ 9,0095	1,8403	1,410	0,0792	↗
SE	1998–2015	18	0,5727	0,1686 ÷ 3,353	0,7537	–0,150	0,4398	↘
SI	2002–2015	14	3,5050	0,5143 ÷ 12,6786	3,5947	–1,860	0,0313	↘
SK	1999–2015	17	1,4008	0,6484 ÷ 3,2553	0,5616	1,110	0,1330	↗
TR	1990–2013	24	5,1622	1,7824 ÷ 13,934	3,3315	–2,700	0,0034	↘
UA	1990–2015	26	1,3294	0,3172 ÷ 6,8787	1,3673	0,930	0,1773	↗
US	1980–2016	37	26,0461	5,5162 ÷ 60,1239	14,7933	4,250	0,0000	↗
US	1990–2016	27	29,8291	6,6398 ÷ 60,1239	14,9880	3,250	0,0006	↗

n – liczba lat objętych analizą, $\bar{x}$ – średnia, SD – odchylenie standardowe, Z – Z-testowe, p – prawdopodobieństwo testowe p, ↗ lub ↘ – trend dodatni lub ujemny nieistotny statystycznie, ↗ lub ↘ – trend dodatni lub ujemny istotny statystycznie na poziomie $\alpha = 0,05$ (*), $\alpha = 0,01$ (**) lub $\alpha = 0,001$ (***)

n – number of analysed years, $\bar{x}$ – mean, SD – standard deviation, Z – Z-test, p – probability, ↗ or ↘ – non-significant positive or negative trend, ↗ or ↘ – positive or negative trend statistically significant at $\alpha = 0.05$ (*), $\alpha = 0.01$ (**) or $\alpha = 0.001$ (***)

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

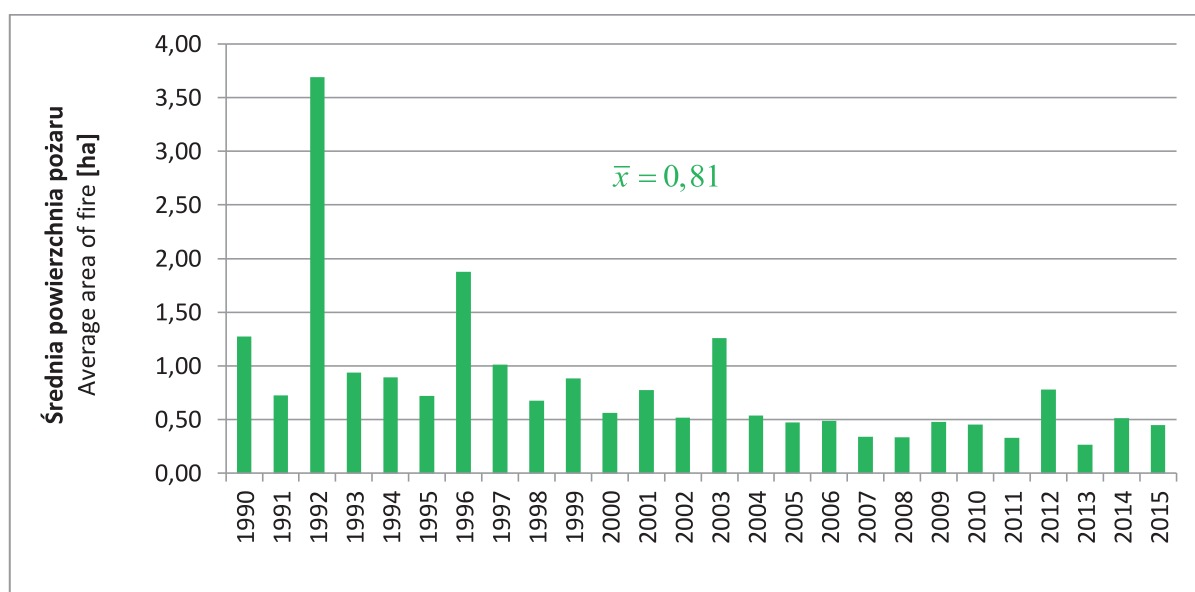


Rycina 1. Średnia roczna liczba pożarów (a) i spalona powierzchnia (b) przeliczona na 1000 ha powierzchni leśnej w Polsce w latach 1990–2015

Figure 1. Annual average number of forest fires (a) and burnt area (b) converted into 1000 ha of forest areas in Poland in 1990–2015

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.



Rycina 2. Średnia powierzchnia pożaru lasu w Polsce w latach 1990–2015

Figure 2. Mean area affected by forest fire in Poland in 1990–2015

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Grupowania hierarchiczne

Analiza skupień 29 państw pod względem liczby pożarów lasów i spalanej powierzchni leśnej w latach 1990–2015 pozwoliła podzielić badane kraje na 5 zasadniczych grup, przy czym

Hierarchical clustering

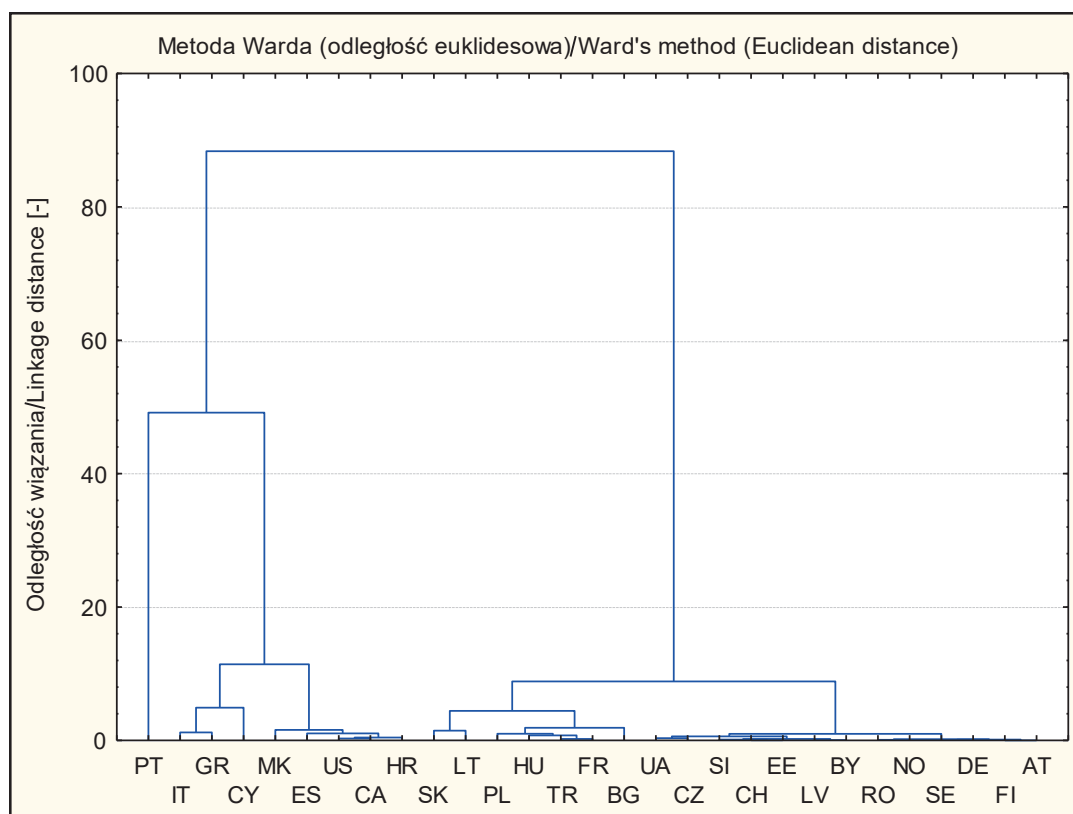
The cluster analysis of 29 countries with regard to the number of forest fires and burnt forest area in 1990–2015 made it possible to divide the analysed countries into 5 basic clusters,

najbardziej od pozostałych dystansują się Portugalia oraz Grecja, Cypr, Macedonia, Hiszpania, Stany Zjednoczone, Kanada i Chorwacja (ryc. 3). Państwa te charakteryzują wysokie wartości spalonych powierzchni leśnych oraz liczby pożarów lasów (tabele 2 i 3). Polska największe podobieństwo wykazała do Węgier, Turcji, Francji i Bułgarii. Nieco bardziej odbiega od Litwy i Słowacji (ryc. 3).

Z grupowania państw opisywanych wskaźnikami liniowego tempa zmian liczby pożarów lasów, spalanej powierzchni leśnej i powierzchni pojedynczego pożaru (wartości Sen's slope) oraz średniej powierzchni pożaru wyłączono Kanadę, ze względu na zbyt duże różnice w wartościach statystyk pożarowych w porównaniu do innych państw. Różnice te skutkowałyby zakłóceniem budowy dendrogramu. W wyniku analizy wyodrębniono 4 zasadnicze skupienia. Polskę zgrupowano z Łotwą, Słowacją, Ukrainą i Białorusią obok Finlandii, Czech, Litwy, Niemiec, Szwecji i Austrii (ryc. 4). W tej ocenie w największej odległości od pozostałych skupiły się USA, Grecja, Chorwacja, Macedonia, Cypr i Bułgaria.

in which Portugal, Greece, Cyprus, Macedonia, Spain, the USA, Canada and Croatia were lagging behind the most (fig. 3). Those countries are characterised by high values of burnt forest areas and numbers of forest fires (tables 2 and 3). Poland was the most similar to Hungary, Turkey, France and Bulgaria. It showed slightly more differences in relation to Lithuania and Slovakia (fig. 3).

Canada was excluded from clustering with the said countries using the linear indices for changes in the number of forest fires, burnt forest area and mean fire area (Sen's slope) as well as mean forest fire area, due to excessive differences in the values of fire statistics in comparison with other countries. These differences would interfere with creating the dendrogram structure. 4 basic clusters were isolated in the analysis. Poland was clustered with Latvia, Slovakia, Ukraine and Belarus, next to Finland, the Czech Republic, Lithuania, Germany, Sweden and Austria (fig. 4). In this assessment, the USA, Greece, Croatia, Macedonia, Cyprus and Bulgaria were lagging behind the most.

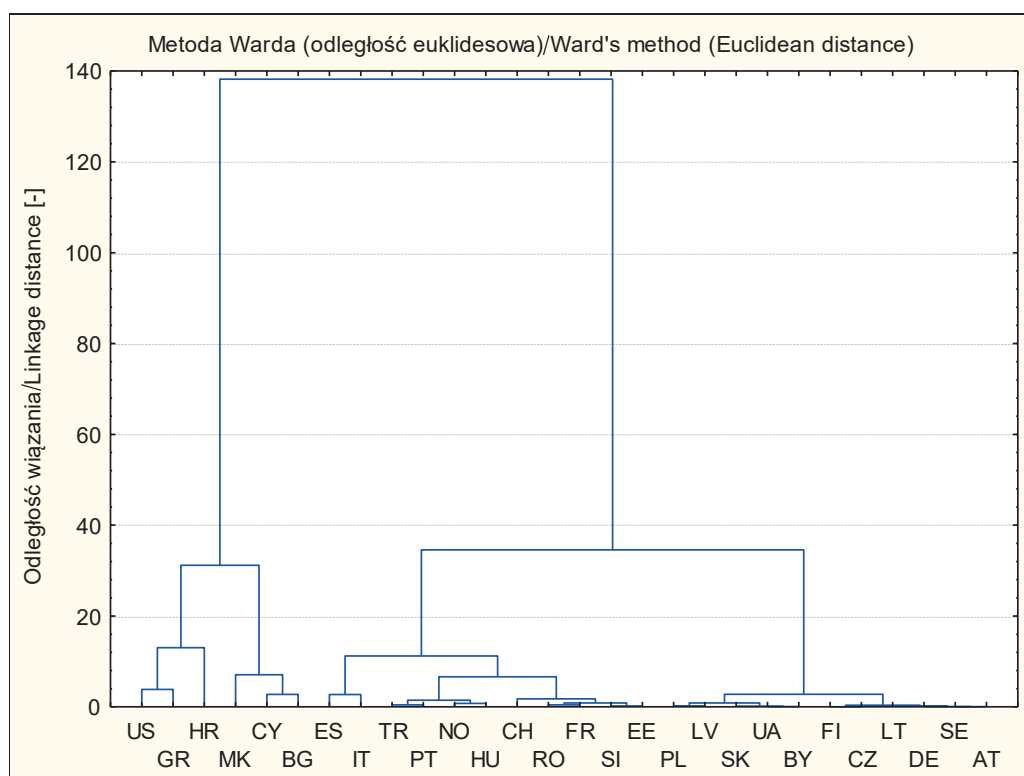


Rycina 3. Grupowanie hierarchiczne 29 krajów pod względem liczby pożarów lasów i spalanej powierzchni leśnej dla lat 1990–2015 (oznaczenia państw jak w tabeli 1)

Figure 3. Hierarchical clustering of 29 countries in terms of the number of forest fires and burnt forest area in the years 1990–2015 (countries denoted as in table 1)

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.



Rycina 4. Grupowanie hierarchiczne 28 krajów Europy i USA pod względem szybkości zmian liczby pożarów lasów, spalonej powierzchni leśnej i średniej powierzchni pożaru (wartości Sen's slope testu Manna-Kendalla) oraz średniej powierzchni pożaru lasu dla lat 1990-2015 (oznaczenia państw jak w tabeli 1)

Figure 4. Hierarchical clustering of 28 European countries and the USA in terms of the rate of change in the number of forest fires, burnt area and mean fire area (Sen's slope in the Mann-Kendall test) and mean fire area in the years 1990-2015 (countries denoted as in table 1)

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Podsumowanie

Przewidywane zmiany klimatu w XXI wieku prawdopodobnie spowodują zwiększone ryzyko pożarów nie tylko w basenie Morza Śródziemnego, ale także w innych częściach Europy i świata. Przeprowadzone przez M. Dury i in. [33] symulacje prognozują znaczny wzrost częstości i intensywności pożarów w Europie Środkowej do 60°N, a zwłaszcza w zachodniej Francji, Polsce, Rumunii, w centralnej Rosji i na Ukrainie. Tylko Skandynawia i północna Rosja nie będą musiały stawić czoła zwiększającemu się zagrożeniu pożarowemu. W regionach podatnych na pożar oczekuje się wzrostu temperatury powietrza i zmniejszenia opadów półroczia letniego, chociaż istnieją pewne wątpliwości co do dokładnego wzorca zmiany opadów [33].

Mimo że wielu zagadnień dotyczących pożarów lasów wciąż nie udało się wyjaśnić, dzięki intensyfikacji badań nad tym zjawiskiem można coraz dokładniej poznawać rządzące nim mechanizmy. Ogólny pogląd na to, że klimat decyduje o corocznej powierzchni spalonych lasów sugeruje, że w następstwie jego ocieplenia pożary stały się i będą nadal stawać się coraz częstszym zjawiskiem [34–37]. Wpływ klimatu na częstość pożarów okazuje się jednak bardziej skomplikowany – zmienny przestrzennie i czasowo [38, 39, 40]. Na przykład przypuszcza się, że we wschodniej części Alp przyczyną sezonowych anomalii w występowaniu pożarów

Summary

The climate changes predicted for the 21st century will probably contribute to a higher risk of fires not only in the Mediterranean Basin, but also in other parts of Europe and the world. The simulations prepared by M. Dury et al. [33] predict a significant increase in the frequency and intensity of fires in Central Europe up to 60°N, especially in western France, Poland, Romania, central Russia and Ukraine. Only Scandinavia and northern Russia will not have to deal with higher fire risks. Higher air temperatures and lower precipitation in the summer half-year are expected in regions susceptible to fires, although there is some doubt as to the exact pattern of precipitation changes [33].

Intensified studies of forest fires contribute to increasingly detailed knowledge about the mechanisms behind this phenomenon, although many issues have not been fully explained yet. The general view that climate determines the annual burnt forest area suggests that the global warming has made and will continue to make fires an increasingly frequent occurrence [34–37]. However, the impact of climate on the frequency of fires appears more complex and involves spatial and temporal variations [38, 39, 40]. For example, it is surmised that the seasonal forest fire anomalies in the eastern Alps are

rów lasów jest nie tylko sam opad, ale również kombinacja okresów suszy i wyższych temperatur [41]. Pomimo że pogoda i klimat nie są jedynymi mechanizmami wpływającymi na powstawanie pożarów lasów, określają one warunki inicjowania pożaru i jego rozprzestrzenianie po wystąpieniu zapłonu. Pozostają także kluczowymi czynnikami do wyjaśnienia przestrzennej i czasowej zmienności pożarów we wszystkich skalach [42].

Dysponując dokładniejszymi, wieloletnimi statystykami, można analizować zmienność zagrożenia pożarowego i występowania pożarów w aspekcie warunków pogodowych, odnosząc je, np. do pór roku, miesięcy, dni czy regionów geograficznych, precyzyjnie ustalając, jakich przemian jesteśmy świadkami i czego możemy spodziewać się w przyszłości [39, 41]. Na przykład amerykańskie badania J.R. Marlon i in. [43] dowodzą, że obecnie znajdujemy się w cyklicznie pojawiającym się na Ziemi okresie nazwanym *fire deficit*, współcześnie będącym konsekwencją nie tylko niższych temperatur w przeszłości, ale również skutkiem działalności człowieka i ekologicznych efektów jego wysokiej aktywności przeciwpożarowej. Bazując wyłącznie na danych dotyczących pożarów, uznali oni, że rozmiar powierzchni spalonych w XIX i XX wieku nie był anomalny. Jednakże zwracają również uwagę na to, iż pomimo braku niezwykłości w poziomie spalania biomasy, jest on wyraźnie pozbawiony równowagi z obecnym klimatem.

Przeprowadzone w ramach niniejszej pracy badania dla 30 krajów generalnie nie potwierdziły poglądów dotyczących prognoz zwiększania się liczby pożarów lasów i rozmiaru spalonych powierzchni leśnych jako konsekwencji zmian klimatycznych [11–16]. Niemniej dla niektórych państw odnotowano potwierdzone statystycznie niepokojące trendy rosnące tych cech.

Nagromadzenie materiałów palnych w poprzednich latach [43] w połączeniu ze wzrostem temperatury i częstotliwości występowania susz [44] stanowić będzie duże wyzwanie dla systemów zabezpieczeń przeciwpożarowych obszarów leśnych. Póki co najwyższa ich skuteczność, opisywana niską wartością średniej powierzchni pożaru lasu, odnotowana została w krajach Europy Środkowej i Północnej. Należy jednakże pamiętać, że zazwyczaj charakteryzują się one niższym stopniem zagrożenia pożarowego, a wiarygodność użytego wskaźnika zależy od jakości zgromadzonych danych. W statystykach pożarów lasów występują problemy z właściwą rejestracją pożarów o najmniejszej powierzchni – do 1 ha [41, 45].

Przewidywanie występowania pożarów w nadchodzących dziesięcioleciach wymaga, oprócz badań nad klimatem, pełnej wiedzy o aspektach społeczno-ekonomicznych mających wpływ na pożary i ich gaszenie [41, 42, 46, 47, 48]. Ponadto w przypadku szacowania przyszłych warunków pożarowych należy opracować prognozy ekologiczne, związane ze zmianami w strukturze lasów i dominujących gatunków drzew. Wszechstronność tego problemu podkreśla znaczenie interdyscyplinarnych badań nad pożarami lasów [42].

Wnioski

1. Wyniki przeprowadzonych badań nie potwierdziły poglądów o możliwości zwiększania się liczby pożarów lasów i rozmiaru spalonych powierzchni leśnych w konsekwencji

not caused only by precipitation, but also a combination of drought and high temperature periods [41]. Although weather and climate are not the only mechanisms contributing to the occurrence of forest fires, they determine the conditions of fire initiation and propagation. They also remain the key factors in explaining the spatial and temporal variability of fires in all scales [42].

Equipped with more precise, multi-year statistics, we can analyse the variability of fire threats and fire occurrence in the aspect of weather conditions, with reference to e.g. seasons, months, days or geographical regions, while precisely determining the changes witnessed and what is to be expected in the future [39, 41]. For example, the US study of J.R. Marlon et al. [43] proves that we are currently going through a global cycle known as the *fire deficit*, which results not only from lower temperatures in the past, but also from human activity and the environmental effects of the measures taken to prevent fires. Taking data on fires as the only basis for research, the scientists determined that the burnt area in the 19th and 20th centuries was not anomalous. However, they also point out that despite the ordinary level of burnt biomass, it is also clearly not as high as the current climate would suggest.

The studies of 30 countries conducted as part of this study generally did not confirm the view that the number of forest fires and burnt area are increasing as a result of climate change [11–16]. Nevertheless, in some countries statistically disturbing trends were observed for these characteristics.

The concentration of combustible material in the previous years [43], combined with increased temperatures and more frequent droughts [44], will pose a significant challenge for the fire protection systems of forest areas. So far, the most effective systems, as seen in the low values of mean forest fire area, were observed in the countries of Central and Northern Europe. It should be noted, though, that these countries usually deal with a lower fire hazard and that the reliability of the indicator used depends on the quality of collected data. Forest fire statistics show problems with the correct recording of lowest-area fires of up to 1 ha [41, 45].

To predict the incidence of fires in the coming decades, in addition to climate studies, we need a thorough knowledge of the socio-economic aspects influencing fires and fire-fighting activities [41, 42, 46, 47, 48]. Furthermore, to estimate the future fire conditions we need ecological forecasts focusing on the changes in forest structure and the dominant tree species. The extensive nature of this problem emphasises the significance of interdisciplinary research on forest fires [42].

Conclusions

1. The results of the studies did not confirm the opinions that the number of forest fires and the burnt forest area were potentially increasing due to climate change,

- zmian ziemskiego klimatu, gdyż dla większości analizowanych krajów tendencje dla obu tych cech są malejące.
2. Pomimo zmian klimatycznych badane państwa dobrze radzą sobie z pożarami lasów, czego dowodem może być fakt, iż tylko w 4 przypadkach (USA, Łotwy, Estonii i Kanady) statystycznie potwierdzono dodatni trend dla średniej powierzchni pożaru lasu. Świadczy to o wysokiej skuteczności krajowych systemów zabezpieczenia przeciwpożarowego lasów.
 3. Niska wartość średniej powierzchni pojedynczego pożaru lasu pozwala zaliczyć Polskę, razem z Czechami, Finlandią, Niemcami, Austrią, Szwecją, Litwą i Łotwą, do grupy państw, w których skuteczność przeciwpożarowego zabezpieczenia obszarów leśnych jest najwyższa w Europie.
 4. Cechą wyróżniającą Polskę na tle wyżej wymienionych krajów jest odnotowana najsilniejsza tendencja spadkowa średniej powierzchni pojedynczego pożaru, która pozwala przypuszczać, iż proces doskonalenia przeciwpożarowego systemu zabezpieczenia polskich lasów jeszcze się nie zakończył.
 5. Pod względem liczby pożarów oraz spalonej powierzchni Polska tworzy wspólną grupę z Węgrami, Turcją, Francją i Bułgarią oraz Litwą i Słowacją.
 6. Grupowanie z użyciem wskaźników liniowego tempa zmian liczby pożarów, spalonej powierzchni i średniej powierzchni pożaru (wartości *Sen's slope*) oraz średniej powierzchni pożaru lasu skupia Polskę obok Łotwy, Słowacji, Ukrainy i Białorusi, a także Finlandii, Czech, Litwy, Niemiec, Szwecji i Austrii. W tej ocenie w największej odległości od pozostałych państw skupiały się USA, Grecja, Chorwacja, Macedonia, Cypr i Bułgaria.
 7. Fundamentem wiarygodności prowadzonych tego typu badań są długie i poprawnie utworzone serie danych, stąd należy dołożyć wszelkich starań, aby jak największa liczba państw zbierała informacje o pożarach lasów w sposób konsekwentny i ujednolicony.
- because in most analysed countries, downward trends were identified for both indices.
2. Despite the climate change, the studied countries have had some success in fighting forest fires, which is evidenced by the fact that only in 4 cases (the US, Latvia, Estonia and Canada) an upward trend in the mean forest fire area was statistically confirmed. This proves the high efficiency of national forest fire protection systems.
 3. The low value of the mean fire area places Poland alongside the Czech Republic, Finland, Germany, Austria, Sweden, Lithuania and Latvia in the cluster of countries in which the effectiveness of forest area fire protection is the highest in Europe.
 4. Poland stands out against the above-mentioned countries, having the strongest downward trend in the mean forest fire area observed, which leads to the conclusion that the process of improving the fire protection system of Polish forests is still ongoing.
 5. In terms of the number of fires and burnt forested area Poland is clustered with Hungary, Turkey, France and Bulgaria, as well as Lithuania and Slovakia.
 6. Clustering using linear indices for changes in the number of forest fires, burnt area and mean fire area (*Sen's slope*) as well as mean forest fire area, places Poland next to Latvia, Slovakia, Ukraine and Belarus, Finland, the Czech Republic, Lithuania, Germany, Sweden and Austria. In this assessment, the US, Greece, Croatia, Macedonia, Cyprus and Bulgaria were lagging behind the most.
 7. Long and correctly generated data series are needed to ensure the reliability of such research, which is why all effort should be made for as many countries as possible to collect information on forest fires in a consistent and unified manner.

Literatura/Literature

- [1] Brown J.K., Smith J.K. (eds.), *Wildland fire in ecosystems: effects of fire on flora*, Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-42-vol. 2. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station 2000, 1–257.
- [2] Smith J.K. (ed.), L. Lyon J.L., Huff M.H., Hooper R.G., Telfer E.S., Schreiner D.S., *Wildland fire in ecosystems: effects of fire on fauna*, Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-42-vol. 1. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station 2000, 1–83.
- [3] Szczygieł R., *Wielkoobszarowe pożary lasów w Polsce*, BiTP Vol. 25 Issue 1, 2012, pp. 67–78.
- [4] Piwnicki J., Szczygieł R., Ubysz B., Analiza ekonomiczna funkcjonowania ochrony przeciwpożarowej lasu z podziałem na zadania obligatoryjne i dodatkowe (zalecenia dla praktyki leśnej), Warszawa 2005, 1–24.
- [5] Sandberg D.V., Ottmar R.D., Peterson J.L., Core J., *Wildland fire on ecosystems: effects of fire on air*, Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-42-vol. 5. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station 2002, 1–79.
- [6] Trofimova N.V., Suchinin A.I., *Ocena zanieczyszczenia środowiska emisjami dymowymi z pożarów lasu na podstawie danych satelitarnych*, „Leśne Prace Badawcze” 2005, 3, 7–15.
- [7] Schultz M.G., Heil A., Hoelzemann J.J., Spessa A., Thonicke K., Goldammer J.G., Held A.C., Pereira J.M.C., van het Bolscher M., *Global wildland fire emissions from 1960 to 2000*, “Global Biogeochemical Cycles” 2008, 22 (2).
- [8] Mouillot F., Field C.B., *Fire history and the global carbon budget: a 1°×1° fire history reconstruction for the 20th century*, “Global Change Biology” 2005, 11, 398–420.
- [9] Zarzycki J., *Bezpieczeństwo pożarowe lasów w powiecie – cz. 1.*, „Przegląd Pożarniczy” 2012, 2, 26–29.
- [10] Kwiatkowski M., Szczygieł R., *System zabezpieczenia przeciwpożarowego obszarów leśnych*, „Zabezpieczenia” 2013, 4, 16–19.

- [11] Szczygieł R., Ubysz B., Piwnicki J., *Impact from global warming on the occurrence of forest fires in Poland*, [in:] *Proceedings of the 4th International Wildland Fire Conference*, Seville 13–17 May, 2007.
- [12] Grajewski S., *Potencjalny wpływ zmian klimatycznych na gospodarkę leśną centralnej Wielkopolski*, „Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich” 2010, 14, 109–123.
- [13] Wąs M., Grajewski S., *Zmienność parametrów klimatycznych i ich wpływ na gospodarkę leśną Nadleśnictwa Kaliska*, „Zarządzanie Ochroną Przyrody w Lasach” 2011, 5, 132–153.
- [14] Müller M.M., Vacik H., Valse E., *Anomalies of the Austrian forest fire regime in comparison with other Alpine countries: a research note*, “Forests” 2015, 6(4), 903–913.
- [15] Goldammer J.G., Nikolov N., *Climate change and forest fires risk*. Proceedings of the European and Mediterranean Workshop, Climate change impact on water-related and marine risks, Murcia (Spain), 26–27 October, 2009.
- [16] Spracklen D.V., Mickley L.J., Logan J.A., Hudman R.C., Yevich R., Flannigan M.D., Westerling A.L., *Impacts of climate change from 2000 to 2050 on wildfire activity and carbonaceous aerosol concentrations in the Western United States*, “Journal of Geophysical Research” 2009, 114(D2030).
- [17] Forest Europe 2015: State of Europe’s Forests, Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, Forest Europe Liaison Unit, Madrid 2015, 1–312.
- [18] World Development Indicators, <http://data.worldbank.org/indicator/AG.LND.FRST.K2>, [dostęp: 30.04.2017].
- [19] Hamed K.H., Rao A.R., *A modified Mann-Kendall trend test for autocorrelated data*, “Journal of Hydrology” 1998, 204(1–4), 182–196.
- [20] Węglarczyk S., *Statystyka w inżynierii środowiska*, Wydawnictwo PK, Kraków 2010, 1–375.
- [21] Yue S., Pilon P., Cavadias G., *Power of the Mann-Kendall and Spearman’s rho tests for detecting monotonic trends in hydrological series*, “Journal of Hydrology” 2002, 259(1–4), 254–271.
- [22] Yue S., Wang C.Y., *The Mann-Kendall test modified by effective sample size to detect trend in serially correlated hydrological series*, “Water Resour. Manag.” 2004, 18, 201–218.
- [23] Banasik K., Hejduk L., Hejduk A., Kaznowska E., Banasik J., Byczkowski A., *Wieloletnia zmienność odpływu z małej zlewni rzecznej w regionie Puszczy Kozińskiej*, „Sylvan” 2013, 157 (8), 578–586.
- [24] Krysztofiak-Kaniewska A., Miler A.T., Ziemlińska K., Wróbel M., *Trend analysis of changes in soil moisture from the different depths in the Martew Forestry*, “Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich”, 2016, IV(1), 1157–1167.
- [25] San-Miguel-Ayaz J., Durrant T., Boca R., Libertà G., Boccacci F., Di Leo M., López Pérez J., Schulte E., *Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa 2015*. Joint report of JRC and Directorate-General Environment, EUR 28158 EN, 2016.
- [26] FRA 2010/019 Country Report. Belarus. Global Forest Resources Assessment, Country Reports, Belarus. Forestry Department Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome 2010, 1–50.
- [27] Sinelnikov A., *Belarus – preparedness for the fire season 2010*, “International Forest Fire News (IFFN)” 2010, 40, 58–60.
- [28] Vonásek V., Lukeš P., *Statistická ročenka 2015, Požární ochrana*. Integrovaný záchranný systém. Hasičský záchranný sbor ČR. Česká republika, Ministerstvo vnitra-generální ředitelství, Hasičského záchranného sboru České republiky, Praha 2016, 1–43.
- [29] Aastaraamat Mets 2014. Keskkonnaagentuur, Tallinn 2016, 1–225.
- [30] Vainio T., E-mail information from Mr. Taito Vainio, Project Manager, Ministerial Adviser, Ministry of the Interior, Department for Rescue Services, Finland 2017.
- [31] Ireland’s Forests – Annual Statistics 2016. Annual Forest Sector Statistic. The Forest Service of the Department of Agriculture, Food and the Marine, 2016, 1–61.
- [32] Ramsey G.S., Higgins D.G., *Canadian Forest Fire Statistics 1980 and Canadian Forest Fire Statistics 1981, 1982, 1983, 1984–1987*, Canadian Forest Service and National Forestry Database, 2017.
- [33] Dury M., Hambuckers A., Warnant P., Henrot A., Favre E., Ouberdous M., François L., *Responses of European forest ecosystems to 21st century climate: assessing changes in interannual variability and fire intensity*, “iForest” 2011, 4, 82–99.
- [34] Gillett N.P., Weaver A.J., Zwiers F.W., Flannigan M.D., *Detecting the effect of climate change on Canadian forest fires*, “Geophysical Research Letters” 2004, L18211, 31.
- [35] Flannigan M.D., Logan K.A., Amiro B.D., Skinner W.R., Stocks B.J., *Future area burned in Canada*, “Climatic Change”, 2005, 72, 1–16.
- [36] Soja A.J., Tchepakova N.M., French N.H.F., Flannigan M.D., Shugart H.H., Stocks B.J., Sukhinin A.I., Parfenova E.I., Chapin F.S.III, Stackhouse P.W.J., *Climate-induced boreal forest change: Predictions versus current observations*, “Global and Planetary Change” 2007, 56, 274–296.
- [37] Brotons L., Aquilué N., de Cáceres M., Fortin M.J., Fall A., *How Fire History, Fire Suppression Practices and Climate Change Affect Wildfire Regimes in Mediterranean Landscapes*, “PLoS ONE” 2013, 8, e62392.
- [38] Flannigan M.D., Krawchuk M.A., de Groot W.J., Wotton B.M., Gowman L.M., *Implications of changing climate for global wildland fire*, “International Journal of Wildland Fire” 2009, 18, 483–507.
- [39] Wallenius T.H., Pennanen J., Burton P.J., *Long-term decreasing trend in forest fires in Northwestern Canada*, “Ecosphere” 2011, 2(5), art53.
- [40] Mäkelä H.M., Laapas M., Venäläinen A., *Long-term temporal changes in the occurrence of a high forest fire danger in Finland*, “Nat. Hazards Earth Syst. Sci.” 2012, 12, 2591–2601.
- [41] Valse E., Conedera M., Held A.C., Ascoli D., *Fire, humans and landscape in the European Alpine region during the Holocene*, “Anthropocene” 2014, 6, 63–74.
- [42] Venäläinen A., Korhonen N., Hyvärinen O., Koutsias N., Xystrakis F., Urbietta I.R., Moreno J.M., *Temporal variations and change in forest fire danger in Europe for 1960–2012*, “Nat. Hazards Earth Syst. Sci.” 2014, 14, 1477–1490.
- [43] Marlon J.R., Bartlein P.J., Gavin D.G., Long C.J., Anderson R.S., Briles C.E., Brown K.J., Colombaroli D., Hallett D.J., Power M.J., Scharf E.A., Walsh M.K., *Long-term perspective on wildfires in the western USA*, “PNAS” 2012, E535–E543.
- [44] IPCC. Climate change 2014: Synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri R.K. and Meyer L.A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland 2014, 1–151.
- [45] Turco M., Bedia J., Di Liberto F., Fiorucci P., von Hardenberg J., Koutsias N., Llasat M.-C., Xystrakis F., Provenzale A., *Decreasing Fires in Mediterranean Europe*, “PLoS One” 2016, 11(3), e0150663.
- [46] Arndt N., Vacik H., Koch V., Arpacı A., Gossow H., *Modeling human-caused forest fire ignition for assessing forest fire danger in Austria*, “iForest” 2013, 6, 315–325.
- [47] Arpacı A., Malowerschnig B., Sass O., Vacik H., *Using multi variate data mining techniques for estimating fire susceptibility of Tyrolean forests*, “Appl. Geogr.” 2014, 53, 258–270.
- [48] Ruffault J., Mouillot F., *How a new fire-suppression policy can abruptly reshape the fire-weather relationship*, “Ecosphere”, 2015, 6: art199.
- [49] <http://nfdp.ccfm.org> [dostęp: 2.02.2017].
- [50] <http://www.belstat.gov.by> [dostęp: 30.04.2017].
- [51] <http://www.wsl.ch> [dostęp: 18.05.2016].
- [52] <https://ukrstat.org> [dostęp: 30.04.2017].
- [53] <https://www.ncdc.noaa.gov> [dostęp: 30.04.2017].

DR INŻ. SYLWESTER MAREK GRAJEWSKI – absolwent Wydziału Leśnego Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, adiunkt w Katedrze Inżynierii Leśnej UP w Poznaniu. Zainteresowania zawodowe koncentrują się na problematyce szeroko pojętych technicznych elementów ochrony lasu. W ostatnich latach szczególnym zainteresowaniem obdarzył leśne sieci drogowe, w tym dojazdy pożarowe i ich dostosowanie do wymogów pojazdów gaśniczych współcześnie wykorzystywanych przez jednostki straży pożarnych. Autor i współautor ponad 110 publikacji.

SYLWESTER MAREK GRAJEWSKI, PH.D. ENG. – graduate of the Faculty of Forestry of the Poznań University of Life Sciences (UP), assistant professor at the Department of Forest Engineering of UP in Poznań. His professional interests include various technical elements of forest protection. In recent years he focused primarily on forest road networks, including fire-department access roads and their adjustment to the requirements of fire engines currently used by fire departments. He authored and co-authored more than 110 publications.



Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego

Artykuł został przetłumaczony ze środków MNiSW w ramach zadania: Stworzenie anglojęzycznych wersji oryginalnych artykułów naukowych wydawanych w kwartalniku „BiTP. Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza” – typ zadania: stworzenie anglojęzycznych wersji wydawanych publikacji finansowane w ramach umowy 935/P-DUN/2016 ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych na działalność upowszechniającą naukę.

Oleksandr Borys Pavlovych, Ph.D.^{a)*}

^{a)}Ukrainian Civil Protection Research Institute

*Corresponding author: undicz@mns.gov.ua

Review of Fire Statistics Data in Ukraine

Обзор статистических данных о пожарах в Украине

Przegląd danych statystycznych dotyczących pożarów na Ukrainie

ABSTRACT

Aim: To perform a comparative review of global fire statistics and statistical data obtained in Ukraine as well as to identify the principal areas of analytical studies focusing on civil protection against fires.

Introduction: A review of global fire statistics reveals that Ukraine has an extremely low level of civil protection against fires. The number of fire deaths in Ukraine is almost 18 times higher than the average for EU Member States. In general, this is also true for other post-Soviet states, which share almost identical mechanisms of fire registration and fire services calls as well as the protection level of buildings in terms of automatic fire detection and firefighting systems. There is a need to study the available fire response mechanisms and practices and to thoroughly analyse the fire situation in Ukraine in order to increase the level of protection of population. Taking into account Ukraine's efforts to introduce the unified mechanism of civil protection available in the EU, it is purposeful to conduct appropriate studies including comparisons with the relevant statistical data from selected EU Member States.

Methodology: The studies were conducted using large-scale statistical monitoring, statistical generalisation and grouping of the statistical processing of generalised indices and subindices, and a thorough qualitative analysis of statistical data.

Results: An overview of global data on fire causes and fire-related deaths was conducted; an unsatisfactory situation with regard to civil protection against fires as compared to global and European fire statistics is continuing in Ukraine. A number of differences in compiling fire statistics in Ukraine and EU Member States were identified, and a certain lack of correspondence as well as differences can be observed; in particular in the estimation of the functioning of emergency response systems. It was revealed that there is a need for further scientific analysis of global fire statistics and for studying the emergency response mechanisms and practices available in EU Member States; the efficiency of the emergency response system operated in Ukraine is low compared to that revealed in the statistical data on the operative and tactical activities of fire services in EU Member States.

A thorough analysis of the causes of this situation should be conducted in order to identify the principal areas of analytical studies on civil protection against fires in Ukraine. In particular, we should perform a proper analysis of global fire statistics and study practices applied in the statistical registration of fires; a comprehensive estimation should be conducted of the efficiency of emergency response mechanisms and practices available in EU Member States, and the regulatory basis and principles of selecting fire department locations in settlement areas as well as the resources and means of response available in EU Member States should be studied.

Keywords: fire statistics, fire service, CTIF

Type of article: review article

Received: 10.07.2017; Reviewed: 19.09.2017; Published: 30.09.2017;

Please cite as: BiTP Vol. 47 Issue 3, 2017, pp. 62–67, doi: 10.12845/bitp.47.3.2017.4;

This is an open access article under the CC BY-NC-SA 4.0 license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

АННОТАЦИЯ

Цель: Проведение сравнительного обзора мировой статистики и статистических данных Украины, определения на его основании основных направлений аналитических исследований по защите населения от пожаров.

Введение: Согласно обзору мировой статистики пожаров, Украина характеризуется крайне низким уровнем защиты населения. Количество погибших на пожарах в Украине почти в 18 раз превышает среднестатистическое значение стран ЕС. В общем, указанное касается и других стран постсоветского пространства, которые связаны между собой примерно одинаковыми механизмами учета пожаров и боевой работы, а также уровнем защиты объектов автоматическими системами обнаружения и тушения пожаров. Возникает необходимость изучения существующих механизмов и практик реагирования на пожары и основательного анализа состояния с пожарами в Украине и определение векторов направленных на повышение уровня защиты населения. Учитывая стремление Украины к введению единого механизма гражданской защиты ЕС, исследования целесообразно проводить в сравнении со статистическими данными стран ЕС.

Методология: исследования проводились с применением методов массового статистического наблюдения, статистической сводки и группировки статистической обработки сводных и рассредоточенных показателей, всестороннего анализа статистических материалов.

Результаты: Проведен обзор мировых данных о возникновении пожаров и гибели на них людей, по сравнению с мировой и европейской статистикой пожаров в Украине сохраняется неудовлетворительное положение в сфере защиты населения от пожаров. Установлены различия в ведении статистики пожаров в Украине и странах ЕС, имеют место несоответствия и расхождения в частности в оценке работы

систем реагирования на опасные события. Определена необходимость дальнейшего научного анализа мировой статистики пожаров и изучения существующих механизмов и практик реагирования на опасные события в странах ЕС, эффективность существующей системы реагирования на опасные события в Украине низкая по сравнению со статистикой оперативно-тактической работы противопожарных служб стран ЕС.

Для определения основных направлений аналитических исследований по защите населения от пожаров в Украине необходимо провести тщательный анализ причин сложившейся ситуации в этой сфере, а именно: осуществить анализ мировой статистики пожаров и исследований существующих практик статистического учета пожаров; провести комплексную оценку эффективности механизмов и практик реагирования на опасные события стран ЕС; изучить нормативные основы и принципы размещения пожарных подразделений на территориях населенных пунктов, количества сил и средств реагирования, используемые в странах-членах ЕС.

Ключевые слова: статистика пожаров, противопожарная служба, CTIF

Вид статьи: обзорная статья

Принята: 10.07.2017; Рецензирована: 19.09.2017; Опубликовано: 30.09.2017;

Просим ссылаться на статью следующим образом: BiTP Vol. 47 Issue 3, 2017, pp. 62–67, doi: 10.12845/bitp.47.3.2017.4;

Настоящая статья находится в открытом доступе и распространяется в соответствии с лицензией CC BY-NC-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

ABSTRAKT

Cel: Celem artykułu jest przeprowadzenie przeglądu porównawczego światowych i ukraińskich statystyk pożarów oraz wyznaczenie na jego podstawie głównych kierunków badań analitycznych w zakresie ochrony przeciwpożarowej ludności.

Wprowadzenie: Zgodnie ze światową statystyką pożarów Ukraina charakteryzuje się skrajnie niskim poziomem ochrony przeciwpożarowej ludności. Liczba ofiar śmiertelnych pożarów na Ukrainie przewyższa o 18 razy średnią krajów UE. Dotyczy to także pozostałych państw postradzieckich, które cechują m.in. takie same mechanizmy ewidencji pożarów i działań ratowniczych, jak również podobny poziom ochrony obiektów za pomocą zautomatyzowanych systemów wykrywania i gaszenia pożarów. W związku z powyższym istnieje konieczność zbadania istniejących mechanizmów i praktyk reagowania na pożar. Należy przeprowadzić również dokładną analizę stanu pożarów na Ukrainie, a także określić kierunki poprawy poziomu bezpieczeństwa ludności. Biorąc pod uwagę to, że Ukraina dąży do przyjęcia wspólnego mechanizmu obrony cywilnej UE, uzasadnione jest prowadzenie badań uwzględniających dane statystyczne państw UE.

Metodologia: Badania przeprowadzano z wykorzystaniem metod: masowej obserwacji statystycznej, uogólnienia statystycznego i grupowania stworzonych statystycznie wskaźników zbiorczych i rozłożonych oraz wszechstronnej analizy danych statystycznych.

Wyniki: W artykule przeprowadzono analizę światowych danych o pożarach i ofiarach śmiertelnych. W porównaniu do światowej i europejskiej statystyki pożarów na Ukrainie panuje niezadowolający poziom ochrony społeczeństwa przed pożarami. Wykazano różnice w prowadzeniu statystyk pożarów na Ukrainie i w UE oraz niezgodności i rozbieżności np. w ocenie pracy systemu reagowania na niebezpieczne zdarzenia. Stwierdzono, że konieczne jest prowadzenie dalszych analiz naukowych światowej statystyki pożarów oraz poznanie istniejących mechanizmów i praktyk reagowania na sytuacje niebezpieczne w państwach UE.

To bardzo ważne, ponieważ skuteczność istniejącego systemu reagowania na niebezpieczne zdarzenia na Ukrainie jest niska w porównaniu ze statystyką działań operacyjno-taktycznych służb pożarniczych w krajach UE.

W celu określenia głównych kierunków badań analitycznych w zakresie ochrony ludności przed pożarami na Ukrainie należy przeprowadzić dokładną analizę przyczyn zaistniałej sytuacji, a dokładniej przeprowadzić analizę światowej statystyki pożarów i obecnych praktyk ewidencji statystycznej pożarów oraz kompleksową ocenę skuteczności mechanizmów i praktyk w reagowaniu na niebezpieczne zdarzenia w UE, a także poznać podstawy normatywne i zasady rozmieszczania jednostek przeciwpożarowych na terenach zamieszkałych, liczby sił i środków reagowania, wykorzystywanych w państwach członkowskich UE.

Słowa kluczowe: statystyka pożarów, służba pożarnicza, CTIF

Typ artykułu: artykuł przeglądowy

Przyjęty: 10.07.2017; Zrecenzowany: 19.09.2017; Opublikowany: 30.09.2017;

Proszę cytować: BiTP Vol. 47 Issue 3, 2017, pp. 62–67, doi: 10.12845/bitp.47.3.2017.4;

Artykuł udostępniany na licencji CC BY-NC-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

Fire statistics review

Ukraine's attempts to join the world community and, in particular, its obligations related to the implementation of the unified mechanism of civil protection applied in EU Member States makes it necessary to review in more detail the tendencies observed in the area of ensuring the safety of the population in this country. It is also essential to address the controversies relating to the evaluation of the functioning of emergency response systems and non-conformities in compiling fire statistics as

well as to establish Ukraine's position in the global and European classification.

The fire situation in countries of the world and aspects of the activities of their fire services are studied by the Center of Fire Statistics of the International Association of Fire and Rescue Services (CTIF). Ukraine regularly submits statistical data on fires and their consequences in the country, which the Center of Fire Statistics of CTIF then uses to compile reports on this subject. Monitoring the situation related to fires and their consequences in Ukraine is carried out on the basis of

the statistical data coming from the territorial divisions of the State Emergency Service of Ukraine prepared according to well-known methods applied in statistical observations [1, 2].

We obtained statistical data from a review of report No. 21 prepared by the Center of Fire Statistics CTIF [3], which contains generalised data for ten years (1993 to 2014), five years (2010 to 2014), and separately for 2014, gathered from 95 countries of the world, and this allowed us to estimate the fire situation in Ukraine compared to global statistical data [3].

General fire statistics in countries of the world for the period from 1993 to 2014 show the following key indices:

- average number of fires per 1000 inhabitants equalling 1.5;

- average number of deaths in fires per 100,000 inhabitants equalling 1.7; and
- average number of deaths per 100 fires equalling 1.2.

The statistics for Ukraine for the period from 2011 to 2014 [4] show a declining tendency regarding negative consequences (see Table 1) and are characterised with the following average indices for these years:

- average number of fires per 1000 inhabitants equalling 1.3;
- average number of deaths in fires per 100,000 inhabitants equalling 5.8; and
- average number of deaths per 100 fires equalling 4.0.

Table 1. Fire statistics in Ukraine from 2011 to 2014*

Item	2011	2012	2013	2014	Average value
Population size, thous.	43,311.0	43,213.0	43,094.0	42,972.0	43,148.0
Number of fires	58,450	68,445	58,711	68,879	63,621
Number of fire deaths	2,748	2,647	2,391	2,246	2,508
Average number of fires per 1000 inhabitants	1.3	1.6	0.7	1.6	1.3
Average number of deaths in fires per 100,000 inhabitants	6.3	6.1	5.5	5.2	5.8
Average number of deaths per 100 fires	4.7	3.9	4.1	3.3	4.0

* The data submitted does not take into account statistics for the AR of Crimea and the Sevastopol city

Source: Own elaboration.

Table 2. shows generalised fire statistics data for Ukraine, selected EU Member States, generalised global fire statistics

and statistical data for separate countries bordering with Ukraine.

Table 2. Selected generalised statistical data on fires in 2014

Item	Global data*	EU**	Ukraine	Poland	Russia
Country's population size, thous.	1,097,675	237,900	43,001	39,492	144,000
Number of fires	2,726,787	1,072,962	68,879	145,237	150,437
Number of fire deaths	20,727	1,861	2,246	493	10,068
Average number of fires per 1000 inhabitants	2.5	4.5	1.6	3.7	1.0
Average number of fire deaths per 100,000 inhabitants	1.9	0.8	5.2	1.2	7.0
Average number of fire deaths per 100 fires	0.8	0.2	3.3	0.3	6.7

* Global data for 2014 were generalised on the basis of statistical data from 39 countries of the world

** Data from selected EU Member States for 2014 were generalised based on statistical data from 15 countries

Source: Own elaboration.

In general, a continuing negative tendency related to deaths (average number of deaths in fires per 100,000 inhabitants / average number of deaths per 100 fires), with a comparatively low number of fires, is noted for Belarus (7.8/9.8), Russia (7.0/6.7) and Ukraine (5.2/3.3). Lithuania has the worst indices (4.2/0.9) among EU Member States. High levels of fire protection, according to the statistical data, are noted in Slovenia (0.0/0.0) as well as France and the Netherlands, which are characterised by the same indices for the number of deaths in fires (0.4/0.1) among EU Member States.

It is possible to identify the following trend: the average number of fires per 1000 inhabitants in post-Soviet states is much lower than in other countries, i.e. they have almost identical fire registration mechanisms, which are significantly different from the ones applied in other countries of the world.

According to the review of CTIF fire statistics for ten years (1993–2014) and five years (2010 to 2014) [3] a number of negative global tendencies can be observed related to fire-related deaths. This can be achieved by taking into consideration data on the registration of fires in a larger number of countries during the last years, which in turn introduces a certain dissonance in general global fire statistics. In addition, there is the impact of different procedures of accounting for fires used in individual countries. Thus, we can clearly observe discrepancies in statistical data related to fires between Poland and Russia from the data shown in table 2: the number of fires is nearly the same whereas the difference in population sizes is almost 3.6 times, and the difference in the number of deaths is striking and equals 20.5 times. The said trend applies to some other countries of the world, EU Member States, and

post-Soviet states (Russia, Belarus, Ukraine, Kazakhstan, Kyrgyzstan, Moldova, Armenia). Accordingly, there is a need for a detailed study of the said differences, which are likely to be related to various mechanisms of registration of fires, the efficiency of emergency (fire) response systems, the level of protection of facilities with automatic fire detection and fire-fighting systems [5, 6], etc.

Review of fire services calls

A separate scientific review and verification are necessary for the study of the structure of the reasons for calling fire services in countries of the world. An illustrative example is the diagram (figure 1) shown in the Report on global fire statistics prepared by CTIF [3].

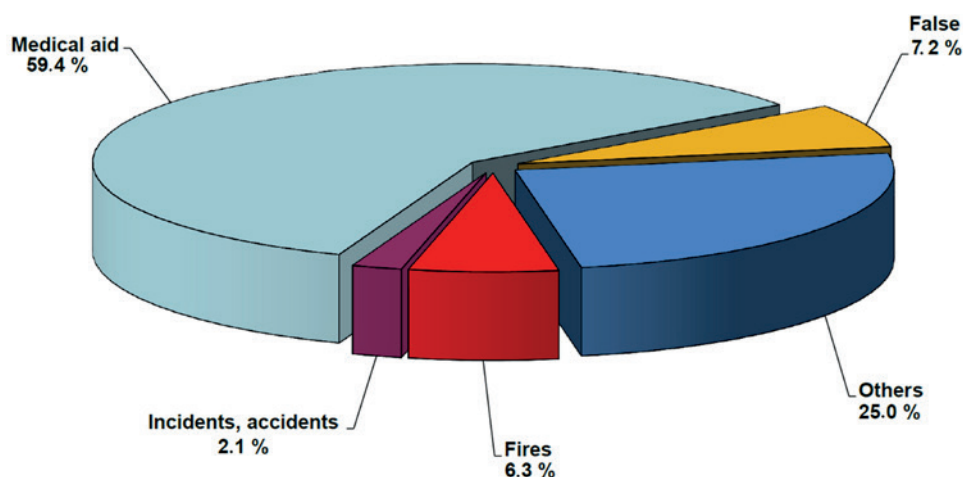


Figure 1. Global structure of fire department calls (2014)

Source: Own elaboration.

It seems that fire departments in the world receive calls mostly for medical assistance. 10 countries of the world account for the lion's share of the statistics. The largest number of them was recorded for the USA, equalling 20,178,000 calls (63.8% of the total number of calls in the country), Japan – 5,697,677 calls for medical assistance (67.7%), and France – 3,248,900 calls (75.7%). The number of calls for medical assistance in Serbia, the Netherlands and Latvia equals null. Yet, the numbers of calls for firefighting in these countries are the highest in the world and equal 61%, 60% and 59%, respectively. Fire departments in the mentioned countries provide

primary medical assistance as well, but this is done in the course of emergency response and is not reflected in statistical data.

As for Ukraine, table 3 shows generalised data on the number of calls for fire services, their percentage and distribution by purpose in order to compare them with the global statistics. We should note that France and the United Kingdom have completely different indicators for separate items of statistical data on fire departments calls in the statistics of calls than other EU Member States. Therefore, indices for these countries are marked separately and included in table 3.

Table 3. Some characteristics of fire service calls according to global fire statistics, generalised information on certain EU Member States and data of selected countries

Item	Number of fire service calls and the corresponding [%]				
	fires	accidents	medical aid	false calls	other calls
Global data*	3,144,655 (6.3%)	1,047,901 (2.1%)	29,172,834 (59.4%)	3,524,043 (7.2%)	12,284,043 (25.0%)
EU**	1,067,043 (14.1%)	915,253 (12.1%)	4,200,278 (55.7%)	363,615 (4.8%)	1,000,270 (13.3%)
France	270,900 (6.3%)	331,400 (7.7%)	3,248,900 (75.7%)	–	443,300 (10.3%)
The United Kingdom	212,500 (42.0%)	–	–	293,100 (58.0%)	–
Ukraine	68,879 (42.1%)	6,229 (7.0%)	–	14,449 (8.8%)	74,088 (45.3%)
Poland	145,237 (34.6%)	87,468 (20.9%)	13,662 (4.1%)	24,556 (5.9%)	148,341 (35.4%)

* Global data for 2014 were generalised based on statistics from 23 countries of the world

** Data from some EU Member States for 2014 were generalised based on statistical data from 13 countries

Source: Own elaboration.

RESEARCH AND DEVELOPMENT

We can conclude from the data submitted that no generally accepted system of recording fire department calls in EU Member States or in the world is available. In France false calls are ascribed to "other calls". The fire service does not accept any calls for purposes other than firefighting such as accident clean-up or medical assistance, but registration of other calls is not performed in the United Kingdom. Moreover, emergency response systems available in specific EU Member States,

particularly in terms of functions performed by fire departments, are quite different.

We can make a conclusion from the review of statistical data on the application of various approaches to the distribution and number of responding teams in many countries. Thus, data on the number of fire stations, basic and special firefighting equipment as well as the number of firefighters are significantly different from those in Ukraine (table 4).

Table 4. Number of fire services according to global fire statistics, generalised information on selected EU Member States and data for selected countries

Item	Number of			Number of firefighters	
	fire stations	engines	ladders	professional	total
Global data*	193,795	231,060	18,146	1,525,300	14,458,332
EU*	82,509	103,542	7,072	331,726	2,585,616
France	7,296	8,533	1,221	53,100	246,900
Germany	33,460	41,216	2,414	44,574	1,067,919
Ukraine	894	3,601	334	55,241	211,105
Poland	16,907	19,447	717	30,154	292,666

* Global data for 2014 were generalised based on statistics from 54 countries of the world

** Data from selected EU Member States for 2014 were generalised based on statistical data from 23 countries

Source: Own elaboration.

The ratio of the number of fire stations and basic firefighting equipment units equals 1.2 for countries of the world and 1.3 for EU Member States, whereas this number equals 4.0 for Ukraine. In other words, there were at least four units of basic firefighting equipment for each fire station in Ukraine in 2014. This fact can be explained by different statistical registration or statistical errors when performing it. However, although there are some permissible statistical errors, one cannot deny the fact of the application of the principle of locating fire departments within settlements in EU Member States being different from that in Ukraine, which consists of ensuring optimum time interval before the commencement of firefighting and rescue activities. For instance, this is visible in the calculation of the fire protection needs of municipalities in Germany and France. The basis for such calculations in Ukraine is the assigned time period for the fire and rescue teams' arrival at the place of call, which can be up to 25 minutes in a rural area [7].

According to statistical data, operative emergency (fire) response is ensured by a significant number (almost 80%) of fire departments having at least a single basic firefighting equipment unit (fire tanker) in EU Member States, and this enables the expanded distribution of fire stations and operative response; moreover, this allows minimising the risk of a person's exposure to dangerous fire factors and lowers the probability of fire spreading [8].

It is possible to mention separately indices related to significant numbers of fire stations, firefighting equipment units and the total number of firefighters in Poland and Germany. At the same time, the efficiency of the functioning of fire services in Poland based on the indices of the average number of fires per 1000 inhabitants, the average number of deaths in fires per 100,000 inhabitants, and their number per 100 fires cannot

be estimated unequivocally compared to the respective indices of Slovenia, France, the Netherlands, the United Kingdom, the Czech Republic, Hungary, Serbia, Norway, Croatia, the USA and other countries due to the available material and physical potential.

According to the results of the review of the statistical data for selected EU Member States concerning the number of fires, deaths of people in fires, the scope of operations performed by fire services and their optimal number, the emergency response system of France deserves special attention. So, a need appears for a detailed study of the statistical data on operations performed by fire departments in selected EU Member States.

In view of the above we should note that it is advisable to carry out a comprehensive study of specific features of fire statistics and operations performed by fire services in Poland, the United Kingdom and France when conducting further studies in the field of fire protection based on data from global fire statistics of CTIF member states.

Summary and conclusions

The following was established in the course of the review of global fire statistics from CTIF member states and statistical data on fires in Ukraine:

- unsatisfactory situation in the field of fire protection as compared to global and European fire statistics is still observed in Ukraine;
- a number of non-conformities and differences in compiling global fire statistics as well as statistical data in EU Member States and Ukraine are observed in particular in the estimations concerning fire response systems;

- the efficiency of the fire response system in Ukraine is low compared to the statistics of operations performed by fire services in EU Member States.

An urgent need arises to conduct scientific studies of the available mechanisms and practices referring to the statistical registration of fires and emergency response mechanisms in order to analyse thoroughly the causes of the current situation in the field of civil protection against fires in Ukraine as well as establishing the criteria of its further development. The aforementioned tasks can be implemented by means of government financing of the appropriate research work tasks such as:

- conducting scientific analyses of global fire statistics as well as studying the available practices of the statistical registration of fires and the mechanisms of their application;
- study and analysis of some statistical data indices on operations performed by fire services in EU Member States;
- carrying out an integrated assessment of the efficiency of the available mechanisms and practices of emergency response in EU Member States;
- review of the regulatory basis and principles of locating fire departments in the areas of settlements as well as the amount of powers and means of response.

A solution to the aforementioned issues is to introduce European principles and standards for the civil protection of the population and territories of Ukraine.

Literature

- [1] Sariokhlo V.H., Tereshchenko H.I., *Metodychni zasady ob'yednannya danykh z riznykh dzherel dlya analizu demokhrachnykh i sotsial'no-ekonomichnykh protsesiv*, "Demokhrachna ta sotsial"na ekonomika" 2005, 1, 168–176.
- [2] Tereshchenko H.I., *Suchasni metodologichni pidkhody do statystyky ob'yednannya danykh*, "Statystyka Ukrainy" 2010, 3, 23–29.
- [3] Brushlinsky N.N., Ahrens M., Sokolov S.V., Wagner P. World fire statistics. Report No. 21, Center of Fire Statistics of CTIF, 2016, 62.
- [4] Klimas' R.V., Odyets' A.V., Yakymenko O.P., Matvijchuk D.Ya., *Doslidzhennya stanu iz pozhezhamy v Ukraini za period 2011-2014 roky ta vyznachennya osnovnykh problem u zabezpechenni pozhezhnoyi bezpeky ob'yektiv*, "Naukovyy visnyk UkrNDIPB" 2015, 2(32), 121–129.
- [5] Borys O.P., *Vstanovlennya kontseptual'nykh osnov rozvytku systemy pozhezhnogo sposterihannya v Ukraini*, "Naukovyy visnyk: Tsyvil'nyy zakhyst ta pozhezhna bezpeka" 2016, 1(1), 16–20.
- [6] Zvit pro naukovo-doslidnu robotu "Provesty doslidzhennya pozhezh, osoblyvostey yikh vynykennya ta poshyrennya, povedinky budivel'nykh konstruktsiy i ozdobyval'nykh materialiv, a takozh efektyvnosti system protypozhezhnogo zakhystu ob'yektiv, na yakykh vony vidbulysya", UkrNDITsZ, Kiev 2015, 2392.
- [7] Postanova Kabinetu ministriv Ukrainy No. 874 of 27.11.2013 Pro zatverdzhennya kryteriyiv utvorennia pozhezhno-ryatuval'nykh pidrozdiliv (chastyn) Operatyvno-ryatuval'noyi sluzhby tsyvil'nogo zakhystu v administratyvno-terytorial'nykh odynitsyakh ta pereliku sub'yektiv hospodaryuvannya, de utvoryuyut'sya taki pidrozdily (chastyny).
- [8] Zvit pro naukovo-doslidnu robotu Provesty doslidzhennya stanu z pozhezhamy v Ukraini, doslidyty prychyny yikh

vynykennya ta vyznachyty problemni pytannya v systemizabezpechennya pozhezhnoyi bezpeky v derzhavi, UkrNDITsZ MNS Ukrainy, Kiev 2011, 923.

- [9] Antonov A.V., Akimenko O.P., Klimas' R.V., *Analizuvannya efektyvnosti vikonannya funktsii sistemami protypozhezhnogo zakhystu na osnovi danih doslidzen' osoblyvo velikykh pozez*, Naukoviy zurnal "Naukoviy visnyk UkrNDIPB" 2014, 1(29).
- [10] Bogush N.M., *Osoblyvosti dii organiv upravlinna ta sil civil'nogo zakhystu pidchas likvidatsii nadzvichajnykh situatsii derzhavnogo ta regional'nogo rivniv u 2014 roci*, Materiali 17 Vseukrains'koi naukovo-praktichnoi konferencii ratuval'nykh "Suchasnij stan civil'nogo zakhystu Ukraini: perspektivi ta shlahi do evropejs'kogo prostoru", Kiev.
- [11] Odinec' A.V., Matvijchuk D.A., *Rezultaty monitoringu stanu z pozhezhami v Ukraini u 2014 roci*, Materiali 17 Vseukrains'koi naukovo-praktichnoi konferencii ratuval'nykh "Suchasnij stan civil'nogo zakhystu Ukraini: perspektivi ta shlahi do evropejs'kogo prostoru", Kiev.
- [12] Klimas' R.V., Matvijchuk D.A., *Rezultaty monitoringa obstanovki s pozhezhami v Ukraini v 2011 roku Chrezvychnyie situatsii: preduprezhdenie i likvidatsia: Tezisy dokladov VI Mzhdunarodnoi nauchno prakticheskoi konferencii*, Minsk.
- [13] Klimas' R.V., Matvijchuk D.A., *Rezultaty monitoringu stanu z pozhezhami v Ukraini u 2012 roci*, Materiali XI Mizhnarodnoi naukovo-praktichnoi konferencii, "Pozhezhna Bezpeka" 2013.

OLEKSANDR BORYS PAVLOVYCH – colonel of civil protection service, Deputy Head of the Ukrainian Civil Protection Research Institute in Kyiv city. His scientific interests include the organisation of fire service operations, technical regulation in the area of civil protection, fire-proofing of buildings, and firefighting equipment and uniforms.

dr hab. inż. Jarosław Prońko, prof. UJK^{a)}, mgr Beata Wojtasiak^{b)*}

^{a)}Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach / The Jan Kochanowski University in Kielce

^{b)}Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowarowej – Państwowy Instytut Badawczy / Scientific and Research Centre for Fire Protection – National Research Institute

*Autor korespondencyjny / Corresponding author: bwojtasiak@cnbop.pl

Doskonalenie działań zorganizowanych

Improving Organised Measures

Совершенствование организованной деятельности

ABSTRAKT

Cel: Uzasadnienie potrzeby doskonalenia działań zorganizowanych w kontekście nieuchronności zmian oraz wskazanie sposobów pomiaru efektywności działania organizacji i wybranych technik usprawniających jej funkcjonowanie.

Wprowadzenie: Dwa i pół tysiąca lat temu Heraklit z Efezu (540–480 p.n.e.) wygłosił słynne słowa: panta rhei (wszystko płynie, nic nie jest stałe). Stawia one aforystyczne ujęcie skonstruowanej przez niego teorii zmienności zwanej wariabilizmem. Według niej najważniejszą cechą każdego bytu jest ciągłe stawanie się i przemijanie, będące wynikiem nieprzerwanego ścierania się przeciwieństw. Bytem rozważanym w niniejszym artykule jest system skonstruowany przez ludzi w celu sprawniejszego i efektywniejszego osiągania celów. Główną własnością każdego systemu jest zdolność do samoregulacji. Płynie ona ze ścierania się w nim dwóch tendencji: zachowania swojej struktury – morfostazy oraz dążenia do zmian – morfogenezy. Ich występowanie jest ściśle związane z dążeniem do zachowania równowagi wewnętrznej i zewnętrznej. Powoduje to, iż w każdym systemie zachodzą zmiany. Ważne jest, aby były to zmiany oczekiwane przez ludzi tworzących ów system – poprawiające jego skuteczność i efektywność. Narzędzia do pomiaru efektywności działań opierają się głównie na zasadzie racjonalnego gospodarowania – nadwyżki efektów nad nakładami. Wychodząc z owej zasady i struktury systemów, można dostrzec, że w każdym systemie występują podsystemy wspierające podsystem podstawowy. Dlatego też redukcja wielkości tych podsystemów przy jednoczesnym zachowaniu ich funkcjonalności w znacznym stopniu przyczynia się do zmniejszenia nakładów i utrzymania efektów na dotychczasowym poziomie, czyli wzrostu efektywności działania całego systemu. Ważnym wskaźnikiem w ocenie efektywności działań jest produktywność: cząstkowa lub całkowita.

Metodologia: W badaniach zastosowano analizę, syntezę oraz uogólnianie. Oparto się na uznanych teoriach oraz technikach i metodach doskonalenia działań zorganizowanych.

Wnioski: Potrzeba doskonalenia działań zorganizowanych wynika z kilku zasadniczych przesłanek:

- wszystko wokół nas ulega zmianie, a zatem również nasze działania muszą jej podlegać;
- wszystkie nasze działania nastawione są na wysoką efektywność i skuteczność;
- w każdych działaniach zorganizowanych występuje nadmiar potencjału nad uzyskiwanymi efektami; w dążeniu do wzrostu efektywności należy dany nadmiar wykorzystać lub go zredukować.

Słowa kluczowe: działania zorganizowane, zarządzanie

Typ artykułu: artykuł przeglądowy

Przyjęty: 03.04.2017; Zrecenzowany: 20.06.2017; Opublikowany: 30.09.2017;

Autorzy wnieśli równy wkład merytoryczny w opracowanie artykułu;

Proszę cytować: BiTP Vol. 47 Issue 3, 2017, pp. 68–76, doi: 10.12845/bitp.47.3.2017.5;

Artykuł udostępniany na licencji CC BY-NC-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

ABSTRACT

Aim: The justification of the need for organised measures in the context of the inevitability of change, and the identification of ways of measuring the effectiveness of an organisation and selected techniques which improve its functioning.

Introduction: Two thousand five hundred years ago the philosopher Heraclitus (540–480 BC) coined the expression panta rhei (everything flows, nothing is constant). It is an aphoristic expression referring to a theory called variabilism. The main features of the theory are constant becoming and evanescence resulting from the endless clashing of opposites. The issue considered in this article is the system set up to improve the effectiveness of achieving goals. This self-regulation is an effect of the confrontation of two different tendencies: morphostasis – keeping its structure unchanged, and morphogenesis – struggling for changes. Their presence is strongly connected with attempting to maintain the external and internal balance. This causes changes in every system. It is significant that changes should be expected by individuals who created the system and should increase its effectiveness. The tools for measuring effectiveness are based mainly on the principle of rational management – a surplus of effects over expenditures. Starting from this principle

and the structure of systems, we see that in every system there are subsystems supporting the primary subsystem. Therefore, any reduction in the size of these subsystems, while maintaining their functionality, contributes significantly to the reduction of expenditures and the maintenance of effects at the same level, and the increased effectiveness of the whole system. Productivity is an important indicator in the assessment of the effectiveness of actions – partial or total.

Methodology: Analysis, synthesis and generalisation were used in the research. It was based on respected theories, techniques and methods of organised measures.

Conclusions: The need for improving organised measures is affected by such factors as:

- everything around us is changeable, which is why our efforts must be subject to changes;
- our efforts should be aimed at increasing effectiveness;
- in each organised measure there is a surplus of the potential of a specific part of resources over effects. In an effort to increase effectiveness, the surplus should be used or reduced.

Keywords: organised measures, management

Type of article: review article

Received: 03.04.2017; Reviewed: 20.06.2017; Published: 30.09.2017;

The authors contributed equally to this article;

Please cite as: BiTP Vol. 47 Issue 3, 2017, pp. 68–76, doi: 10.12845/bitp.47.3.2017.5;

This is an open access article under the CC BY-NC-SA 4.0 license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

АННОТАЦИЯ

Цель: Обоснование необходимости совершенствования организованной деятельности в контексте неизбежности изменений и определения способов оценки эффективности функционирования предприятия, а также некоторых методов ее улучшения.

Введение: Две с половиной тысячи лет назад Гераклит Эфесский (540–480 до н.э.) сказал знаменитую фразу: *panta rhei* (все течет, все меняется). Она представляет собой афористичный подход к созданной им теории всеобщей изменчивости, называемой вариабелизмом. В соответствии с этой теорией самой важной особенностью каждого существа является постоянное возникновение и изменение, в результате непрерывного столкновения противоположностей. Существом, рассматриваемым в этой статье, является система, созданная людьми для более эффективного достижения целей. Основным свойством любой системы является способность к саморегулированию. Это возникает из столкновения в ней двух тенденций: сохранения своей структуры – морфостаза и желания к изменениям – морфогенеза. Их присутствие тесно связано с желанием сохранения внутреннего и внешнего баланса. В результате этого в каждой системе происходят изменения. Важно, чтобы эти изменения были ожидаемы людьми, создающими эту систему – для повышения ее эффективности и результативности. Инструменты для измерения эффективности деятельности основаны, прежде всего, на основе принципа рационального ведения хозяйства – получение большего результата, чем расходов. Исходя из этого принципа и структур систем, можно сделать вывод, что каждая система включает в себя подсистемы, поддерживающие основную подсистему. Таким образом, уменьшение размеров этих подсистем, с одновременным сохранением их функциональности в значительной степени способствует снижению инвестиций и сохранению результата на том же уровне, т.е. повышению эффективности целой системы. Важным показателем оценки эффективности (деятельности) является производительность: частичная или полная.

Методология: В исследовании были использованы анализ, синтез и обобщение. За основу были взяты признанные теории, методы и способы совершенствования организованной деятельности.

Выводы: Необходимость совершенствования организованной деятельности следует из нескольких основных предпосылок:

- все вокруг нас меняется, и, следовательно, наши действия должны подчиняться этим изменениям;
- все наши действия направлены на высокую эффективность и результативность;
- в любых организованных действиях имеется избыток потенциала определенной части ресурсов в сравнении с получаемыми эффектами; в целях повышения эффективности необходимо данный избыток использовать или уменьшить.

Ключевые слова: организованная деятельность, управление

Вид статьи: обзорная статья

Принята: 03.04.2017; Рецензирована: 20.06.2017; Опубликована: 30.09.2017;

Авторы внесли одинаковый вклад в создание этой статьи;

Просим ссылаться на статью следующим образом: BiTP Vol. 47 Issue 3, 2017, pp. 68–76, doi: 10.12845/bitp.47.3.2017.5;

Настоящая статья находится в открытом доступе и распространяется в соответствии с лицензией CC BY-NC-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

Wprowadzenie

Organizacja (z greckiego uporządkowanie) według T. Kotarbińskiego to „takie współdziałanie części, które przyczynia się do powodzenia całości” [1]. Jeśli by zawęzić zakres tego pojęcia jedynie do tworu społecznego, organizacją można nazwać celową grupę społeczną funkcjonującą według pewnych reguł i zasad oraz współpracującą ze sobą w celu osiągnięcia określonego celu. Istotą organizacji jest świadomość zasad,

reguł, misji, celów oraz synergia (dopasowanie, wspomaganie działań innych).

Uwzględniając powyższe, należy stwierdzić, że działania zorganizowane to uporządkowana w czasie i przestrzeni aktywność różnych ludzi (instytucji) nastawiona na osiągnięcie wspólnego celu. Uporządkowanie to może być trwałe (w ramach jakiejś organizacji), tworzone ad hoc (doraźna współpraca ludzi lub instytucji) lub częściowo zinstytucjonalizowane podjętymi wcześniej zobowiązaniami współpracujących stron.

Atrybutami każdej organizacji, w tym również działań zorganizowanych, są kooperacja i struktura organizacyjna. Pierwsza z nich możliwa jest dzięki przepływowi informacji i podziałowi kompetencji (władzy). Druga zaś odzwierciedla podział władzy i system przepływu informacji. Tak więc oba te atrybuty są nierozłączne. Niemożliwa jest kooperacja bez struktury organizacyjnej, a sprawność kooperacji warunkowana jest jakością tej struktury.

Organizację porównuje się m.in. do [3]:

- żywych organizmów,
- gry między jej interesariuszami,
- kultur sterowanych,
- systemów politycznych,
- psychicznego więzienia jej członków.

Wielość analogii organizacji świadczy o postrzeganiu jej jako złożonego systemu, który musi być analizowany wieloaspektowo, wielopiętrowo, z użyciem metod badawczych z różnych dyscyplin. Pokazuje równocześnie, jak atrakcyjnym obiektem badań jest organizacja, jak wiele pełni funkcji w społeczeństwie oraz jak bardzo jest trudna do analizy i zrozumienia [8, s. 17–20].

W niniejszym artykule autorzy pragną zwrócić uwagę jedynie na jeden, ale niezmiernie istotny aspekt działań zorganizowanych – ich efektywność.

Ekonomika działań zorganizowanych

Jednym z obszarów analizy efektywności działań zorganizowanych jest ekonomia – nauka społeczna zajmująca się opisem ludzkiej aktywności w sferze gospodarowania. W dziedzinie tej najłatwiej pojmuje się problem efektywności działań zorganizowanych w ramach podmiotów gospodarczych.

Osoby kierujące podmiotami gospodarczymi zmuszone są do podejmowania różnorodnych decyzji dotyczących działań w różnej perspektywie czasowej. Decyzja jest wynikiem procesu myślowego zwanego decydowaniem. „Decydowanie to dokonywanie nielosowego wyboru w działaniu” [10, s. 406]. To co wybieramy, można ująć w dwie grupy:

- cele działania – wybierane na podstawie ocen użytecznych oraz ze względu na cenność (użyteczność) dla podmiotu,
- warianty działań – wybierane w zasadzie na podstawie ocen użytecznych, choć i w tym przypadku zdarza się, że duże znaczenie mają także oceny etyczne i estetyczne [10, s. 407].

Ze względu na ograniczoną liczbę zasobów wskazane jest, aby dokonywane w procesie gospodarowania wybory były racjonalne (czyli zgodne z racjami rozumowymi). Ogólnych wskazówek dotyczących dokonywania optymalnych wyborów dostarcza tzw. zasada racjonalnego gospodarowania, zwana również zasadą gospodarności. Można ją ująć w dwojaki sposób – jako zasadę największego efektu przy danym nakładzie środków lub najmniejszego nakładu środków do osiągnięcia danego efektu.

Zasada ta dostarcza decydentom czysto ekonomicznego kryterium wyboru. Zgodnie z nią najlepszym działaniem jest działanie o największej efektywności, czyli najwyższym

stosunku efektów do nakładów. Porównywanie uzyskiwanych efektów działalności gospodarczej do ponoszonych na nią nakładów nazywamy rachunkiem ekonomicznym. Aby można było go stosować, efekty i nakłady muszą być mierzalne, a ich miara musi być wyrażona w tych samych jednostkach. Musi również istnieć możliwość precyzyjnego określenia efektu konkretnych działań.

W działalności gospodarczej za efekt przyjmowany jest najczęściej przychód, natomiast nakłady nazywane są kosztami. Obie te wielkości wyrażane są w pieniądzu. Przyjmując powyższe założenia, efektywność można zapisać jako:

$$E = \frac{P}{K} > 1 \quad \text{przy czym} \quad E \rightarrow \max;$$

gdzie: E – efektywność w jednostkach względnych,

P – przychody w jednostkach pieniężnych,

K – koszty w jednostkach pieniężnych.

Częściej stosowaną miarą efektywności jest wielkość zysków, które definiowane są jako różnicę między przychodami i kosztami. Należy zauważyć, że warunek efektywności większej niż jeden osiągany jest, gdy zysk z danego przedsięwzięcia jest większy od zera. Ujemny zysk nazywany jest stratą i jest on efektem przedsięwzięć, dla których efektywność jest mniejsza od jedności.

Zasadniczą trudność w stosowaniu rachunku ekonomicznego sprawia fakt, iż wysokość poniesionych kosztów oraz wartość efektu można w miarę precyzyjnie określić jedynie *a posteriori*. Natomiast decyzję należy podjąć *a priori*. Zatem zastosowanie rachunku ekonomicznego do oceny alternatyw przyszłych działań polega jedynie na szacunkach kosztów i efektów.

Jeżeli horyzont czasowy efektów w stosunku do podejmowanej decyzji jest niewielki, to można założyć, że warunki realizacji działań nie ulegają zmianie. A zatem również szacunki są dość bliskie rzeczywistym wydatkom i efektom. Wydłużanie się horyzontu czasowego efektów powoduje ryzyko znacznej rozbieżności między szacunkami a rzeczywistymi wydatkami i korzyściami.

Drugą trudność sprawia problem pomiaru efektów przy niektórych przedsięwzięciach. O ile możliwe jest dość precyzyjne oszacowanie wydatków, np. na działalność socjalną czy też badania naukowe, o tyle ocena uzyskanych efektów nie jest już tak jednoznaczna, a w wielu sytuacjach wręcz niemożliwa do zmierzenia lub oszacowania.

Zasygnalizowane powyżej problemy powodują, że stosowanie rachunku ekonomicznego w bardzo wielu przypadkach pozwala jedynie na uzyskanie podstawowych informacji o poziomie efektywności. Wobec tego stosowanie go jako podstawowego kryterium wyboru alternatywy może budzić szereg zastrzeżeń.

Należy również zwrócić uwagę na fakt, iż oszacowanie kosztów i efektów odbywa się w oparciu o przyjęty dla danej sytuacji model, czyli uproszczony obraz rzeczywistości.

Pomimo przedstawionych powyżej mankamentów efektywnościowego podejścia do problematyki decyzji gospodarczych, rachunek ekonomiczny jest jedynym racjonalnym sposobem rozstrzygania dylematów decyzyjnych w sferze gospodarczej.

Aby jednak jego wyniki były adekwatne do efektów otrzymywanych na skutek podjętych działań, należy:

- znać, rozumieć i umiejętnie stosować modele ekonomiczne wraz z aksjomatami stanowiącymi integralną ich część;
- prowadzić dogłębną analizę sytuacji wyjściowej do decyzji, w celu dopasowania lub skonstruowania modelu najbardziej adekwatnego do danej sytuacji.

Umiejętne stosowanie rachunku ekonomicznego z uwzględnieniem powyższych postulatów może, niekiedy nawet w znacznym stopniu, poprawić racjonalność podejmowanych decyzji. Tym samym może przyczynić się do większej skuteczności działania.

Problem poprawy wydajności pracy – efektywności działań zorganizowanych – stał się inspiracją dla twórców naukowego zarządzania. Za początkujące tę dyscyplinę naukową powszechnie uznawane są prace: F. Winslowa Taylora, H. Laurence Gantt'a, K. Adamieckiego oraz H. Fayola. Zasadniczym czynnikiem determinującym ich powstanie było dążenie do poprawy efektywności pracy. Główny nurt ówczesnych badań skupiał się wokół: określenia kompetencji kierowniczych i wykonawczych, ergonomii działań oraz ich synchronizacji. Wówczas ustalono zasady pomiaru czasu niezbędnego na wykonanie danej pracy (chronometraż Taylora) i jego wykorzystanie do synchronizacji działań (harmonogramy Gantt'a i Adamieckiego) oraz zasady skutecznego zarządzania (14 zasad Fayola).

Pomimo iż od ukazania się wymienionych wyżej prac minęło niemal 100 lat, ich idea jest nadal aktualna i rozwijana z uwzględnieniem rozwoju technologicznego inspirowanego również poprawą efektywności działania zarówno pojedynczych osób, jak i zespołów. W szczególności ten drugi aspekt nabiera istotnego znaczenia ze względu na efekt synergii.

Na kolejną ważną przesłankę do doskonalenia działań zorganizowanych wskazuje prawo malejących przychodów. W ujęciu ogólnym mówi ono o istnieniu optimum efektywności danego systemu. Można założyć, że:

- opracowano plan osiągnięcia jakiegoś celu,
- dokonano podziału zadań,
- zgromadzono odpowiednie zasoby materialne i opracowano harmonogram ich przydziału do poszczególnych zadań,
- zatrudniono odpowiednią liczbę osób, z odpowiednimi umiejętnościami i dokonano przydziału im zadań,
- zorganizowano system przepływu informacji i dokonano podziału kompetencji,
- opracowano sposób realizacji poszczególnych zadań.

W uogólnieniu zorganizowano proces realizacji celu głównego i procesy go wspierające, czyli system. Przyjmuje się również, że funkcjonuje on z optymalną efektywnością. Każde zmniejszenie lub zwiększenie poszczególnych zasobów obniża ową efektywność, jeżeli jednocześnie nie dokonano zmian organizacyjnych. Prawo to można zobrazować krzywą w kształcie litery „S” opisującą proces ewolucji wszelkich zjawisk.

Poruszając się nadal w sferze gospodarczej, można stwierdzić, że system jaki ona tworzy jest dość stabilny. W danej społeczności funkcjonują różne przedsiębiorstwa na pewnym, stabilnym poziomie, jednakże w niektórych obszarach pojawiają się

nowe przedsiębiorstwa, które albo bardzo szybko rosną, albo po pewnym czasie istnienia przestają funkcjonować. Niemniej jednak cały system gospodarczy wydaje się dość stabilny, podlegający powolnej ewolucji. Podobnie jest w całej otaczającej człowieka przyrodzie. Jednakże jak wykazał w swojej teorii Darwin, u podstaw tej pozornej stabilności zjawisk przyrodniczych leżą procesy o charakterze wykładniczym, które stale zderzają się z ograniczeniami. „Wszystkie gatunki mają wbudowany mechanizm eksplozji populacyjnej – ale w środowisko wbudowany jest też mechanizm jej hamowania. Gdy tego hamulca braknie – np. po skolonizowaniu dziewiczej i ekologicznie „pustej” wyspy (...) krzywa rusza ostro w górę. Żyjemy w świecie gatunków przypominających sprinterów w blokach startowych, gotowych w każdej chwili do skoku, ale przytrzymywanych przez naprężone do granic możliwości liny. W rezultacie tkwią w miejscu, jakby nic się nie działo. Ale gdy lina pęknie – następuje eksplozja” [9, s. 58].

Tymi liniami, hamulcami rozwoju w przypadku roślin i innych organizmów żywych są czynniki ekologiczne niezbędne do ich funkcjonowania. Zgodnie z prawem J. von Liebiga sformułowanym w 1840 roku, zwanym również prawem minimum lub zasadą czynnika ograniczającego: wzrost i rozwój roślin uzależniony jest od tego składnika pokarmowego, którego względna koncentracja w podłożu (przy uwzględnieniu zapotrzebowania rośliny), w porównaniu z pozostałymi, jest najmniejsza, tj. znajduje się w minimum. Jeśli roślinie dostarczy się optymalną ilość pierwiastków mineralnych, z wyjątkiem jednego, to ten pierwiastek będzie ograniczał jej wzrost, a jego uzupełnienie spowoduje usunięcie czynnika limitującego. Przy czym obecnie przyjmuje się, iż owym czynnikiem limitującym jest każdy czynnik niezbędny do życia danego organizmu, nie tylko składniki pokarmowe.

Przekładając powyższe prawo na działania zorganizowane, można stwierdzić, iż w danym systemie możliwy do osiągnięcia jest jedynie taki efekt, na jaki pozwala czynnik ograniczający, bez względu na to, czy pozostałe czynniki występują w nadmiarze. Limitującym czynnikiem może być zarówno czynnik wewnętrzny, znajdujący w samym systemie, jak i czynnik zewnętrzny związany z jego otoczeniem bliższym lub dalszym. Występowanie czynnika limitującego wyjaśnia występowanie w każdym systemie tzw. luzu organizacyjnego. Obserwując daną organizację z zewnątrz, widać, iż wiele czynników nie jest w pełni wykorzystywanych. Ten brak wykorzystania sugeruje, że organizacja nie w pełni realizuje posiadane możliwości. Często zdarza się, że czynnik limitujący, który decyduje o możliwości wykorzystania posiadanego potencjału, jest niedostrzegany. Jeżeli jednak w poszukiwaniach bardziej wydajnych rozwiązań czynnik ten zostanie dostrzeżony i w pewnym stopniu poprawiony, to okaże się, że efektywność działań zorganizowanych znacznie gwałtownie rosnąć do momentu, aż napotka na swej drodze nową barierę. Zatem doskonalenie działań zorganizowanych polega na przezwyciężaniu kolejnych barier powstrzymujących ich efektywność. Zasadniczy problem polega jednak na tym, iż często barierami okazują się czynniki prawie niezauważalne, jak na przykład system przepływu informacji, procedury podejmowania decyzji, standaryzacja pracy i wiele innych.

Reasumując, swój kształt funkcja efektywności działań zorganizowanych zawdzięcza występowaniu czynnika limitującego

uzyskiwany efekt, przy czym w każdym konkretnym przypadku czynnikiem limitującym może być dowolny element systemu lub jego otoczenia.

Efektywność organizacji

Działania zorganizowane można traktować jako zbiór procesów realizowanych w ramach danego systemu. Warto w tym miejscu przypomnieć, że systemy sztuczne (organizowane przez człowieka) buduje się pod kątem realizacji procesu zmierzającego do celu określonego przez twórców owego systemu. W każdym systemie możemy wyróżnić cztery rodzaje podsystemów specjalnych:

- podsystem procesowy P, który zapewnia zdolność systemu do funkcjonowania, czyli realizacji, osiągania przez cały system swoich celów;
- podsystem sterowania S, który służy do kierowania i koordynacji działalności pozostałych systemów dla realizacji celów całego systemu;
- podsystem informacyjny I, służący do organizacji przetwarzania i dystrybucji strumieni informacji, zarówno w obrębie systemu, jak i z zewnątrz systemu, zgodnie z potrzebami prawidłowego działania pozostałych podsystemów specjalnych;
- podsystem logistyczny L, służący do utrzymania i zapatrywania pozostałych systemów specjalnych (i siebie samego), aby działanie całego systemu przebiegało prawidłowo [2, s. 456–457].

Przyjmując powyższy podział systemu, należy stwierdzić, że jedynie jego część realizuje główny cel (podsystem procesowy). Pozostałe podsystemy są niezbędne do realizacji głównego procesu. Można powiedzieć, że stanowią administrację dla podsystemu procesowego. Wspierają go, a jednocześnie nie przynoszą wymiernych efektów. Są niezbędne, a jednocześnie gdyby można było z nich zrezygnować, to efektywność całego systemu byłaby znacznie większa. Podsystemy te obciążają system główny nakładami, nie wnosząc jednocześnie wartości dodanej.

W tej części artykułu autorzy chcieliby skupić uwagę na aspekcie organizacyjnym. Wybór tej grupy przedsięwzięć związany jest z analizą kosztów stałych. Znaczna ich część związana jest z administrowaniem – utrzymaniem personelu i zapewnieniem mu właściwych warunków pracy. Pojęcie to rzadko jest używane w Polsce w odniesieniu do organizacji, ale w dużych organizacjach, to co w Polsce zwykło się nazywać zarządzaniem, jest administrowaniem, czyli wypełnianiem obowiązków wynikających z przepisów wewnętrznych przedsiębiorstwa i przestrzeganiem procedur opracowanych zazwyczaj przez samych wykonawców lub ich przełożonych. Do nich właśnie odnosi się prawo Parkinsona opublikowane po raz pierwszy w czasopiśmie „The Economist” w 1955 roku. Jego twórcą jest Cyryl Northcote Parkinson – brytyjski historyk i pisarz. Był między innymi doradcą Margaret Thatcher. Pierwotny tekst może być traktowany jako „żartobliwe szyderstwo” z funkcjonującej w Wielkiej Brytanii biurokracji, poparte jednak wnikliwymi badaniami historycznymi nad ewolucją administracji. Trzy lata później C.N. Parkinson opublikował w USA i Wielkiej Brytanii książkę *Prawo Parkinsona*,

czyli w *pogoni za postępem*, która natychmiast stała się bestsellerem. Dziesięć lat później opublikował kolejną książkę na ten temat *Prawo Parkinsona dziesięć lat później*. Odnosi się w niej do poczynionych w poprzedniej książce rozważań, wskazując również, że po opublikowaniu poprzedniej książki miał nadzieję na pewne zmiany w ewolucji administracji. Jednakże nowe badania jedynie potwierdziły jego poprzednie tezy.

W oryginale prawo to brzmi: „work expands as to fill the time available for its completion”. Natomiast w polskim tłumaczeniu: „praca rozszerza się tak, aby wypełnić czas dostępny na jej ukończenie” [4, s. 3]. Sam Parkinson opisał je w bardziej literacki sposób. Zasadnicza konkluzja z jego rozważań jest następująca: jeżeli pracownik ma określony czas na wykonanie danego zadania, to wykona je w możliwie najpóźniejszym terminie. Główną implikacją tego prawa jest niekontrolowany wzrost administracji. Co prawda sam autor zastrzega się, iż jego badania dotyczyły funkcjonowania wybranych działów administracji rządowej Wielkiej Brytanii, jednakże rozważania prezentowane w publikacji nie odnosi jedynie do tej administracji, ale generalnie do funkcjonowania człowieka.

Według słów Parkinsona: „nie ma w ogóle żadnej współzależności pomiędzy liczbą urzędników a ilością wykonywanej pracy. Wzrostem liczby urzędników rządzi bowiem prawo Parkinsona i wzrost ten będzie dokładnie taki sam bez względu na to, czy pracy będzie więcej, mniej, czy też nie będzie jej w ogóle. Znaczenie prawa Parkinsona polega na tym, że jest to prawo wzrostu, oparte na analizie czynników rządzących tym wzrostem [4, s. 4]

Siłą napędową tego wzrostu są dwa czynniki:

- urzędnik pragnie mnożyć podwładnych, a nie rywali,
- urzędnicy przysparzają sobie nawzajem pracy, jedni drugim.

Według Parkinsona wzrost administracji publicznej w skali roku waha się w granicach od 5,17% do 6,56% [4, rozdz. 1, s. 8].

Należałoby odpowiedzieć na pytanie, jakie znaczenie ma szkicowo nakreślone prawo Parkinsona dla kosztów działań zorganizowanych. Jak wspomniano powyżej, zasadniczą część kosztów procesów wspomagających proces główny stanowi utrzymanie personelu administrującego procesami logistycznymi i zapewnienie mu właściwych warunków pracy. Personel ten, dążąc do prawidłowego wykonania swoich zadań, tworzy procedury: przepływu informacji, obiegu dokumentów, uzgodnień, itp. W wielu przypadkach tworzone procedury wymagają wzrostu nakładów pracy (często nieuzasadnionej). Wynika to z faktu, iż tworzący je „urzędnik” stara się zawrzeć w nich wszelkie możliwe przypadki i ustrzec się przed posądzeniem o niekompetencję, jeżeli jakiś problem zostanie rozwiązany zbyt późno lub w sposób powodujący dodatkowe koszty. Stąd też tworzone procedury wymagają znacznego czasu ich realizacji oraz wzrostu nakładów pracy. Może to implikować potrzebę dodatkowego zatrudnienia w przyszłości.

Klasycznym przykładem jest informatyzacja, która w swoim założeniu ma przyspieszyć proces przetwarzania informacji, a tym samym zmniejszyć zatrudnienie. W rzeczywistości zwiększa ilość dostępnych informacji, których przetworzenie wymaga wydłużenia czasu poświęconego temu zagadnieniu oraz wymaga zatrudnienia dodatkowego personelu, którego

zadaniem jest zapewnienie sprawności funkcjonowania systemów informatycznych. Dostępność dużej ilości informacji stanowi pokusę ich wykorzystania np. do controllingu, czyli zatrudnienia dodatkowych osób, które zajmą się tym problemem.

Poczynione powyżej uwagi wskazują na zasadniczy problem: liczba osób administrujących procesami realizowanymi w systemie wzrasta. A zatem wzrastają również nakłady na realizację pewnych działań. Pożyteczne jest, jeżeli nakłady rosną wolniej od efektów, czyli efektywność organizowanych działań wzrasta. Problemem natomiast jest, jeżeli rosnące nakłady nie przekładają się na wzrost efektywności. Jest niestety to częstym zjawiskiem, zwłaszcza w długo nierestrukturyzowanych organizacjach.

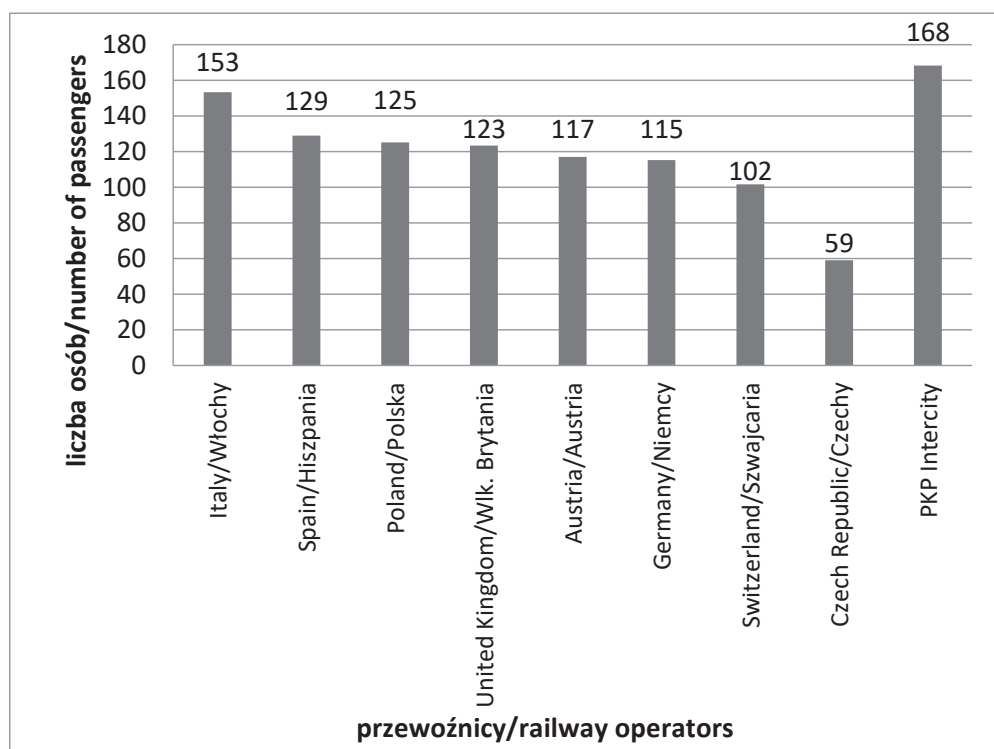
Redukcja nakładów osobowych zwłaszcza w sferze kierowania i logistyki działań zorganizowanych jest bardzo problematyczna ze względu na wdrożone procedury, które przy restrukturyzacji należałoby uprościć. Dokonać tego może jedynie kierownictwo i związana z nim administracja, które musiałyby zdecydować o likwidacji części swoich stanowisk. Wydaje się to mało prawdopodobne.

Jeżeli działania zorganizowane mają się same finansować, to prawa rynku zmuszą kierownictwa do restrukturyzacji lub zaprzestania realizacji tych działań. Jeżeli natomiast są to działania niezbędne do prawidłowego funkcjonowania społeczeństwa, to pomimo ich nieefektywności nadal będą one finansowane przez ową społeczność. W myśl konkluzji z poprzedniej części artykułu rozrost administracji może stanowić bardzo poważną barierę wzrostu efektywności organizacji i działań zorganizowanych.

Doskonalenie działań w wymiarze ekonomicznym

Bardzo dobrym miernikiem efektywności działań zorganizowanych są wskaźniki wydajności pracy nazywane często wskaźnikami produktywności zasobów lub też wskaźnikami chłonności procesów (energochłonność, materiałochłonność itd.). Jak wspomniano powyżej, nie zawsze efekty i nakłady procesów dają się zmierzyć w prosty i zrozumiały sposób. Dlatego też w tej części przedstawione zostaną jedynie dwa przykłady wykorzystania tych wskaźników do oceny działań zorganizowanych oraz kierunków ich doskonalenia. Należy również zaznaczyć, że analizie należy poddać dynamikę zmian grupy wskaźników i ewentualnie benchmarking.

Pierwszy przykład dotyczy działalności PKP Intercity w latach 2004–2013 [6]. Przedstawiony zostanie szkic analizy dynamiki wydajności pracy. W działaniach zorganizowanych powinien być widoczny wzrost owej wydajności. Świadczyłoby to o skuteczności zarządzania – lepszego i bardziej efektywnego wykorzystania niemal nieograniczonych możliwości zasobów ludzkich. Praktyka wskazuje jednak na coś innego, co w pewnym stopniu potwierdza hipotezę Parkinsona, którą zaprezentowano w poprzedniej części artykułu. PKP Intercity od 2008 roku ponosi straty ze swojej działalności, które są pokrywane w dużej mierze z zysków innych przedsiębiorstw wchodzących w skład grupy PKP. W wielu oświadczeniach zwraca się uwagę na malejącą liczbę pasażerów i związany z nią spadek rentowności przewozów. Warto zatem spojrzeć na wskaźnik obłożenia pociągów w porównaniu do innych przewoźników. Dane te zawarto na ryc. 1.



Rycina 1. Obłożenie pociągów w 2013 roku, mierzone przeciętną ilością pasażerów w pociągu [6]

Figure 1. Train occupancy in 2013 measured by the average number of passengers in a train [6]

Analiza powyższego wykresu wskazuje, że przeciętna liczba pasażerów w pociągu PKP Intercity jest bardzo wysoka w porównaniu z innymi przewoźnikami. Należy zwrócić uwagę na przewoźników z Republiki Czeskiej. Otóż przewoźnicy z tego kraju wykonali pracę przewozową liczoną w mln pasażerokilometrów bardzo podobną do PKP Intercity (około 7 000), a jednocześnie ich praca przewozowa liczona w mln pociągokilometrów była trzy razy większa od pracy wykonanej przez PKP Intercity.

W celu bardziej precyzyjnego zobrazowania sytuacji dokonano analizy wydajności pracy. Aby uniknąć problemów ze wzrostem płac i inflacją, zbadano dynamikę następujących wskaźników efektywności nakładów pracy: mln pasażerokilometrów (paskm) na pracownika oraz mln pociągokilometrów (pockm) na pracownika. Pierwszy wskaźnik w latach 2004–2007 wzrastał, aby gwałtownie spaść w 2008 roku (restrukturyzacja przedsiębiorstwa). Natomiast w latach 2011–2013 dostrzegamy spadek tego wskaźnika. O ile w roku 2007 na jednego zatrudnionego przypadało 1,55 mln paskm, to już w roku 2013 było to zaledwie 0,98 mln paskm. Co stanowi zaledwie 60% wydajności z roku 2007. Podobna sytuacja jest związana z drugim wskaźnikiem. W latach 2004–2007 wydajność pracy liczona w mln pockm na pracownika wynosiła 7,4, natomiast w roku 2013 zaledwie 5,81. Jak wynika z przedstawionych danych, w przedsiębiorstwie miało miejsce wyraźny spadek wydajności pracy. Wraz ze znacznym wzrostem płac świadczy on o problemach finansowych tego przedsiębiorstwa [6].

Istotnym problemem w działalności spółki Intercity jest nadmiar pracowników, szczególnie po roku 2008, oraz

energochłonność. Wydajność obu tych czynników wyraźnie zmalała na przestrzeni lat 2004–2013. W przypadku energochłonności odnotowywany jest niemal dwukrotny jej wzrost. Natomiast w przypadku wydajności pracy trzykrotny spadek. Bez redukcji zatrudnienia i wzrostu wydajności pracowników zwiększenie oferty przewozowej nie przynosi pożądanego efektu ze względu na niską wydajność pracy oraz wysokie koszty energii i materiałów.

Drugi przykład to transport towarowy w Polsce na tle transportu w innych krajach europejskich. W tabeli 1 zestawiono wskaźniki ekonomiczne w porównaniu ze wskaźnikami przewozowymi dla transportu towarowego.

Z danych zawartych w tabeli 1 wynika, że Polska jest najtańszym przewoźnikiem spośród wszystkich rozpatrywanych krajów. Aby zarobić 1 euro (przychódów), polscy przewoźnicy muszą wykonać pracę przewozową na poziomie 7 tkm (tonokilometrów). Dla porównania: Słowacy, Bułgarzy, Litwini na poziomie 5 tkm, natomiast Niemcy, Francuzi, Brytyjczycy na poziomie 1 tkm. Z kolei aby uzyskać wartość dodaną na poziomie 1 euro, polscy przewoźnicy muszą wykonać pracę na poziomie 24 tkm, natomiast Litwini na poziomie 22 tkm, Bułgarzy – 18 tkm, Niemcy – 5 tkm, Brytyjczycy – 2 tkm. Trzecia rubryka – stosunek wartości dodanej do obrotów – kształtuje się na niskim poziomie w grupie krajów słabszych gospodarczo. W przypadku Polski wartość ta wynosi 29 eurocentów na każde euro przychodów. Niższy wskaźnik posiadają od Polaków tylko Litwini. Z kolei kraje bogatsze, poza Danią, osiągają wartość tego wskaźnika na poziomie 0,38.

Tabela 1. Zestawienie wskaźników ekonomicznych ze wskaźnikami przewozowymi dla transportu towarowego w 2013 roku [7]

Table 1. The tabulation of economic and transport indicators for goods transport in 2013 [7]

	Praca przewozowa Transport performance	Obroty Sales	Wartość dodana Added value	Praca przewozowa / obroty Transport perfor- mance / sales	Praca przewozowa / wartość dodana Transport perfor- mance / added value	Wartość dodana /obroty Added value / sales
	tkm	mln euro	mln euro	tkm / euro	tkm / euro	euro / euro
Dania/Denmark	18 521	49 764,30	12 110,00	0,372174	1,529397	0,243347
Austria/Austria	45 844	40 735,00	15 598,00	1,12542	2,939095	0,382914
Niemcy/Germany	478 427	268 368,40	96 911,80	1,782725	4,936726	0,361115
Francja/France	212 683	205 925,90	79 570,60	1,032813	2,672884	0,386404
Wielka Brytania/Great Britain	169 589	185 327,60	80 945,80	0,915077	2,095093	0,436771
Republika Czech/ Czech Republic	68 883	21 077,00	5 702,40	3,26816	12,07965	0,270551
Słowacja/Slovakia	39 647	7 847,40	2 508,60	5,052247	15,80443	0,319673
Litwa/Lithuania	39 773	7 614,10	1 806,00	5,223598	22,0227	0,237192
Polska/Poland	300 399	41 833,30	12 144,50	7,180858	24,73539	0,290307
Węgry/Hungary	41 192	15 220,40	4 265,80	2,706368	9,656336	0,280269
Bułgaria/Bulgary	30 343	5 728,00	1 693,80	5,297311	17,91416	0,295705

Dane zawarte w tabeli 1 świadczą również o znacznej niedo-
skonałości organizacji pracy przewoźników z Polski. Porównu-
jąc stosunek pracy przewozowej do wyników finansowych (obro-
ty i wartość dodana), Polska znajduje się na ostatnim miejscu
spośród badanych krajów. Gdyby polscy przewoźnicy osiągnęli
te wskaźniki na poziomie Republiki Czech, to przy wykonanej
przez nich pracy przewozowej obroty i wartość dodana byłyby

dwukrotnie większe. Gdyby wskaźniki polskich przewoźników
były równe wskaźnikom przewoźników z Niemiec, to obroty pol-
skich przewoźników byłyby czterokrotnie wyższe, a ich wartość
dodana pięciokrotnie [7].

Jak wynika z zaprezentowanych przykładów, anali-
za wskaźników produktywności może być bardzo użytecz-
na do oceny zmian zachodzących w organizacji (działaniach

zorganizowanych) oraz poszukiwania kierunków doskonalenia tych działań. Jednakże do takiej analizy potrzeba znacznej ilości danych oraz długiego okresu funkcjonowania organizacji. Wykorzystuje się je również w controllingu.

Wybrane narzędzia poprawy działań zorganizowanych

W doskonaleniu działań zorganizowanych można sięgać do wielu narzędzi służących analizie funkcjonowania przedsiębiorstw i odkrywaniu barier utrudniających ciągłe doskonalenie realizowanych w nich procesów i działań. Jednym z takich elementów jest wskazana powyżej analiza techniczno-ekonomiczna realizowana przez pryzmat dynamiki wskaźników efektywności. Inne to analizy procesów, przepływu informacji, jak na przykład: fotoanaliza, analiza wartości dodanej itp. Najbardziej kompleksową analizą zdaniem autorów jest analiza Big Pictures, czyli przedstawienie wszystkich powiązań informacyjnych, decyzyjnych i procesowych w powiązaniu z otoczeniem działań zorganizowanych.

Alternatywą dla różnego typu analiz w doskonaleniu działań zorganizowanych może być filozofia Kaizen, stosowana nie tylko dla procesów wytwórczych, ale dla wszelkich procesów zachodzących w danym systemie zbudowanym przez człowieka. Podstawowe zasady tej filozofii można ująć w następujących punktach:

- problemy stwarzają możliwości;
- pytaj 5 razy „Dlaczego?”;
- bierz pomysły od wszystkich;
- myśl nad rozwiązaniami możliwymi do wdrożenia;
- odrzucaj ustalony stan rzeczy;
- wymówki, że czegoś się nie da zrobić, są zbędne;
- wybieraj proste rozwiązania, nie czekając na te idealne;
- użyj sprytu zamiast pieniędzy;
- pomyłki koryguj na bieżąco;
- ulepszanie nie ma końca.

Na filozofii Kaizen oparty jest Toyota Production System (TPS), w którym przedsiębiorstwo ujmowane jest jako całość – system. Każdy jego element należący zarówno do podsystemu podstawowego, zarządzania, informacyjnego, jak i logistycznego wpływa na efektywność jego funkcjonowania. Istota tego systemu doskonalenia działań tkwi w eliminacji zbędnych działań i ich synchronizacji. Jak wskazał Miki Kitano, dyrektor naczelny Toyota's North American (podczas konferencji w maju 1998 r. poświęconej koncepcji tego systemu) sekret Lean Production tkwi w zdrowym rozsądku [5, s. 245].

W Toyota Production System dostrzega się ogromne znaczenie wszystkich pracowników w procesie jego wdrażania. Ponieważ to pracownicy tworzą przedsiębiorstwo, nadają mu wartość, postulują i wdrażają innowacje.

Począwszy od najmniejszego elementu procesu do najbardziej złożonego działania firmy, wzmacnianie i ulepszanie procesu krok po kroku prowadzi do osiągnięcia szczupłości i doskonałości. To podejście może być stosowane w każdej gałęzi przemysłu, w każdym przedsiębiorstwie i procesie w nim zachodzącym.

Lean Production polega na unikaniu trzech rodzajów zjawisk:

- muri – nieuzasadnionej standaryzacji pracy;
- mura – niezgodności działań poszczególnych podsystemów;
- muda – odpadów, do których zalicza się między innymi niewykorzystany czas pracy, zbyt wiele zaangażowanych zasobów, nieproduktywne procesy itd.

Jak już wspomniano, ważnym elementem jest czynnik ludzki, który determinuje sukces lub porażkę całego przedsięwzięcia. To pracownik, nie maszyna, ma zdrowy rozsądek oraz umiejętność (doświadczenie) rozpoznawania zaburzeń i ich naprawy. Pracownik potrafi myśleć i rozwiązywać problemy, jest reprezentantem produktu mającym wgląd w realizację zadań każdego dnia. Dla większości firm pracownicy są głębokim rezerwuarem nieodkrytej kreatywności, która może przynieść liczne korzyści, gdy tylko będzie miała możliwość otworzenia ust [5, s. 248]. To jednak wymaga zmiany mentalności pracowników, odejścia od biurokratycznych zachowań i zaangażowania się w pracę, a nie zaspokajanie własnych potrzeb. Dlatego też system ten jedynie w niewielu miejscach poza Japonią znalazł zastosowanie. Wiele przedsiębiorstw otwieranych przez japońskich inwestorów w Europie i Ameryce Północnej przynosi gorsze efekty niż podobne przedsiębiorstwa w Japonii.

Podsumowanie

Potrzeba doskonalenia działań zorganizowanych wynika z kilku zasadniczych przesłanek:

- wszystko wokół nas ulega zmianie (panta rhei – wszystko płynie, jak nauczał Heraklit z Efezu), a zatem również działania człowieka muszą jej ulegać – najlepiej byłoby, aby zmiany przebiegały w kierunku rozwoju, nie regresji;
- każdy system posiada dwie ścierające się cechy: dążenie do zachowania struktury (morfostaza) oraz tendencję do zmian (morfogeneza) i jednocześnie, w nawiązaniu do poprzedniego punktu, tendencję do utrzymania równowagi funkcjonalnej (homeostaza) – posiadanie tych cech wskazuje na ciągłą zmianę wewnątrz systemu w celu zachowania równowagi z otoczeniem przy jednoczesnym działaniu sił wewnętrznych sprzyjających zmianom i je hamujących;
- wszystkie działania człowieka nastawione są na wysoką efektywność i skuteczność; dążenie do tych celów zmusza ludzi do doskonalenia działań zorganizowanych;
- w każdych działaniach zorganizowanych dostrzegany jest nadmiar potencjału pewnej części zasobów nad uzyskiwanymi efektami (luz organizacyjny); w dążeniu do wzrostu efektywności staramy się ów nadmiar potencjału wykorzystać, aby jednak było to możliwe należy dostrzec bariery uniemożliwiające wykorzystanie posiadanej nadwyżki potencjału.

Możliwości doskonalenia działań zorganizowanych tkwią zatem w:

- wskazanej powyżej nadwyżce potencjału niektórych zasobów;

- pojawianiu się nowych rozwiązań technologicznych i organizacyjnych;
- dostępie do tworzonych i udoskonalanych od stu lat narzędzi analizy i oceny efektywności oraz skuteczności działań opracowywanych w ramach nauk o zarządzaniu;
- opracowanych i wdrożonych metodykach doskonalenia działań zorganizowanych takich jak filozofia Keizen i oparta na niej idea Lean Management, Lean Production, itp. oraz bardziej europejskich metodyk doskonalenia – Total Quality Management.

Jak wskazano w artykule, możliwości i spojrzeń na problematykę doskonalenia działań zorganizowanych jest bardzo wiele, a potrzeba ich doskonalenia wynika z ogólnych tendencji rozwojowych człowieka.

Literatura

- [1] Kotarbiński T., *Traktat o dobrej robocie*, Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław 1982.
- [2] Michłowicz E., *Logistyka a teoria systemów*, „Automatyka” 2009, 13(2).
- [3] Morgan G., *Obrazy organizacji*, PWN, Warszawa 1997.
- [4] Parkinson C.N., *Prawo Parkinsona, czyli w pogoni za postępem*, Książka i Wiedza, Warszawa 1992.
- [5] Prońko J., Soboń A., Zamiar Z., *Zarządzanie produkcją*, UH-P Jana Kochanowskiego, Kielce 2008.
- [6] Prońko J., *Analiza ekonomiczna działalności PKP Intercity w latach 2004–2013*, „Studia Ekonomiczne i Regionalne” 2019, 9(2).
- [7] Prońko J., *Transport w Polsce na tle Unii Europejskiej*, „Logistyka” 2016, 1, CD1, 363–375.
- [8] Romanowska M. (red.), *Podstawy organizacji i zarządzania*, Dyfin, Warszawa 2001.
- [9] Ryszkiewicz M., *Życie wieczne wirtualne*, „Wiedza i Życie” 2005, 2.
- [10] Zieleniewski J., *Organizacja zespołów ludzkich. Wstęp do teorii organizacji i kierowania*, PWN, Warszawa 1976.

DR HAB. INŻ. JAROSŁAW PROŃKO – profesor nadzwyczajny Instytutu Zarządzania Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach. Absolwent Politechniki Świętokrzyskiej i AON. Były oficer Nadwiślańskich Jednostek Wojskowych. Uczestnik akcji przeciwpowodziowej w 1997 r. – odznaczony Krzyżem Zasługi za Dzielność. W latach 1998–2001 główny specjalista w Biurze Spraw Obronnych MSWiA. Autor i współautor wielu prac z zakresu bezpieczeństwa powszechnego, zarządzania kryzysowego, problematyki podejmowania decyzji oraz analizy ryzyka w obszarze bezpieczeństwa powszechnego.

MGR BEATA WOJTASIAK – absolwentka Akademii Pedagogiki Specjalnej im. Marii Grzegorzewskiej w Warszawie (Wydział Nauk Pedagogicznych). W 2013 r. ukończyła studia podyplomowe Menedżer Innowacji w Szkole Głównej Handlowej w Warszawie. Aktualnie pracownik Zakładu Ocen Technicznych Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwpowodziowej im. Józefa Tułiszewskiego – Państwowego Instytutu Badawczego na stanowisku mł. specjalisty inżynierjno-technicznego.



TWÓJ PARTNER W
BEZPIECZEŃSTWIE

jednostka notyfikowana
Komisji Europejskiej
w zakresie rozprządzenia
305/2011 (CPR)

laboratoria badawcze
akredytowane
przez PCA

jednostka upoważniona do
wydawania europejskich
i krajowych ocen
technicznych

45 lat doświadczenia



DOPUSZCZENIA WYROBÓW

użytkowanych w ochronie
przeciwpożarowej



**EUROPEJSKA
I KRAJOWA
CERTYFIKACJA**

wyrobów budowlanych



**CERTYFIKACJA
PODMIOTÓW
ŚWIADCZĄCYCH USŁUGI**

w ochronie przeciwpożarowej



**EUROPEJSKIE I KRAJOWE
OCENY TECHNICZNE**

stałych urządzeń ppoż.
kablów zasilających, sterujących
i komunikacyjnych



BADANIA

sprzętu oraz wyposażenia
jednostek ochrony ppoż.
stałych urządzeń gaśniczych
chemiczne i pożarowe
procesów spalania i wybuchowości
systemów i automatyki ppoż.



**CERTYFIKACJA
DOBROWOLNA**

wyrobów
do ochrony
przeciwpożarowej



**TESTOWANIE
WYROBÓW
INNOWACYJNYCH**



SZKOLENIA

z zakresu ochrony
przeciwpożarowej



**OPINIE I EKSPERTYZY
TECHNICZNE**

CENTRUM NAUKOWO-BADAWCZE OCHRONY PRZECIWPOŻAROWEJ

im. Józefa Tuliszkowskiego

PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

Nadwiślańska 213, 05-420 Józefów | tel. +48 22 769 32 00 | cnbop@cnbop.pl | www.cnbop.pl

mgr Michał Snopek^{a)*}^{a)}Uniwersytet Warszawski / University of Warsaw*Autor korespondencyjny / Corresponding author: mi.snopek@gmail.com

Teoria chaosu jako narzędzie badawcze w naukach o bezpieczeństwie

Chaos Theory as a Research Tool in Security Studies

Теория хаоса в качестве инструмента исследования в науках о безопасности

ABSTRAKT

Cel: Celem artykułu jest wskazanie obszarów w naukach o bezpieczeństwie, w których może znaleźć zastosowanie teoria chaosu. W pracy ukazano zarówno korzyści, jak i wyzwania związane z omawianym nowym podejściem. Autor podejmuje się również odpowiedzi na pytanie, czy teoria chaosu, zgodnie ze stanowiskiem części naukowców, może być traktowana jako rewolucja naukowa w naukach o bezpieczeństwie.

Wprowadzenie: W dobie skomplikowanej sytuacji społeczno-politycznej, stawiającej przed państwami nowe wyzwania, na znaczeniu mogą zyskać poglądy znajdujące się do tej pory poza głównym nurtem nauk o bezpieczeństwie. W celu zapewnienia bezpieczeństwa, zarówno wewnętrznego, jak i międzynarodowego, władze zmuszone są do odejścia od dotychczas stosowanych paradygmatów. Wynika to z tego, że często ich podstawy oparte są na ładzie funkcjonującym w okresie zimnej wojny – postrzegają świat jako podzielony na dwa wrogie sobie obozy. Teoria chaosu pozwala spojrzeć na zagrożenia płynące z terroryzmu, zmian w strukturze etnicznej czy katastrof naturalnych będących następstwem globalnych zmian klimatycznych z nowej perspektywy. Wszystkie wymienione wyżej zagrożenia można próbować wytłumaczyć z zastosowaniem elementów teorii chaosu. Poza funkcją eksplanacyjną, teoria chaosu pełni również funkcję prognostyczną. W sektorze finansowym poszukuje się atraktora odpowiadającego za kurs na giełdzie. Zajmując się tematem zapobiegania niszczycielskim efektom fal tsunami, pod uwagę bierze się już nie tylko metodę historyczną, ale także solitonową konstrukcję tsunami. Należy jednak rozważyć, czy możliwe jest przeniesienie teorii wywodzącej się z gruntu nauk ścisłych do nauk społecznych oraz jakie niesie to ze sobą zagrożenia.

Metodologia: W artykule zastosowano metodę analizy, krytyki piśmiennictwa oraz wnioskowanie z doświadczeń i obserwacji.

Wnioski: Pomimo nowych możliwości, jakie daje teoria chaosu, uznanie jej za rewolucję w nauce byłoby nadużyciem. Wynika to z fundamentalnej różnicy pomiędzy naukami ścisłymi a społecznymi. W tych drugich badacze w swoich pracach zawsze uwzględniali pewną nieprzewidywalność oraz losowość. Jest to związane z tym, że każda nauka mająca w centrum zainteresowań człowieka, musi brać pod uwagę znaczną liczbę czynników. Sprawia to, że przewidywanie zachowań jednostki, szczególnie w sytuacji kryzysowej, okazuje się niemożliwe. Teoria chaosu dostarcza nam nowych narzędzi do prowadzenia badań. Jej uniwersalność polega na tym, że możemy je stosować zarówno w ramach teorii chaosu, jak i w ramach innych ugruntowanych teorii.

Słowa kluczowe: teoria chaosu, atraktory, chaos deterministyczny, solitony

Typ artykułu: artykuł przeglądowy

Przyjęty: 15.02.2017; Zrecenzowany: 19.06.2017; Opublikowany: 30.09.2017;

Proszę cytować: BiTP Vol. 47 Issue 3, 2017, pp. 78–89, doi: 10.12845/bitp.47.3.2017.6;

Artykuł udostępniany na licencji CC BY-NC-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

ABSTRACT

Aim: The aim of this review article is to present possibilities which chaos theory brings into the social sciences. It presents its benefits and challenges that need to be overcome. The author also attempts to answer the question of whether chaos theory can be regarded as a scientific revolution in security studies.

Introduction: In the era of complex and turbulent political and social circumstances which pose new challenges to countries in the field of security theories which previously were outside the scientific mainstream can gain in importance. In order to provide domestic and international security, national governments are forced to depart from the paradigms applied so far. One of the important problems, from the perspective of the global situation, is that government strategies were often created with a different world in mind. Many of these derived from the time when the world was divided as a result of the Cold War. Chaos theory allows us to look into the dangers of terrorism, changes in ethnic structure, or global climate change and natural disasters from a new perspective. All these processes can be explained with the use of the elements of chaos theory. In the financial sector, scientists are searching for an attractor which will explain the stock market. Other studies focus on forecasting and preparing for tsunamis based on the soliton theory. However, one of the problems which will be considered in this review article is the possibility of using a theory derived from the exact sciences in the social sciences and the risks that come with it.

Methodology: This review article is based on the methods of analysis, critical literature review and deductions stemming from experience and observation.

Conclusions: Despite the new opportunities offered by chaos theory, treating it as a revolution in the social sciences would not be warranted. The reason for this is the fundamental difference between the exact and the social sciences. In the latter, researchers always must take into account certain

unpredictability and randomness during studies. This is connected with the fact that every field of science, with human in the centre of its interest, must take into account many diverse factors. Therefore, predicting an individual's behaviour, especially in a crisis situation, is impossible. Chaos theory, however, provides us with new tools for research in the social sciences. Its universality comes from the fact that it can be used in chaos theory as well as in other theories.

Keywords: chaos theory, attractor, deterministic chaos, solitons

Type of article: review article

Received: 15.02.2017; Reviewed: 19.06.2017; Published: 30.09.2017;

Please cite as: BiTP Vol. 47 Issue 3, 2017, pp. 78–89, doi: 10.12845/bitp.47.3.2017.6;

This is an open access article under the CC BY-NC-SA 4.0 license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

АННОТАЦИЯ

Цель: Цель статьи – определить области наук о безопасности, в которых может применяться теория хаоса. В статье указаны как польза, так и вызовы, связанные с новым подходом, который рассматривается в статье. Автор старается также ответить на вопрос, можно ли относиться к теории хаоса, согласно утверждениям части специалистов, как к научной революции в науках о безопасности.

Введение: В эпоху сложной социально-политической ситуации, которая заставляет государства принимать новые вызовы, могут становиться популярными мнения, которые до сих пор не находились в центре внимания наук о безопасности. С целью обеспечения безопасности, как внутренней, так и международной, власти вынуждены отойти от используемых сейчас парадигм. Это связано с тем, что зачастую они основаны на порядке, обязующим во время холодной войны, где мир разделен на два неприятельские лагеря. Теория хаоса позволяет посмотреть на угрозы, возникающие из-за терроризма, изменений в этнической структуре или естественных бедствий, являющихся последствием климатических изменений, с новой перспективы. Все указанные выше угрозы можно попытаться объяснить с помощью элементов теории хаоса. Кроме объяснительной функции, теория хаоса выполняет также предупредительную функцию. В финансовом секторе нужно найти аттрактора, отвечающего за курс на бирже. Занимаясь темой предупреждения разрушительных волн цунами, рассматривается не только исторический метод, но также солитонная конструкция цунами. Однако стоит задуматься о том, возможно ли использовать теорию происходящую от природных наук в науках социальных, а также какая угроза с этим связана.

Методология: В статье были применены методы анализа, критики литературы, а также заключение на основе опыта и наблюдения.

Выводы: Помимо новых возможностей, которые дает теория хаоса, назвать ее революцией в науке не стоит. Это связано с принципиальной разницей, которая существует между природными и общественными науками. В последних исследователи в своих работах всегда учитывали определенную непредсказуемость и случайность. Это связано с тем, что каждая наука, центром интересов которой является человек, должна учитывать значительное число факторов. Из-за того прогноз поведения одного человека, особенно в кризисной ситуации, оказывается невозможным. Теория хаоса предоставляет нам новые инструменты для проведения исследований. Ее универсальность заключается в том, что мы можем использовать их как в теории хаоса, так и в рамках других утвержденных теорий.

Ключевые слова: теория хаоса, аттракторы, детерминистический хаос, солитоны

Вид статьи: обзорная статья

Принята: 15.02.2017; Рецензирована: 19.06.2017; Опубликована: 30.09.2017;

Просим ссылаться на статью следующим образом: BiTP Vol. 47 Issue 3, 2017, pp. 78–89, doi: 10.12845/bitp.47.3.2017.6;

Настоящая статья находится в открытом доступе и распространяется в соответствии с лицензией CC BY-NC-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

Wprowadzenie

Thomas Kuhn w swojej pracy dotyczącej rewolucji naukowych stwierdził, że rewolucje w nauce występują niezwykle rzadko i są przeplatane długimi okresami normalnej pracy naukowej, której zadaniem jest rozwijanie istniejącego paradygmatu. Jeśli by spojrzeć na to z szerszej perspektywy, można dojść do wniosku, że każda kolejna rewolucja naukowa miała na celu lepsze zrozumienie otaczającej człowieka rzeczywistości. Punktem kulminacyjnym pewnej wizji świata były prace Isaaca Newtona oraz jego duchowych spadkobierców. Doprowadziły one do postrzegania świata „jako mechanizmu zegarowego” [1, s. 14]. Było to największe osiągnięcie redukcjonizmu. Pojawiło się przekonanie, że świat jest w całości poznawalny, składa się z prostych praw, a sam fakt, że czegoś jeszcze nie rozumiemy, jest następstwem nieodkrycia odpowiedniej zasady. Dzięki redukcjonizmowi ludzkość lepiej poznała budowę atomu oraz DNA. W poszukiwaniu cząstek elementarnych, które miałyby wyjaśnić wszystkie prawa wszechświata, w przeciągu dwustu lat od śmierci I. Newtona ludzkość dokonała ogromnych postępów. Najlepiej scharakteryzował to

Introduction

Thomas Kuhn, in his work on scientific revolutions, states that revolutions in science are an incredibly rare phenomenon and are intertwined with long periods of regular scientific work which purpose is to develop the existing paradigm. From a broader perspective, one may arrive at a conclusion that every scientific revolution was aimed at a better understanding of the surrounding reality. A certain vision of the world culminated with the works of Isaac Newton and his spiritual descendants. These led to the world being perceived as a “clockwork” [1, p. 14]. This was the greatest discovery of reductionism. There was a presumption that the world can be wholly discovered, composed of simple laws, and the fact that some things remain unknown is due to relevant truths being not yet discovered. Owing to reductionism humankind could learn better the structure of the atom and DNA. In search for particles which would explain all the rules of the universe over the two hundred years after Newton's death mankind made tremendous progress. This was best characterised by Pierre Simon de Laplace, who created the concept

Pierre Simon de Laplace, powołując do życia „najwyższą inteligencję”, odpowiednik matematycznego boga. Poprzez zrozumienie wszystkich podstawowych praw Inteligencja byłaby w stanie opisać przeszłość, zrozumieć teraźniejszość i przewidzieć przyszłość [2, s. 22]. Świat stał się więc idealnie deterministyczny.

Pomimo niezwykłych sukcesów, nadal wiele problemów w nauce pozostawało nierozwiązanych, między innymi turbulentny ruch cieczy. Były one jednak spychane na ubocze głównego nurtu w założeniu, że na razie nie warto się nimi zajmować, skoro nie mają rozwiązania [3, s. 35–36]. Mieliliśmy zatem do czynienia z „ukrywaniem” wszystkiego, co nie pasowało do wyznawanego paradygmatu. Podobną drogą w pewnym momencie zaczęły podążać także nauki społeczne od dawna zafascynowane naukami ścisłymi. Objawiło się to prymatem metod ilościowych nad jakościowymi, jako tych które dało się analizować statystycznie. Przełom przyszedł na przełomie lat sześćdziesiątych i siedemdziesiątych dwudziestego wieku wraz z zainteresowaniem nieliniowymi równaniami różniczkowymi, a także fraktalami. Z tego nurtu wyrosła nowa teoria (bądź nowe teorie), która zaczęła twierdzić, że w badanych układach występuje synergia. Są one zatem czymś więcej niż zbiorem jednostek (społeczeństwo to coś więcej niż zbiór osób, a człowiek to coś więcej niż zbiór atomów) i istniejący redukcjonizm nie jest w stanie tego wyjaśnić. Narodziła się teoria złożoności oraz teoria chaosu¹.

Celem artykułu jest zaprezentowanie, na jakie sposoby można zaimplementować teorię chaosu w naukach o bezpieczeństwie. Próby takie, w naukach społecznych, były podejmowane już wcześniej, szczególnie w ekonomii, gdzie nowe metody dawały nadzieję na lepsze zrozumienie i opisanie procesów kształtujących rynki. Robert Kruszewski zastosował model bifurkacji do wytłumaczenia kształtowania się krzywej popytu i podaży oraz tego, jak wpływa ona na formowanie się równowagi na rynku [7]. Edgar Peters zainteresował się wymiarem fraktalnym (samopodobieństwem) rynku oraz jego wpływu na zachowania inwestorów [8]. W dyscyplinie nauk o polityce możliwość zastosowania teorii chaosu wykazali Diana Richards oraz Alvin M. Saperstein. Pierwsza przyjęła tezę, że przełożenie się indywidualnych preferencji na grupowe ma nieliniary charakter oraz wpływa na preferencje wyborcze [9]. A. Saperstein podjął próbę określenia wpływu procesów chaotycznych

of “supreme intelligence”, an equivalent for a mathematical god. By understanding all fundamental laws, Intelligence would be able to describe the past, understand the present and predict the future [2, p. 22]. Therefore, the world became perfectly deterministic.

Despite incredible successes, still many scientific problems have remained unsolved, including turbulent flow of liquids. They were marginalised in the mainstream as not worth dealing in due to being unsolvable [3, pp. 35–36]. We were, therefore, dealing with the “hiding” of everything which did not fit the specified paradigm. The social sciences, for long fascinated by the exact sciences, started to follow a similar way at one point in history. This was manifested by the quantitative methodologies predominating over qualitative ones, as they could be analysed in statistical terms. In the late 1960s and early 1970s, there came a breakthrough with a growing interest in nonlinear differential equations and fractals. This trend gave rise to a new theory (or theories), which started to claim the presence of a synergy in the studied systems. These are something more than a set of units (as society is something more than a set of individuals, and man is something more than a set of atoms), and the existing reductionism cannot explain it. The complexity and chaos theories were created¹.

The aim of the article is to present the ways of implementing chaos theory in security studies. Such attempts, in social studies, have been made already, especially in economics, where new methods built up hopes for a better understanding and description of market-shaping processes. Robert Kruszewski applied the bifurcation model to explain the shape of the demand and supply curves and how they influence the formation of balance on the market [7]. Edgar Peters became interested in the fractal dimension (self-similarity) of the market, and its impact on investor behaviour [8]. In political sciences, the possibilities of utilising chaos theory were demonstrated by Diana Richards and Alvin M. Saperstein. The former proposed a thesis that individual preferences translate into group ones in a non-linear way, and then assumed that this process influences voting preferences [9]. A. Saperstein attempted to determine the impact of chaotic

¹ Istnieją pewne wątpliwości, czy możemy rozróżniać te dwie teorie, czy też należy traktować je jako jedną. Zwolennicy drugiego podejścia zwracają uwagę, że teorię chaosu stosuje się właśnie do układów złożonych, układy proste, deterministyczne są poza zakresem jej zainteresowań [4, s. 12]. Dlatego też teoria chaosu może być nazywana teorią złożoności. Naukowcy wyznający pierwsze podejście wykazują wspólne pochodzenie obu teorii, ale i podstawową różnicę, jakim jest punkt odniesienia, którego obie teorie dotyczą. Teoria złożoności zajmuje się „krawędzią chaosu”, tzn. momentem, w którym, np. w organizacji, nie panuje już porządek, ale nie znalazła się jeszcze w chaosie. Prezentując to rozróżnienie, warto omówić jedną z najprostszych bifurkacji. Bifurkacja Feigenbauma [4, s. 62–63] polega na tym, że linia prosta w pewnym momencie rozdziela się na dwie „gałęzie”, a każda z nich po pewnym czasie znowu na dwie kolejne. Po określonej liczbie powtórzeń powstaje system chaotyczny. Teoria złożoności miałaby się zajmować momentem, zanim system przejdzie w chaotyczność, podczas gdy teoria chaosu okresem po tym punkcie [5, s. 8]. Znajdują się jednak także tacy autorzy, którzy „krawędź chaosu” zaliczają jak najbardziej do teorii chaosu [6, s. 6–7]. Celem autora nie jest rozwiązywanie tego sporu w niniejszym artykule.

¹ There are some doubts whether we can distinguish between these two theories or whether we should treat them as a single theory. Propagators of the latter point out that chaos theory is used in complex systems, and simple, deterministic systems do not fall within its field of interest [4, p. 12]. Therefore, chaos theory can be referred to as complexity theory. Scientists advocating the former approach indicate the common origin of both theories, but also one fundamental difference, which is the point of reference of both theories. Complexity theory deal with the “edge of chaos”, i.e. a moment at which, for example in an organisation, there is no order, but also there is no chaos yet. When presenting this distinction, it is worth discussing one of the simplest bifurcations. Feigenbaum bifurcation [4, p. 62–63] consists in a line bifurcating into two “branches”, and each of these two splitting up into subsequent two. After a specific number of repetitions, a chaotic system is created. Complexity theory was supposed to deal with the moment before the system becomes chaotic, and chaos theory with everything beyond this point [5, p. 8]. There are, however, authors who include the edge of chaos in chaos theory [6, pp. 6–7]. The aim of the author is not, however, to settle this dispute in this article.

na relacje pomiędzy państwami w środowisku międzynarodowym. Zastosował także teorię chaosu do odpowiedzi na pytanie postawione przez zwolenników teorii demokratycznego pokoju: czy państwa demokratyczne są mniej skłonne do prowadzenia wojen niż państwa autorytarne [10]?

Próby jej zastosowania zostały podjęte również w naukach o bezpieczeństwie. Katarzyna Sienkiewicz-Małyjurek wykazała, że system zarządzania bezpieczeństwem publicznym spełnia wszystkie kryteria systemu wywodzącego się z teorii złożoności [11]. Obszerna jest literatura dotycząca wykorzystania teorii chaosu w analizowaniu zjawisk kryzysowych. Timothy L. Sellnow zastosował ją do wytłumaczenia zjawisk występujących przed, w trakcie i po powodzi w Dolinie Red River (1997 rok) [12]. Ryan Hagel, Matthew Statler oraz Bradley K. Penuel w swojej *Encyklopedii zarządzania kryzysowego* wykorzystali bifurkację jako jedno z potencjalnych wytłumaczeń powstawania kryzysów kaskadowych [13]. Mark Speakman i Richard Sharpley zastosowali teorię nieliniowości do badania zarządzania kryzysowego w zapobieganiu epidemii grypy AH1N1 [14].

Artykuł został podzielony na trzy części. W pierwszej zostaną omówione najistotniejsze zagadnienia niezbędne do zrozumienia, czym jest teoria chaosu. W pracy przedstawione zostaną takie pojęcia, jak chaos deterministyczny, podatność na warunki początkowe oraz efekt motyla. W następnej poruszone zostaną zagadnienia związane z problemami pochodzącymi z nauk ścisłych, a mającymi bezpośredni wpływ na problemy związane z bezpieczeństwem. Znajdą się tutaj kwestie związane z koncepcją atraktorów, solitonów oraz tego, co wnoszą ze sobą do nauk o bezpieczeństwie.

Teoria chaosu

U podstaw teorii chaosu leżą dwie koncepcje. Pierwsza z nich zakłada, że systemy deterministyczne nie są regułą, a odstępstwem od niej. Świat jest zatem rządzony przez systemy chaotyczne. Analiza dowolnych zagrożeń dla bezpieczeństwa systemu pozwala zauważyć, że stan kryzysowy nie przebiega za każdym razem w identyczny sposób. Przykładem może być porównanie dwóch zamachów dokonanych we Francji w ostatnich latach. W pierwszym z nich (13 listopada 2015 roku) doszło do serii ataków bombowych oraz zabójstw przy użyciu broni palnej [15]. Przyznało się do niego Państwo Islamskie, a dokonać mieli go imigranci z krajów arabskich oraz potomkowie imigrantów urodzeni na terenie Europy. Mimo podjętych przez służby zabezpieczeń doszło do kolejnych zamachów. W jednym z nich, z 14 lipca 2016 roku w Nicei, osoba pochodzenia tunezyjsko-francuskiego wjechała samochodem w ludzi spacerujących po promenadzie [16]. Także do tego przyznało się Państwo Islamskie. Mimo że wydarzenie należy zakwalifikować do tej samej kategorii (zamach terrorystyczny), a dodatkowo terroryści wywodzili się z podobnego środowiska (muzułmanów), ataki różniły się od siebie na tyle, że zastosowanie linearnych metod zapobiegania aktom terrorystycznym może okazać się niemożliwe. Związane jest to z występowaniem czynnika o niedeterministycznym zachowaniu – jednostką ludzką. Zatem możemy zauważyć, że brak determinizmu oraz pewna chaotyczność działań jest naturalna dla dziedziny bezpieczeństwa.

processes on relations between states in an international environment. He also applied chaos theory to answer the question raised by advocates of democratic peace theory: Are democratic countries less willing to wage war than authoritarian ones [10]?

Attempts to utilise it were also made in security studies. Katarzyna Sienkiewicz-Małyjurek demonstrated that the public safety management system meets all the criteria of a system originating from complexity theory [11]. The literature on the application of chaos theory in analysing crisis situations is extensive. Timothy L. Sellnow used this theory to explain the phenomena before, during and after the Red River flood of 1997 [12]. Ryan Hagel, Matthew Statler and Bradley K. Penuel used bifurcation in their *Encyclopaedia of Crisis Management*, as one of potential explanations of the occurrence of cascades of crises [13]. Mark Speakman and Richard Sharpley applied non-linear theory to study crisis management in AH1N1 epidemics prevention [14].

The article is divided into three parts. Part one discusses the most important issues necessary for the reader to understand what chaos theory is. The work presents such terms as deterministic chaos, sensitivity to initial conditions and the butterfly effect. Next part focuses on issues connected with the problems encountered in the exact sciences, and directly impacting on security-related problems. It includes issues connected with the concept of attractors, solitons, and their contribution to security studies.

Chaos theory

There are two concepts underlying chaos theory. The first assumes that deterministic systems are not a rule but a departure from the rule. The world, therefore, is ruled by chaotic systems. Analysing any threats to system safety allows us to note that crises do not always follow the same course. We can illustrate this with the example of two attacks observed in France in recent years. The first attack (13 November 2015) entailed a series of bombing attacks and homicides with the use of firearms [15]. The Islamic State admitted that it had orchestrated the attack, which was conducted by immigrants from Arabic states and descendants of immigrants born in Europe. Despite security measures employed by the services, further attacks took place. In one of these, on 14 July 2016, a man of Tunisian-French origin drove into a crowd of people walking on the promenade in Nice [16]. The Islamic State admitted to organising this attack as well. Despite the incidents being qualified in the same category (terrorist attack), and the terrorists descending from the same environment (Muslims), the attacks were so different that the application of linear methods of terrorist attack prevention may prove impossible. This is due to the presence of a factor characterised by nondeterministic behaviour – human being. Therefore, one can note that the lack of determinism and to some extent chaotic action are natural to the field of safety.

Druga istotna koncepcja, która leży u podstaw teorii polega na stwierdzeniu, że chaos wcale nie jest losowy. Losowość i chaotyczność to dwa różne stany [17]. Dlatego też wprowadzono pojęcie chaosu deterministycznego, który łączy w sobie dwa przeciwstawne rozumienia procesów stochastycznych oraz uporządkowanych. Tym, co utrudnia wykorzystanie teorii chaosu deterministycznego w naukach społecznych, jest brak jednej, usystematyzowanej definicji. Władysław Milo w swojej pracy wymienia ich ponad sześćdziesiąt i zaznacza, że nie jest to lista kompletna [17, s. 436–441]. Spróbujmy zatem wykazać, jakie podstawowe, wspólne dla większości definicji warunki muszą wystąpić, aby można było mówić o chaosie deterministycznym. Michał Tempczyk wymienia trzy: „wrażliwość na warunki początkowe; nierozkładalność przestrzeni fazowej na oddzielne, niepowiązane dynamiczne części; punkty okresowe są gęste w przestrzeni fazowej” [4, s. 75]. System chaotyczny powinien charakteryzować się również entropią rozumianą jako nieregularność ruchu układu [18, s. 321] (zatem odbiega od definicji entropii znanej powszechnie z termodynamiki). Dlaczego ruch układu jest istotny z punktu widzenia bezpieczeństwa? Wymusza on badanie zjawisk wykraczających poza ścisły opis statystyczny. Do analizy liczby osób, które zmarły w danym roku, sam opis statystyczny okazuje się niewystarczający w sytuacji, gdy część zgonów była następstwem zdarzeń losowych (katastrof naturalnych, wojen, itd.). W ruchu nieregularnym statystyczne prawa demografii okazują się błędne, za to sprawdzają się w sytuacjach, gdy ruch jest regularny [3, s. 43]. Podejmując się ogólnej charakterystyki chaosu deterministycznego, należałoby stwierdzić, że jest to układ stochastyczny, który wynika ze złożoności układu, a nie z tego, że nie obowiązują w nim żadne prawa. Takie podejście pozwoliło teorii wykroczyć poza ramy fizyki oraz matematyki i znaleźć zastosowanie także w naukach społecznych. W ujęciu bezpieczeństwa energetycznego podejmuje się próby zastosowania metod wchodzących w skład teorii chaosu do analizy zmian cen surowców energetycznych na rynkach, a celem tych działań jest znalezienie atryktora [19, s. 274].

Istotnym elementem determinującym chaotyczność omawianego systemu jest jego podatność na warunki początkowe [4, s. 68]. Wiążą się one z nieliniowymi równaniami różniczkowymi, które leżą u podstaw teorii chaosu. Nieliniowy system dynamiczny oznacza, że stan systemu zależy od przeobrażeń następujących w czasie [20, s. 183]. Prowadzi do odrzucenia redukcjonizmu jako podstawowej metody poznawczej – paradygmatu, który od czasów I. Newtona święcił sukcesy [21, s. 77]. Oznacza to, że nawet najmniejsza zmiana w danych wejściowych prowadzi w długim okresie do całkowicie różnych efektów końcowych. Założenie to może być wykorzystane w różnych naukach, nie tylko w ścisłych. W biologii przy zajmowaniu się zmianami w populacji spowodowało odejście od prostego modelu zwiększania i zmniejszania populacji w zależności od dostępności pożywienia [2, s. 67–91]. Ten sam model znajduje również zastosowanie przy omawianiu struktury organizacji i przedsiębiorstw. Zwraca się uwagę, że w organizacjach zachowania deterministyczne i nieliniowe występują równocześnie. Zatem z jednej strony istnieją przygotowane biznesplany oraz długofalowe strategie, którymi kierują się przedsiębiorstwa, a z drugiej strony system nieliniowy podatny na czynniki początkowe w codziennym funkcjonowaniu organizacji [21, s. 79–80].

The second important concept which underlies the theory in question consists in stating that chaos is not random. Randomness and chaos are two different states [17]. Therefore, the term of deterministic chaos was introduced, which blends the two opposite understandings of stochastic and ordered processes. What makes it difficult to use the deterministic chaos theory in social sciences is the lack of a single systematised definition. Władysław Milo in his work enumerates more than sixty of those, and indicates that the list is not complete [17, pp. 436–441]. Let us, therefore, indicate the basic conditions, common to all definitions, which must occur to be considered deterministic chaos. Michał Tempczyk lists three such conditions: “sensitivity to initial conditions, the irreducibility of a phase space into separate, unrelated dynamic parts; and the density of periodic points in the phase space” [4, p. 75]. A chaotic system should also be characterised by entropy, understood as the irregularity of the system’s motion [18, p. 321] (differing from the commonly known thermodynamic definition of entropy). Why the movement of a system is important in terms of safety? It forces the studying of phenomena which go beyond the exact statistical description. A statistical description is not enough to analyse the number of people who died in a given year, when some of the deaths were caused by random events (natural disasters, wars, etc.). In irregular motion, the statistical laws of demographics prove incorrect, but work whenever the motion is regular [3, p. 43]. When attempting to draw general characteristics of deterministic chaos, one should state that it is a stochastic system which results from the complexity of the system, and not that there are no rules governing it. Such an approach allowed theory to go beyond the framework of physics and mathematics, and become applicable in the social sciences. When it comes to energy security attempts are being made to apply methods within chaos theory in the analysis of changes in the prices of energy resources on the markets to find an attractor [19, p. 274].

An important element determining the chaotic nature of the system in question is its sensitivity to initial conditions [4, p. 68]. These are associated with nonlinear differential equations which underlie chaos theory. A nonlinear dynamic system means that the status of the system depends on the transformations taking place over time [20, p. 183]. This leads to the rejection of reductionism as the basic cognitive method – the paradigm which in the time of Newton saw the greatest success [21, p. 77]. This means that even the slightest change in input data leads in long periods to completely different final effects. This premise can be used in various fields of science, not only the exact sciences. In biology, when dealing with changes in populations, this results in abandoning the simple model of population increasing or decreasing depending on the availability of food [2, pp. 67–91]. The same model is also used in the analysis of the structures of organisations and enterprises. It should be noted that in organisations deterministic and nonlinear behaviour are present at the same time. Therefore, on the one hand, there are business plans and long-term strategies for enterprises to follow, and on the other hand, there is a nonlinear system sensitive to initial conditions in the everyday operations of the organisation [21, pp. 79–80].

Można podjąć próbę przeniesienia tego modelu na poziom funkcjonowania państwa. Pomimo fundamentalnych różnic w celach przedsiębiorstw oraz jednostek służby cywilnej (nastawienie na zys kontra na rezultaty) występują elementy zbieżne w procesie zarządzania kapitałem ludzkim. Stąd taka próba może okazać się skuteczna. W Polsce na szczeblu centralnym instytucją odpowiedzialną za zarządzanie kryzysowe jest Rządowe Centrum Bezpieczeństwa [22]. Do jego zadań należy między innymi analiza zagrożeń oraz opracowywanie rozwiązań pojawiających się sytuacji kryzysowych. Tak jak w omawianym wcześniej przykładzie, także tutaj istnieje element deterministyczny – przygotowywane plany oraz zasady, które mają zapewnić skuteczne realizowanie zadań z zakresu zarządzania kryzysowego. Z drugiej strony w trakcie realizowania zadań w warunkach wystąpienia sytuacji kryzysowej istnieje wysoka podatność na zmienne warunki początkowe. W przypadku powodzi rzeka może wylać w miejscach, które według pierwotnych założeń miały być bezpieczne, za to nie dotknąć obszarów określonych jako wrażliwe (np. przy powodziach roztopowych największe zagrożenie przewidziano dla rzek biegnących na terenie nizinnym, jednak przy odpowiednich warunkach początkowych zagrożenie może wystąpić także na obszarach niewymienionych w planie [23, s. 8]). Innym przykładem podatności bezpieczeństwa wewnętrznego na warunki początkowe są zmiany będące następstwem nieprzewidywalnych zachowań jednostek na stanowiskach kierowniczych. Za ilustrację może posłużyć sytuacja z elektrowni Fukushima Daiichi (Japonia) z marca 2011 roku. Analizując przebieg wydarzeń kilkakrotnie, można zauważyć znaczne odstępy czasowe pomiędzy zgłoszeniem zagrożenia przez administrację elektrowni a decyzją podejmowaną przez władze centralne. Dnia 11 marca już o godzinie 15:42 dyrektor elektrowni zgłosił wystąpienie sytuacji awaryjnej zgodnie z ustawą o awariach jądrowych. Jednak premier decyzję o ogłoszeniu sytuacji kryzysowej [24, s. 7–8] podjął dopiero o godzinie 19:03. Dopiero ta decyzja umożliwiła podjęcie odpowiednich środków zaradczych. Zachowanie premiera Naoto Kana było związane z jego specyficznym sposobem sprawowania urzędu. Po pierwsze przejawiał on pewne cechy charyzmatycznego typu sprawowania władzy [25, s. 57], do tego wykazywał się dużą nieufnością w stosunku do swoich podwładnych. Zatem w bezpieczeństwie wewnętrznym możemy wyróżnić przynajmniej trzy elementy podatne na warunki początkowe: sytuacje kryzysowe, instytucje oraz pojedynczych aktorów politycznych.

Doskonałą ilustracją wrażliwości na warunki początkowe jest „efekt motyla”. Termin został ukończony przez Edwarda Lorenza i opisuje specyficzny rodzaj dziwnego atraktora, którego poszczególne trajektorie w przestrzeni fazowej układają się na kształt skrzydeł motyla. Interesujące może być przesłedzenie, w jaki sposób E. Lorenz do niego doszedł. Na co dzień zajmował się prognozowaniem pogody i zgodnie z przeważającym wtedy paradygmatem poszukiwał w niej determinizmu. Wykorzystał, jak na swoje czasy (wczesne lata sześćdziesiąte dwudziestego wieku), dość nowatorską metodę, jaką były obliczenia dokonywane przez komputer. Wprowadził do niego trzy zmienne (wcześniej wybrane ze zmiennych Barry’ego Saltzman’a, a następnie uproszczone [1, s. 159]) i „puścił maszynę w ruch”. Jednak ze względów technologicznych przy powtarzaniu obliczeń zdecydował się nie zaczynać od początku, a wprowadzić już obliczone dane. Przyjął

One can thus attempt to apply this model at the level of the functioning of the state. Despite fundamental differences in the objectives of enterprises and civil service units (orientation towards profit vs. results), there are some elements of convergence in the process of human resource management. Hence, such an attempt might be successful. In Poland, the Government Centre for Security is the central institution responsible for crisis management [22]. Its tasks include, among other things, analysing threats and devising solutions to the appearing crisis situations. As in the example analysed above, here we are also dealing with a deterministic element – the prepared plans and rules which are intended to ensure the effective implementation of tasks in the field of crisis management. On the other hand, when conducting tasks in crisis situation conditions, there is high sensitivity to changeable initial conditions. In the case of a flood, the river may flood in places originally regarded as safe, and spare areas identified as sensitive (e.g. in the case of spring-thaw flooding, the greatest risk was anticipated for rivers flowing in lowland areas; however, with specific initial conditions the risk can also appear in areas not mentioned in the plan [23, p. 8]). Another example of internal security being sensitive to initial conditions includes changes resulting from unpredictable behaviour of individuals in managerial positions. This can be illustrated by the situation of the Fukushima Daiichi (Japan) power plant in March 2011. After repeated analysis of the course of the events, one can notice the significant time intervals between the hazard being reported by plant’s administration and the decision being made by the central government. On 11 March at 15:42, the director of the plant reported an emergency pursuant to the Act on nuclear accidents. However, the Prime Minister made his decision on declaring a crisis situation [24, pp. 7–8] as late as at 19:03. Only this decision allowed appropriate remedial measures to be introduced. The behaviour of Prime Minister Naoto Kan was connected with a peculiar way of holding the office. First, he displayed some features of a charismatic leader [25, p. 57], and second, he was deeply distrustful of his subordinates. Therefore, in internal security we can determine at least three elements sensitive to initial conditions: crisis situations, institutions and individual political actors.

The “butterfly effect” serves as the perfect illustration of sensitivity to initial conditions. The term was coined by Edward Lorenz and describes a specific type of a strange attractor, whose individual trajectories in a phase space form a shape of butterfly wings. It may be interesting to trace back how Lorenz arrived at this concept. On an everyday basis, he was dealing with meteorology, and was searching for determinism in it, in line with the then-prevailing paradigm. He used a method of computer calculations which was quite innovative at the time (early 1960s). He entered three variables (previously selected from among Barry Saltzman’s variables, and then simplified [1, p. 159]) and set the machine in motion. However, for technological reasons, when repeating the calculations he decided not to start from the beginning, but to enter the already calculated data. The new basis was formed by numbers recorded in the middle of the previous computational

za nową podstawę liczby zanotowane w połowie poprzedniego cyklu obliczeń. Według założeń kolejne liczby powinny się powtarzać, a po przerobieniu drugiej połowy poprzedniego cyklu kontynuować pracę. Tak się jednak nie stało. Początkowo zgodnie z założeniami kolejne cyfry się powtarzały, jednak wraz z upływem czasu zaczęły pojawiać się drobne różnice, by ostatecznie mocno odbiec od poprzednich wyników. Najprostszym założeniem było uznanie, że pojawił się błąd w trakcie obliczeń, jednak E. Lorenz zauważył inny istotny czynnik. W pamięci komputera obliczenia były dokonywane z dokładnością do sześciu miejsc po przecinku, za to na wydruku znajdowały się tylko do trzech. Uznał zatem, że jego początkowe założenie, że niewielkie różnice nie mają wpływu na wynik końcowy, okazały się błędne. Istnieje zatem duża podatność systemów na nawet najmniejsze wahania warunków początkowych [1, s. 163–166]. Model ten został później opisany literacko jako wpływ ruchu skrzydeł motyla w Ameryce na pojawienie się niszczącego huraganu w Japonii.

W przypadku nauk o bezpieczeństwie występuje problem z bezpośrednim przełożeniem powyższej teorii na specyfikę nauk społecznych. Główny problem stanowi to, że nie da się opisać stosunków społecznych w sposób matematyczny. Wydaje się zatem najrozsądniejszą wersją przyjęcie tej samej metody, jaką przyjął Paweł Frankowski dla stosunków międzynarodowych [26, s. 29]. Należy wykorzystać tylko obudowę teoretyczną poszczególnych teorii wchodzących, pomijając ich aspekty matematyczne. Mimo wszystko nauki o bezpieczeństwie znajdują się w lepszej pozycji do jej wykorzystania niż pozostałe nauki społeczne. Wynika to z ich interdyscyplinarności. Przykładowo, zajmując się badaniami dotyczącymi ochrony przed falami tsunami, przy określaniu potencjalnych skutków oraz możliwej wysokości fali można odnieść się do solitonów. Pomijając oczywiście aspekt czysto fizyczny (odpowiednie wzory oraz obliczenia), wiedza o tym, jak zachowują się i czym są solitony, ułatwia znacząco współpracę z ekspertami z innych dziedzin przy opracowywaniu planów zarządzania kryzysowego.

Atraktory i solitony w naukach o bezpieczeństwie

Ostatnim obszarem wartym omówienia są elementy wchodzące w skład teorii chaosu, a które mogą zostać wykorzystane w naukach o bezpieczeństwie. W ramach teorii chaosu wyróżniamy ich wiele: bifurkacje, atraktory, zbiory Mandelbrota i Julii, entropię metryczną, przestrzeń fazową, solitony itd. Z punktu widzenia nauk o bezpieczeństwie zdaniem autora najistotniejszymi są atraktory oraz solitony. Wybór ten podyktowany jest możliwością w miarę bezpośredniego zastosowania ich w ramach nauki.

Pierwszym krokiem powinno być wyjaśnienie pojęcia atraktora. Termin został zaczerpnięty z języka angielskiego, a wprowadzony od słowa *attract* (przyciągać). Jest to punkt lub cykl graniczny w przestrzeni fazowej [4, s. 57]. Przestrzeń fazowa to zbiór punktów opisujących stan układu dynamicznego w danym momencie [2, s. 145]. Oznacza, że zawiera w sobie wszystkie trajektorie ruchu opisywanego systemu. Przekładając to na język nauk o bezpieczeństwie, przestrzenią fazową sytuacji kryzysowej, jaką jest np. awaria w reaktorze jądrowym, są wszystkie

cykle. Według jego założeń kolejne liczby powinny się powtarzać, a po przerobieniu drugiej połowy poprzedniego cyklu kontynuować pracę. Tak się jednak nie stało. Początkowo zgodnie z założeniami kolejne cyfry się powtarzały, jednak wraz z upływem czasu zaczęły pojawiać się drobne różnice, by ostatecznie mocno odbiec od poprzednich wyników. Najprostszym założeniem było uznanie, że pojawił się błąd w trakcie obliczeń, jednak E. Lorenz zauważył inny istotny czynnik. W pamięci komputera obliczenia były dokonywane z dokładnością do sześciu miejsc po przecinku, za to na wydruku znajdowały się tylko do trzech. Uznał zatem, że jego początkowe założenie, że niewielkie różnice nie mają wpływu na wynik końcowy, okazały się błędne. Istnieje zatem duża podatność systemów na nawet najmniejsze wahania warunków początkowych [1, s. 163–166]. Model ten został później opisany literacko jako wpływ ruchu skrzydeł motyla w Ameryce na pojawienie się niszczącego huraganu w Japonii.

In the case of security studies, there is a problem with direct translation of the aforementioned theory into the specificity of social studies. The main problem is that it is impossible to describe social relations in a mathematical way. It appears that the most reasonable version of adopting this method is the one applied by Paweł Frankowski for international relations [26, p. 29]. Only the theoretical lining of the individual theories should be utilised, disregarding their mathematical aspects. Nevertheless, security studies are much better suited for their utilisation than other social studies. This is due to their interdisciplinary nature. For example, solitons can be referenced when dealing with studies on protection against tsunamis and determining the possible effects and wave height. Omitting the purely physical aspect (appropriate formulas and calculations), knowing how solitons behave and what they are significantly streamlines cooperation from other fields in the development of crisis management plans.

Attractors and solitons in security studies

The last area worth discussing includes those elements of chaos theory which can be used in security studies. In chaos theory there are many such elements: bifurcations, attractors, Mandelbrot and Julia sets, metric entropy, phase space, solitons, etc. According to the author, and from the point of view of security studies, attractors and solitons are the two most important ones. This selection is motivated by the possibility of their relatively direct use in science.

Explaining the notion of attractor should be the first step here. The term derives from the word *attract*. It is a point or limit cycle in a phase space [4, p. 57]. A phase space is a set of points describing the state of a dynamic system at a given moment [2, p. 145]. This means that it includes all motion trajectories of the described system. To translate the above into the language of security studies, the phase space of a crisis situation is, in the event of a malfunction in a nuclear reactor, all the states of the reactor at a given time. An attractor attracts all

stany reaktora w czasie. Wracając jednak do atraktora, przyciąga on do siebie trajektorie poruszające się w przestrzeni fazowej [4, s. 57]. Oznacza to, że nawet najbardziej chaotyczna sytuacja w długiej perspektywie zmierza do określonego punktu. W przypadku sytuacji kryzysowej w reaktorze jądrowym proces niekontrolowanego rozszczepienia jąder atomu ma charakter chaotyczny, jednak zmierza on do pewnej przestrzeni, którą jest wzrost temperatury (zakładając, że nie zostały podjęte działania mające na celu niedopuszczenie do przekroczenia przez temperaturę dopuszczalnych norm) i w jej wyniku stopienia prętów paliwowych.

Specyficznym rodzajem atraktora jest dziwny atraktor [27, s. 101], który ma budowę fraktalną (do głównych cech fraktali należą: rekurencja, samopodobieństwo oraz wymiar ułamkowy [27, s. 19]). Ruch w „basenie przyciągania” [4, s. 57] dziwnego atraktora jest trudniejszy do opisanie. Najłatwiej przedstawić tę różnicę na przykładzie zaprezentowanym przez E. Lorenza. Podobnie jak ma to miejsce w normalnych sytuacjach, trajektoria ruchu w kierunku jednego punktu bądź cyklu granicznego jest przewidywalna w długim okresie. Jednak w modelu opisanym przez E. Lorenza możemy zaobserwować ruch w kierunku dwóch basenów przyciągania. Ruch na każdej z tych trajektorii jest stabilny, jednak moment, w którym dochodzi do przeskoku między jednym a drugim punktem przyciągania, jest niemożliwy do przewidzenia [4, s. 59–60]. Czyli tak długo jak ruch odbywa się po znanej nam trajektorii, nawet pomimo lokalnych zakłóceń, jest przewidywalny. Chaotyczność jest wprowadzana poprzez przeskoki pomiędzy poszczególnymi trajektoriami.

Atraktor jest uporządkowaniem procesów i jest bardzo trudny, a może nawet niemożliwy, do zaobserwowania [4, s. 60]. To co jednak często stanowi istotną przeszkodę dla nauk ścisłych niekoniecznie musi być aż takim problemem dla nauk społecznych. Zgodnie z tym co napisano wcześniej, należy skupić się bardziej na samym znaczeniu atraktora niż na jego matematycznych właściwościach. Możemy go zauważyć zarówno w sytuacjach kryzysowych w elektrowniach, zachowaniach tłumu czy działalności terrorystycznej. Aby określić możliwe tendencje zachowań, a następnie opracować odpowiednie procedury, nie ma potrzeby dokładnego określenia atraktora. W wielu przypadkach przybliżone wyznaczenie basenu przyciągania okazuje się wystarczające.

Drugie z pojęć ma charakter o wiele bardziej techniczny i jego bezpośrednie wykorzystanie w naukach o bezpieczeństwie sprawia znaczące problemy. Nazwa soliton pochodzi od angielskiego terminu „solitary wave” i opisuje rodzaj fal o bardzo stabilnej formie. W trakcie przemieszczania nie zmieniają one swojego kształtu, nawet w przypadku kontaktu z innymi falami. Drugim istotnym założeniem jest uzależnienie prędkości fali od jej amplitudy. Wyższe fale podróżują szybciej niż mniejsze [4, s. 84]. Pomimo tego, że zdaniem autora nie jest możliwe bezpośrednie przeniesienie solitonów na grunt nauk o bezpieczeństwie, niesie ona wiele istotnych informacji dla badaczy zajętych szeroko pojmowanym bezpieczeństwem. Od lat 70. dwudziestego wieku solitony zdobywały coraz większą popularność w wyjaśnianiu zjawiska tsunami. Była to metoda stojąca w opozycji do wcześniej stosowanych.

Od dawna państwa położone na obszarach zagrożonych tsunami stosowały rozmaite metody prewencyjne². Najprostszą i jedyną przez długi czas stosowaną metodą było przenoszenie

trajektorie poruszające się w przestrzeni fazowej [4, p. 57]. This means that even the most chaotic situation heads towards a given point in the long run. In the case of a crisis situation in a nuclear reactor, the process of uncontrolled atomic fission is chaotic in nature; however, it progresses towards a given space, i.e. an increase in temperature (providing that no action was taken to prevent the temperature to exceed the permissible values) and melting the fuel rods.

A strange attractor is a peculiar type of attractor [27, p. 101]. It has a fractal structure (the main characteristics of fractals include recurrence, self-similarity and the fractional dimension [27, p. 19]). Motion in the “pool of attraction” [4, p. 57] of the strange attractor is difficult to describe. It is the easiest to explain this difference using the example presented by E. Lorenz. Similarly to normal situations, the trajectory of motion towards one point or limit cycle is predictable over a long period of time. However, in the model described by Lorenz, we can observe motion towards two pools of attraction. Motion in any of these trajectories is stable; however, the moment at which a switch between two points of attraction occur is impossible to predict [4, pp. 59–60]. This means that as long as the motion takes place along the known trajectory, it is predictable even despite local distortions. Its chaotic character stems from switching between the individual trajectories.

An attractor constitutes an arrangement of processes, and is very difficult or even impossible to be observed [4, p. 60]. However, what sometimes is a serious obstacle for the exact sciences does not necessarily pose such a great problem for the social sciences. In line with the above, we should be more focused on the significance of attractor than on its mathematical properties. We can perceive it in crisis situations in power plants, behaviour of crowds and terrorist activities. In order to determine the possible behaviour trends, and then devise appropriate procedures, one does not have to know exactly how the attractor will behave. In many cases an approximation of the pool of attraction is enough.

The other notion is much more technical, and its direct use in security studies is highly problematic. The term soliton originates from “solitary wave” and described a kind of wave with a very stable form. During motion they do not change their shape, even when in contact with other waves. Another important premise is the wave velocity being dependent on its amplitude. Higher waves move faster than lower ones [4, p. 84]. Despite the fact that, according to the author, it is impossible to directly transfer solitons to the field of security studies, they hold a lot of important information for researchers studying security in its broad sense. From the 1970s solitons have become more and more popular in the explanation of tsunamis. This method was in opposition to the previous ones.

Countries located in areas at risk of tsunamis have been using various preventive methods². The simplest and, for a long time, the only method was relocating survivors to higher regions [28, p. 267]. Also the local populace had their ways of preventing the tragic effects of such catastrophes. Subsequent

² Stosowanie metod prewencyjnych w stosunku do tsunami zostało opisane na podstawie modelu japońskiego.

² The use of preventive methods in relation to tsunamis is described based on the Japanese model.

ocalały z danego tsunami na tereny wyżej położone [28, s. 267]. Swoje sposoby zapobiegania tragicznym skutkom katastrof mieli także lokalni mieszkańcy. Kolejne dewastujące fale były oznaczane pomnikami wskazującymi, do jakiej wysokości doszła fala. Ta metoda jednak wiązała się z pewnymi ograniczeniami, a główną z nich była zawodna ludzka pamięć. Po kilkunastu dekadach kolejne pokolenia zapominały o wydarzeniu i ponownie zaczynało budować poniżej wysokości do której doszły poprzednie fale [29, s. 27]. W przypadku Japonii istotną rolę odgrywa także ograniczona podaż ziemi nadającej się do zabudowy. Pierwsze zmiany w podejściu rządu do kwestii bezpieczeństwa związanego z falami tsunami nastąpiły dopiero po tsunami chilijskim (1960). Od tamtej pory do najpopularniejszych metod zaliczono: metodę historyczną (określania wysokości przyszłych tsunami na podstawie relacji historycznych) oraz opartą na linearnych obliczeniach [28, s. 270].

Podstawową korzyścią płynącą z wykorzystania solitonów do prognozowania fal tsunami jest urealnienie dostępnego czasu na ewakuację. Jeśli prędkość fali zależy od jej amplitudy to, opierając się na prognozach dotyczących jej możliwej wysokości, możemy dokładniej oszacować najbardziej pesymistyczny i optymistyczny wariant. Solitony da się zatem wykorzystać na dwóch poziomach zarządzania kryzysowego: zapobiegania i przygotowywania. Na etapie zapobiegania może zostać użyta do analizy i oceny potencjalnych zagrożeń, doskonalenia szkoleń jednostek operacyjnych oraz w odpowiednim planowaniu zagospodarowania przestrzennego. Na kolejnym etapie (przygotowanie) odgrywa istotną rolę w opracowywaniu scenariuszy sytuacji kryzysowych, a także w planowaniu odpowiednich umocnień mających chronić przed falami [30, s. 24]. Nie jest jednak tak, że metoda solitonowa jest „świętym gralem” badań nad tsunami. W literaturze istnieją poważne wątpliwości co do tego, czy można ją wykorzystać w omawianym celu oraz w jakim zakresie. Inny problem związany jest z wykorzystaniem jej do prognozowania. Wątpliwości na ten temat wyrażają między innymi Stefan Schimmels oraz Per A. Madsen. Zespół pod kierownictwem pierwszego z nich podjął się próby odtworzenia tsunami w warunkach laboratoryjnych. Doszli jednak do wniosku, że rekonstrukcja tsunami takiego, jakie występuje w naturze, jest zbyt skomplikowana. Możliwe jest wytworzenie pojedynczej fali solitonowej, jednak większa liczba wykracza poza możliwości obecnej technologii (warto zaznaczyć, że w przypadku tsunami, które uderzyło w wybrzeże Japonii w marcu 2011 roku, podaje się liczbę od dwóch do kilkunastu fal – dlatego też analiza tylko jednej nie pozwoli na przewidzenie zachowania fal w rzeczywistości). Kolejnym problemem okazała się większa długość fal tsunami, niż wynika to z solitonów [31]. Do podobnych wniosków (w niektórych aspektach) doszedł zespół kierowany przez P.A. Madsena. W konkluzji do jego artykułu podkreśla, że solitony nie nadają się do wykorzystania w prognozowaniu ze względu na to, że dane uzyskane w sposób laboratoryjny nie przystają do rzeczywistości. Sugeruje zatem, że o ile chcielibyśmy się takiego zadania podjąć, powinniśmy opierać się na pomiarach wykonanych w terenie bądź na modelach numerycznych opisujących wielkie obszary [32]. Po przeciwnej stronie znaleźli się między innymi Tatsuhiko Saito [33] oraz Toshitaka Baba [34], którzy wykorzystali równania solitonowe do opisu przeszłych tsunami (Tohoku, marzec 2011), wskazując równocześnie na ich potencjalne możliwości prognostyczne.

devastating waves were marked with monuments indicating the height reached by the wave. This method, however, had its limitations, with human memory being the main problem. After several decades younger generations forgot the events, and buildings were constructed below the level reached by waves in the past [29, p. 27]. In the case of Japan, also the limited supply of grounds fit for building plays a significant role. The first changes in the government's approach to tsunami-related security occurred only after the 1960 Chilean Tsunami. Since then, the most popular methods have included: the historical method (determining the size of future tsunamis based on historical relations) and the method based on linear calculations [28, p. 270].

When it comes to tsunami forecasting, the basic benefit stemming from the use of solitons is the updating of time available for evacuation. If the wave velocity depends on its amplitude, then, on the basis of forecasts concerning its possible height, we can more precisely estimate the worst- and best-case scenarios. Solitons can, therefore, be used at two levels of crisis management: prevention and preparation. In the stage of prevention, they can be used to analyse and evaluate potential threats, enhance the training of operational units and appropriate land-use planning. In the next stage (preparation), they can play an important role in the preparation of crisis situation scenarios, and also when planning appropriate reinforcements to protect against waves [30, p. 24]. The soliton method is not, however, the “Holy Grail” of tsunami studies. In the literature, authors have many doubts whether it can be used for the purpose in question and about the scope of such use. Another problem is connected with its utilisation in forecasting. Stefan Schimmels and Per A. Madsen have their doubts about this. A team led by the former attempted to recreate a tsunami in laboratory conditions. They arrived at a conclusion that recreating a tsunami as found in nature was too complicated. It is possible to create a singular soliton wave; however, making more of these goes beyond the capacity of the present technology (it is worth pointing out that in the case of the tsunami which hit the coast of Japan in March 2011, there were two to a dozen or so waves – which is why analysing only one wave will not make it possible to predict the actual behaviour of waves). Another problem was the greater length of tsunami waves than resulting from solitons [31]. Similar conclusions (in some aspects) were made by a team supervised by P.A. Madsen. In the conclusion of his article, he highlights that solitons cannot be used in forecasting due to data collected in laboratory conditions being incompatible with reality. This suggests that, should we want to undertake such a task, we should base our analysis on on-site measurements or numerical models describing extensive areas [32]. On the opposite side, there are, among others, Tatsuhiko Saito [33] and Toshitaka Baba [34], who used soliton equations to describe future tsunamis (Tohoku, March 2011), indicating their possible forecasting potential.

Taking into account the aforementioned reservations, the author reckons that it is justified to include solitons to resources used by people responsible for the creation of crisis management frameworks. The methods used to date have repeatedly

Uwzględniając wspomniane wyżej zastrzeżenia, zdaniem autora zasadne jest włączenie solitonów do źródeł, z których powinny korzystać osoby odpowiedzialne za tworzenie ram zarządzania kryzysowego. Stosowane do tej pory metody już kilkakrotnie wykazały, że nie do końca pasują do realnych warunków środowiskowych. Dlatego też, mając na uwadze wszystkie problemy i wątpliwości, solitony dają szansę na zapewnienie lepszych procedur bezpieczeństwa.

Wnioski

Celem pracy było zaprezentowanie sposobów implementacji teorii chaosu w naukach o bezpieczeństwie oraz wykazanie, czy taka czynność jest w ogóle zasadna. Wśród cytowanych autorów często pojawia się postulat uznania teorii chaosu za kolejną wielką rewolucję (w ujęciu T. Kuhna), nowy paradygmat całkowicie zmieniający oblicze świata. Można zadać więc pytanie: Czy jednak z punktu widzenia nauk o bezpieczeństwie, i szerzej nauk społecznych, takie stanowisko ma rację bytu? Mimo dużego wpływu nauk ścisłych na nauki humanistyczne, nawet najbardziej zagorzali zwolennicy metod matematycznych nie twierdzili, że da się całą złożoność społeczną opisać metodami pochodzącymi z nauk ścisłych. Poza tym większość teorii występujących w naukach o bezpieczeństwie w pewnym stopniu zawsze uwzględniała nieprzewidywalność procesów oraz podatność na warunki początkowe, nawet jeśli w ten sposób ich nie nazywano³. Dlatego też zdaniem autora teoria chaosu nie jest, przynajmniej w naukach o bezpieczeństwie, rewolucją mającą zastąpić stare paradygmaty. Jest to raczej kolejny etap w „normalnej” pracy naukowej.

Tym, co wyróżnia teorię chaosu na tle starszych teorii, jest duża swoboda, z jaką można ją stosować. Najbardziej oczywiste jest jej wykorzystanie jako podstawy prowadzonych badań, tak jak wykorzystywane są realizm, liberalizm, konstruktywizm itp. Z drugiej strony wiele elementów teorii chaosu może być stosowanych w dobrze ugruntowanych teoriach, nie powodując wewnętrznych konfliktów. Poszukiwanie atraktorów zachowań podmiotów może być z łatwością wykorzystane zarówno w teorii chaosu, jak i w realizmie czy teorii gier. Wrażliwość na warunki początkowe pozwala na rzucenie nowego światła na postrzeganie bezpieczeństwa jako konstruktu społecznego. Ta swoboda, z jaką elementy teorii chaosu mogą zostać wykorzystane w innych teoriach, jest jednym z najistotniejszych powodów, dlaczego warto podejmować próby jej przenoszenia na grunt nauk o bezpieczeństwie.

Wykorzystanie teorii chaosu jako podstawowej teorii w badaniach wymaga jeszcze gruntownej pracy teoretycznej.

demonstrated that they do not match perfectly the actual environmental conditions. Therefore, taking into account all the problems and doubts, solitons can provide better security procedures.

Conclusions

The objective of this work is to present the ways of implementing chaos theory in security studies, and to demonstrate whether such activity is justified. Among the cited authors one can note a frequent postulate that chaos theory is another great revolution (as proposed by T. Kuhn), a new paradigm completely changing the world. One can therefore ask: Is such a standpoint relevant, however, from the perspective of security studies, and social studied in broad terms? Despite the exact sciences exerting great influence on humanities, even the most ardent supporters of mathematical methods did not argue that the entire complexity of social relations could be described using methods based on the exact sciences. In addition, most theories present in security studies to some extent always took into account the unpredictability of processes and sensitivity to initial conditions, even if they were not called that way³. Therefore, the author reckons that chaos theory is not a revolution which should replace the old paradigms, at least not in security studies. It is rather another stop in “regular” scientific work.

What distinguishes chaos theory among older ones is the substantial freedom of its use. The most obvious is its use as a basis for research, in a manner equivalent to the way realism, liberalism or constructivism is used. On the other hand, many elements in chaos theory can be applied in well-grounded theories, without causing internal conflicts. Searching for attractors of entities' behaviour can be easily applied in chaos theory, realism and game theory. Sensitivity to initial conditions makes it possible to shed new light on the perception of security as a social construct. Freedom with which elements of chaos theory can be applied in other theories is among the most important reasons why it is worth attempting to translate it into security sciences.

The utilisation of chaos theory as the basic theory in studies still requires profound theoretical work. The most important

³ Teorią najbardziej oddaloną od nauk ścisłych jest konstruktywizm. Zakłada on, że „bezpieczeństwo to konstrukt społeczny” [35, s. 61], to znaczy, że jest powoływany do życia przez jakąś grupę, bez której by nie istniał. Elementy antypozytywistycznego podejścia można jednak zauważyć także w innych teoriach. Realizm klasyczny zwraca uwagę na ułomności, nieprzewidywalności ludzkich pragnień [36, s. 17]. Wpływa to na kształt stosunków międzynarodowych oraz sposobów zapewnienia bezpieczeństwa. W teorii gier nieprzewidywalność może występować, gdy gracze podejmują decyzje o wyborze strategii jednocześnie, bądź nie mają wiedzy na temat strategii przyjętej przez innego gracza [37, s. 51]. Jak można zauważyć, brak determinizmu był uwzględniany w teoriach funkcjonujących w naukach o bezpieczeństwie od dawna.

³ Constructivism is a theory which is the most distant from the exact sciences. It assumes that “security is a social construct” [35, p. 61], which means that it is established by a group of people and cannot exist without them. Some elements of the antipositivist approach can also be seen in other theories. Classical realism points to flaws in, and the unpredictability of, human desires [36, p. 17]. This influences international relations and means of ensuring security. In game theory unpredictability can occur when players make decisions on the selection of their strategies at the same time, or have no knowledge of the strategy adopted by the other player [37, p. 51]. As one can note, the lack of determinism was accounted for in theories which have been for long present in security studies.

Najważniejszym zadaniem jest usystematyzowanie pojęć oraz wypracowanie ich jednolitego brzmienia w naukach o bezpieczeństwie. Znacząca choćby liczba definicji chaosu deterministycznego wprowadza zamęt terminologiczny. Poza tym, pomimo że wiele elementów teorii ma łatwe przełożenie na język nauk społecznych, nie oznacza to jednak, że nie należy wprowadzić do nich określonych poprawek, dopasowując je do istniejącej już wiedzy w danej dyscyplinie. Jednak pomimo opisanych powyżej problemów teoria chaosu dostarcza nam nowych narzędzi do badania i tłumaczenia zagrożeń dla bezpieczeństwa.

task is to systematise concepts and develop their uniform definitions in security sciences. Indeed, the great number of definitions of deterministic chaos creates terminological confusion. Moreover, despite the many elements of the theory being easily translatable to the language of social studies, this does not mean that certain amendments should not be introduced, adjusting them to the state of the art in a given discipline. Nevertheless, despite the aforementioned problems, chaos theory provides us with new instruments to study and translate security threats.

Literatura / Literature

- [1] Stewart I., *Czy Bóg gra w Kości? Nowa matematyka chaosu*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1994.
- [2] Gleick J., *Chaos*, Zysk i S-ka Wydawnictwo, Poznań 1996.
- [3] Tempczyk M., *świat harmonii i chaosu*, Państwowy Instytut Wydawniczy, Warszawa 1995.
- [4] Tempczyk M., *Teoria chaosu dla odważnych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2002.
- [5] Rothert A., *Koncepcyjne i metodologiczne wyzwania zagadnienia emergencji rządzenia sieciowego*, Przegląd Europejski, 2010, 2, 7–29.
- [6] Krupski R., *Istota i krytyka koncepcji organizacji działającej na krawędzi chaosu*, „Zeszyty Naukowe Wałbrzyskiej Wyższej Szkoły Zarządzania i Przedsiębiorczości” 2010, 14(1), 5–12.
- [7] Kruszewski R., *Heterogeniczne oczekiwania a konkurencja doskonała: model matematyczny*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania” 2014, 2(35), 125–137.
- [8] Peters E.E., *Fractal market analysis: applying chaos theory to investment and economics*, John Wiley & Sons, New York 1994.
- [9] Richards D., *From Individuals to Groups: The Aggregation of Votes and Chaotic Dynamics*, [in:] *Chaos Theory in the social sciences: Foundations and Applications*, D. L. Kiel, E.W. Elliott (red.), University of Michigan Press, Ann Arbor 1997.
- [10] Saperstein A.M., *The Prediction of Unpredictability: Applications of the New Paradigm of Chaos in Dynamical Systems to the Old Problem of the Stability of a System of Hostile Nations*, [in:] *Chaos Theory in the social sciences: Foundations and Applications*, D.L. Kiel, E.W. Elliott (ed.), University of Michigan Press, Ann Arbor 1997.
- [11] Sienkiewicz-Małyjurek K., Kożuch B., *System zarządzania bezpieczeństwem publicznym w ujęciu teorii złożoności. Opracowanie modelowe*, BiTP Vol. 37 Issue 1, 2015, pp. 33–43.
- [12] Sellnow T.L., Seeger M.W., Ulmer R.R., *Chaos theory, informational needs, and natural disasters*, „Journal of Applied Communication Research” 2002, 4, 269–292.
- [13] Hagen R., Statler M., Penuel B.K., *Encyclopedia of Crisis Management*, SAGE Publications, Los Angeles 2013.
- [14] Speakman M., Sharpley R., *Research Paper: A chaos theory perspective on destination crisis management: Evidence from Mexico*, „Journal of Destination Marketing & Management”, 2012, 1, 67–77.
- [15] *Krwawe zamachy terrorystyczne w Paryżu [CO WIEMY – NAJWAŻNIEJSZE FAKTY]*, Metro Warszawa, <http://metro.gazeta.pl/metro/1,50144,19188034,krwawe-zamachy-terrorystyczne-w-paryżu-co-wiemy-najwazniejsze.html> [dostęp: 19.01.2017].
- [16] Kruszniewska M., Reuters, Ksepka S., *Zamach w Nicei*, Wyborcza.pl, <http://wyborcza.pl/12,82983,20408043.html> [dostęp: 19.02.2017]
- [17] Milo W., *Losowość a chaotyczność*, „Przegląd Statystyczny” 2013, 60(4), 425–445.
- [18] Tempczyk M., *Teoria chaosu a filozofia*, Wydawnictwo CiS, Warszawa 1998.
- [19] Łuczynski W., *Fraktalna natura procesów gospodarczych*, „Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Bankowej we Wrocławiu” 2011, 20, 271–290.
- [20] Siemieniuk N., Siemieniuk T., *Teoria chaosu deterministycznego a decyzje inwestorów giełdowych*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Finanse. Rynki finansowe. Ubezpieczenia” 2015, 74(1), 181–192.
- [21] Tarasiewicz M., *Skuteczność planowania w organizacji w świetle paradigmatów nauki o złożoności*, „Zeszyty Naukowe Wałbrzyskiej Wyższej Szkoły Zarządzania i Przedsiębiorczości” 2009, 12(1), 77–87.
- [22] Strona internetowa Rządowego Centrum Bezpieczeństwa, <http://rcb.gov.pl/o-rcb/> [dostęp: 09.02.2017].
- [23] Krajowy Plan Zarządzania Kryzysowego 2013/2015, Rządowe Centrum Bezpieczeństwa, <http://rcb.gov.pl/wp-content/uploads/KPKZ-2013-2015.tj...pdf> [dostęp: 14.02.2017].
- [24] Bricker M.K. (ed.), *The Fukushima Daiichi Nuclear Power Station Disaster: Investigating the Myth and Reality*, Routledge, New York 2014.
- [25] Weber M., *Polityka jako zawód i powołanie*, Społeczny Instytut Wydawniczy Znak, Kraków.
- [26] Frankowski P., *Stosunki międzynarodowe jako system chaotyczny*, „Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sectio K, Politologia” 2002, 9, 21–30.
- [27] Kudrewicz J., *Fraktale i chaos*, Wydawnictwo WNT, Warszawa 2015.
- [28] Shuto N., Koji F., *A short history of tsunami research and countermeasures in Japan*, „Proceedings of the Japan Academy. Series B, Physical and Biological Sciences” 2009, 85(8), 267–275.
- [29] Bernardyn P., *Słońce jeszcze nie weszło: Tsunami, Fukushima*, Wydawnictwo Helion, Gliwice 2014.
- [30] Sienkiewicz-Małyjurek K., *Skuteczne zarządzanie kryzysowe*, Difin, Warszawa 2015.
- [31] Schimmels S., Sriram V., Didenkulova I., *Tsunami generation in a large scale experimental facility*, „Coastal Engineering” 2016, 110, 32–41.
- [32] Madsen P.A., Fuhrman D.R., Schäffer H.A., *On the solitary wave paradigm for tsunamis*, „Journal of Geophysical Research” 2008, 113(C12), C12012–C12014.
- [33] Saito T., Inazu D., Miyoshi T., Hino R., *Dispersion and nonlinear effects in the 2011 Tohoku-Oki earthquake tsunami*, „Journal of Geophysical Research Oceans” 2014, 119(8), 5160–5180.
- [34] Baba T., Takahashi N., Kaneda Y., Ando K., Matsuoka D., Kato T., *Parallel Implementation of Dispersive Tsunami Wave Modeling with a Nesting Algorithm for the 2011 Tohoku Tsunami*, „Pure and Applied Geophysics”, 2015 172(12), 3455–3472.
- [35] McDonald M., *Konstruktywizm*, [w:] *Studia bezpieczeństwa*, Williams P.D. (red.), Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2012, 59–72.
- [36] Elman C., *Realizm*, [w:] *Studia bezpieczeństwa*, Williams P.D. (red.), Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2012, 15–28.
- [37] Zagare F.C., *Teoria gier*, [w:] *Studia bezpieczeństwa*, Williams P.D. (red.), Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2012, 44–58.

MGR MICHAŁ SNOPEK – absolwent Wydziału Dziennikarstwa i Nauk Politycznych Uniwersytetu Warszawskiego na kierunku politologia. Uczęszcza na studia doktoranckie na Wydziale Nauk Politycznych i Studiów Międzynarodowych. Jego zainteresowania skupiają się wokół szeroko pojmowanego bezpieczeństwa energetycznego, ze szczególnym uwzględnieniem państw Dalekiego Wschodu. Stara się włączyć bardziej matematyczne i fizyczne podejście do kwestii energetycznych w ramy nauk o bezpieczeństwie.

MICHAŁ SNOPEK, MA – a graduate in political science at the Faculty of Journalism and Political Studies, University of Warsaw. He is currently pursuing doctoral studies at the Faculty of Political Science and International Studies. His interests revolve around energy security in a broad sense, focusing on Far Eastern countries. He attempts to introduce a more mathematical and physical approach to the issues of power generation to the social sciences.



Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego

Artykuł został przetłumaczony ze środków MNiSW w ramach zadania: Stworzenie anglojęzycznych wersji oryginalnych artykułów naukowych wydawanych w kwartalniku „BiTP. Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza” – typ zadania: stworzenie anglojęzycznych wersji wydawanych publikacji finansowane w ramach umowy 935/P-DUN/2016 ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych na działalność upowszechniającą naukę.

dr Grzegorz Majchrzak^{a)}*^{a)}*Instytut Pamięci Narodowej / Institute of National Remembrance***Autor korespondencyjny / Corresponding author: grzegorz.majchrzak@ipn.gov.pl*

Strajk w Wyższej Oficerskiej Szkole Pożarniczej w Warszawie

Strike at the Main School of Fire Service in Warsaw

Забастовка в Высшей Офицерской Школе Пожарной Охраны в Варшаве

ABSTRAKT

Cel: Celem artykułu jest przedstawienie strajku w Wyższej Oficerskiej Szkole Pożarniczej w Warszawie z listopada 1981 roku – największego protestu strażackiego w okresie Polski Ludowej.**Metody:** W celu opisanego protestu w WOSP sięgnięto po dostępną literaturę dotyczącą tego wydarzenia (artykuły, relacje, zbiory dokumentów), materiały archiwalne (zarówno wytworzone przez samych studentów, jak i władze PRL oraz Niezależny Samorządny Związek Zawodowy „Solidarność”), a także notacje filmowe z bohaterami strajku. Wykorzystano również prasę, zwłaszcza związkową. Co warto podkreślić, część z tych materiałów nigdy wcześniej nie była wykorzystywana w takim celu, dzięki czemu możliwe było uszczegółowienie pewnych kwestii związanych z przebiegiem opisywanego protestu.**Wnioski:** Pod koniec 1981 roku podchorążowie z Wyższej Oficerskiej Szkoły Pożarniczej zastrajkowali w obronie statusu swej uczelni. Nie chcieli się zgodzić na przemianowanie WOSP z uczelni cywilnej (choć podległej Ministerstwu Spraw Wewnętrznych) na wojskową, obawiając się, że mogą być wówczas wykorzystani przeciwko społeczeństwu. Był to z jednej strony jeden z szeregu protestów studenckich z 1981 roku, z drugiej jednak zupełnie odmienny i szczególny, gdyż dotyczył służb mundurowych. Niestety protest ten (potraktowany przez władze PRL jako atak na nie, a dokładniej na resort spraw wewnętrznych, którego straż pożarna była i jest nadal częścią) nie miał szans powodzenia. Podobnie jak próby tworzenia związków zawodowych w Ministerstwie Spraw Wewnętrznych – resort (w tym straż pożarna) miał pozostać monolitem wiernym komunistycznej władzy. Nie zmieniło tego ani wsparcie władz Niezależnego Samorządnego Związku Zawodowego „Solidarność”, ani zwykłych warszawiaków, którzy młodym podchorążym okazali dużą życzliwość. Było to niewątpliwie ważne wydarzenie w okresie tzw. solidarnościowego karnawału, szczególnie dla jego uczestników – studentów i pracowników WOSP. Strajk w Wyższej Oficerskiej Szkole Pożarniczej był również ważnym wydarzeniem w historii Polski.**Słowa kluczowe:** strajk, Wyższa Oficerska Szkoła Pożarnicza, PRL, „Solidarność”, władze, konflikt, szkolnictwo wyższe**Typ artykułu:** artykuł przeglądowy

Przyjęty: 06.07.2017; Zrecenzowany: 21.08.2017; Opublikowany: 30.09.2017;

Proszę cytować: BiTP Vol. 47 Issue 3, 2017, pp. 90–95, doi: 10.12845/bitp.47.3.2017.7;

Artykuł udostępniany na licencji CC BY-NC-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

ABSTRACT

Goal: The purpose of this article is to describe the strike at the Main School of Fire Service in Warsaw, which took place in November 1981 and was the largest fire service protest in the history of the Polish People's Republic.**Methods:** With a view to presenting the subject-matter of the article, reference was made to the literature describing the protest in question (including articles, published memories and collections of documents), archival materials (produced by students themselves, as well as by the authorities of the Polish People's Republic and by the Independent Self-Governing Labour Union "Solidarity"), and eyewitness accounts. Press articles also formed important source materials, especially those published by the Union press. It is worth stressing that some of these materials had never been used for that purpose before, which made it possible to elaborate on some issues related to the cadets' protest.**Conclusions:** At the end of 1981, the cadets of the Main School of Fire Service organised a strike to defend the status of their school. They refused to agree to converting their institution from a civilian school (though subordinated to the Ministry of the Interior) into a military one, fearing that they could then be used as a military force to fight against protesters. On the one hand, it was one of the numerous students' protests taking place in 1981, but, on the other hand, it seemed completely different, mainly because it concerned uniformed services. Unfortunately, the cadets' protest was treated by the authorities of the Polish People's as an attack on the Ministry of the Interior, to which the Main School of Fire Service was subordinated. The strike had no chance of success, just like the attempts at creating trade unions at the Ministry of the Interior. The Ministry would not allow it, as it wanted to remain a monolith and a faithful servant of the Communist government. The support offered by the authorities of the Independent Self-Governing Labour Union "Solidarity", as well as by Warsaw residents, who showed much kindness to the young cadets, could hardly change that. Undoubtedly, the strike at the Main School of Fire Service was an important event in the period referred to as the Carnival of Solidarity, especially for the teaching staff and students. It also marked a major event in the history of Poland.**Keywords:** strike, Main School of Fire Service, Polish People's Republic, Independent Self-Governing Labour Union "Solidarity", authorities, conflict, higher education**Typ artykułu:** artykuł przeglądowy

Received: 06.07.2017; Reviewed: 21.08.2017; Published: 30.09.2017;

Please cite as: BiTP Vol. 47 Issue 3, 2017, pp. 90–95, doi: 10.12845/bitp.47.3.2017.7;

This is an open access article under the CC BY-NC-SA 4.0 license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

АННОТАЦИЯ

Цель: Цель этой статьи – описать забастовку в Высшей Школе Офицеров Пожарной Охраны в Варшаве, которая состоялась в ноябре 1981 года и представляла собой самый крупнейший протест пожарных в Польской Народной Республике.

Методы: Чтобы представить протест в Высшей Офицерской Школе Пожарной Охраны в Варшаве, была использована доступная об этом событии литература (статьи, доклады, сборники документов), а также архивные материалы (как созданные самими студентами этой школы, так и властями Польской Народной Республики и Независимым самоуправляемым профсоюзом „Солидарность”) и видеозаписи с героями этих событий. Были также использованы статьи из союзных журналов. Следует подчеркнуть, что некоторые из этих материалов никогда не использовались для этой цели, и поэтому можно было уточнить детали, связанные с этим протестом пожарных.

Выводы: В конце 1981 года курсанты Высшей Офицерской Школы Пожарной Охраны в Варшаве провели забастовку, чтобы защитить статус своего училища. Они не хотели согласиться на переименование его с гражданской академии (хотя и подчиненной Министерству Внутренних Дел) на военную, опасаясь, что они могут быть использованы против общества. С одной стороны это был один из многих студенческих протестов 1981 года, а с другой – он совершенно отличался от других, так как касался силовых структур. К сожалению, протест курсантов (который власти Польской Народной Республики восприняли как нападение на них, а точнее, на МВД, частью которого до сих пор является пожарная охрана) должно было оставаться монолитом верным коммунистической власти. Ход этого события не изменила ни поддержка, предоставленная забастовщикам Независимым самоуправляемым профсоюзом „Солидарность”, ни поддержка обычных жителей Варшавы, которые проявили большое сочувствие к юным курсантам. Это, несомненно, было важное событие во время так называемого праздника солидарности, особенно для его участников – студентов и сотрудников Высшей Офицерской Школы Пожарной Охраны в Варшаве. Забастовка в Высшей Офицерской Школе Пожарной Охраны в Варшаве была также чрезвычайно важным событием в истории Польши.

Ключевые слова: забастовка, Высшая Офицерская Школа Пожарной Охраны в Варшаве, Польская Народная Республика, Солидарность, власть, конфликт, высшее образование

Вид статьи: обзорная статья

Принята: 06.07.2017; Рецензирована: 21.08.2017; Опубликовано: 30.09.2017;

Просим ссылаться на статью следующим образом: BiTP Vol. 47 Issue 3, 2017, pp. 90–95, doi: 10.12845/bitp.47.3.2017.7;

Настоящая статья находится в открытом доступе и распространяется в соответствии с лицензией CC BY-NC-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

Wprowadzenie

W okresie tzw. solidarnościowego karnawału, czyli między wrześniem 1980 r. a grudniem 1981 r., dochodziło do wielu konfliktów między władzami PRL a ugrupowaniami (na czele z Niezależnym Samorządnym Związkiem Zawodowym „Solidarność”) i ludźmi dążącymi do demokratyzacji istniejącego wówczas systemu. Kilukrotnie doprowadziły one do poważnych kryzysów. Najbardziej znane i najgłośniejsze z nich to tzw. kryzys rejestracyjny (październik–listopad 1980 r.), tzw. sprawa Narożniaka (listopad 1980 r.), spór w sprawie wolnych sobót (styczeń 1981 r.) czy kwestia utworzenia związku zawodowego rolników indywidualnych (styczeń–maj 1981 r.) z kulminacją po pobiciu członków delegacji NSZZ „Solidarność” w Bydgoszczy w połowie marca. Obok nich problemami, których nie udało się rozwiązać przed 13 grudnia 1981 r., były takie kwestie jak dostęp do mediów czy tworzenie związków zawodowych w instytucjach podległych Ministerstwu Obrony Narodowej i Ministerstwu Spraw Wewnętrznych. Nie dziwi więc, że okres od września 1980 r. do grudnia 1981 r. obfitował w liczne protesty, w tym strajki. Tym bardziej, że były one częściowo celowo prowokowane przez władze, m.in. w ramach realizowanej przez resort spraw wewnętrznych taktyki „odcinkowych konfrontacji” [1]. Nie inaczej było jesienią 1981 r., kiedy trwał strajk studencki zapoczątkowany protestem w Wyższej Szkole Inżynierskiej w Radomiu, który odbywał się od 26 października do 13 grudnia 1981 r. Jego głównym postulatem było odwołanie z funkcji rektora prof. Michała Hebdy w związku z mianowaniem go na to stanowisko ze złamaniem obowiązujących procedur [2]. W kolejnych tygodniach do protestu przyłączyły się inne uczelnie – 13 listopada powołano nawet Akademicki Komitet Strajkowy, którego zadaniem było koordynowanie studenckich akcji protestacyjnych w kraju.

Wybuch strajku w WOSP

W tej niezwykle napiętej sytuacji 15 listopada 1981 r. podczas zebrania Komitetu Uczelnianego Polskiej Zjednoczonej Partii Robotniczej w Wyższej Oficerskiej Szkole Pożarniczej w Warszawie poinformowano, że po planowanej nowelizacji ustawy o szkolnictwie wyższym zmieni się status uczelni – stanie się ona wyższą szkołą wojskową (do tego czasu była szkołą cywilną, choć podległą Ministerstwu Spraw Wewnętrznych). W tej sytuacji działalność WOSP nie regulowałyby jak dotychczas ustawy o szkolnictwie wyższym oraz o ochronie przeciwpożarowej, lecz ustawa o wyższym szkolnictwie wojskowym. Oznaczałoby to zaś potraktowanie jednostek straży pożarnej (w tym przypadku konkretnie szkoły) jako jednostek paramilitarnych, a co za tym idzie ograniczenie ich samorządności, działalności organizacji studenckich i związków zawodowych, a także możliwości ich wykorzystania przez władze (podobnie jak w Marcu '68) do tłumienia protestów. Cztery dni później (19 listopada) Komisja Zakładowa NSZZ Solidarność w WOSP przeprowadziła spotkanie dyskusyjne z udziałem podchorążych w sprawie statusu uczelni. 20 listopada wiec w tej samej sprawie zorganizowała Rada Uczelniana Socjalistycznego Związku Studentów Polskich. Podjęto na nim jednogłośnie uchwałę, w której żądano m.in. gwarancji, że szkoła będzie funkcjonować jako „uczelnia samorządna i demokratyczna”. Domagano się również, aby w stosunku do osób uczestniczących w wiecu nie wyciągano „żadnych konsekwencji służbowych, prawnych i moralnych”.

Władze uczelni oraz Komisja Zakładowa PZPR próbowały powstrzymać rozwój wydarzeń. 18 i 20 listopada kierownictwo szkoły prowadziło „spotkania informacyjne” z podchorążymi. W czasie tego drugiego z jednej strony zastępca komendanta płk

poż. Józef Groba groził wyrzuceniem „połowy nieposłusznych studentów” oraz pracowników [3], z drugiej zaś komendant płk poż. Krzysztof Smolarkiewicz zapewniał, że „nie nastąpią żadne zmiany w uczelni” i będzie ona „podlegać nadal pod Ministerstwo Spraw Wewnętrznych” [4]. 24 listopada o godzinie 18.00 komendant, chcąc nie dopuścić do wiecu zwołanego na godz. 20.00 oraz spotkania się wszystkich studentów, wprowadził akcję „222”, czyli stan podwyższonej gotowości bojowej z zakazem opuszczania szkoły oraz miejsc zakwaterowania. Było to istotne, gdyż dwa najstarsze roczniki nie mieszały na terenie szkoły, ale w akademikach na warszawskich Jelonkach [5]. Ostatecznie wobec presji zarówno ze strony „Solidarności” (od Komisji Zakładowej w WOSP, poprzez Biura Interwencyjnego Regionu Mazowsze po Krajową Sekcję Pożarnictwa), Niezależnego Zrzeszenia Studentów oraz Socjalistycznego Związku Studentów Polskich komendant szkoły wyraził zgodę na udział w wiecu podchorążych z III i IV rocznika.

Wieczorem podchorążowie zmierzający na wiec zostali zatrzymani przez szefa szkolnej placówki Ochotniczej Rezerwy Milicji Obywatelskiej komendą „stój, bo strzelam”. Stało się to bezpośrednią przyczyną proklamowania strajku okupacyjnego [6]. Tak tę sytuację po latach relacjonował Ryszard Stępkowski: „Wyszedłem z pokoju na korytarz i zobaczyłem dwóch oficerów, którzy szarpali studentów z młodszych roczników. Wtedy nagle zgasło światło – widoczność była ograniczona, gdyż korytarz oświetlało tylko światło lamp zewnętrznych. Interweniowałem, zwracając się do tych oficerów, aby puścili podchorążych. Wtedy obaj rzucili się w moją stronę. Uciekałem w kierunku pokoju KZ NSZZ >>Solidarność<< – dogonił mnie por. inż. Marek K., złapał za rękę, próbując mi ją wykręcić. Wyrwałem się, a kiedy biegłem korytarzem, usłyszałem okrzyk >>stój, bo strzelam<< i głośny huk” [7].

W wiecu, podczas którego (około północy) ogłoszono rozpoczęcie protestu, wzięli jednak ostatecznie udział również studenci zakwaterowani poza terenem uczelni. Do strajku przystąpiło ponad 90% podchorążych, a według niektórych źródeł nawet 95% [5] (w proteście oprócz studentów uczestniczyła część pracowników WOSP). Z czasem część studentów się wycofała – głównie wskutek wywieranej na nich presji (m.in. przy wykorzystaniu ich rodzin czy rozpuszczaniu informacji o rzekomych chorobach ich najbliższych, czasem bardzo ciężkich). Działania rozmiękczające wobec protestujących prowadziła zarówno Komenda Główna Straży Pożarnych, jak i Służba Bezpieczeństwa [8]. Jak wspominał po latach Marek Surała: „Przysyłali telegramy, że ktoś umarł na serce albo że jest ciężko chory z rodziny, dla tych studentów. Niektórzy rodzice przyjeżdżali sami, ale te telegramy były wyraźnie fabrykowane, żeby tych chłopaków podłamać” [9]. Jak z kolei relacjonuje po latach Ryszard Stępkowski: „My w każdym przypadku takim prosiliśmy o rozmowę z osobą, do której był adresowany ten telegram. Pytaliśmy, czy to jest możliwe, czy chcesz tam jechać, może sobie to sprawdź. Wielu z nich nie pojechało, ponieważ różnymi metodami sprawdzono, że to jest po prostu oszustwo” [10]. Według danych MSW 30 listopada protestować miało jeszcze około 350 z 400 studentów [11].

Domagali się oni poprawek do projektu ustawy o szkolnictwie wyższym (stąd też późniejsza inicjatywa komitetu strajkowego objęcia ustawą o szkolnictwie wyższym WOSP, zgłoszona

do Komisji Ustawodawczej Sejmowi), ukarania osób dopuszczających się przemocy fizycznej wobec podchorążych i osób, które o tym decydowały, przybycia na uczelnię komisji mieszanej (międzyresortowej, złożonej z przedstawicieli Komendy Głównej Straży Pożarnych, MSW oraz Ministerstwa Nauki, Szkolnictwa Wyższego i Techniki) oraz niewyciągania konsekwencji w stosunku do osób biorących udział w strajku lub też go wspierających [12]. Ukonstytuował się komitet strajkowy – z dwoma równorzędnymi przewodniczącymi na czele: Ryszardem Stępkowskim (z Socjalistycznego Związku Studentów Polskich) oraz Zbigniewem Szablewskim (z Niezależnego Zrzeszenia Studentów). 25 listopada (w godzinach popołudniowych) do komitetu dołączyli przedstawiciele Komisji Zakładowej NSZZ „Solidarność” – Krystyna Kolasińska, Jan Bogdał i Marek Surała [13]. Co trzeba podkreślić, podchorążowie szybko i sprawnie zorganizowali się – w ramach KS utworzono sekcje i funkcje: organizacyjną, informacyjną, porządkową, propagandy, specjalną, poligraficzną, powielania, radiowęzeł, opieki nad doradcami, rzecznika prasowego, a nawet archiwisty [14].

Rozmowy z władzami

Kilka godzin po rozpoczęciu protestu podjęto rozmowy z zastępcą komendanta szkoły płk. poż. Józefem Grobą. Dotyczyły one kwestii porządkowych. Ustalono m.in., że podchorążowie niebiorący udziału w proteście będą mogli kontynuować naukę, gdyż zajęcia będą się odbywać według planu. Pracownicy WOSP będą pracować normalnie, a na teren szkoły nie będą wpuszczane „obce osoby”. Ponadto „zobowiązano komendanta do przeprowadzenia dochodzenia w sprawie incydentu” z 24 listopada.

26 listopada komitet strajkowy podczas kolejnego spotkania z komendantem wycofał się jednak z wcześniejszych ustaleń [15]. Jednocześnie pod naciskiem Komendy Głównej Straży Pożarnych komendant płk. poż. Krzysztof Smolarkiewicz zmienił początkowo koncyliacyjne stanowisko (25 listopada apelował do pracowników WOSP o „zachowanie powagi i pełnego spokoju” i stwierdził, że: „Do czasu wyjaśnienia wszystkich problemów należy zrobić wszystko, aby nie powodować sytuacji konfliktowych między pracownikami i studentami”) [16]. Wydał rozkaz o zawieszeniu zajęć do 30 listopada 1981 r. oraz wezwał podchorążych do opuszczenia budynku szkoły do godziny 16.00, a także zagroził skreśleniem z listy studentów tych, którzy tego nie zrobią [17]. Polecenie to wykonało jedynie pięciu podchorążych [14]. Pod Wyższą Oficerską Szkołą Pożarniczą przybyły pierwsze patrole milicyjne. Jak informował 27 listopada rano komendant szkoły, stworzyli oni (wraz z oficerami pożarnictwa) grupy zabezpieczające uczelnię i niewpuszczające na jej teren „osób obcych”. Rzekomo miały one powstać w celu „zapewnienia bezpieczeństwa podchorążym – studentom oraz pracownikom” [18].

26 listopada w godzinach wieczornych do szkoły przybyła komisja międzyresortowa, złożona z przedstawicieli MSW, MNSzWiT oraz KG SP. Rozmowy szybko zostały zerwane, gdyż nie zgodzono się na udział ekspertów wspierających strajkujących (strona rządowa odrzuciła również kompromisowe rozwiązanie pozwalające ekspertom jedynie na śledzenie rozmów i udzielanie konsultacji strajkującym „w miarę potrzeby”) [19].

Wznowiono je jednak następnego dnia. Ich przebieg i atmosferę dobrze oddaje relacja złożona po latach przez Zbigniewa Laskowskiego: „Negocjacje rozpoczęły się od wzajemnych aktów nieufności i sprawdzania kompetencji [...] Rej w komisji [rządowej] wodziła radca prawny Janina Orłowska, która nie wyraziła zgody na obecność na sali doradców Komitetu Strajkowego [...] Bodajże drugiego dnia doradcy zostali dopuszczeni na salę, prof. Stelmachowski rozpoznał w pani Orłowskiej swoją studentkę i negocjacje potoczyły się bez problemów z perspektywą pozytywnego załatwienia postulatów” [7, s. 104]. Według Laskowskiego taki przebieg negocjacji nie wszystkim się podobał. Jak wspomina: „Przechodząc ciemnym korytarzem z ostatnich negocjacji, które oceniłem jako finałowe, ponieważ uzgodniono większość postulatów, zatrzymałem się na papierosa i zza rogu dobiegła mnie rozmowa dwóch panów, z których jeden był pracownikiem szkoły, a drugi chyba nie. Rozmawiali bardzo poważnie o tym, że negocjacje przebiegły zbyt sprawnie i należy coś zrobić, aby je przedłużyć” [20, s. 105]. I rzeczywiście 28 listopada uzgodniono nawet kilka punktów, jednak sporny pozostawał główny postulat strajkujących, czyli kwestia podległości szkoły. Po południu (po godz. 15.00) strona rządowa po dwudziestu godzinach negocjacji rozmowy zerwała [14]. Jednocześnie strajkujący zostali poinformowani, że minister spraw wewnętrznych zamierza wystąpić do Rady Ministrów z wnioskiem o rozwiązanie szkoły [20].

Wsparcie dla strajkujących

Tymczasem 27 listopada, po nieoficjalnej zapowiedzi komendanta płk. poż. Smolarkiewicza, że strajkujący zostaną usunięci siłą, protestujący zwrócili się o ochronę do załóg Huty Warszawa, Zakładów Mechanicznych „Ursus” i Miejskich Zakładów Komunikacyjnych. Zaapelowali również o pomoc do prymasa Polski Józefa Glempa. Tego samego dnia Prezydium Zarządu Regionu Mazowsze NSZZ „Solidarność” ogłosiło swoje poparcie, a także zaapelowało do zakładów przemysłowych o „udzielenie strajkującym gwarancji bezpieczeństwa – wysyłanie swoich przedstawicieli jako obserwatorów na strajk” [17]. Do szkoły przybyli wiceprzewodniczący zarządu Regionu Mazowsze Seweryn Jaworski oraz – jako doradcy – Andrzej Stelmachowski, Lech Falandysz, Stefan Wejchert i Witold Frankowski. Przed szkołą zjawili się robotnicy – jako pierwsi z pobliskiej Huty Warszawa, następnie z Mennicy Państwowej, „Ursusa” i MZK [14].

W związku z sytuacją na uczelni działania podjęły również władze krajowe związku. 27 listopada do siedziby Regionu Mazowsze przybyli przewodniczący Komisji Krajowej NSZZ „Solidarność” Lech Wałęsa i członek KK Andrzej Gwiazda. Wałęsa z przewodniczącym Zarządu Regionu Mazowsze Zbigniewem Bujakiem odbywają rozmowę telefoniczną z ministrem – członkiem Rady Ministrów ds. współpracy ze związkami zawodowymi Stanisławem Cioskiem, który obiecuje powrót komisji rządowej do WOSP [14].

Podchorążowie uzyskali wsparcie ze strony innych studentów. Już 26 listopada Krajowa Komisja Koordynacyjna NSZZ i Ogólnopolska Konferencja Komitetów Strajkowych uczelni z całego kraju podjęła uchwałę, w której stwierdzano: „W pełni

popieramy słuszne żądania strajkujących [...] Wyrażamy protest przeciwko brutalnemu postępowaniu władz uczelni wobec studentów”. Domagano się także wszczęcia postępowania karnego. Ponadto żądano „natychmiastowego przyjazdu” do WOSP komisji mieszanej i rozpoczęcia rozmów ze strajkującymi oraz zwracano się do Sejmowej Komisji Nauki o umieszczenie w projekcie ustawy o szkolnictwie wyższym „odpowiedniej poprawki, tj. aby przepisy ustawy stosowały się do WOSP” [21]. W kolejnych dniach młodym strażakom wsparcia udzielili również strajkujący studenci poszczególnych uczelni, np. Uniwersytetu Warszawskiego czy Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego.

Nie sposób nie wspomnieć w tym miejscu również o wsparciu dla podchorążych ze strony mieszkańców Warszawy. Była to zarówno pomoc spontaniczna, jak i zorganizowana, polegająca m.in. na dostarczaniu zaopatrzenia strajkującym po zablokowaniu uczelni przez milicję i w ten sposób odcięciu strajkujących od zaopatrzenia w żywność. Jak wspomina Małgorzata Zielińska (Skrodzka), wówczas studentka Wyższej Szkoły Pedagogiki Specjalnej: „Zaproponowano nam, aby otworzyć punkt aprowizacyjny w Domu Kultury (na tyłach Teatru „Komedia”). Codziennie wieczorem przyjeżdżał po nas samochód, który odwoził dziewczyny do Domu Kultury; a ja i kierowca odwiedzaliśmy uczelnie warszawskie, gdzie otrzymywaliśmy produkty spożywcze, z których później były robione kanapki. Napełnione gorącą herbatą termosy zawoziliśmy pod bramę WOSP i częstowaliśmy nią zgromadzonych tam ludzi” [20, s. 195]. Pod szkołą w tym czasie gromadziło się coraz więcej osób – 1 grudnia wieczorem tłum wokół jej gmachu, złożony z rodzin podchorążych, robotników warszawskich zakładów pracy i mieszkańców stolicy liczył około 2 tys. osób [14].

Jak się zdaje nie mniej istotne dla podtrzymania na duchu młodych strażaków były również msze święte odprawiane dla nich i posługa kapłańska pełniona przez księdza Jerzego Popiełuszkę od 29 listopada. Jak relacjonował po latach Artur Górecki: „Przybył do nas w ubraniu cywilnym z torbą, w której przyniósł wszystko to, co było potrzebne, aby odbyła się msza św. Jak dostał się do budynku otoczonego przez milicję – nie wiem. Nie rzucił się w oczy, nie zabierał głosu w sprawach dotyczących strajku, postulatów i tego wszystkiego, co uważaliśmy za najważniejsze. Działalność jaką prowadził wśród nas określiłbym mianem pasterskiej. Pamiętam dwie msze św. Nie pamiętam natomiast tego, co wtedy mówił [...] Był wśród nas zawsze z dobrym słowem niosącym otuchę, chętnie wysłuchiwał” [20, s. 167]. Jak z kolei wspomina Leszek Prusakow: „Był z nami na każde nasze życzenie: spowiadał, odprawiał mszę [...] Nauczył nas *Pieśni Konfederatów Barskich*” [20, s. 172].

Władze wobec protestu

Z drugiej strony podchorążowie znajdowali się pod naciskiem władz uczelni oraz Komendy Głównej Straży Pożarnych. Przykładowo Komendant Główny Straży Pożarnych w telefonogramie do nich z 27 listopada wręcz grzmiał: „Przez nieposłuszeństwo złamaliście publicznie Wasze słowo – słowo dobrowolnie złożonego ślubowania, uwłaczyliście przez to Waszemu własnemu honorowi, podważyliście wiarygodność Waszej dojrzałości. Dajemy Wam

jeszcze jedną, ostatnią już szansę naprawienia szkody, jaką wyrządziliście etyce służby pożarniczej”. I dodawał: „Nie dawajcie posłuchu awanturnikom zmierzającym do destrukcji życia społeczeństwa polskiego, którzy traktują Was jak swoje bezwolne narzędzie i Waszymi rękami chcą załatwiać swoje brudne interesy” [22]. Nie można też zapominać – o czym była już mowa – czyli o naciskach na rodziny i działaniach dezintegrujących ze strony Służby Bezpieczeństwa, a także o aktywności Milicji Obywatelskiej, której funkcjonariusze 1 grudnia (około godz. 18.00) całkowicie odcięli dostęp do Wyższej Oficerskiej Szkoły Pożarniczej. Jak relacjonował po latach Lesław Dec: „Mimo bardzo, takiego, odczuwalnego wsparcia ze strony społeczeństwa, że tak to nazwę, my żeśmy się bali. My byliśmy, oprócz tego, że byliśmy straszni przez milicję, Grobą, komendanta szkoły, przez kadrę oficerską straszni pobyt w karnej jednostce w Orzyszu, więzieniami, jakimiś represjami i tak dalej, to się mówiło głośno o tym, to my, żeśmy się bali”. Nic, zatem dziwnego, że jak dodawał: „Byliśmy bardzo zestresowani, tak jak już wcześniej wspominałem, ja w okresie pobytu, od momentu jak się już zaczął strajk, to w zasadzie do ewakuacji, to nie jadłem. Nie jadłem żadnego stałego pokarmu, żyłem płynem, to był tak silny stres” [23].

Dwukrotnie sprawą strajku zajęło się również Biuro Polityczne Komitetu Centralnego PZPR. 27 listopada podczas obrad tego gremium premier i I sekretarz KC Wojciech Jaruzelski stwierdził, że strajk „musi być rozwiązany w sposób radykalny” [24]. Choć nie podjęto żadnej formalnej decyzji, minister spraw wewnętrznych Czesław Kiszczyk wystąpił do Rady Ministrów o rozwiązanie uczelni. Rząd zebrał się 30 listopada. Sprawę WOSP referował wiceminister spraw wewnętrznych (resortowy „jastrząb”) Bogusław Stachura. Postawił on wniosek o wydanie przez rząd rozporządzenia likwidującego strażacką uczelnię. Argumentował: „Szkoła ta w tej chwili nie jest szkołą w pełni dyspozycyjną i wobec tego istnieć nie powinna” [25]. Podsekretarz stanu w Urzędzie Rady Ministrów Zygmunt Rybicki ostrzegał, że rozwiązanie WOSP może doprowadzić do rozszerzenia się protestów studenckich na cały kraj, a w efekcie „do sytuacji, w której podobne rozporządzenia będą musiały być podjęte w odniesieniu do innych uczelni wyższych” [25, k. 9]. Wiceminister nauki, szkolnictwa wyższego i techniki Mieczysław Kazimierczuk proponował skreślenie w przygotowanym rozporządzeniu zwrotu o jego wykonaniu przez szefa reprezentowanego przez niego resortu [25, k. 8]. Stachura replikował: „My w sytuacji tej, kiedy >>Solidarność<< wkracza w problemy wewnętrzne Ministerstwa Spraw Wewnętrznych, cofnąć się niestety nie możemy” [25, k. 11]. Po odpowiednim naświetleniu przez niego przebiegu strajku podchorążych ministrowie przystąpili do redagowania rozporządzenia. Głównym problemem była rola, jaką w całej sprawie miało odegrać Ministerstwo Nauki, Szkolnictwa Wyższego i Techniki.

Stachura na koniec zapewnił: „Będziemy w dalszym ciągu oddziaływać na to środowisko studenckie, tych 350 chłopców, i myślimy, że uda nam się nakłonić [ich] do opuszczenia szkoły. I w ten sposób konflikt został[by] rozwiązany”. Jego podwładni już wówczas przygotowywali się do siłowego zakończenia protestu, co zresztą on sam w sposób zawołany dopuszczał: „Może nie uda nam się wszystkich nakłonić, jeśli pozostanie jakaś grupka ekstremalna, która mimo wszystko będzie chciała pomieszczenia Ministerstwa Spraw Wewnętrznych okupować

i tam pozostać, to już po prostu będziemy musieli zastosować przymus fizyczny. Ale sądzę, że do tego nie dojdzie. Ale scenariusz będziemy na to mieli, może do tego nie dojdzie, ale różnie bywa” [25, k. 28].

1 grudnia rano do sprawy Wyższej Oficerskiej Szkoły Pożarniczej powróciło Biuro Polityczne. Stanisław Kociołek obawiał się, że strajk szkoły „przeniesie się na duże zakłady”. Jan Łabęcki mówił, że co prawda chyba „jeszcze nie nadszedł moment generalnej konfrontacji”, ale na strażacki protest „trzeba odpowiedzieć zdecydowanie, szkołę rozwiązać, a młodzież powołać do wojska”. Bardziej pesymistyczną ocenę wygłosił Marian Orzechowski: „Doszliśmy do kresu [...] Decyzje trzeba podejmować, zaraz, już. Pierwszym krokiem może być zdecydowana reakcja na strajk w Wyższej Szkole Pożarnictwa” [24, s. 546–548].

Likwidacja szkoły

Poczynania władz wpłynęły na przebieg protestu. 28 listopada komitet strajkowy ograniczył swobodę poruszania się kierownictwa szkoły i wyznaczył jego paruosobową asystę – komendant i jego zastępcy mogli wyjść z budynku WOSP w każdej chwili, a wspomniana asysta podchorążych miała na celu niedopuszczenie do ewentualnej prowokacji, poprzez niszczenie czy wyrzucanie (co miało wcześniej miejsce) dokumentów przez okno, a później przypisanie tego komitetowi strajkowemu. Budynek został otoczony przez dodatkowych funkcjonariuszy Milicji Obywatelskiej i Zmotoryzowanych Odwodów Milicji Obywatelskiej (ZOMO). 29 listopada KS przyjął uchwałę o podjęciu czynnego strajku okupacyjnego oraz wznowieniu zajęć dydaktycznych. Pierwszy wykład wygłosił jeszcze tego samego dnia, po południu, prof. Stefan Weychert [14]. Dzień później strajkujący podchorążowie przyjęli kolejną uchwałę – o kontynuowaniu strajku aż do rozwiązania konfliktu w drodze negocjacji [14].

Tego samego dnia (30 listopada) w późnych godzinach wieczornych w celu podjęcia rozmów z komitetem strajkowym lub wszystkimi podchorążymi do WOSP przybyli wiceminister spraw wewnętrznych Stanisław Zaczekowski i Komendant Główny Straży Pożarnych płk poż. Tomasz Ostrowski [26]. Nie doszło do nich jednak z powodu niezgody przedstawicieli strony rządowej na udział w spotkaniu ekspertów komitetu strajkowego.

1 grudnia w odpowiedzi na kroki podjęte przez Radę Ministrów w dniu 30 listopada o rozwiązaniu szkoły przewodniczący Zarządu Regionu Mazowsze Z. Bujak ogłosił gotowość strajkową w dużych zakładach stolicy oraz akcję protestacyjną w przypadku ataku na WOSP. Ponadto Region Mazowsze wydał oświadczenie w sprawie WOSP. Zwrócił się w nim do sejmu o pilne zajęcie się statusem szkoły oraz zaproponował dwa warianty przyszłości uczelni – jej przejście do innego resortu lub przyjęcie statusu prywatnej szkoły wyższej. W obu wariantach uczelnia podlegałaby przepisom ustawy o szkolnictwie wyższym [27, k. 27]. Gotowość strajkową na znak poparcia dla protestujących studentów ogłosiły m.in. Fabryka Samochodów Osobowych, Zakłady Radiowe im. Marcina Kasprzaka, Zakłady Wytwórcze Lamp Elektronowych im. Róży Luksemburg i Instytut Badań Jądrowych w Świerku [28, k. 23].

1 grudnia 1981 r. z misją mediacyjną do ministra spraw wewnętrznych wystąpili profesorowie Aleksander Gieysztor, Klemens Szaniawski i Andrzej Stelmachowski. Przybyli oni też do Wyższej Oficerskiej Szkoły Pożarniczej, której komitet strajkowy „potwierdził swoją gotowość do podjęcia rozmów, nie stawiając żadnych dodatkowych warunków” [29]. Jednak władze PRL nie zamierzały absolutnie pójść na kompromis i zdecydowały się sięgnąć po rozwiązanie siłowe. A trzeba w tym miejscu podkreślić, że pozorowały praktycznie do samego końca gotowość kompromisu. Jeszcze 1 grudnia w rozmowie telefonicznej z sekretarzem Konferencji Episkopatu Polski biskupem Bronisławem Dąbrowskim twierdzono m.in., że otoczenie szkoły milicyjnym kordonem nie jest wstępem do jej siłowej pacyfikacji, lecz ma rzekomo zapobiec konfrontacji. Jak twierdził wiceminister spraw wewnętrznych Stanisław Zaczekowski: „Ja chciałem poinformować, że myśmy dlatego podjęli taką decyzję, ponieważ w tej chwili jest tam grupa ok. 600 osób, wśród nich trochę nietrzeźwych, którzy prowokują. I myśmy chcieli nie dopuścić do podchorążych tego właśnie elementu, bo groziłoby to po prostu jakimś starciem czy też pobiciem i później różnymi insynuacjami pod adresem MO” [30]. A – co trzeba dodać – mówił to już nie tylko po podjęciu decyzji o pacyfikacji WOSP, ale też już po jej rozwiązaniu.

Likwidacja Wyższej Oficerskiej Szkoły Pożarniczej w Warszawie w Warszawie nie zakończyła protestu strażaków. Po siłowym zajęciu szkoły przez oddziały milicji kontynuowali oni swój protest. Wielu z nich zapłaciło za niego wysoką cenę i nie zrealizowało swych marzeń o pracy w zawodowej straży pożarnej. Pacyfikacji szkoły oraz przebiegowi zdarzeń po jej likwidacji autor zamierza poświęcić odrębny artykuł.

Literatura

- [1] Kopka B., Majchrzak G., *Stan wojenny w dokumentach władz PRL (1980–1983)*, Warszawa 2001, 43.
- [2] Słowiński K., *Strajk w Wyższej Szkole Inżynierskiej im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu 26 X – 13 XII 1981*, http://www.encysol.pl/wiki/Strajk_w_Wy%C5%BCszej_Szkole_In%C5%BCynierskiej_im._Kazimierza_Pu%C5%82askiego_w_Radomiu_26_X_%E2%80%93_13_XII_1981 [dostęp: 21.04.2017].
- [3] Uchwała Komisji Zakładowej NSZZ Solidarność przy WOSP, 24 XI 1981, [w:] *XXV rocznica strajku WOSP. Materiały archiwalne*, Warszawa 2006, 47.
- [4] Spotkanie z kierownictwem WOSP, 20 XI 1981, [w:] *XXV rocznica strajku WOSP. Materiały archiwalne*, Warszawa 2006, 33.
- [5] *Strajk w Wyższej Szkole Oficerów Pożarnictwa*, „AS” 1981, nr 55, 205.
- [6] Uchwała wiecu, 24 XI 1981, [w:] *XXV rocznica strajku WOSP. Materiały archiwalne*, Warszawa 2006, 41.
- [7] *35. rocznica strajku w Wyższej Oficerskiej Szkole Pożarniczej. Wspomnienia*, Warszawa 2016, s. 15–16.
- [8] Henzler M., *Gaszenie strażaków*, „Polityka” 2011, nr 48.
- [9] Notacja z Markiem Suratą (N-0483) ze zbiorów Archiwum Historii Mówionej IPN. Autorzy Konrad Starczewski, Leszek Rysak.
- [10] Notacja z Ryszardem Stępkowskim /N-0509/ ze zbiorów Archiwum Historii Mówionej IPN. Autorzy Konrad Starczewski, Leszek Rysak, 18 października 2011.
- [11] Majchrzak G., *Preludium stanu wojennego*, „Do Rzeczy” 2016 nr 48, 72–73.

- [12] Uchwała z wiecu, 24 XI 1981, [w:] *XXV rocznica strajku WOSP. Materiały archiwalne*, Warszawa 2006, 41.
- [13] Uchwała Komisji Zakładowej NSZZ Solidarność przy WOSP, 25 XI 1981 [w:] *XXV rocznica strajku WOSP. Materiały archiwalne*, Warszawa 2006, 59.
- [14] Mizera M., Madej K., Gartowski T., *Chronologiczny przebieg wydarzeń związanych ze strajkiem podchorążych Wyższej Oficerskiej Szkoły Pożarniczej w Warszawie w 1981 r.*, Warszawa 2011.
- [15] Archiwum Instytutu Pamięci Narodowej, 0397/804, *Powstanie i działalność NSZZ „Solidarność” Region Mazowsze*, Warszawa 1988, opracowanie MSW, 428.
- [16] *XXV rocznica strajku WOSP. Materiały archiwalne*, Warszawa 2006, 53.
- [17] *Strajk studentów warszawskiej szkoły pożarnictwa*, „AS” 1981, nr 56.
- [18] Komunikat komendanta WOSP Krzysztofa Smolarkiewicza, 27 XI 1981 godz. 5.00 [w:] *XXV rocznica strajku WOSP. Materiały archiwalne*, Warszawa 2006, 121.
- [19] Komunikat Komitetu Strajkowego WOSP, 27 XI 1981, [w:] *XXV rocznica strajku WOSP. Materiały archiwalne*, Warszawa 2006, s. 115.
- [20] Oświadczenie Komitetu Strajkowego WOSP, 28 XI 1981, [w:] *XXV rocznica strajku WOSP. Materiały archiwalne*, Warszawa 2006, 144.
- [21] AIPN, 1585/15918, Uchwała KKK NZ i Ogólnopolskiej Konferencji Komitetów Strajkowych w sprawie strajku w Wyższej Oficerskiej Szkole Pożarnictwa. Załącznik do „Informacji Dziennej” MSW nr 71 z 27 XI 1981, k. 117.
- [22] Telefonogram Komendanta Głównego Straży Pożarnych, 27 XI 1981 r., [w:] *XXV rocznica strajku WOSP. Materiały archiwalne*, Warszawa 2006, 134.
- [23] Starczewski K., Rysak L., Notacja z Lesławem Decem /N- 0502/ ze zbiorów Archiwum Historii Mówionej IPN, 18 sierpnia 2011.
- [24] Włodek Z., *Tajne dokumenty Biura Politycznego. PZPR a „Solidarność” 1980–1981*, Londyn 1992, 539.
- [25] Archiwum Akt Nowych (AAN), Urząd Rady Ministrów, Kancelaria tajna, 135/29, Stenogram posiedzenia Rady Ministrów, 1 XII 1981.
- [26] Pismo komendanta WOSP Krzysztofa Smolarkiewicza do Komitetu Strajkowego, 27 XI 1981 godz. 22.50, [w:] *XXV rocznica strajku WOSP. Materiały archiwalne*, Warszawa, 168.
- [27] AIPN, 01322/2192, mikrofisz 68, Oświadczenie Regionu Mazowsze NSZZ Solidarność w sprawie WOSP, 1 XII 1981.
- [28] AIPN, 1585/15919, „Informacja Dzienna” MSW nr 73, 2 XII 1981.
- [29] Komunikat nr 3 z 1 XII 1981 r. Uczelnianego Komitetu Strajkowego WOSP, [w:] *XXV rocznica strajku WOSP. Materiały archiwalne*, Warszawa 2006, 184.
- [30] Rozmowa telefoniczna z p. gen. Zaczekowskim w sprawie strajku w Szkole Podchorążych Straży Pożarnej w dniu 1 grudnia 1981, [w:] *Rozmowy z władzami PRL. Arcybiskup Dąbrowski. W służbie Kościoła i narodu*, P. Raina, T. 1: 1970-1981, Warszawa 1995, 405.

DR GRZEGORZ MAJCHRZAK – historyk, doktor nauk politycznych, 2000–2015 pracownik Biura Edukacji Publicznej (od 2015 r. Biura Badań Historycznych) Instytutu Pamięci Narodowej, członek Stowarzyszenia „Archiwum Solidarności” i Stowarzyszenia Wolnego Słowa. Zajmuje się badaniem dziejów aparatu represji (zwłaszcza organów bezpieczeństwa), opozycji demokratycznej w PRL (głównie NSZZ „Solidarność”), funkcjonowaniem mediów (przede wszystkim Polskiego Radia i Telewizji Polskiej) przed 1989 r., sportem w PRL oraz stanem wojennym. Autor licznych publikacji naukowych i popularnonaukowych na ten temat. Ostatnio opublikował m.in.: *Solidarność na celowniku*, Poznań 2016, *Tajemnice stanu wojennego*, Warszawa 2016, *Smutni panowie na olimpijskim szlaku. Inwigilacja polskich olimpijczyków przez Służbę bezpieczeństwa*, Warszawa 2016, *Wojna o eter. Media elektroniczne od solidarnościowego karnawału do początków rządów solidarnościowych*, Warszawa 2016 (wraz z Sebastianem Ligarskim).

mgr inż. Łukasz Nowak^{a)}, dr inż. Natalia Schmidt-Polończyk^{a)*}^{a)}AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Górnictwa i Geoinżynierii / AGH University of Science and Technology, The Faculty of Mining and Geoengineering

*Autor korespondencyjny / Corresponding author: nschmidt@agh.edu.pl

Weryfikacja możliwości bezpiecznej ewakuacji z tunelu drogowego w warunkach pożaru

Verification of Possible Safe Evacuation From Road Tunnels in the Event of Fire

Проверка возможности проведения безопасной эвакуации из автомобильного тоннеля в условиях пожара

ABSTRAKT

Cel: Celem artykułu jest przedstawienie rezultatów badań numerycznych ewakuacji z tunelu drogowego w warunkach pożaru dla trzech różnych scenariuszy pożarowych, których bazę stanowiła katastrofa w tunelu drogowym Mont Blanc z 1999 roku. W oparciu o nią wykonano trzy modele tunelu:

- model odpowiadający rzeczywistym warunkom panującym w tunelu w czasie pożaru w 1999 roku,
- model odnoszący się do warunków po wprowadzeniu zmian związanych z przebudową tunelu i jego ponownym otwarciem w 2002 roku oraz,
- model odnoszący się do obowiązujących w UE wymogów Dyrektywy 2004/54/WE Parlamentu Europejskiego i Rady.

Wprowadzenie: Artykuł poświęcono w głównej mierze wpływowi rozmieszczenia schronów oraz wyjść ewakuacyjnych w tunelu drogowym na rezultaty działań samoratowniczych w chwili wystąpienia zagrożenia pożarowego. Tunel drogowy jest przestrzenią ograniczoną, w której pożar prowadzi do szybkiej zmiany parametrów otoczenia i powstania warunków krytycznych mogących stanowić zagrożenie dla jego użytkowników. W związku z powyższym gęstość rozmieszczenia dróg ewakuacyjnych w tego typu przestrzeniach ma bardzo istotny wpływ na czas działań samoratowniczych.

Metodologia: W artykule przeprowadzono badania modelowania numerycznego, które pozwoliły wyznaczyć wymagany czas bezpiecznej ewakuacji T_{REST} . Dostępny czas ewakuacji T_{ASET} został wyznaczony w oparciu o analizę pożaru w tunelu Mont Blanc z 1999 roku. Ewakuację uznano za bezpieczną, gdy spełnione zostało tzw. kryterium bezpiecznej ewakuacji, czyli zależność $T_{ASET} \geq T_{REST}$.

Wnioski: Wyniki obliczeń numerycznych potwierdziły, że wprowadzone po pożarze zmiany w tunelu Mont Blanc mogłyby zapewnić bezpieczeństwo użytkownikom tunelu w razie wystąpienia w nim pożaru podobnego do tego z 1999 roku. Ponadto w przypadku dwóch pozostałych scenariuszy pożarowych – czyli dla rozmieszczenia schronów co 300 metrów oraz wyjść ewakuacyjnych do równoległego tunelu ewakuacyjnego usytuowanych co 500 metrów – wykazano brak możliwości przeprowadzenia skutecznych działań samoratowniczych. Czas ewakuacji w dużej mierze zależy od czasu przejścia drogą ewakuacyjną, dlatego gęstość wyjść ewakuacyjnych oraz schronów powinna być ustalana na etapie projektowym z uwzględnieniem najbardziej krytycznego scenariusza. Dzięki temu w chwili wystąpienia niebezpiecznej sytuacji w przestrzeni tunelu każdy jego użytkownik będzie miał warunki do bezpiecznej ewakuacji.

Słowa kluczowe: ewakuacja, wyjścia ewakuacyjne, bezpieczeństwo pożarowe, tunel Mont Blanc

Typ artykułu: studium przypadku – analiza zdarzeń rzeczywistych

Przyjęty: 25.06.2017; Zrecenzowany: 03.08.2017; Opublikowany: 30.09.2017;

Autorzy wnieśli równy wkład merytoryczny w opracowanie artykułu;

Proszę cytować: BiTP Vol. 47 Issue 3, 2017, pp. 96–110, doi: 10.12845/bitp.47.3.2017.8;

Artykuł udostępniany na licencji CC BY-NC-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

ABSTRACT

Aim: The main purpose of this article is to present the results of numerical calculations of evacuation from the road tunnel in the case of fire in three different scenarios. The research is based on the Mont Blanc tunnel catastrophe in 1999. Three tunnel models were generated on this basis:

- a model corresponding to the actual conditions in the tunnel during the 1999 fire,
- a model reflecting conditions after modifications associated with the tunnel's redevelopment and its reopening in 2002,
- a model referring to the requirements of Directive 2004/54/EC of the European Parliament and of the Council binding in the EU.

Introduction: In the article, the authors focused on the influence of the distance between shelters or evacuation exits in a road tunnel on the results of self-rescue actions in the event of fire. Tunnels have limited space, so a fire leads to rapid changes in the environment's parameters and the

occurrence of critical conditions, which can be dangerous for human life. Therefore, the distribution of evacuation exits influences the duration of self-rescue actions.

Methodology: Numerical calculations were conducted for the purpose of defining the Required Safe Escape Time T_{ASET} . The Available Safe Escape Time T_{ASET} was determined on the basis of the analysis of the fire in the Mont Blanc tunnel in 1999. The evacuation process is considered safe when the so-called safe escape time criterion is met, i.e. when dependency $T_{ASET} \geq T_{ASET}$ is met.

Conclusions: The results of the numerical calculation confirmed that the modifications after the Mont Blanc fire could ensure safe evacuation in the event of a fire similar to that of 1999. Moreover, in the case of the two remaining fire scenarios (the distance between shelters is 300 m and the distance between evacuation exits to the parallel evacuation tunnel is 500 m), there is no possibility to conduct safe self-rescue actions. Evacuation time largely depends on the movement speed of evacuees, thus the distribution of evacuation exits or shelters should be determined during the design phase taking into consideration the most dangerous scenario, so that each tunnel user would have proper conditions for safe evacuation.

Keywords: evacuation, evacuation exits, fire safety, Mont Blanc tunnel

Type of article: case study – analysis of actual events

Received: 25.06.2017; Reviewed: 03.08.2017; Published: 30.09.2017;

The authors contributed equally to this article;

Please cite as: BiTP Vol. 47 Issue 3, 2017, pp. 96–110, doi: 10.12845/bitp.47.3.2017.8;

This is an open access article under the CC BY-NC-SA 4.0 license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

АННОТАЦИЯ

Цель: Цель статьи – представить результаты численного моделирования эвакуации из автомобильного тоннеля во время пожара для трех различных сценариев пожара, представленных на основе катастрофы в Монбланском автомобильном тоннеле, которая произошла в 1999 году. На основе этого происшествия были созданы три модели тоннеля:

- модель, соответствующая реальным условиям в тоннеле во время пожара в 1999 году,
- модель, включающая изменения, связанные с реконструкцией и повторным открытием тоннеля в 2002 году,
- модель, относящаяся к действующим в ЕС требованиям – Директиве 2004/54/ЕС Европейского Парламента и Совета.

Введение: В статье основное внимание уделяется влиянию размещения бункеров и эвакуационных выходов в автомобильном тоннеле на результаты самоспасательных действий во время появления пожарной угрозы. Автомобильный тоннель представляет собой ограниченное пространство, в котором пожар приводит к быстрому изменению параметров окружающей среды, созданию критических условий, которые могут поставить под угрозу его пользователей. Поэтому частота размещения эвакуационных путей существенно влияет на время действий по самоспасению.

Методология: В статье было проведено численное моделирование, которое позволило определить требуемое безопасное время эвакуации T_{ASET} . Реальное время эвакуации T_{ASET} было установлено на основе анализа пожара в Монбланском тоннеле 1999 года. Эвакуация считалась безопасной, если был выполнен критерий безопасной эвакуации, т.е. сохранена зависимость $T_{ASET} \geq T_{ASET}$.

Выводы: Результаты численного моделирования подтвердили, что изменения введенные в Монбланском тоннеле после пожара, могли бы обеспечить безопасность пользователей тоннеля в случае пожара похожего на пожар 1999 года. Кроме того, в случае остальных двух сценариев пожара, а именно: распределения бункеров каждые 300 метров и эвакуационных выходов в параллельный аварийный тоннель каждые 500 метров – не обеспечивается возможность проведения эффективных действий по самоспасению. Время эвакуации в значительной степени зависит от времени прохода эвакуационного пути, поэтому плотность эвакуационных выходов, бункеров должна быть определена на стадии проектирования с учетом наиболее критического сценария, так, чтобы во время появления наиболее опасной ситуации в тоннеле, каждый пользователь мог безопасно эвакуироваться.

Ключевые слова: эвакуация, эвакуационный выход, пожарная безопасность, Монбланский тоннель

Вид статьи: исследование случая – анализ реальных событий

Принята: 25.06.2017; Рецензирована: 03.08.2017; Опубликована: 30.09.2017;

Авторы внесли одинаковый вклад в создание этой статьи;

Просим ссылаться на статью следующим образом: BiTP Vol. 47 Issue 3, 2017, pp. 96–110, doi: 10.12845/bitp.47.3.2017.8;

Настоящая статья находится в открытом доступе и распространяется в соответствии с лицензией CC BY-NC-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

Wprowadzenie

Infrastruktura drogowa w ostatnich latach rozwija się dynamicznie praktycznie na całym świecie, w tym również w Polsce. Zwiększa się rola budownictwa podziemnego, powstają coraz dłuższe tunele, które umożliwiają pokonywanie przeszkód terenowych (np. gór, rzek), usprawniają połączenia drogowe w miastach oraz wpływają pozytywnie na redukcję emisji zanieczyszczeń i hałasu [1]. Ze względu na swoją specyfikę (przestrzeń częściowo zamknięta) tunel jest konstrukcją, w której kolizja

Introduction

In recent years road infrastructure has been rapidly developing in most parts of the world, including Poland. The role of underground construction is growing and increasingly long tunnels are created for crossing various terrain obstacles (e.g. mountains, rivers), facilitating road transport in cities and positively influencing pollutant and noise emissions [1]. Tunnels, due to their specific construction (consisting of a partially closed space) are structures in which road accidents in

drogowa w niesprzyjających warunkach może doprowadzić do powstania pożaru, zagrozić życiu oraz zdrowiu ludzi. W większości przypadków przyczyną wystąpienia pożaru są usterki mechaniczne pojazdów (np. przegrzanie silnika, zwarcie w instalacji elektrycznej). Przykładem takiego zdarzenia może być zapalenie się ciężarówki przewożącej opony, które miało miejsce w tunelu Fréjus w 2005 roku (Francja–Włochy). Ogień może pojawić się również w wyniku zderzenia pojazdów, co miało miejsce w 2001 roku w tunelu Gleinalm (Austria), gdy po zderzeniu czołowym samochodu ciężarowego i osobowego śmierć w pożarze poniosło 5 osób [2, 3, 1].

W chwili zagrożenia zdrowia i życia użytkowników tunelu drogowego najważniejsze działania sprowadzają się do przeprowadzenia ich sprawnej ewakuacji. W celu poprawy bezpieczeństwa wdraża się dodatkowe środki techniczne np. wyjścia ewakuacyjne lub schrony przeciwpożarowe, a modelowanie samego procesu ewakuacji coraz częściej analizuje się z wykorzystaniem narzędzi symulacyjnych, opierających się na obliczeniach numerycznych. Wynik działań samoratowniczych użytkowników tunelu drogowego może być uzależniony od szeregu czynników, takich jak rozmieszczenie i liczba wyjść ewakuacyjnych, oddziaływanie zadymienia na prędkość poruszania się, rozmieszczenie sygnalizacji i znaków ewakuacyjnych, indywidualne cechy użytkowników (np. reakcja na stresujące sytuacje) czy też sam czas podjęcia ewakuacji [4, 5, 6].

Niniejszy artykuł oparto na trzech założonych scenariuszach, różniących się rozmieszczeniem wyjść ewakuacyjnych (schronów) w modelowanym tunelu drogowym. Za punkt odniesienia posłużyła katastrofa z 1999 roku w tunelu drogowym Mont Blanc, w oparciu o którą przeprowadzono symulację działań samoratowniczych przy rozmieszczeniu:

- schronów przeciwpożarowych co 600 m,
- wyjść do równoległego tunelu ewakuacyjnego co 500 m,
- wyjść do równoległego tunelu ewakuacyjnego (schronu) co 300 m.

Przeprowadzone modelowanie numeryczne pozwoliło ustalić czas wycofania się użytkowników z tunelu w przypadku wystąpienia w nim pożaru w każdym z wymienionych wariantów.

Zagrożenie pożarowe

Pożar to niekontrolowany w czasie proces, który może zaistnieć pod warunkiem wystąpienia trzech czynników: materiału palnego, źródła ciepła przekraczającego temperaturę zapłonu materiału palnego oraz dostatecznej ilości tlenu [7].

Pożar w tunelu drogowym może stanowić śmiertelne zagrożenie dla znajdujących się w nim ludzi oraz być przyczyną poważnych uszkodzeń konstrukcji samego tunelu. Przykłady pożarów w tunelach drogowych zostały zestawione w tabeli 1.

unfavourable conditions can lead to a fire, which poses danger to human life and health. In most cases the causes of fires are mechanical defects of vehicles (e.g. engine overheating, short circuit). An example of such an event may be the fire of a tyre-transporting truck, which took place in the Fréjus Road Tunnel (connecting France and Italy) in 2005. Fire may also occur as a result of a collision of two vehicles, as the one in 2001 in the Gleinalm Tunnel (Austria), when 5 people died in a fire following a head-on collision of a truck and a passenger car [2, 3, 1].

In a case of danger to the life and health of road tunnel users, their fast evacuation is the most important. In order to improve safety, additional technical measures are applied, e.g. evacuation exits or fire shelters, and the modelling of the process itself is increasingly often analysed with the use of simulation tools based on numerical calculations. The outcome of the self-rescue actions taken by road tunnel users may depend on a variety of factors, including the distribution and number of evacuation exits, the impact of fogging on the speed of traffic, the distribution of signalling and exit signs, the individual traits of tunnel users such as their reactions to stressful situations, and the time of starting evacuation [4, 5, 6].

This article is based on three scenarios which differ in the distribution of evacuation exits (shelters) in the modelled road tunnel. The catastrophe of 1999 in the Mont Blanc road tunnel was used as a reference point and it served as the basis for a simulation of self-rescue actions, with the positioning of:

- fire shelters every 600 m,
- exits to a parallel evacuation tunnel every 500 m,
- exits to a parallel evacuation tunnel (shelter) every 300 m,

The performed numerical modelling made it possible to determine the time of evacuation of tunnel users in the case of fire for each of the mentioned variants.

Fire risk

Fire is a process uncontrollable in time and its occurrence requires three factors: a flammable material, a source of heat exceeding the ignition temperature of the flammable material and a sufficient amount of oxygen [7].

Fire in a road tunnel may pose a threat to the life of people in the tunnel and a cause of serious damage to its structure. Examples of fires in road tunnels are compiled in table 1.

Tabela 1. Wybrane pożary w tunelach drogowych [8, 9]**Table 1.** Examples of road tunnel fires [8, 9]

Pożar w tunelu Tunnel fire		Konsekwencje Consequences		
Rok Year	Kraj i długość tunelu Country and tunnel length	Konsekwencje w ludziach Human casualties	Zniszczone pojazdy Destroyed vehicles	Obudowa tunelu i instalacje Road tunnel lining and installations
1978	Holandia / the Netherlands, Velsen 770 m	5 ofiar śmiertelnych, 5 poszkodowanych 5 dead, 5 injured	4 samochody ciężarowe, 2 samochody osobowe 4 trucks, 2 cars	poważne uszkodzenie tunelu na długości 30 m serious damage, along a 30 m section
1979	Japonia / Japan, Nihonzaka 2 045 m	7 ofiar śmiertelnych, 1 poszkodowana 7 dead, 1 injured	127 samochodów ciężarowych, 46 samochodów osobowych 127 trucks, 46 cars	poważne uszkodzenie tunelu na długości 1100 m serious damage, along a 1100 m section
1982	USA Caldecott 1 028 m	7 ofiar śmiertelnych, 2 poszkodowane 7 dead, 2 injured	3 samochody ciężarowe, 1 autokar, 4 samochody osobowe 3 trucks, 1 coach, 4 cars	poważne uszkodzenie tunelu na długości 580 m serious damage, along a 580 m section
1987	Szwajcaria/Switzerland, Gumefens 343 m	2 ofiary śmiertelne 2 dead	21 samochodów ciężarowych, 1 van, 2 trucks, 1 van	powierzchniowe zniszczenia slight damage
1993	Norwegia/ Norway, Hovden 1 290m	5 poszkodowanych 5 injured in the collision	1 motocykl, 2 samochody osobowe 1 motor cycle, 2 cars	zniszczeniu uległo 111 m materiału izolującego 111 m of insulation, material destroyed
1994	South Africa Huguenot 3 914 m	1 ofiara śmiertelna, 28 poszkodowanych 1 dead, 28 injured	1 autokar 1 coach	poważne uszkodzenie tunelu serious damage
1995	Austria Pfander 6 719 m	3 ofiary śmiertelne, 4 poszkodowane 3 dead in the collision, 4 injured	1 samochód ciężarowy, 1 van, 1 samochód osobowy 1 truck, 1 van, 1 car	poważne uszkodzenie tunelu serious damage
1996	Włochy/Italy Isola delle Femmine 148 m	5 ofiar śmiertelnych, 20 poszkodowanych 5 dead, 20 injured	1 cysterna, 1 bus, 18 samochodów osobowych 1 tanker, 1 bus, 18 cars	poważne uszkodzenia, tunel zamknięty na 2,5 dnia serious damage, tunnel closed for 2.5 days
1999	Francja Włochy / France Italy Mont Blanc 11 600 m	39 ofiar śmiertelnych 39 dead	23 samochody ciężarowe, 10 samocho- dów osobowych, 1 motocykl, 2 samo- chody straży pożarnej 23 trucks, 10 cars, 1 motor cycle, 2 fire engines	poważne uszkodzenia, tunel ponownie otwarty po 3 latach serious damage, tunnel reopens 22/12/2001 after 3 years
1999	Austria Tauern 6 401 m	12 ofiar śmiertelnych, 49 poszkodowanych 12 dead, 49 injured	14 samochodów ciężarowych, 26 samochodów osobowych 14 trucks, 26 cars	poważne uszkodzenie tunelu serious damage
2001	Szwajcaria/Switzerland St. Gotthard 16 918 m	11 ofiar śmiertelnych 11 dead	13 samochodów ciężarowych, 4 vany, 6 samochodów osobowych 13 trucks, 4 vans, 6 cars	poważne uszkodzenia, tunel ponownie otwarty po 2 miesiącach serious damage, closed 2 months
2005	Francja Włochy / France Italy Fréjus 12 895 m	2 ofiary śmiertelne, 21 poszkodowanych zatruto się dymem 2 dead, 21 treated for smoke inhalation	4 samochody ciężarowe, 3 samochody straży pożarnej 4 trucks, 3 fire fighting vehicles	poważne uszkodzenia, tunel ponownie otwarty po 2 miesiącach serious damage, tunnel closed
2006	Szwajcaria/Switzerland, Viamala 742 m	6 ofiar śmiertelnych, 6 poszkodowanych 6 dead, 6 injured	1 bus, 2 samochody osobowe 1 bus, 2 cars	–

W sytuacji wystąpienia pożaru w tunelu zmieniają się parametry otoczenia. Warunki, które mogą zagrażać życiu oraz zdrowiu ludzi, nazywane są krytycznymi i mówimy o nich w chwili, gdy [10, 11]:

- zasięg widzialność w tunelu jest mniejszy niż 10 m i temperatura powietrza wynosi ponad 60°C na wysokości mniejszej lub równej 1,8 m od poziomu drogi ewakuacyjnej,
- temperatura gazów pożarowych wynosi ponad 200°C na wysokości ponad 2,5 m od poziomu drogi ewakuacyjnej,
- podczas ekspozycji dłuższej niż 30 s gęstość strumienia promieniowania cieplnego ma wartość 2,5 kW/m²,
- zawartość tlenu spada poniżej 15%.

In the case of fire in the tunnel, the surrounding parameters change. The conditions which may pose a threat to human life and health are referred to as critical conditions and they occur when [10, 11]:

- the visibility range in the tunnel falls below 10 m and the air temperature exceeds 60°C at a height lower or equal to 1.8 m from the escape route level,
- the temperature of fire gases is higher than 200°C at a height of more than 2.5 m from the escape route level,
- with the exposure exceeding 30 s the density of the heat radiation flux is 2.5 kW/sq. m.
- and oxygen concentration falls below 15%.

Czas, w którym jeden z powyższych parametrów osiągnie wartość krytyczną jako pierwszy, nazywany jest dostępnym czasem bezpiecznej ewakuacji (T_{ASET}). Natomiast wymagany czas ewakuacji (T_{RSET}) jest czasem trwającym od początku powstania pożaru do momentu ewakuacji wszystkich użytkowników w bezpieczne miejsce i stanowi wypadkową [11, 12]:

- t_{det} czasu detekcji pożaru,
- t_a czasu alarmu,
- t_r czasu rozpoznania sytuacji,
- t_{reak} czasu reakcji na zdarzenie,
- t_p czasu przejścia ewakuujących się osób.

Zapewnienie bezpiecznych warunków ewakuacji jest możliwe, gdy spełnione jest tzw. kryterium bezpiecznej ewakuacji [10]:

$$T_{ASET} \geq T_{RSET} \quad (1)$$

Dostępny czas bezpiecznej ewakuacji (T_{ASET}) bywa przedstawiany jako suma wymaganego czasu ewakuacji (T_{RSET}) i pewnego marginesu bezpieczeństwa, który dla każdego z obiektów powinien być określany indywidualnie, w zależności od liczby użytkowników, wyposażenia i warunków konstrukcyjnych [12].

The time in which one of the above parameters first reaches a critical value is referred to as the available safe escape time (T_{ASET}). However, the required safe escape time (T_{RSET}) is the time from the onset of the fire to the evacuation of all users to a safe place, and is a resultant of [11, 12]:

- t_{det} fire detection time,
- t_a alarm time,
- t_r situation recognition time,
- t_{reak} reaction time,
- t_p movement speed of evacuees.

Ensuring safe evacuation conditions is possible when the so-called safe evacuation criterion is met [10]:

$$T_{ASET} \geq T_{RSET} \quad (1)$$

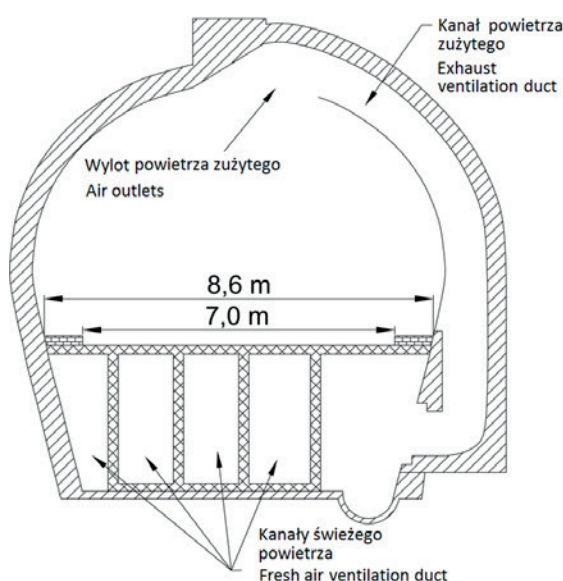
The available safe escape time (T_{ASET}) is sometimes presented as the total of the required safe escape time (T_{RSET}) with a safety margin, which should be specified individually for each object depending on the number of users, equipment and structural conditions [12].

Pożar w tunelu Mont Blanc – analiza przypadku

Tunel Mont Blanc został wybudowany jako tunel jednonawowy, dwukierunkowy o dwóch pasach jezdni łączący Chamonix (Francja) z Courmayeur (Włochy). Liczący 11,6 km długości obiekt był w chwili ukończenia budowy (1965) najdłuższym tunelem drogowym na świecie [13, 9]. Tunel posiada przekrój kształtem zbliżony do podkowy, jezdnia ma szerokość 7 m, a po obu jej stronach znajdują się chodniki o szerokości 0,8 m. Płyta jezdni oraz położone pod nią kanały zostały wykonane z żelbetonu, natomiast ściany tunelu (0,5 m grubości) z betonu bez wzmocnień [13]. Przekrój poprzeczny tunelu został zaprezentowany na rycinie 1.

Fire in the Mont Blanc tunnel – a case report

The Mont Blanc tunnel is a single-gallery two-direction tunnel with two lanes, linking Chamonix (France) with Courmayeur (Italy). This 11.6 km long structure at the time of completion (1965) was the longest road tunnel in the world [13, 9]. The tunnel's section is semicircular, with the road width of 7 m and 0.8 m long pavements on both sides. The road slab and channels located beneath were made of reinforced concrete, and the tunnel walls (0.5 m thick) from concrete without reinforcements [13]. The cross-section of the tunnel is presented in figure 1.



Rycina 1. Przekrój przez tunel [9]

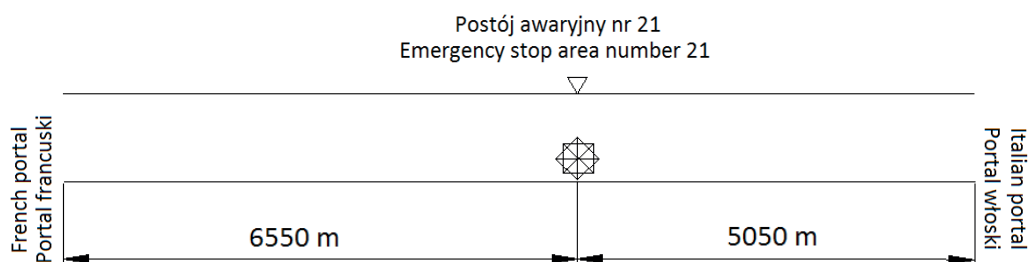
Figure 1. Tunnel cross section [9]

Tunel został wyposażony w 18 schronów bezpieczeństwa rozmieszczonych co 600 metrów i zapewniających ochronę przez 2 godziny podczas pożaru. Zatoki przeznaczone do awaryjnego postoju pojazdów o szerokości 3,15 metrów i długości 30 metrów usytuowane były na zmianę po obu stronach drogi co 300 metrów i ponumerowane od 1 do 36 w kierunku od strony francuskiej do włoskiej. Po przeciwnych stronach dla zatok awaryjnego postoju wydzielone było miejsce umożliwiające samochodom ciężarowym zmianę kierunku jazdy [13]. Nisze bezpieczeństwa wyposażone zostały w ręczny ostrzegacz pożarowy. Dwie gaśnice znajdowały się co 100 metrów, a nisze przeciwpożarowe z przyłączem wody do celów gaśniczych co 150 metrów. Przed pożarem kamery monitoringu rozlokowane były co 300 metrów, natomiast sygnalizacja świetlna została umieszczona na portalach oraz co każde 1200 metrów tunelu. Tunel posiadał dwa centra dowodzenia i kontroli przy obu wlotach (portalach), każde odpowiedzialne za połowę długości tunelu oraz jednostkę straży pożarnej po stronie francuskiej [13, 14].

24 marca 1999 roku w omawianym tunelu doszło do katastrofy. Belgijska ciężarówka (chłodnia) marki Volvo, jadąca z Francji do Włoch, zapaliła się i zatrzymała się w odległości około 7 kilometrów od francuskiego portalu. Powodem powstania pożaru był żarzący się niedopałek papierosa, który dostał się do filtra powietrza samochodu [13, 9]. Schemat lokalizacji pożaru został przedstawiony na rycinie 2.

The tunnel was equipped with safety shelters located every 600 metres enabling protection for 2 hours during a fire (18 shelters). Bays for the emergency stop of vehicles with a width of 3.15 metres and with a length of 30 metres were located interchangeably on both sides of the road every 300 metres and numbered from 1 to 36 from the French towards the Italian side. On the opposite sides of emergency stop bays a place was provided for trucks to change their direction [13]. Safety niches equipped with fire pullbox alarms and two fire extinguishers were located every 100 metres, and fire niches with water supply connections for fire extinguishing purposes – every 150 metres. Before the fire, surveillance cameras were located every 300 metres, and traffic lights were installed on portals and every 1200 metres of the tunnel. The tunnel was equipped with two command and control centres on both end (portals), each covering half of the tunnel's length, and a firefighting unit on the French side [13, 14].

On 24 March 1999 there was a catastrophe in the tunnel. A Belgian Volvo refrigerated truck going from France to Italy caught fire and stopped approx. 7 kilometres from the French portal. The cause of the fire was a cigarette stub which got into the truck's air filter [13, 9]. The fire's location is presented in figure 2.



Rycina 2. Lokalizacja pożaru w tunelu Mont Blanc

Figure 2. Location of fire in the Mont Blanc tunnel

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [14].

Source: Own elaboration based on [14].

Ogień szybko rozwinął się ze względu na obecność i ilość łatwopalnych materiałów w ciężarówce [13]:

- 550 litrów oleju napędowego w zbiorniku paliwa ciężarówki,
- 9 ton margaryny i 12 ton mąki w chłodni,
- powłoki chłodni wykonane z palnej pianki izotermicznej.

Pożar szybko rozprzestrzenił się, temperatura dochodziła nawet do 1000°C. Zadymienie z każdą minutą wypełniało kolejne odcinki tunelu, ograniczało widoczność i uniemożliwiało obserwację zdarzenia przez kamery [9].

W tunelu po stronie francuskiej za palącą się ciężarówką zostało uwięzionych 38 osób w 25 pojazdach. W powstałym zatorze znalazło się: 14 samochodów ciężarowych, 10 samochodów osobowych (w tym 1 furgonetka) i 1 motocykl. Większość kierowców zamiast podjąć ewakuację, po powstaniu pożaru pozostała wewnątrz bądź w pobliżu swoich pojazdów. Osoby, które próbowały uciekać, pokonały odcinek 100–500 metrów,

The fire developed quickly due to the presence of flammable materials in the truck [13].

- 550 litres of diesel oil in the truck's fuel tank,
- the refrigerated products: 9 tonnes of margarine and 12 tonnes of flour,
- the refrigerated truck's lining made of flammable isothermal foam.

The fire spread quickly and the temperature reached 1000°C. With each minute smoke covered further sections of the tunnel, limiting visibility and obscuring the view from cameras [9].

On the French side of the tunnel behind the burning truck 38 people were trapped in 25 vehicles. In the created congestion there were 14 trucks, 10 passenger cars (including one van) and one motorcycle. Most drivers, instead of attempting evacuation, remained inside or near their vehicles. Those who tried to escape managed to cover the distance of 100–500 metres

zanim straciły przytomność z powodu zadymienia oraz toksyczności gazów i dymów pożarowych. Śmierć poniosło 39 osób – 38 uwięzionych za belgijską ciężarówką oraz jeden strażak [13, 14]. Przebieg najważniejszych etapów pożaru w tunelu Mont Blanc został przedstawiony w tabeli 2.

before they lost consciousness due to fogging or toxic gases and smoke. 39 people died, including 38 individuals trapped behind the Belgian truck and one firefighter [13, 14]. The major stages of the fire in the Mont Blanc tunnel are presented in table 2.

Tabela 2. Przebieg pożaru w tunelu Mont Blanc – 24 marca 1999 roku [13, 9]

Table 2. Course of the fire in the Mont Blanc tunnel – 24 March 1999 [13, 9]

Godzina Time	Rozwój pożaru Fire development
10:46	Wjazd belgijskiej ciężarówki do tunelu. The Belgian truck entered the tunnel.
10:52	Kierowcy jadący z naprzeciwka (pomiędzy 2. a 3. kilometrem tunelu) informują kierowcę belgijskiej ciężarówki o białym dymie wydobywającym się z jego naczepy. Dym jest już na tyle gęsty, że zostaje uruchomiony czujnik dymu w zatoce awaryjnego postoju nr 18, a operator francuskiej stacji kontrolnej zauważa dym na kamerach znajdujących się w zatokach od nr 16 do nr 19. White smoke was seen coming out of the truck's trailer by oncoming drivers between kilometre 2 or 3 of the tunnel. Smoke detector in emergency stop bay 18 was activated. The operator at the French control station saw the smoke in the tunnel through the cameras at emergency stop bays 16–19.
10:53	Kierowca belgijskiej ciężarówki zatrzymuje się w zatoce awaryjnego postoju nr 21, według jego relacji wszystko stanęło w ogniu w ciągu zaledwie 30 sekund. Najbliższy czujnik wykrywający pożar po stronie włoskiej został wyłączony poprzedniej nocy. The truck slowed down and stopped at emergency stop bay 21. According to the driver, within 30 seconds everything was ablaze. The nearest sensor of the fire detection system, operated by the Italian side, was placed out of service the night before.
10:54	Użycie telefonu alarmowego z zatoki awaryjnego postoju nr 22 oraz uruchomienie ręcznego ostrzegacza pożarowego w zatoce awaryjnego postoju nr 21. A phone call at emergency stop bay 22 was made and a fire pullbox alarm from emergency stop bay 21 was launched.
10:55	Operatorzy po obu stronach kontaktują się ze sobą i tunel zostaje zamknięty. Dym rozprzestrzenił się bardzo szybko i wypełnia już 900 m tunelu. The tunnel was closed at 10:55. The smoke spread very quickly and filled 900 m of the tunnel up to bay 18 within 10 minutes after ignition.
10:59	Dymy pożarowe rozprzestrzeniają się z prędkością 1,5 do 2 m/s, zadymienie objęło już 1,2 km tunelu. The velocity of the smoke was 1.5 to 2 m/s, the smoke filled 1.2 km of the tunnel.
11:00	Strażakom po obu stronach tunelu nie udaje się opanować pożaru. Jak wykazało śledztwo, większość zginęła w czasie pierwszych 15 minut od wykrycia pożaru. Firefighters on both sides of the tunnel failed to control the fire. Investigation discovered that most of the victims died within 15 minutes of the fire first being detected.
11:15	Wóz straży pożarnej z Chamonix zatrzymał się w odległości 2,7 km od ciężarówki po stronie francuskiej, ze względu na wysoką temperaturę oraz zadymienie. The Chamonix firefighters' vehicle stopped at 2.7 km from the truck on the French side due to smoke and heat.
11:20 ~ 11:30	Strażacy z Courmayeur docierają na odległość około 300 metrów od belgijskiej ciężarówki, wtedy zaczynają eksplodować opony pojazdów, zmuszając ich do wycofania się do schronu nr 24. Drugi wóz francuskiej straży pożarnej zatrzymuje się na 4,8 kilometrze tunelu. The Courmayeur firefighters came within about 300 m from the truck, then were forced to go back to shelter 24, which was 0.9 km from the truck. The second French firefighters' vehicle stopped at 4.8 km.
11:54	Dzięki kanałom powietrznym znajdującym się pod jezdnią udaje się uratować życie kilku osób. The rescue mission was carried out using the fresh air channels located under the road, saving the lives of several people.
	Całkowite ugaszenie pożaru zajęło ponad 50 godzin. Completely extinguishing the fire took 50 hours.

W pożarze spłonęło 36 pojazdów: 2 wozy straży pożarnej, 23 samochody ciężarowe, 10 samochodów osobowych oraz 1 motocykl. Wszystkie znajdowały się pomiędzy zatokami awaryjnego postoju nr 19 i 23 – na odcinku o długości 1,2 kilometra [13].

Tunel został poważnie uszkodzony na długości 900 metrów (pęknięcia betonu), a na odcinku liczącym ponad kilometr odpadły okładziny, odsłaniając warstwy skał. Uszkodzeniu uległy również schrony będące w pobliżu pożaru oraz asfaltowa nawierzchnia drogi na odcinku ponad 1,2 kilometra, której spalanie mogło uwolnić energię porównywalną z pożarem 85 samochodów osobowych i 12 ciężarówek [13]. Widok tunelu Mont Blanc po pożarze prezentuje fotografia na rycinie 3.

36 vehicles were burnt in the fire: 2 fire trucks, 23 trucks, 10 passenger cars and 1 motorcycle. All of them were between emergency stop bays 19–23, at a distance of 1.2 kilometre [13].

900 metres of the tunnel were significantly damaged (cracks in concrete), the linings came off along an over one kilometre long section, revealing rock layers. Shelters near the fire were also damaged, together with the asphalt road surface along an over 1.2 kilometre section, the burning of which could release energy comparable with a fire of 85 passenger cars and 12 trucks [13]. The view of the Mont Blanc tunnel after the fire is presented in figure 3.



Rycina 3. Widok tunelu Mont Blanc po pożarze [15]

Figure 3. Mont Blanc tunnel after the fire [15]

Badania numeryczne ewakuacji

Dzięki rozwojowi techniki komputerowej proces ewakuacji coraz częściej prognozowany jest z wykorzystaniem obliczeń numerycznych. Symulacja działań samoratowniczych pozwala już na etapie projektowania określić możliwości ewakuacji dla różnych scenariuszy pożarowych i określonych założeń [1, 4]. Najczęściej wykorzystywanymi programami komputerowymi do tego celu są [16]: Exodus, FDS+EVAC, Legion, Pathfinder, Simulex, Steps, Vissim.

Badania numeryczne działań samoratowniczych sprowadzają się głównie do określenia wymaganego czasu ewakuacji, czyli czasu opuszczenia zagrożonego miejsca przez wszystkie osoby. W tym celu wymagane jest wyznaczenie wszystkich składowych T_{RSET} .

Czas detekcji pożaru jest czasem liczonym od chwili powstania pożaru do momentu jego wykrycia. Czas alarmu to okres przetwarzania informacji o zaistnieniu zdarzenia i wyemitowania alarmu pożarowego. Na całkowity czas ewakuacji składa się również czas rozpoznania sytuacji (t_r) i czas reakcji na alarm (t_{reak}). Ich wypadkową jest czas opóźnienia, który zależy m.in. od znajomości otoczenia przez osoby ewakuujące się i rodzaju spalania (bezpłomieniowe, płomieniowe) [1, 4, 17]. Ostatnim elementem zależności jest czas przejścia ewakuujących się osób wyznaczony przy zastosowaniu programu Pathfinder. Pathfinder to symulator ewakuacji osób umożliwiający określenie wymaganego czasu ewakuacji. Ponadto program pozwala na przewidywanie sposobu poruszania się ludzi uciekających w tłumie, tworzenie dowolnych scenariuszy ewakuacji i ich optymalizację oraz weryfikację przepustowości drzwi, schodów, korytarzy [18]. Program Pathfinder wielokrotnie przechodził testy weryfikacji i walidacji modelu, analizie podlegało również działanie poszczególnych funkcji i zachowań. Rezultaty otrzymywanych symulacji pokrywały się z wynikami badań doświadczalnych ewakuacji przeprowadzanych w skali rzeczywistej [19].

W modelowaniu numerycznym czasu ewakuacji niezwykle istotne jest precyzyjne określenie parametrów początkowo-brzegowych, tak by wyniki analizowanej sytuacji były jak najbardziej zbliżone do rzeczywistości. W tym celu należy określić

Numerical calculations of evacuation

Due to the development of computer science the evacuation process is increasingly often predicted with the use of numerical calculations. The simulation of self-rescue actions, already at the design stage, makes it possible to determine evacuation options for various fire scenarios and for specific assumptions [1, 4]. The software most frequently used for this purpose includes [16] Exodus, FDS+EVAC, Legion, Pathfinder, Simulex, Steps and Vissim.

Numerical calculations of self-rescue actions mainly involve the determination of the required safe escape time, i.e. the time when all the people under threat leave the danger zone. For this purpose, all components of T_{RSET} need to be determined.

The fire detection time is calculated from the onset to the detection of the fire. The alarm time is the time of processing information on the event and sounding the fire alarm. The total evacuation time also consists of the situation recognition time (t_r) and the alarm reaction time (t_{reak}). Their resultant is the response time, which depends, i.a., on evacuees' familiarity with the surroundings and the type of combustion (smouldering, flaming) [1, 4, 17]. The last component of the dependence is the movement speed of evacuees determined with the Pathfinder software. The Pathfinder is a simulator of evacuation enabling the determination of the required safe escape time. Furthermore, the software makes it possible to predict the paths taken by escaping people in a crowd, create any evacuation scenarios and optimise them, and also verify the capacity of doors, stairs and corridors [18]. The Pathfinder software was subjected to the verification and validation research for the model, and the analysis also covered the performance of particular functions and behaviour. The results of the obtained simulations were consistent with the results of real-scale experimental research of evacuation [19].

For the numerical modelling of evacuation time it is extremely crucial to precisely define the initial and boundary parameters, for the results of the analysed situation to be as close to reality as possible. For this purpose it is necessary to specify

zestaw indywidualnych cech każdej ewakuującej się osoby, do których należą: prędkość poruszania się, szerokość ramion oraz przyjęty czas opóźnienia. Zakres przyjętych wartości parametrów określonych na podstawie danych rzeczywistych [17] został przedstawiony w tabeli 3.

Tabela 3. Parametry ewakuujących się osób [4, 17]

Table 3. Parameters of evacuees [4, 17]

	Kobiety Women		Mężczyźni Men	
	minimum minimum	maksimum maximum	minimum minimum	maksimum maximum
szerokość ramion shoulder width	36,60 cm	45,00 cm	40,60 cm	49,30 cm
prędkość poruszania się movement speed	1,05 m/s	1,45 m/s	1,10 m/s	1,60 m/s
czas opóźnienia response time	0-120 s			

Przyjęty scenariusz pożarowy

Podstawą rozważanego scenariusza pożarowego była katastrofa z 1999 roku w tunelu drogowym Mont Blanc. Założenia uwzględniają powstanie pożaru w miejscu zgodnym ze stanem rzeczywistym, czyli w odległości 6550 metrów od portalu wjazdowego po stronie francuskiej (5050. metr tunelu od strony włoskiej) [14]. Wymiary tunelu zostały przedstawione w poprzedniej części artykułu. Analiza przypadku zawiera się w opisie pożaru w tunelu Mont Blanc.

Model zakłada ewakuację 38 osób, które zostały uwięzione w 25 pojazdach na odcinku 600 metrów (pomiędzy zatokami awaryjnego postoju o nr 19 i 21), za palącą się ciężarówką od strony francuskiej. Każdej z osób zostały nadane indywidualne parametry ewakuacji: prędkość poruszania się, szerokość ramion, czas opóźnienia – tabela 3. Wśród ewakuujących się przyjęto: 50% kobiet i 50% mężczyzn oraz ich przypadkowy rozkład w przestrzeni zatoru drogowego za płonącym samochodem ciężarowym. Na drodze ewakuacji „wycięto” w płaszczyźnie poruszania się obszary odpowiadające wymiarom każdego z 25 pojazdów (14 samochodów ciężarowych – 2,5 m x 12 m; 10 samochodów osobowych – 2,3 m x 5 m; 1 motocykl – 0,8 m x 2,2 m), które stanowiły przeszkody dla ewakuujących się ludzi.

W badaniach numerycznych przyjęto ewakuację wszystkich użytkowników, uwzględniającą czas opóźnienia ($t_r + t_{reak}$) wynoszący od 0 do 120 sekund. Czas ten został uwzględniony w ustawieniach modelu. Dzięki temu możliwe było przeprowadzenie symulacji i określenie czasu przejścia t_p .

Śmierć osób w tunelu Mont Blanc była spowodowana szybkim wystąpieniem trujących gazów pożarowych [1]. Osoby znajdujące się za płonącą ciężarówką, ze względu na zadymienie, znalazły się w krytycznych warunkach środowiska już po kilku minutach. Dostępne materiały nie podają precyzyjnie czasu wystąpienia takich warunków, jednak dla potrzeb modelu dostępny czas ewakuacji T_{ASET} został ustalony na około 7 minut [14]. Wyznaczono go na podstawie wykresu przedstawiającego postęp zadymienia podczas pożaru w tunelu Mont Blanc (rycina 4). Wykres ten został opracowany w oparciu o dane z czujników, które zarejestrowały obniżenie poziomu widoczności, będące rezultatem gromadzących się gazów i dymów pożarowych.

the individual traits of each evacuee, i.e. speed, shoulder width and the assumed response time. The range of the assumed parameter values specified on the basis of actual data [17] is presented in table 3.

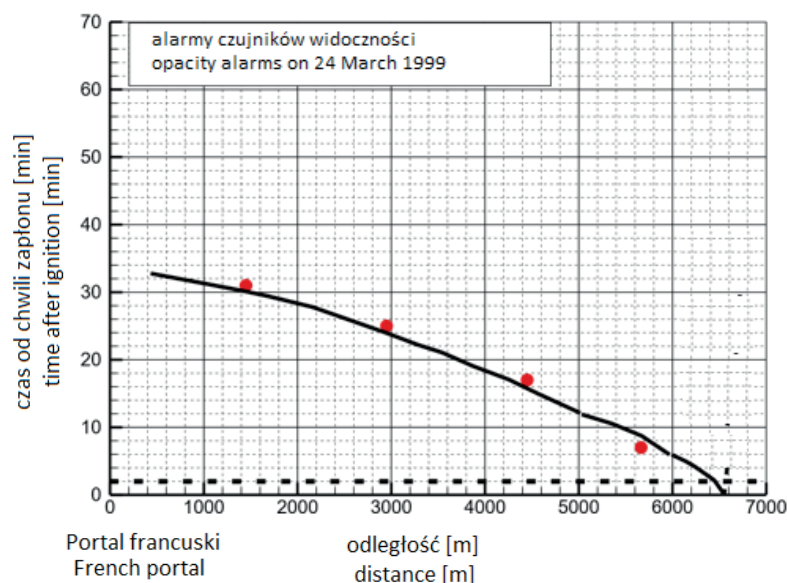
Adopted fire scenario

The basis for the considered fire scenario was the catastrophe in the Mont Blanc road tunnel in 1999. The assumptions include the development of the fire in a location identical with the actual, i.e. 6550 metres from the entrance portal on the French side (5050th metre of the tunnel on the Italian side) [14]. The tunnel's dimensions were presented in the previous part of the article. The case report is included in the description of the fire in the Mont Blanc tunnel.

The model assumes the evacuation of 38 people trapped in 25 vehicles along 600 metres (between emergency stop bays 19 and 21), behind the burning truck from the French side. Each of the people were assigned individual evacuation parameters: movement speed, shoulder width and response time – see table 3. The assumptions for the evacuees were as follows: 50% of women and 50% of men, and their random distribution in the area of road congestion behind the burning truck. Along the evacuation route in the movement plane areas corresponding in size to each of the 25 vehicles were “cut out” (14 trucks – 2.5 m x 12 m; 10 passenger cars – 2.3 m x 5 m; 1 motorcycle – 0.8 m x 2.2 m), which were obstacles for the evacuees.

In numerical calculations the evacuation of all users was assumed, including the response time ($t_r + t_{reak}$) amounting from 0 to 120 seconds. The time was included in the model's settings, due to which it was possible to perform the simulation and define the movement speed t_p .

The deaths of people in the Mont Blanc tunnel was caused by the rapid spreading of poisonous fire gases [1]. People behind the burning truck, due to the smoke, found themselves in critical conditions in a few minutes. The available sources do not specify the time when the critical conditions occurred, but for the purposes of the model the available safe escape time T_{ASET} was assumed at approx. 7 minutes [14] based on the figure illustrating the fogging during the fire in the Mont Blanc tunnel (figure 4). The figure was created on the basis of data from sensors, which recorded a lowered visibility resulting from the accumulation of fire gases and smoke.

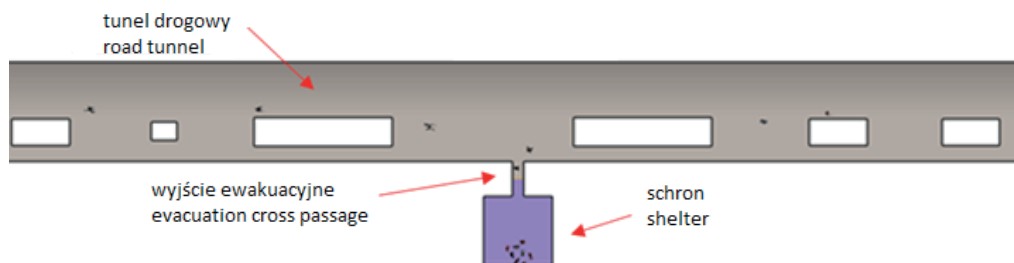


Rycina 4. Postęp zadymienia podczas pożaru w tunelu Mont Blanc [14]

Figure 4. Smoke progress during the Mont Blanc fire [14]

Pierwszy wariant symulacji opiera się na założeniu, że osoby podejmujące działania samoratownicze będą kierować się do najbliższych schronów przeciwpożarowych znajdujących się przed płonąącą ciężarówką. Schrony te rozmieszczone są co 600 metrów, co odpowiada rzeczywistej sytuacji podczas pożaru z 1999 roku. Fragment modelu wykonany na potrzeby symulacji analizowanego wariantu prezentuje rycina 5.

The first variant of the simulation was based on the assumption that people undertaking self-rescue actions would move towards the nearest fire shelters before the burning truck. The shelters were placed every 600 metres, which corresponds to the actual situation during the fire in 1999. A fragment of the model performed for the purposes of the simulation of the analysed variant is presented in figure 5.



Rycina 5. Schrony rozmieszczone co 600 metrów

Figure 5. Distance between shelters – 600 m

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Drugi wariant zakłada wykorzystanie wyjść ewakuacyjnych prowadzących do równoległego tunelu ewakuacyjnego, rozmieszczonych zgodnie z wymaganiami Dyrektywy 2004/54/WE Parlamentu Europejskiego i Rady, według której odległość pomiędzy wyjściami awaryjnymi nie może przekraczać 500 m [20]. Fragment modelu wykonany na potrzeby symulacji analizowanego wariantu prezentuje rycina 6.

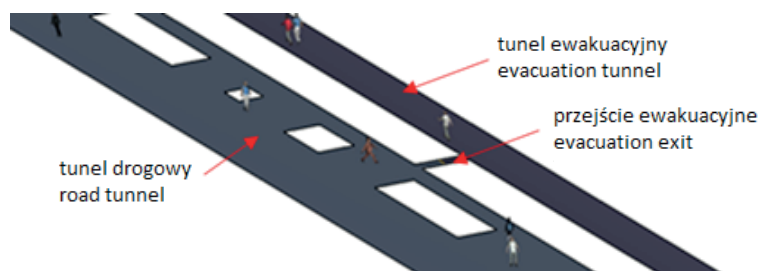
The second variant assumed the use of evacuation exits leading to a parallel evacuation tunnel placed in line with the requirements of Directive 2004/54/EC of the European Parliament and of the Council, according to which the distance between evacuation exits may not exceed 500 m [20]. A fragment of the model performed for the purposes of the simulation of the analysed variant is presented in figure 6.

Trzeci wariant symulacji nawiązuje do warunków w tunelu po jego ponownym otwarciu w 2002 roku. Schrony rozmieszczone są co 300 metrów i połączone są z korytarzem bezpieczeństwa biegnącym pod powierzchnią jezdni, równoległe do tunelu (kanał wentylacyjno-ucieczkowy) – rycina 7 [13]. Na potrzeby badań numerycznych tego wariantu model posiada wyjścia

The third simulation variant refers to the conditions in the tunnel after its reopening in 2002. The shelters were placed every 300 metres and are connected with the security corridor underneath the road parallel with the tunnel (a ventilation and escape channel) – figure 7 [13]. For the purposes of numerical calculations of the variant, the model is equipped with evacuation

ewakuacyjne prowadzące do równoległego tunelu ewakuacyjnego, rozmieszczone co 300 metrów. Jego fragment prezentują ryciny 7 i 8.

exits leading to a parallel evacuation tunnel located every 300 metres. A fragment of the corridor is presented in figures 7 and 8.

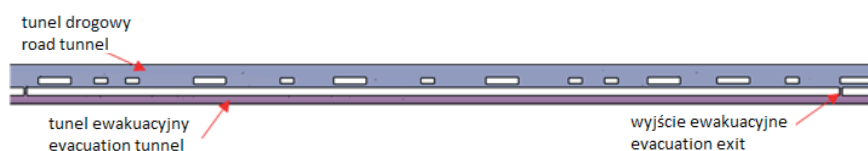


Rycina 6. Wyjścia ewakuacyjne co 500 metrów

Figure 6. Distance between evacuation exits every 500 m

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

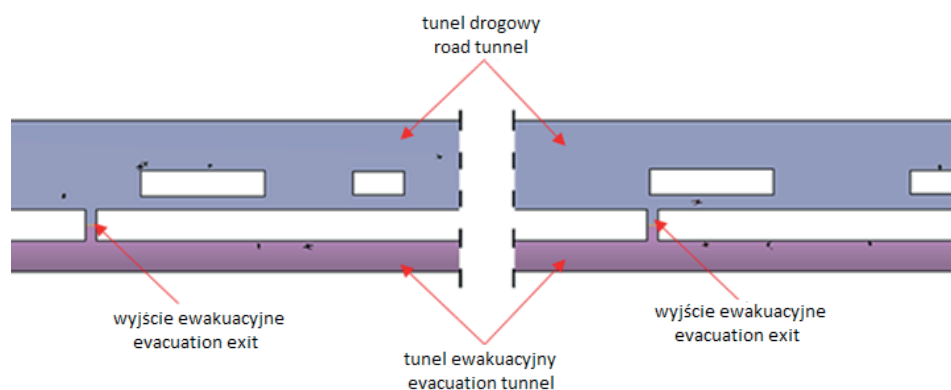


Rycina 7. Wyjścia ewakuacyjne co 300 metrów

Figure 7. Evacuation exits every 300 m

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.



Rycina 8. Wyjścia ewakuacyjne co 300 metrów

Figure 8. Evacuation exits every 300 m

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Wyniki modelowania numerycznego

Dodając do otrzymanych wyników czas detekcji i alarmu ($t_{det} + t_a$), których łączną wartość przyjęto na poziomie 120 sekund [12], otrzymano wymagany czas ewakuacji T_{REST} . Osiągnięcie bezpiecznej ewakuacji jest możliwe przy spełnieniu tzw. kryterium bezpiecznej ewakuacji (1). Rezultaty obliczeń zostały zestawione w tabelach 4 i 5.

Numerical modelling results

By adding the detection and alarm time, the total value of which was assumed at 120 seconds [12], to the obtained results ($t_{det} + t_a$), the required safe escape time was obtained T_{REST} . Safe evacuation is possible after meeting the so-called safe evacuation criterion (1). The calculation results are compiled in tables 4 and 5.

Tabela 4. Wyniki obliczeń numerycznych czasu przejścia

Table 4. Numerical results of the movement speed

Czas przejścia ($t_r + t_{reak} + t_p$) Movement speed		
Wariant Variant		
I	II	III
schrony co 600 m shelters every 600 m	wyjścia ewakuacyjne co 500 m evacuation exits every 500 m	schrony (wyjścia ewakuacyjne) co 300 m shelters (evacuation exits) every 300 m
408,8 s	477,4 s	220,9 s

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Tabela 5. Wyniki obliczeń numerycznych wymaganego czasu ewakuacji

Table 5. Numerical results of the required safe escape time

Wariant Variant	Wymagany czas ewakuacji T_{RSET} Required safe escape time	Dostępny czas ewakuacji T_{ASET} Available safe escape time	Margines bezpieczeństwa Safety margin	Kryterium bezpiecznej ewakuacji Safe evacuation criteria
I	528,8 s	420,0 s	-	Niepełnione Unfulfilled
II	597,4 s		-	Niepełnione Unfulfilled
III	340,9 s		79,1 s	Spełnione Fulfilled

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

W oparciu o otrzymane wyniki badań numerycznych można stwierdzić, że przy założonym scenariuszu pożarowym jedynie w przypadku wariantu trzeciego (schrony rozmieszczone co 300 metrów) każdy z użytkowników tunelu drogowego ma szansę na bezpieczną ewakuację. Uwagę zwraca fakt, że czasy przejścia do bezpiecznego miejsca dla wariantu drugiego (wyjścia ewakuacyjne co 500 m) są większe od tych dla schronów rozmieszczonych co 600 metrów (warunki w tunelu w czasie pożaru w 1999 roku). Zaistniała sytuacja wynika przede wszystkim z lokalizacji pożaru w sąsiedztwie drzwi ewakuacyjnych, co dla części użytkowników oznaczało pokonanie 500 metrów tunelu celem przejścia do kolejnych drzwi ewakuacyjnych.

On the basis of the obtained results of numerical calculations, it is possible to state that with the assumed fire scenario only in the case of the third variant (shelters located every 300 metres) each of the road tunnel users has a chance for safe evacuation. It should be pointed out that movement speeds to a safe place for the second variant (evacuation exits every 500 m) are higher than the ones obtained for shelters placed every 600 metres (conditions in the tunnel during the 1999 fire). The situation stems mainly from the location of the fire near the exit door, which for some users meant the necessity to walk 500 metres to the next door.

Podsumowanie

Po pożarze w 1999 roku tunel Mont Blanc zamknięto na trzy lata. Ustalenia powypadkowe wymagały wprowadzenia zmian w kwestii bezpieczeństwa w tunelu i obejmowały [13, 9]:

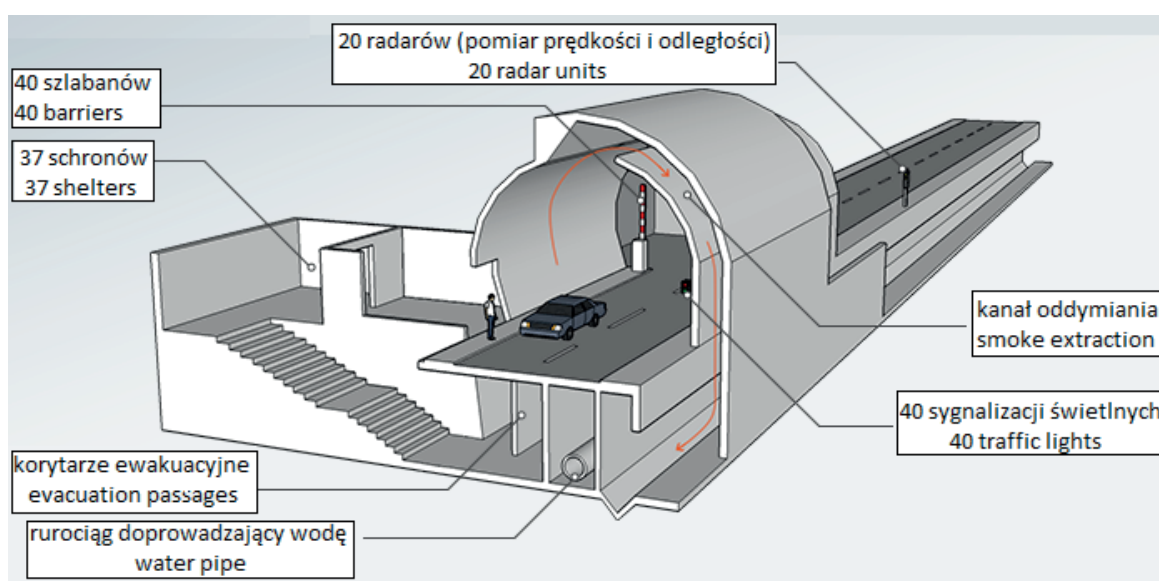
- nowe centrum dowodzenia posiadające całodobową załogę strażacką i pełniące nadzór nadzór i monitoring na całym obszarze tunelu,
- trzy stacje pomocy medycznej rozmieszczone przy portalach tunelu oraz w środku,
- czujniki ciepła po obu stronach tunelu pozwalające wykrywać przegrzane elementy ciężarówek przed ich wjazdem do tunelu,

Summary

After the 1999 fire the Mont Blanc tunnel was closed for three years. The post-accident findings required changes in the tunnel safety, which included [13, 9]:

- a new command centre with 24-hour firefighting crew's presence overseeing and monitoring the entire tunnel area,
- three medical aid stations located at the tunnel portals and inside,
- heat sensors on both sides of the tunnel enabling the detection of overheated elements of trucks before they enter the tunnel,

- schrony rozmieszczone co 300 m o powierzchni 37,5 m², wyposażone w urządzenia wideołączności, drzwi przeciwpożarowe i połączone z korytarzem bezpieczeństwa biegnącym równoległe do tunelu pod powierzchnią jezdni (kanał wentylacyjno-ucieczkowy), mieszczące jednocześnie 50 osób (przekrój poprzeczny przez tunel, schron oraz kanały wentylacyjno-ucieczkowe przedstawia rys. 9),
- nowe sygnalizatory świetlne i migające znaki ostrzegawcze: czerwone lampy nakazujące zatrzymanie pojazdu w razie awarii w tunelu (rozmieszczone co 300 m) oraz oznaczenia świetlne pozwalające na kierowanie ruchem i zawierające informacje o zmianie dopuszczalnej prędkości, wypadku w tunelu (rozmieszczone co 600 m).
- shelters placed every 300 m, with an area of 37.5 m², equipped with video communications devices and a fire door, and connected with the security corridor underneath the road parallel with the tunnel (a ventilation and escape channel). The shelters can contain up to 50 people at the same time. The cross-sections of the tunnel, shelter and ventilation and escape channels are presented in figure 9,
- new traffic lights and flashing warning signs: red lights requiring the vehicles to stop in the event of a failure in the tunnel (placed every 300 m) and lighting for traffic management and displaying the speed limit or information about an accident in the tunnel (placed every 600 m).



Rycina 9. Przekrój poprzeczny przez tunel, schron oraz kanały wentylacyjno-ucieczkowe [21]

Figure 9. Tunnel cross section, shelter and ventilation duct [21]

W oparciu o badania numeryczne działań samoratowniczych przeprowadzone dla analizowanego scenariusza pożarowego można stwierdzić, że wprowadzone po pożarze zmiany w kwestii bezpieczeństwa w tunelu mogłyby pozwolić na przeprowadzenie ewakuacji osób w razie pożaru podobnego do tego z 1999 roku. Schrony rozmieszczone co 300 metrów i połączone z korytarzem bezpieczeństwa dadzą ludziom możliwość sprawnego opuszczenia tunelu pod warunkiem, że „porzucą” oni swoje pojazdy zaraz po powstaniu pożaru i udadzą się do schronów. Następnie poprzez korytarz ewakuacyjny pod powierzchnią jezdni wydostaną się z tunelu. W 1999 roku pożar trwał 53 godziny, a schrony rozmieszczone co 600 metrów zapewniały ochronę jedynie przez 2 godziny [13]. Ich konstrukcja i wyposażenie nie były dostosowane do tego, że krytyczne warunki utrzymywały się przez tak długi czas. W takiej sytuacji nawet osoby podejmujące natychmiastowe działania samoratownicze nie były bezpieczne.

Wyniki symulacji z rozmieszczeniem drzwi ewakuacyjnych co 500 metrów, czyli maksymalną dopuszczalną odległością wynikającą z Dyrektywy 2004/54/WE Parlamentu Europejskiego

Based on the numerical calculations of self-rescue actions for the analysed fire scenario it can be concluded that security-related changes introduced after the fire could enable the evacuation of people in the case of a fire similar to that of 1999. Shelters placed every 300 metres and connected with the security corridor will enable people to quickly leave the tunnel, provided that they abandon their vehicles immediately after the fire and go to the shelters. After that they will get out of the tunnel using the evacuation tunnel underneath the road. In 1999 the fire lasted 53 hours, and shelters located every 600 metres provided protection for only 2 hours [13]. Their structure and equipment were not adjusted to situation in which critical conditions continued for longer periods. In such a situation even people immediately undertaking self-rescue actions were not safe.

The results of the simulation with exit doors every 500 metres, i.e. the maximum distance allowed in Directive 2004/54/EC of the European Parliament and of the Council, showed that it is not possible to ensure safety in the considered fire scenario [20]. It should be mentioned that Polish regulations also enable

i Rady, wskazały na brak możliwości zapewnienia bezpieczeństwa w przypadku rozważanego scenariusza pożarowego [20]. Należy tutaj wspomnieć, że polskie przepisy są analogiczne i pozwalają na usytuowanie wyjść ewakuacyjnych w odległości nieprzekraczającej 500 metrów [22].

Dopuszczalna odległość pomiędzy wyjściami ewakuacyjnymi powinna być określana już na etapie projektowym z uwzględnieniem najbardziej krytycznego scenariusza, indywidualnie dla każdego przypadku [5]. Czas wycofania się osób z zagrożonego pożarem tunelu w dużym stopniu uzależniony jest od czasu przejścia drogi ewakuacyjnej. Dlatego odległość pomiędzy wyjściami ewakuacyjnymi powinna być tak dobrana, by każdy z użytkowników miał możliwość przemieszczenia się w bezpieczne miejsce.

Artykuł został zrealizowany w ramach grantu nr 15.11.100.078.

the maximum distance of 500 metres between the respective evacuation exits [22].

The allowed distance between evacuation exits should be specified at the design stage, taking into consideration the most dangerous scenario, individually for each case [5]. The time needed to leave the tunnel on fire largely depends on the time required to pass the escape route. Therefore, the distance between evacuation exits should be selected in such a way as to enable each tunnel user to reach a safe place.

This article was published under grant No. 15.11.100.078.

Literatura / Literature

- [1] Nawrat S., Schmidt-Polończyk N., Napieraj S., *Modelowanie komputerowe dla oceny zagrożenia pożarowego i bezpieczeństwa w tunelach komunikacyjnych*, „Budownictwo Górnicze i Tunelowe” 2012, 2, 45–54.
- [2] Fera M., Macchiaroli R., *Use of analytic hierarchy process and fire dynamics simulator to assess the fire protection systems in a tunnel on fire*, „International Journal of Risk Assessment and Management” 2010, 14(6), 504–529.
- [3] Høj N.P., *Discussion of the hazards for tunnels in operation – presented in context of risk analysis and in design for safety*, Warsaw 2006.
- [4] Nawrat S., Schmidt-Polończyk N., Napieraj S., *Ocena bezpieczeństwa użytkowników tunelu drogowego z wentylacją wzdłużną w warunkach pożaru przy wykorzystaniu narzędzi modelowania numerycznego*, BiTP Vol. 43 Issue 3, 2016, 253–263.
- [5] Schmidt-Polończyk N., *Analiza wpływu gęstości rozmieszczenia wyjść ewakuacyjnych na bezpieczeństwo ludzi podczas pożaru w tunelach drogowych z systemem wentylacji wzdłużnej*, BiTP Vol. 44 Issue 4, 2016, pp. 165–175.
- [6] Schmidt-Polończyk N., *Computer modeling of a fire hazard and evacuation of transportation tunnels with longitudinal ventilation system*, „AGH Journal of Mining and Geoengineering”, 2013, 37(1), 93–104.
- [7] Maciejasz Z., Kruk F., *Pożary podziemne w kopalniach, część 1*, Wydawnictwo „Śląsk”, Katowice 1977.
- [8] Fire Accidents in the World's Road Tunnels [dok. elektr.], http://www.lotsberg.net/artiklar/brann/en_tab.htm, [dostęp: 5.03.2017].
- [9] Nawrat S., Napieraj S., *Wentylacja i bezpieczeństwo w tunelach komunikacyjnych*, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków 2005.
- [10] British Standard PD 7974-6:2004: The application of fire safety engineering principles to fire safety design of buildings. Part 6: Human factors: Life safety strategies-Occupant evacuation, behaviour and condition (Sub-system 6).
- [11] *Działanie instalacji przeciwpożarowej wynikającej z założeń scenariusza pożarowego*, [w:] *Podręcznik projektanta systemów sygnalizacji pożaru, Część I i II*, Izba Rzeczników SITP, Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 2010.
- [12] Porowski R., Wnęk W., Kubica P., *Rola i znaczenie scenariuszy rozwoju zdarzeń w ochronie przeciwpożarowej*, Szkoła Główna Służby Pożarniczej, 2015 [dok. elektr.], www.psp.wlkip.pl/files/file/bonder/pub/2015/budma/Porowski.pdf, [dostęp: 5.03.2017].
- [13] *Case Studies: Historical Fires: Mont Blanc Tunnel Fire, Italy/France* [dok. elektr.], <http://www.mace.manchester.ac.uk/project/research/structures/strucfire/CaseStudy/HistoricFires/InfrastructuralFires/mont.htm>, [dostęp: 5.03.2017].
- [14] Voeltzel A., Dix A., *A comparative analysis of the Mont Blanc, Tauern and St. Gotthard tunnel fires* [dok. elektr.], <http://tunnels.piarc.org/sites/tunnels/files/public/wysiwyg/import/Chapters%20PIARC%20reports/2006%2005.16.B%20Chap%203.pdf>, [dostęp: 5.03.2017].
- [15] *The Mont Blanc Tunnel Fire* [dok. elektr.], <http://devastatingdisasters.com/the-mont-blanc-tunnel-fire-1954/>, [dostęp: 5.03.2017].
- [16] Ronchi E., Kinsey M., *Evacuation models of the future: insights from an online survey of user's experiences and needs*, [in:] *Proceedings of the Advanced Research Workshop: "Evacuation and Human Behaviour in Emergency Situations"*, Capote J., Alvear D. (eds.), Universidad de Cantabria, Spain 2011.
- [17] Smith J., *Agent-Based Simulation of Human Movements During Emergency Evacuations of Facilities*, American Society of Civil Engineers, Canada: American Society of Civil Engineers, 2008, 1–10.
- [18] Thunderhead Engineering, STIGO: O programie Pathfinder [dok. elektr.], <http://www.pyrosim.pl/o-programie-pathfinder/>, [dostęp: 5.03.2017].
- [19] Thunderhead Engineering: Pathfinder 2014.2 Verification and Validation, 2014.
- [20] Dyrektywa 2004/54/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. w sprawie minimalnych wymagań bezpieczeństwa dla tuneli w transeuropejskiej sieci drogowej (Dz.U. L 167, 30.4.2004, s. 39–91).
- [21] The security features of the Mont Blanc Tunnel [dok. elektr.] <http://www.dw.com/en/the-security-features-of-the-mont-blanc-tunnel/a-18591388>, [dostęp: 5.03.2017].
- [22] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie (Dz.U. Nr 63, poz. 735 z późn. zm.).

MGR INŻ. ŁUKASZ NOWAK – absolwent kierunku Górnictwa i Geologii, w specjalności wentylacja kopalń na Wydziale Górnictwa i Geoinżynierii, Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie oraz starszy inspektor w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy. Obszarem zainteresowania autora jest wentylacja, klimatyzacja, bezpieczeństwo pracy oraz zagrożenia aerologiczne w podziemnych zakładach górniczych.

DR INŻ. NATALIA SCHMIDT-POŁOŃCZYK – adiunkt na Wydziale Górnictwa i Geoinżynierii Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie oraz starszy inspektor w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy. W 2016 roku obroniła rozprawę doktorską pt. *Ocena możliwości stosowania systemu wentylacji wzdłużnej w długich tunelach drogowych*. Obszarem zainteresowań autorki są zagadnienia bezpieczeństwa w tunelach drogowych, w tym wentylacji i ewakuacji w warunkach pożaru oraz bezpieczeństwo pracy.

ŁUKASZ NOWAK, M.SC.ENG. – graduate in Mining and Geology specialising in mine ventilation at the Faculty of Mining and Geoengineering, the AGH University of Science and Technology in Kraków and senior inspector for occupational health and safety. His interests include ventilation, air conditioning, occupational safety and aerological hazards in underground mines.

NATALIA SCHMIDT-POŁOŃCZYK, PH.D. ENG. – assistant at the Faculty of Mining and Geoengineering, the AGH University of Science and Technology in Kraków and senior inspector for occupational health and safety. In 2016 she defended her doctoral dissertation entitled *An assessment of the possibility of using longitudinal ventilation systems in long road tunnels*. The author's areas of interest include safety in road tunnels, covering ventilation and evacuation in fire conditions, and occupational safety.



Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego

Artykuł został przetłumaczony ze środków MNiSW w ramach zadania: Stworzenie anglojęzycznych wersji oryginalnych artykułów naukowych wydawanych w kwartalniku „BiTP. Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza” – typ zadania: stworzenie anglojęzycznych wersji wydawanych publikacji finansowane w ramach umowy 935/P-DUN/2016 ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych na działalność upowszechniającą naukę.



YOUR PARTNER IN
SAFETY

Notified body in the
scope of Regulation (EU)
No 305/2011

Research laboratories
accredited by Polish
Centre for Accreditation

Body entitled to issue
European and national
technical assessments

45 years of experience



ADMITTANCE
OF FIRE PROTECTION
PRODUCTS



EUROPEAN AND
NATIONAL CERTIFICATION
OF CONSTRUCTION
PRODUCT



CERTIFICATION OF
ENTITIES OFFERING FIRE
PROTECTION SERVICES



EUROPEAN AND
NATIONAL TECHNICAL
ASSESSMENTS



TESTS OF
equipment of fire protection units
fixed firefighting systems
chemicals and fires
combustion and explosion processes
firefighting systems and automatics



VOLUNTARY
CERTIFICATION OF
FIRE PROTECTION
PRODUCTS



TESTING
OF INNOVATIVE
PRODUCTS



FIRE
PROTECTION
TRAINING



TECHNICAL OPINIONS
AND EXPERTISE

CNBOP-PIB SCIENTIFIC AND RESEARCH CENTRE FOR FIRE PROTECTION
NATIONAL RESEARCH INSTITUTE

Nadwiślańska 213, 05-420 Józefów, Poland | tel. +48 22 789 11 11 | cnbop@cnbop.pl | www.cnbop.pl

mgr Kamil Krzyżanowski^{a)*}, dr n. o zdr. Daniel Ślęzak^{a)}, podinsp. dr Paweł Jastrzębski^{b)},
mgr Przemysław Żuratyński^{a)}, Paulina Buca^{a)}, inż. Bartłomiej Ślęczkowski^{c)}

^{a)}Gdański Uniwersytet Medyczny / Medical University of Gdańsk

^{b)}Wyższa Szkoła Policji w Szczytnie / Police Academy in Szczytno

^{c)}Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowodziowej – Państwowy Instytut Badawczy / Scientific and Research Centre for Fire Protection – National Research Institute

*Autor korespondencyjny / Corresponding author: kamkrz@gumed.edu.pl

Przyrządowe techniki udroźniania dróg oddechowych – nowe uprawnienia ratowników medycznych straży pożarnych

Airway Management with the Use of Instruments – New Competences for Fire Service Paramedics

Восстановление проходимости дыхательных путей с помощью приборов – новые полномочия медработников пожарной службы

ABSTRAKT

Cel: Celem pracy jest omówienie przyrządowych technik udroźniania dróg oddechowych, służących zwiększeniu efektywności wentylacji u poszkodowanych, które zgodnie z nowelizacją ustawy o Państwowym Ratownictwie Medycznym mogą być wykorzystywane przez ratowników medycznych pełniących służbę w Państwowej Straży Pożarnej oraz działających w ramach Ochotniczych Straży Pożarnych.

Wprowadzenie: Nowelizacja ustawy z dnia 25 września 2015 r. o Państwowym Ratownictwie Medycznym (PRM) i rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 20 kwietnia 2016 r. w sprawie medycznych czynności ratunkowych i świadczeń zdrowotnych innych niż medyczne czynności ratunkowe, które mogą być udzielane przez ratownika medycznego, znacznie rozszerzają zakres działania ratowników oraz kompetencje osób pracujących w systemie PRM i jednostkach wspomagających ten system (Państwowej Straży Pożarnej, policji, Tatrzańskim, Górskim i Wodnym Ochotniczym Pogotowiu Ratunkowym oraz innych organizacjach i stowarzyszeniach, które w ramach swojej działalności statutowej wykonują zadania ratownicze). Przed wejściem w życie nowelizacji ustawy, ratownicy i ratownicy medyczni pełniący służbę w jednostkach Państwowej Straży Pożarnej wykonywali procedury zgodne z ramowym programem kursu w ramach kwalifikowanej pierwszej pomocy (KPP). Po nowelizacji ustawy [1] ratownicy medyczni pełniący służbę w PSP nie są już ograniczani wyłącznie do zakresu KPP. Zgodnie z nabytą wiedzą i umiejętnościami mogą podejmować medyczne czynności ratunkowe. Autorzy omówili techniki przyrządowego udroźniania dróg oddechowych, które w obecnym brzmieniu ustawy mogą być wykorzystywane przez ratowników medycznych – poczynając od najprostszyc rurek ustno-gardłowych (dostępnych przed nowelizacją Ustawy dla ratowników działających w ramach KPP), a kończąc na niedostępnej przed zmianą przepisów (w ramach działań straży pożarnej) intubacji dotchawiczej.

Wnioski: Zastosowanie właściwych i dostosowanych do stanu pacjenta technik udroźniania górnych dróg oddechowych, w szczególności przyrządowych, może znacznie poprawić jakość prowadzonej wentylacji. Prawidłowy przepływ powietrza (tlenu) przez drogi oddechowe jest jednym z elementów warunkujących optymalne funkcjonowanie wszystkich układów i narządów. Metody zaawansowane nie mogły być do tej pory stosowane przez ratowników medycznych w ramach służby w PSP, co mogło ograniczać skuteczność prowadzonych przez nich czynności.

Znaczenie dla praktyki: W artykule autorzy zwracają uwagę jedynie na zaawansowane techniki ułatwiające utrzymanie drożności dróg oddechowych, które powinny zastępować powszechnie znane i często omawiane techniki bezprzyrządowe.

Słowa kluczowe: niedrożność dróg oddechowych, udroźnianie dróg oddechowych, intubacja dotchawicza, techniki nadgłośniowe, Państwowe Ratownictwo Medyczne, Państwowa Straż Pożarna, Ochotnicza Straż Pożarna

Typ artykułu: artykuł przeglądowy

Przyjęty: 14.03.2017; Zrecenzowany: 07.07.2017; Opublikowany: 30.09.2017;

Procentowy wkład merytoryczny w opracowanie artykułu: K. Krzyżanowski – 20%, P. Buca – 20%, D. Ślęzak – 15%, P. Jastrzębski – 15%, P. Żuratyński – 15%, B. Ślęczkowski – 15%;

Proszę cytować: BiTP Vol. 47 Issue 3, 2017, pp. 112–123, doi: 10.12845/bitp.47.3.2017.9;

Artykuł udostępniany na licencji CC BY-NC-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

ABSTRACT

Aim: The aim is to discuss airway management with the use of instruments to increase the efficiency of patient ventilation which, according to the amendment of the Act on State Emergency Medical Services (PRM), can be applied by paramedics serving in the State Fire Service and the Volunteer Fire Service.

Introduction: The amendment to the Act on PRM of 25 September 2015, and the Regulation of the Minister of Health of 20 April 2016 on medical treatment and health services other than medical rescue activities which can be provided by a paramedic considerably extend the competences of people working in the PRM system as well as in units supporting the system (the State Fire Service, the Police, and the Tatra Mountains, Mountains and Water Volunteer Rescue Service, and also other organisations and associations which perform rescue operations as part of their statutory activities). Before the coming into force of the amendment to the Act, rescuers and paramedics on duty in units of the State Fire Service performed procedures in accordance with the framework programme of the course within qualified first aid (QFA). After the amendment of the Act [1] paramedics are no longer limited only to the QFA, and may perform medical rescue activities based on their acquired knowledge and skills. The authors discuss airway management techniques with the use of instruments, which pursuant to the current version of the Act can be used by paramedics, starting from the simplest – oropharyngeal tubes (before the amendment of the Act available to paramedics operating on the basis of QFA), ending with those which were inaccessible before the change in regulations (within State Fire Service operations), namely tracheal intubation.

Conclusion: Using the proper upper airway management techniques adjusted to the patient's condition, especially with the use of instruments, can significantly improve the quality of ventilation. The normal flow of air / oxygen through airways is one of the elements contributing to the optimal functioning of all organs and systems.

Practical significance: In this article, the authors focus on the advanced techniques facilitating airway management, which should replace the well-known and often discussed techniques without the use of instruments.

Keywords: airway obstruction, airway management, tracheal intubation, supraglottic techniques, State Emergency Medical Services, State Fire Service

Type of article: review article

Received: 14.03.2017; Reviewed: 07.07.2017; Published: 30.09.2017;

Percentage contribution: K. Krzyżanowski – 20%, P. Buca – 20%, D. Ślęzak – 15%, P. Jastrzębski – 15%, P. Żuratyński – 15%, B. Ślęczkowski;

Please cite as: BiTP Vol. 47 Issue 3, 2017, pp. 112–123, doi: 10.12845/bitp.47.3.2017.9;

This is an open access article under the CC BY-NC-SA 4.0 license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

АННОТАЦИЯ

Цель: Целью данной работы является рассмотрение методов восстановления проходимости дыхательных путей, направленных на повышение эффективности вентиляции у пострадавших, которые, в соответствии с поправкой к закону о государственной скорой медицинской помощи, могут быть использованы медработниками, находящимися на службе в Государственной Пожарной Службе и работающими в добровольных пожарных дружинах.

Введение: Поправка к закону от 25 сентября 2015 года о Государственной Скорой Медицинской Помощи (PRM) и распоряжение Министра здравоохранения от 20 апреля 2016 года относительно медицинских действий неотложной медицинской помощи и других услуг здравоохранения, не относящихся к ним, которые могут выполнять медработники, значительно расширяют спектр полномочий тех, кто работает в системе PRM и подразделениях, поддерживающих эту систему (Государственной Пожарной Службе, полиции, Татранской, Горной и Водяной Добровольных Спасательных Службах, а также других организациях и союзах, которые в рамках своей уставной деятельности выполняют аварийно-спасательные действия). До вступления в силу поправки к закону спасатели и медработники, служащие в подразделениях Государственной Пожарной Службы, осуществляли процедуры в соответствии с установленной программой обучения в рамках квалифицированной первой помощи (КПП). После внесения поправок в Закон [1] медработники, работающие в ГПС, больше не ограничены только КПП. Согласно полученным знаниям и умениям они могут проводить медицинские спасательные действия. Авторы обсуждают методы восстановления проходимости дыхательных путей при помощи специального оборудования, которое в настоящем толковании закона может быть использовано медработниками – начиная от простых ротовых трубок (доступных до изменения закона для спасателей, действующих в рамках КПП) и заканчивая на недоступной перед изменением законов (в пределах действий ГПС) эндотрахеальной интубации.

Выводы: Использование соответствующих методов восстановления проходимости верхних дыхательных путей, учитывающих также состояние пациента, в частности с участием приборов, может значительно повысить качество проводимой вентиляции. Правильный поток воздуха (кислорода) через дыхательные пути является одним из условий, необходимых для оптимального функционирования всех систем и органов. Усовершенствованные методы не могли быть до сих пор использованы спасателями, работающими в ГПС. Это ограничение могло снижать эффективность проводимых ими мероприятий.

Значение для практики: В этой статье авторы указывают только на сложные методы, которые помогают поддерживать проходимость дыхательных путей и должны заменять широко известные и часто рассматриваемые методы, при которых не используются специализированные приборы.

Ключевые слова: непроходимость дыхательных путей, очистка дыхательных путей, эндотрахеальная интубация, государственная скорая медицинская помощь, Государственная пожарная служба, Добровольная пожарная служба

Вид статьи: обзорная статья

Принята: 14.03.2017; Рецензирована: 07.07.2017; Опубликована: 30.09.2017;

Процентное соотношение вклада в создание статьи: K. Krzyżanowski – 20%, P. Buca – 20%, D. Ślęzak – 15%, P. Jastrzębski – 15%, P. Żuratyński – 15%, B. Ślęczkowski – 15%;

Просим ссылаться на статью следующим образом: BiTP Vol. 47 Issue 3, 2017, pp. 112–123, doi: 10.12845/bitp.47.3.2017.9;

Настоящая статья находится в открытом доступе и распространяется в соответствии с лицензией CC BY-NC-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

Stan prawny po nowelizacji ustawy o Państwowym Ratownictwie Medycznym z 25 września 2015 r.

Nowelizacja ustawy o Państwowym Ratownictwie Medycznym z 25 września 2015 r. wnosi zapisy precyzujące, gdzie ratownik medyczny może wykonywać zadania zawodowe (w tym medyczne czynności ratunkowe). W art. 11. ust. 3. pkt 7. tej ustawy określono, że miejscem tym mogą być jednostki ochrony przeciwpożarowej, o których mowa w art. 15 ustawy z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej.

Aktem wykonawczym do ww. ustawy jest rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 20 kwietnia 2016 r. w sprawie medycznych czynności ratunkowych i świadczeń zdrowotnych innych niż medyczne czynności ratunkowe, które mogą być udzielane przez ratownika medycznego. Przywołane rozporządzenie określa, jakie medyczne czynności ratunkowe może wykonywać ratownik medyczny samodzielnie lub na zlecenie lekarza. Zaliczają się do nich m.in. przyrządowe i bezprzyrządowe techniki udrożniania dróg oddechowych.

Przed zmianami w przepisach ratownicy medyczni pełniący służbę w Państwowej Straży Pożarnej mogli podejmować jedynie czynności określone w postępowaniu na poziomie kwalifikowanej pierwszej pomocy (KPP). Obecnie zakres ich działań został znacznie rozszerzony, m.in. o przyrządowe techniki udrożniania dróg oddechowych. W związku z powyższym autorzy zdecydowali się omówić ten temat w niniejszej pracy.

Zarys anatomii układu oddechowego

Podstawowym zadaniem układu oddechowego jest prowadzenie wymiany gazowej. W fazie wdechu tlen dociera do pęcherzyków płucnych, gdzie przenika do krwi i jest z nią transportowany do całego ustroju. Równocześnie z krwi do pęcherzyków płucnych przenika dwutlenek węgla, który jest usuwany z organizmu podczas wydechu.

Drugi oddechowe można podzielić na dwa odcinki: dolny i górny. Poczynając od góry, powietrze pokonuje kolejno jamę nosową, gardło, krtań (która jest uważana za granicę dolnych i górnych dróg oddechowych), tchawicę, oskrzela i oskrzeliki, a na końcu dociera do pęcherzyków płucnych.

Jama ustna

Jama ustna stanowi początek dwóch układów: pokarmowego i oddechowego. Ograniczają ją wargi i policzki, od wewnątrz podniebienie twarde i miękkie, a w tylnej części tzw. języczek. Dno jamy ustnej tworzą mięśnie nadgnykowe i żuchwowo-gnykowe. Narządy ułożone w jamie ustnej to ślinianki, zęby i język. Ten ostatni jest dość istotny z uwagi na poruszany problem drożności dróg oddechowych. Przy zwartych szczękach wypełnia on niemalże całkowicie jamę ustną. Jego mięśnie łączą się z żuchwą i poprzez więzadła z kością gnykową. W sytuacji utraty świadomości i ułożeniu ciała na plecach znaczna masa języka sprawia, że opadając zgodnie z siłą grawitacji, blokuje

on drogi oddechowe. Przeszkodami w jamie ustnej, które mogą utrudniać wstępne prowadzenie skutecznej wentylacji za pomocą worka samorozprężalnego, w chwili kiedy dojdzie do nagłego zatrzymania krążenia (NZK), są także:

- nadmierna produkcja śliny – np. stan po napadzie drgawek, zatrucie fosforoorganicznymi środkami ochrony roślin;
- protezy zębowe, koronki, mostki – mechaniczna blokada dróg oddechowych.

Jama nosowa

Do jamy nosowej powietrze dostaje się przez nozdrza przednie i przedsionek nosa. Podzielona jest ona przez przegrodę nosową na dwie części. W bocznej części znajdują się ujścia zatok przynosowych, których zadaniem jest utrzymanie normotermii w obszarze podstawy czaszki i wzmacnianie głosu poprzez rezonans. W części tylnej jama nosowa połączona jest z częścią nosową jamy gardła.

Gardło

Jest to kolejna część górnych dróg oddechowych. Zajmuje przestrzeń pomiędzy podstawą czaszki a wysokością VI kręgu szyjnego. Za dolną krawędź uznaje się wysokość kości gnykowej. Gardło stanowi wspólny odcinek przewodu pokarmowego i układu oddechowego, co sprzyja powstawaniu niedrożności dróg oddechowych.

Krtań

Narząd łączący gardło z tchawicą. Uznawany jest za granicę dolnych i górnych dróg oddechowych. Zlokalizowana na wysokości IV–VII kręgu szyjnego, poniżej kości gnykowej i nasady języka. Kość gnykowa jest podstawą dla szkieletu chrzęstnego krtani składającego się z elementów parzystych (chrząstki nalewkowate, klinowate i różkowate) oraz nieparzystych (nagłośniowa, pierścieniowata i tarczowata). Z punktu widzenia zadanego tematu istotnym elementem w budowie krtani jest błona pierścienno-tarczowa znajdująca się pomiędzy chrząstkami o tych samych nazwach. Stanowi ona bardzo dobre miejsce do uzyskania dostępu do dróg oddechowych z wykorzystaniem metod chirurgicznych (konikotomia, konikopunkcja). Innym ważnym punktem jest nagłośnia. Łączy się z wewnętrzną częścią chrząstki tarczowatej oraz z kością gnykową i żuchwą. Uważa się, że to właśnie ta struktura, u osób nieprzytomnych, odpowiada za niedrożność dróg oddechowych. W wyniku rozluźnienia mięśni i przygięcia głowy do klatki piersiowej, nagłośnia opada na wejście do głośni całkowicie ją zamykając.

Tchawica

U osób dorosłych jest to około 12-centymetrowy przewód łączący krtań z oskrzelami. Zlokalizowana jest pomiędzy VII kręgiem szyjnym a V piersiowym, przechodząc w oskrzele. Zbudowana jest z 16–20 chrząstek o podkowiatym kształcie. Przestrzeń bez pokrycia chrzęstnego tworzy gładka błona mięśniowa, daje to stabilność i elastyczność narządu oraz optymalny przepływ powietrza.

Oskrzela

Rozejście oskrzeli głównych prawego i lewego szacuje się na kąt 85°. Różnią się one budową. Część prawa stanowi przedłużenie wyżej zlokalizowanej tchawicy i – w odróżnieniu od oskrzela lewego – przebiega bardziej pionowo, jest szersza i krótsza. Oskrzele lewe ma mniejszą średnicę. Jest dłuższe i położone bardziej poziomo. Omówiona budowa ma znaczenie pod kątem prawdopodobieństwa penetracji ciała obcego. W większości przypadków lokalizuje się je w oskrzeli prawym. Budowa anatomiczna oskrzeli głównych oraz niewłaściwe umieszczenie rurki intubacyjnej (umieszczenie jej zbyt głęboko) mogą prowadzić do zaintubowania jedynie oskrzela głównego prawego.

Przyrządowe techniki udrażniania dróg oddechowych

Przyrządy umożliwiające udrożnienie dróg oddechowych na poziomie zaawansowanym można podzielić na nadkrtaniowe i podgłośniowe:

- 1) rurka ustno-gardłowa;
- 2) rurka nosowo-gardłowa;
- 3) maska krtaniowa (classic, pro seal, supreme);
- 4) maska krtaniowa I-GEL;
- 5) rurka krtaniowa;
- 6) rurka dwuświatłowa Combitube;
- 7) rurka intubacyjna;
- 8) zestaw do konikopunkcji.

Rurka ustno-gardłowa

Jednym z elementów pierwotnie blokujących drogi oddechowe może być opadający na tylną ścianę gardła język. W opisie wszelkich technik przyrządowych udrażniania górnych dróg oddechowych znajdujemy zapisy, iż każda interwencja tego typu powinna być poprzedzona manewrami bezprzyrządowymi, takimi jak rękoczyn czoło-żuchwa czy wysunięcie żuchwy. Pierwszym i najprostszym urządzeniem utrzymującym drożność dróg oddechowych jest, opracowana w latach 30. ubiegłego wieku przez Artura Guedela, rurka ustno-gardłowa.



Rycina 1. Rurka ustno-gardłowa

Figure 1. Oropharyngeal tube

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Kształt i budowa rurki UG zapobiegają przemieszczaniu się języka ku tylnej ścianie gardła i podniebieniu miękkiemu. Rurka ułatwia tym samym swobodny ruch powietrza pomiędzy ustami a pęcherzykami płucnymi osoby poszkodowanej. Strażakom-ratownikom oraz członkom zespołu ratownictwa medycznego ułatwia nie tylko prowadzenie wentylacji zastępczej, ale również odsysanie zalegającej wydzieliny. Aby rurka prawidłowo spełniała swoje funkcje, jej rozmiar powinien być dopasowany do osoby ratowanej. Producent rurek zaleca dwie techniki doboru wielkości:

1. Długość rurki powinna odpowiadać odległości pomiędzy kątem żuchwy a siekaczami bądź miejscem, gdzie znajdowałyby się one u poszkodowanego;
2. Długość rurki powinna odpowiadać odległości od płatka ucha do kąćka ust osoby ratowanej.

Założenie rurki jest poprzedzane udrożnieniem dróg oddechowych metodami bezprzyrządowymi. Rurkę początkowo wkłada się do jamy ustnej poszkodowanego w sposób odwrotny do

jej końcowego położenia (zadarty w górę koniec prowadzi się po podniebieniu). Po osiągnięciu pierwszego oporu rurkę należy obrócić o 180 stopni, uzyskując prawidłowe ułożenie. Technika ta pozwala ominąć wiotki szczyt języka i wprowadzić rurkę bez oporu w dolną część jamy ustnej i gardła. Rzadziej spotykaną techniką jest wprowadzanie rurki UG z zastosowaniem szpatułki, za pomocą której unoszony jest język. Rurka wprowadzana jest wtedy bez wykonywania rotacji. Technika ta jest stosowana u dzieci.

Użycie rurki UG dozwolone jest wyłącznie u osób głęboko nieprzytomnych. Możliwym działaniem ubocznym są wymioty (wywołane odruchem z tylnej ściany gardła). Mogą one stwarzać ryzyko aspiracji treści żołądkowej do dróg oddechowych. W przypadku wystąpienia odruchu wymiotnego należy natychmiast usunąć rurkę z jamy ustnej. Rurki UG nie można połączyć w żaden sposób z workiem samorozprężalnym, dlatego konieczna jest ciągła dbałość o prawidłowe uszczelnienie maski na twarzy poszkodowanego. Rurka ustno-gardłowa znajduje się na wyposażeniu zestawów PSP R1.

Rurka nosowo-gardłowa

Jest to przyrząd wynaleziony z końcem lat 50. przez Johanna Wendla. W odróżnieniu od rurki ustno-gardłowej, rurka nosowo-gardłowa może być użyta u osób płytko nieprzytomnych. Zalecana jest przede wszystkim u świeżorodków, noworodków i niemowląt. Jest lepiej tolerowana i nie powoduje

silnych odruchów wymiotnych. W przypadku zauważenia objawów odruchu wymiotnego, rurkę należy niezwłocznie usunąć i przygotować się do odessania treści żołądkowej. Niestety podobnie jak rurka Guedela nie posiada ona elementów zabezpieczających przed zachłyśnięciem. Rurki nosowo-gardłowe występują w rozmiarach: 2–8 mm średnicy i 95–170 mm długości.



Rycina 2. Rurka nosowo-gardłowa

Figure 2. Nasopharyngeal tube

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Dobór rozmiaru rurki opiera się na dopasowaniu jej do średnicy małego palca lub odległości pomiędzy końcem nosa a płatem ucha poszkodowanego. Do założenia rurki warto użyć lubrykantu. Rurkę wprowadza się do prawego nozdrza. Ścięty koniec powinien być skierowany do przegrody. Następnie przy jednoczesnym wykonywaniu naprzemiennych ruchów rotacyjnych należy delikatnie wprowadzać rurkę w głąb. Urządzenie zakończone jest kryzą, uniemożliwiającą wprowadzenie przyrządu zbyt głęboko. Każdy opór podczas zakładania powinien skutkować natychmiastowym jego usunięciem. Rurki nosowo-gardłowe znajdują zastosowanie u osób z obrażeniami twarzoczaszki. Bezwzględny przeciwskazaniem do ich użycia są obrażenia

czaszkowo-mózgowe, gdyż przy uszkodzeniu blaszki sitowej istnieje ryzyko wprowadzenia rurki do jamy czaszki. Najczęstszym jednak powikłaniem wprowadzenia rurki jest krwawienie z nosa, występujące nawet u 30% poszkodowanych. Również w tej sytuacji należy mieć przygotowany ssak.

Maska krtaniowa

Twórcą masek krtaniowych był Archibald Brain. Zamysłem stworzenia tego urządzenia było połączenie maski twarzowej z intubacją. Stosowanie masek pierwotnie miało być ograniczone do anestezjologii. Okazało się jednak, że przyrządy te mogą być stosowane z powodzeniem na etapie przedszpitalnym.



Rycina 3. Maska krtaniowa

Figure 3. Laryngeal mask

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Maska krtaniowa stała się pierwszą alternatywą dla intubacji. Powinna być stosowana u poszkodowanych głęboko nieprzytomnych. Jej zasada działania polega na objęciu wejścia do krtani elastycznym mankietem uszczelniającym (napętanym powietrzem po umieszczeniu) i za pomocą połączonej do mankieta rurki „wydobyciu” dróg oddechowych powyżej poziomu ust. Daje to możliwość podłączenia bezpośrednio do urządzenia worka samorozprężalnego i prowadzenia skuteczniejszej wentylacji niż w przypadku rurki ustno-gardłowej czy nosowo-gardłowej. Przy prawidłowym założeniu (należy zaznaczyć, że dość łatwym, gdyż niewymagającym użycia laryngoskopu czy innego dodatkowego sprzętu) zapewnia ona zadowalającą szczelność. Jak każda z metod nadkrtaniowych nie w pełni zabezpiecza przed aspiracją treści żołądkowej. W celu dopasowania rozmiaru maski do poszkodowanego należy w przybliżeniu określić wagę pacjenta. Numeracja rozmiarów, w zależności od masy poszkodowanego, waha się od 1 dla osób o masie ciała 6,5 kg, do 5 dla osób ważących powyżej 90 kg. Przed wprowadzeniem maski można rozważyć użycie lubrykantu, jednak można nałożyć go jedynie na zewnętrzną część rurki bez nawilżania samego mankieta w części przylegającej do krtani. Maskę wprowadza się, stojąc za głową pacjenta i używając

najdłuższego palca jako prowadnicy lub trzymając rurkę podobnie jak długopis. Opór podczas wprowadzania świadczy o dotarciu mankieta w docelowe położenie (oparcie o górny zwieracz przełyku). Nie należy wtedy dalej dociskać rurki. Następnie należy uzupełnić mankiet powietrzem zgodnie z zaleceniami producenta. Co ważne, rurka po założeniu musi zostać umocowana centralnie w osi ciała, ponieważ w przypadku przesunięcia jej trzonu do kącika ust, może wystąpić nieszczelność mankieta. Podczas wentylacji prowadzonej za pomocą maski krtaniowej nie należy przekraczać ciśnienia 20 cm H₂O, gdyż może to prowadzić do rozszczelnienia układu i rozdęcia żołądka.

W 1988 roku wprowadzono pewną modyfikację maski klasycznej, projektując nowy układ uszczelniający (maska ProSeal). Mankiet w części przodującej jest cieńszy i wyprowadza port umożliwiający odessanie treści żołądkowej. Część tylna została rozbudowana w stosunku do pierwowzoru. Taka budowa znacznie zwiększyła stabilność i szczelność maski, dając komfort pracy nawet przy obciążeniu ciśnieniem 35 cm H₂O. Dodatkowym elementem jest wbudowane zabezpieczenie przed przygryzieniem. Za wadę należy uznać konieczność użycia dedykowanej prowadnicy w celu prawidłowego założenia maski. Podobnym urządzeniem jest maska Supreme.



Rycina 4. Maska krtaniowa (Supreme)

Figure 4. Laryngeal mask (Supreme)

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

W obecnej formie maska Supreme pozwala na wentylację ciśnieniami o wartościach 30–35 cm H₂O. W stosunku do masek klasycznych jest bardziej wygięta i lepiej dopasowana do anatomii dróg oddechowych. Dzięki owalnemu kształtowi rurka pozwala uzyskać lepszą stabilność w ustach poszkodowanego. W górnej części zbudowana jest z twardego tworzywa uniemożliwiającego przygryzienie. Sposób wprowadzenia i uszczelnienia maski Supreme jest taki sam jak w masce klasycznej.

I-GEL

Jest to jedno z najnowszych rozwiązań dostępnych na rynku sprzętu do zaawansowanego udrożniania dróg oddechowych. Pomimo braku mankieta pneumatycznego zapewnia on bardzo wysoką szczelność i pozwala wentylować poszkodowanego znacznie wyższymi ciśnieniami niż klasyczna maska krtaniowa.



Rycina 5. I-GEL

Figure 5. I-GEL

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Skuteczność tego urządzenia jest zapewniona dzięki termoplastycznej elastomerowej głowicy, która pod wpływem temperatury panującej w drogach oddechowych dopasowuje się do struktur anatomicznych indywidualnych dla każdego poszkodowanego. Trzon maski jest zdecydowanie szerszy niż w innych modelach masek krtaniowych. Gwarantuje to znakomitą stabilizację w jamie ustnej. Podobnie jak w wariantach ProSeal i Supreme górna część trzonu zabezpieczona została przed przygryzieniem, a część przodująca głowicy wyposażona jest w wylot kanału umożliwiającego zgłębnikowanie żołądka. W opinii autorów jest to obecnie jeden z wiodących produktów na rynku, łączący w sobie bardzo wysoką jakość wentylacji, szybkość oraz prostotę założenia. Jedno z przeprowadzonych badań

wykazało, iż w 82,5% przypadków zastosowania tego przyrządu, czas założenia nie przekraczał 15 sekund. Maski typu I-GEL są wprowadzane do wyposażenia toreb R1.

Rurka dwuświatłowa Combitube

Rurki tego typu zostają powoli wypierane z wyposażenia ZRM i SOR. Ich wysoka cena, czasochłonna procedura założenia oraz bardzo sztywna część przodująca niejednokrotnie powodująca uszkodzenia błon śluzowych sprawiają, że potencjalni klienci szukają metod bardziej efektywnych. Jest to sprzęt, który wszedł na polski rynek ratowniczy w latach 90. Dziś dostępne są lepsze, bezpieczniejsze i szybsze sposoby na poprawę drożności dróg oddechowych.



Rycina 6. Rurka Combitube

Figure 6. Combitube

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Rurka Combitube należy do grupy urządzeń, do których zakładania niepotrzebne są prowadnice czy laryngoskop. Rurkę tę wprowadza się do dróg oddechowych „na ślepo”. Dzięki specyficznej budowie można ją wprowadzić zarówno do dróg oddechowych, jak i do przełyku. W obu wariantach możliwe jest podjęcie prawidłowej wentylacji. W przedniej części rurki znajdują się dwa niezależne mankiety uszczelniające. Po sprawdzeniu, czy rurka znajduje się we właściwej pozycji, należy uszczelnić odpowiedni mankieta. Najpoważniejszym błędem może być nierozpoznanie wprowadzenia rurki do przełyku i podjęcie wentylacji w tym kierunku. Potwierdzona badaniem skuteczność

wentylacji z użyciem Combitube wynosi 79–98%. Badaniem objęto przypadki wykorzystania tej metody w warunkach przedszpitalnych, czyli w warunkach pracy ratowników medycznych oraz funkcjonariuszy straży pożarnej, którzy często przybywają na miejsce zdarzenia jako pierwsi.

Rurka krtaniowa (LT)

Rurkę krtaniową można uznać za następcę rurki Combitube. Ideę wentylacji za pomocą przestrzeni pomiędzy dwoma mankietami uszczelniającymi znajdujemy po raz pierwszy właśnie w tym urządzeniu.



Rycina 7. Rurka krtaniowa (LT)

Figure 7. Laryngeal tube (LT)

Źródło: Opracowanie własne.

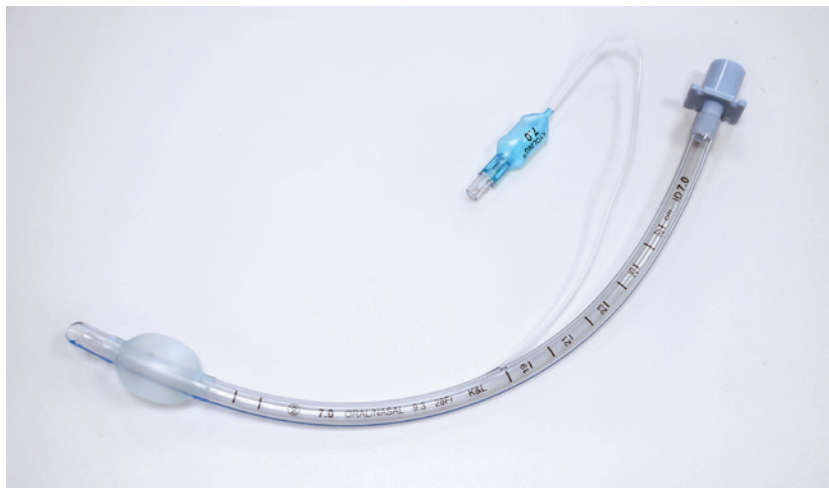
Source: Own elaboration.

Rurka LT z założenia wprowadzana jest zawsze do przełyku. Po osiągnięciu odpowiedniej głębokości (oznakowanej na trzonie rurki) należy uzupełnić powietrze w mankietach pneumatycznych i upewnić się, że wentylacja prowadzona jest skutecznie. Do uzupełnienia powietrza służy odpowiednio zakodowana oraz dołączona do zestawu strzykawka. Ilość powietrza, którą należy użyć określa kolor końcówki rurki oraz jej numer. Odpowiednio przygotowana strzykawka posiada oznaczenie zakodowane tym samym kolorem i cyfrą co oznaczenie na rurce. W odróżnieniu od swego pierwowzoru, w rurce LT oba mankiety pneumatyczne wypełniają się jednocześnie. Nie trzeba wybierać, który z nich należy uszczelnić. Dobór rozmiaru polega na ocenie wzrostu poszkodowanego (u osób dorosłych) i masy (u dzieci). Wszelkie informacje dotyczące numeracji rozmiaru określone są na opakowaniu. Podobnie jak w niektórych modelach masek krtaniowych w rurkach LT również można spotkać specjalnie przygotowane porty umożliwiające odsysanie treści żołądkowej. Oddziały lub jednostki, w których zakłada się częste wykorzystanie tego rodzaju urządzeń, mogą zakupić rurki wielokrotnego użycia, które można poddać 50-krotnej dekontaminacji w autoklawie. Najczęściej

jednak w zespołach ratownictwa i jednostkach współpracujących z systemem i SOR użytkowane są rurki jednorazowe. Zgodnie z opinią środowisk medycznych, rurkę LT i maskę I-GEL należy zaliczyć do najsukcesowniej dostępnych obecnie metod nadkrtaniowych. Szacuje się, że 90% przypadków stosowania rurek krtaniowych na etapie przedszpitalnym kończy się powodzeniem. Natomiast skuteczność wentylacji tym sposobem nieznacznie przekracza tę wartość.

Intubacja dotchawicza

Intubacja dotchawicza jest jak dotychczas najlepszą, najbardziej skuteczną, a co najważniejsze najbezpieczniejszą przyrządową metodą udrażniania dróg oddechowych. Jest jednak jedną z najtrudniejszych metod pozwalających prowadzić zaawansowaną wentylację zastępczą. Założeniem tej techniki jest wprowadzenie rurki do tchawicy przy uzyskaniu toru wizyjnego za pomocą laryngoskopu. Rurka wyposażona jest w swej dystalnej części w mankieta uszczelniający, co zabezpiecza poszkodowanego przed ewentualną aspiracją treści żołądkowej (która może być przyczyną zachłystowego zapalenia płuc).



Rycina 8. Rurka intubacyjna

Figure 8. Intubation tube

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

W zespołach ratownictwa medycznego typu podstawowego, jak również w podmiotach współdziałających z systemem, procedura intubacji zgodnie z ustawą o PRM może być przeprowadzana tylko w przypadku zatrzymania krążenia. Do wykonania zabiegu niezbędne jest przygotowanie zestawu składającego się z:

- 1) laryngoskopu z kompletem łyżek;
- 2) rurek intubacyjnych (rozmiar docelowy oraz rozmiar mniejszy i większy);
- 3) kleszczyków Magilla;
- 4) ssaka;
- 5) prowadnicy;
- 6) sprzętu chroniącego oczy i błony śluzowe ratownika medycznego/osoby wykonującej intubację;
- 7) stetoskopu;
- 8) rurki UG;
- 9) mocowania rurki (np. bandaż, opaska do mocowania, uchwyt do rurki intubacyjnej).

Do intubacji należy przygotować rurki w trzech rozmiarach. Dla kobiet zazwyczaj dobiera się rurki w rozmiarach od 7,0 do 8,0, natomiast dla mężczyzn od 7,5 do 9,0 [21].

Tak jak w przypadku innych technik zaawansowanych, tak i w przypadku intubacji, pierwszym krokiem po bezprzyrządowym udrożnieniu dróg oddechowych powinna być preoksygenacja pacjenta prowadzona stuprocentowym tlenem przynajmniej przez 15 sekund (nie dotyczy przypadków NZK). W tym samym czasie zadaniem drugiego z ratowników jest kontrola sprawności i szczelności mankietu uszczelniającego w przygotowanej rurce oraz pokrycie jej w części niemającej kontaktu z krtanią żelem lignokainowym. Niezmiernie istotnym, a często pomijanym elementem, jest dbałość o zachowanie jałowości i czystości sprzętu. Jest to zdanie bardzo trudne do osiągnięcia w warunkach przedszpitalnych, głównie na ulicy. Autorzy niejednokrotnie spotykali się z sytuacjami, w których przed wykonaniem procedury przygotowana rurka, prowadnica, laryngoskop leżały np. na podłodze lub chodniku. Należy

w tym miejscu wspomnieć, że takie sytuacje mogą być spowodowane zmniejszeniem obsady zespołów ratownictwa medycznego typu P do dwóch osób. Należy zdawać sobie sprawę z zagrożenia zakażeniem poszkodowanego, które może z kolei utrudnić dalszy proces terapeutyczny. Przystępując do intubacji, zaraz po natlenowaniu, do jamy ustnej poszkodowanego wprowadza się laryngoskop. Specyficzny ruch zagarniający, od prawego kąca ust ku stronie lewej, pozwala odsunąć język i uwidocznienie wejście do krtani. Możliwym niebezpieczeństwem jest wyłamanie siekaczy poprzez oparcie laryngoskopu na zębach (podczas wykonywania niedozwolonej techniki dźwigni). Prawidłowa technika polega na uniesieniu lewą ręką łyżki laryngoskopu za jego rękojeść i poruszeniu jej w górę i do przodu. Prawą dłoń należy delikatnie, ale stanowczo, prowadzić rurkę intubacyjną wzdłuż łyżki pomiędzy struny głosowe. U kobiet rurkę intubacyjną wprowadza się na głębokość 21 cm, a u mężczyzn 23 cm. Mankiet uszczelniający powinien „schować się” za strunami głosowymi [21]. Kolejnym krokiem jest wysunięcie laryngoskopu oraz uszczelnienie mankietu rurki poprzez wypełnienie go powietrzem zgodnie z zaleceniem producenta (tyle, aby uzyskać szczelność) [21]. Kontrolę położenia rurki podczas prowadzenia wentylacji realizuje się poprzez osłuchanie w pierwszej kolejności nadbrzusza, a następnie okolic podobojczykowych oraz środkowo-pachowych [21]. Przy osłuchiwanie klatki piersiowej szmer oddechowy powinien być słyszalny i symetryczny po obu stronach. Brak szmeru po jednej stronie (zazwyczaj po lewej) powinien wzbudzić podejrzenie, że rurka znajduje się za głęboko i doszło do intubacji oskrzela prawego (wynika to z budowy anatomicznej układu oddechowego – oskrzele prawe stanowi „przedłużenie” tchawicy). W takim przypadku należy opróżnić mankiet uszczelniający, wysunąć rurkę intubacyjną na ok. 1÷2 cm [21], ponownie ją uszczelnić i jeszcze raz osłuchać klatkę piersiową. Narzędziem pomocnym w identyfikacji prawidłowego wprowadzenia rurki intubacyjnej jest kapnometr. Prawidłowa wartość EtCO₂ zawiera się w przedziale 35÷45 mmHg, jednak

w warunkach prowadzenia resuscytacji krążeniowo-oddechowej wartości na poziomie 17–20 mmHg są zadowalające. Jest to niezmiernie istotny element całej procedury, gdyż nierozpoznanie intubacji przełyku pogłębia hipoksję, powoduje rozdęcie żołądka oraz regurgitację. O intubacji przełyku świadczy powiększenie objętości brzucha, bulgotanie w żołądku podczas jego osłuchiwania oraz pojawienie się treści żołądkowej w rurce intubacyjnej. Ostatnim elementem jest dokładne umocowanie rurki, uniemożliwiające jej przypadkowe wysunięcie. Szybkie i poprawne wykonanie intubacji dotchawiczej wymaga od wykonującego doświadczenia i dużej sprawności. Należy zwrócić uwagę na konieczność ciągłego doskonalenia wykonywania ww. zabiegu. W przypadku trudności w zaintubowaniu poszkodowanego należy rozważyć zastosowanie innej metody, np. maski krtaniowej.

W celu ułatwienia intubacji asystujący może wykonać tzw. manewr Sellicka. Polega on na uciskaniu chrząstki pierścieniowej. Manewr ten zapobiega ulewaniu się treści żołądkowej

oraz pomaga w uwidocznieniu nagłośni. Ucisk zwalnia się po zaintubowaniu poszkodowanego i wypełnieniu mankietu uszczelniającego [21]. Jeśli podczas wykonywania manewru Sellicka wystąpią wymioty, należy zaprzestać uciskania chrząstki pierścieniowej. Nagły wzrost ciśnienia spowodowany wymiotami i uciskiem może bowiem doprowadzić do pęknięcia przełyku i przedostania się treści żołądkowej do śródpiersia. Należy pamiętać, aby podczas intubacji mieć przygotowany gotowy do działania sprzęt do odsysania [21].

Konikopunkcja

Konikopunkcja to technika chirurgiczna udrożniania dróg oddechowych wykonywana w przypadku braku możliwości wprowadzenia u pacjenta rurki intubacyjnej lub zastosowania metod nadkrtaniowych. Polega ona na wprowadzeniu przez błonę pierścienno-tarczową w światło dróg oddechowych gotowego zestawu bądź możliwie grubej igły lub wenflonu (np. pomarańczowego o rozmiarze 14G).



Rycina 9. Zestaw do konikopunkcji QUICKTRACH

Figure 9. QUICKTRACH cricothyrotomy kit

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Wykonanie konikopunkcji należy rozpocząć od określenia miejsca nakłucia. Znajduje się ono pomiędzy chrząstkami krtani (pierścieniową i tarczową). W przypadku obrzęku spowodowanego alergią lub urazem może się to okazać bardzo trudne. Następnie należy połączyć igłę/zestaw ze strzykawką, w której znajduje się 1–2 cm soli fizjologicznej lub wody do wstrzyknąć. Przy aspiracji należy wprowadzić kaniulę, nakłuwając błonę pierścienno-tarczową w kierunku klatki piersiowej. Wprowadzenie zestawu do światła krtani spowoduje pojawienie się pęcherzyków powietrza w strzykawce. Procedurę należy wykonać przy ograniczonej sile nacisku, gdyż istnieje ryzyko wprowadzenia igły zbyt głęboko, uszkadzając dolną część dróg oddechowych,

a nawet doprowadzając do perforacji przełyku. Podłączenie do zestawu worka samorozprężalnego pozwoli na prowadzenie skutecznej wentylacji. Podłączenie można wykonać za pomocą zunifikowanej końcówki – w przypadku gotowego zestawu – lub prowizorycznego łącznika ze strzykawki bez tłoka i końcówki rurki intubacyjnej. Podobnie jak w przypadku intubacji, konieczne jest efektywne unieruchomienie i stabilizacja wprowadzonej igły. Z uwagi na jej niewielkie światło i długość istnieje duże ryzyko jej przypadkowego usunięcia. Jest to zabieg niezmiernie stresujący, wykonywany sporadycznie, stąd wskazane jest przeprowadzanie okresowych szkoleń przypominających i doskonalących umiejętności w tym zakresie.

Podsumowanie

Nowelizacja ustawy o Państwowym Ratownictwie Medycznym znacznie rozszerza zakres wykonywanych czynności przez ratowników medycznych, którzy pracują w PSP lub OSP. Do tej pory prowadzili oni działania ratunkowe tylko na poziomie kwalifikowanej pierwszej pomocy, a po wprowadzeniu zmian mogą wykonywać medyczne czynności ratunkowe (MCR), w tym m.in. przyrządowe udrożnianie dróg oddechowych. Dzięki rozszerzeniu zakresu działań ratowników medycznych w PSP lub OSP istnieje szansa poprawy jakości prowadzonych działań ratunkowych. Czas podjęcia pierwszych działań ratunkowych ma bardzo duże znaczenie dla poszkodowanych. Bardzo często zdarza się, że to właśnie strażacy przybywają pierwsi na miejsce zdarzenia. W celu udoskonalenia jakości prowadzonych przez nich działań należałoby odpowiednio przygotować sprzęt, jakim dysponują PSP i OSP.

Wnioski

1. Mimo szybkiego postępu metod alternatywnych intubacja dotchawicza nadal jest najbardziej bezpieczną metodą udrożniania dróg oddechowych.
2. Techniki nadkrtaniowe gwarantują w większości przypadków skuteczną i szybką metodę udrożniania dróg oddechowych.
3. Szybkość zastosowania technik alternatywnych znacznie przewyższa intubację; nie oznacza to jednak, że techniki te stanowią najskuteczniejszą metodę wentylacji.
4. Szeroki wachlarz urządzeń pozwala ratownikom medycznym wybrać najlepszą metodę w zależności od umiejętności.
5. Nierozpoznana niedrożność dróg oddechowych nasila hipoksję, która jest potencjalnie odwracalną przyczyną zatrzymania krążenia.
6. Systematyczne ćwiczenia pozwalają doskonalić umiejętności z zakresu udrożniania dróg oddechowych.
7. Należy kłaść szczególny nacisk na szkolenia pozwalające ratownikom medycznym w PSP i OSP poznawać nowe techniki udrożniania dróg oddechowych; będzie to skutkować wyższą jakością niesionej pomocy.

Literatura

- [1] Ustawa z dnia 8 września 2006 r. o Państwowym Ratownictwie Medycznym (Dz.U. Nr 191, poz. 1410, z późn. zm.).
- [2] Ustawa z dnia 25 września 2015 r. o zmianie ustawy o Państwowym Ratownictwie Medycznym, ustawy o działalności leczniczej oraz ustawy o zmianie ustawy o działalności leczniczej oraz niektórych innych ustaw (Dz.U. 2015, poz. 1887, z późn. zm.).
- [3] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 20 kwietnia 2016 r. w sprawie medycznych czynności ratunkowych i świadczeń zdrowotnych innych niż medyczne czynności ratunkowe, które mogą być udzielane przez ratownika medycznego (Dz.U. 2016, poz. 587).
- [4] Andres J., *Pierwsza pomoc i resuscytacja krążeniowo-oddechowa*, Polska Rada Resuscytacji, Kraków 2011.
- [5] Campbell E.J., *International Trauma Life Support. Ratownictwo przedszpitalne w urazach*, Medycyna Praktyczna, Kraków 2008.
- [6] Gołąb B., Traczyk W.Z., *Anatomia i fizjologia człowieka*, Ośrodek Doskonalenia i Szkolenia Jaktorów, Warszawa 1981.
- [7] Goniewicz M., Rzońca P., Sieniawski D., Rybakowski M., Witt M., Goniewicz K., *Udrożnianie górnych dróg oddechowych w stanach zagrożenia życia u dzieci*, „Pediatria Med Rodz” 2012, 8(4).
- [8] Jakubaszko J., *Ratunkowe leczenie urazów*, Wrocław 2004.
- [9] Kulpok-Bagiński T., Van der Coghien M., Placek B., *Stosowanie tlenoterapii w ratownictwie medycznym*, „Na Ratunek” 2014.
- [10] Machała W., Markiewicz A., Rasmus A., *Współczesna koncepcja organizacji systemu opieki w obrażeniach*, „Medycyna Intensywna i Ratunkowa” 2002, 5(2).
- [11] Osiński P., *Maska krtaniowa, rurka krtaniowa*, „Przegląd Pożarniczy” 2014, 9.
- [12] Pietrzyk J.J., Szajewska H., Markowicz J., *ABC zabiegów w pediatrii. Podręcznik dla studentów medycyny, pielęgniarek i lekarzy*, Medycyna Praktyczna, Kraków 2010.
- [13] Pietrzyk M., Grześkiewicz M., Gaszyński W., Gaszyński T., *Porównanie urządzeń nadkrtaniowych do udrażniania dróg oddechowych pod względem zabezpieczenia przed zachłyśnięciem treścią żołądkową – badanie manekinowe*, „Anestologia i Ratownictwo” 2011, 5.
- [14] Skrzos K., *Alternatywne sposoby udrażniania dróg oddechowych*, „Na Ratunek” 2014, 1.
- [15] Skrzos K., *Drogi oddechowe – cz. I. Anatomia dróg oddechowych. Aspekty prawne*, „Na Ratunek” 2013, 6.
- [16] Sokołowska-Pituchowa J., *Anatomia człowieka*, Warszawa 1988.
- [17] Szarpak Ł., Kurowski A., *Porównanie intubacji laryngoskopem Macintosh I i urządzeniem Cobra PLA wśród ratowników medycznych podczas resuscytacji – badania randomizowane*, „Na Ratunek”, 6, 2014.
- [18] Szarpak Ł., Madziła M., Czyżewski Ł., Kurwoski A., *Ocena efektywności intubacji „na ślepo” z wykorzystaniem urządzeń Cobra PLA i SALT podczas resuscytacji pacjenta urazowego wykonywana przez strażaków-ratowników. Badanie randomizowane krzyżowe z wykorzystaniem manekina*, „Ostry Dyżur” 2014, 7(4).
- [19] Szarpak Ł., Madziła M., Kurowski A., *Zabezpieczenie drożności dróg oddechowych*, „Przegląd Pożarniczy” 2014, 2.
- [20] Szreter T., *Zaawansowane metody utrzymywania drożności dróg oddechowych*, „Medycyna Praktyczna. Pediatria” 1999, 4.
- [21] Gucwa J., Madej T., Ostrowski M., *Zaawansowane zabiegi resuscytacyjne i wybrane stany nagłe*, Wyd. Medycyna Praktyczna, Kraków 2017, 51–53.
- [22] Instrukcja użytkowania – LMA Classic, <http://lmana.com/viewifu.php?ifu=154&PHPSESSID=c495447a2e167fd91cddb8b3beaecb87>, [dostęp: 22.01.2016].
- [23] Instrukcja użytkowania – LMA ProSeal™, <http://www.lmana.com/viewifu.php?ifu=96>, [dostęp: 22.01.2016].
- [24] Instrukcja użytkowania – LMA Supreme™, <http://lmana.com/viewifu.php?ifu=31&PHPSESSID=c495447a2e167fd91cddb8b3beaecb87>, [dostęp: 22.01.2016].
- [25] Materiał dystrybutora, <http://www.paramedica.pl/zalaczniki/LTS%20i%20LT%2006%2013%20wer.%2001.pdf>, [dostęp: 22.01.2016].

MGR KAMIL KRZYŻANOWSKI – ratownik medyczny, asystent w Katedrze i Klinice Medycyny Ratunkowej, Pracowni Ratownictwa Medycznego, Wydziału Nauk o Zdrowiu z Oddziałem Pielęgniarstwa i Instytutem Medycyny Morskiej i Tropikalnej Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego.

DR N. O ZDR. DANIEL ŚLĘZAK – ratownik medyczny, asystent w Katedrze i Klinice Medycyny Ratunkowej, kierownik Pracowni Ratownictwa Medycznego, Wydziału Nauk o Zdrowiu z Oddziałem Pielęgniarstwa i Instytutem Medycyny Morskiej i Tropikalnej Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego.

PODINSP. DR PAWEŁ JASTRZĘBSKI – ratownik medyczny, kierownik Zakładu Podstaw Bezpieczeństwa Instytutu Bezpieczeństwa i Porządku Publicznego Wydziału Bezpieczeństwa Wewnętrznego Wyższej Szkoły Policji w Szczytnie.

MGR PRZEMYSŁAW ŻURATYŃSKI – ratownik medyczny i pielęgniarz w Samodzielnym Publicznym Wielospecjalistycznym Zakładzie Opieki Zdrowotnej Ministerstwa Spraw Wewnętrznych i Administracji w Bydgoszczy; asystent w Katedrze i Klinice Medycyny Ratunkowej, Wydziału Nauk o Zdrowiu z Oddziałem Pielęgniarstwa i Instytutem Medycyny Morskiej i Tropikalnej Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego.

PAULINA BUCA – ratownik medyczny, dyspozytor w Centrum Powiadamiania Ratunkowego w Gdańsku; studentka Wydziału Nauk o Zdrowiu z Oddziałem Pielęgniarstwa i Instytutem Medycyny Morskiej i Tropikalnej, Gdański Uniwersytet Medyczny.

INŻ. BARTŁOMIEJ ŚLĘCZKOWSKI – student ratownictwa medycznego Uczelni Warszawskiej im. Marii Skłodowskiej-Curie; absolwent studiów pierwszego stopnia na Wydziale Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego Szkoły Głównej Służby Pożarniczej; specjalista w Zespole Laboratoriów Urządzeń i Środków Gaśniczych CNBOP-PIB.

kpt. mgr Krzysztof Sobkowicz^{a)*}^{a)}Komenda Wojewódzka PSP w Opolu / Provincial Headquarters of State Fire Service in Opole^{*}Autor korespondencyjny / Corresponding author: krzysztofs@psp.opole.pl

Zdzisław Filingier

Здислав Филингер



ABSTRAKT

Pułkownik Zdzisław Filingier to postać wybitnie zasłużona dla pożarnictwa zarówno na Opolszczyźnie, jak i w całej Polsce. Pułkownik Filingier urodził się 2 stycznia 1922 roku w Warszawie. Jego rodzina mieszkała w Międzyzlesiu. Tam Zdzisław Filingier spędził dzieciństwo i wczesne lata młodości. W latach 1935–1939 uczęszczał do gimnazjum w Warszawie, gdzie należał do harcerstwa. W czasie pierwszych miesięcy okupacji skończył tajną podchorążówkę Armii Krajowej oraz brał udział w wielu akcjach sabotażowych. Wstąpił do oddziału 25. pułku piechoty Armii Krajowej Ziemi Piotrkowskiej, działającego na Kielecczyźnie i w Górach Świętokrzyskich. Pod pseudonimem partyzanckim „Roszak” został dowódcą plutonu w 5. kompanii II batalionu dowodzonej przez mjr. Józefa Wyrwę, pseudonimy „Furgalski” lub „Stary”.

W 1949 roku ukończył Szkołę Oficerską Pożarnictwa w Warszawie. Został instruktorem w Szkole Podoficerów Pożarnictwa w Nysie, gdzie w znacznym stopniu przyczynił się do podniesienia poziomu i wyników szkolenia wśród jej uczniów. W latach 1956–1959 pełnił funkcję zastępcy komendanta tej szkoły. Z dniem 1 maja 1968 roku objął stanowisko komendanta wojewódzkiego Straży Pożarnej w Opolu. Był uczestnikiem wielu trudnych akcji ratowniczo-gaśniczych na terenie kraju. Wśród nich należy wymienić gaszenie pożaru rafinerii ropy naftowej w Czechowicach-Dziedzicach (1971), erupcji ropy i gazu z otworu wiertniczego „Daszewo-1” koło Karłina (1980) oraz akcję usuwania skutków powodzi w województwie płockim (1982). Pułkownik Filingier wielokrotnie brał także udział w kompaniach opolskich w gaszeniu pożarów na terenie województw: częstochowskiego, katowickiego, wrocławskiego i zielonogórskiego. W akcjach tych płk Zdzisław Filingier pełnił rolę jednego z głównodowodzących. Po akcji w Karlinie uznany został za twórcę nowatorskiej metody opanowania erupcji zwanej „metodą polską”. Był również współorganizatorem pomocy dla ludności Armenii po tragicznym trzęsieniu ziemi, do której wysłano dobra materialne oraz strażaków-ratowników. Były to pierwsze doświadczenia strażaków w pomocy zagranicznej dla krajów dotkniętych trzęsieniem ziemi. Pułkownik Filingier na zasłużoną emeryturę przeszedł w grudniu 1989 roku. Za swoją walkę w obronie ojczyzny, osiągnięcia zawodowe w służbie pożarniczej, jak i wielostronną działalność społeczną został nagrodzony licznymi odznaczeniami. Swoją pracą stworzył podstawy do utworzenia Państwowej Straży Pożarnej. Pułkownik pożarnictwa Zdzisław Filingier zmarł 10 listopada 2015 roku, w wieku 93 lat.

Słowa kluczowe: Zdzisław Filingier, ojciec pożarnictwa polskiego, żołnierz Armii Krajowej, dowódca, wychowawca, organizator, harcerz

Przyjęty: 01.02.2017; Zrecenzowany: 29.06.2017; Opublikowany: 30.09.2017;

Proszę cytować: BiTP Vol. 47 Issue 3, 2017, pp. 124–131, doi: 10.12845/bitp.47.3.2017.10;

Artykuł udostępniany na licencji CC BY-NC-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

ABSTRACT

Colonel Zdzisław Filingier rendered great service to firefighting in the Opole Region and the whole of Poland. He was born on 2 January 1922 in Warsaw. His family lived in Międzyzlesie, where he spent his childhood and early teenage years. In the years 1935–1939, he attended lower-secondary school in Warsaw, where he also joined the scouts. In the first months of the Nazi occupation, he completed the Home Army secret officer cadet school. He took part in many sabotage actions and was recruited for the 25th infantry regiment of the Home Army of the Piotrków Trybunalski Land, fighting in the Kielce region and in the Holy Cross Mountains. Under the pseudonym „Roszak”, he became a platoon commander in the 5th company of the 2nd battalion commanded by Maj. Józef Wyrwa (pseudonyms „Furgalski” and „Stary”).

In 1949, he graduated from the Firefighting Officer School in Warsaw, and became an instructor at non-commissioned officer school in Nysa. In the years 1956–1959, he was a Deputy Chief of the Non-Commissioned Fire Service Officer School in Nysa. On 1 May 1968, he was appointed Chief of the Voivodeship Fire Service in Opole. He took part in many tough fire and rescue actions in Poland, among others, extinguishing a fire at the Oil Refinery in Czechowice-Dziedzice (1971), an eruption of oil and gas from the „Daszewo-1” subterranean well near Karlin (1980), the elimination of the consequences of a flood in the Płock Voivodeship (1982), and extinguishing fires in the Częstochowa, Katowice, Wrocław and Zielona Góra Voivodeships. Zdzisław Filingier took part in these actions as one of the commanders. After action in Karlin, he was recognised as a creator of an innovative method of overcoming eruptions, called „the Polish method”. He also co-organised aid for Armenian populations after a disastrous earthquake. It was the first experience of firefighters' giving foreign aid to countries affected by an earthquake. Colonel Filingier earned his retirement in December 1989. He was decorated with many medals for fighting in the defence of his country, his professional achievements in the firefighting service, and his social activities. He created the basis for the establishment of the State Fire Service. Fire Safety Colonel Zdzisław Filingier died on 10 November 2015, at the age of 93.

Keywords: Zdzisław Filingier, the father of Polish firefighting, a soldier of the Home Army, commander, educator, organiser, scout

Received: 01.02.2017; Reviewed: 29.06.2017; Published: 30.09.2017;

Please cite as: BiTP Vol. 47 Issue 3, 2017, pp. 124–131, doi: 10.12845/bitp.47.3.2017.10;

This is an open access article under the CC BY-NC-SA 4.0 license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

АННОТАЦИЯ

Полковник Здислав Филингер – это выдающаяся фигура в пожарной охране, как в Опольской области, так и в целой Польше. Полковник Филингер родился 2 января 1922 года в Варшаве. Его семья жила в местности Мендзылесе. Филингер провел там свое детство и ранние юношеские годы. В 1935–1939 гг. он учился в гимназии в Варшаве, где принадлежал к группе скаутов. В течение первых месяцев оккупации он окончил секретную военную академию Армии Крайовой, в рамках которой принимал участие во многих диверсионных акциях. Позже он вступил в отделение 25-ого пехотного полка Армии Крайовой на Петровской Земле, действующего в Келецкой области, а также в Горах Свентокшиских. Под партизанским псевдонимом „Рошак” стал командиром взвода 5-й компании второго батальона, который возглавлял майор Юзеф Вырва, известный под псевдонимом „Фургальский” или „старый”.

В 1949 году полковник Филингер окончил Офицерскую Школу Пожарной Службы в Варшаве и стал инструктором в Школе Сержантов в Нисе. Именно там он внес значительный вклад в повышение уровня подготовки и результатов обучения ее учеников. В 1956–1959 гг. полковник Филингер выполнял функцию заместителя начальника Школы Сержантов Пожарной Службы в Нисе. 1 мая 1968 года он был назначен областным комендантом Пожарной Службы в Ополье. Он также принимал участие во многих трудных спасательно-гасящих действиях в стране. Среди них следует указать тушение пожара нефтеперерабатывающего завода в Чеховицах-Дедицах (1971), взрыв нефти и газа в скважине „Дашево-1” около Карлина (1980) и устранение последствий наводнения в Плоцкой области (1982).

Полковник Филингер неоднократно принимал участие в опольских кампаниях тушения пожаров в областях: Ченстоховской, Катовицкой, Вроцлавской и Зеленогорской. Во время этих кампаний полковник Здислав Филингер был одним из главнокомандующих. После кампании в Карлине он был признан создателем инновационного метода управления взрывом, который теперь называют „польским методом”. Он также был соорганизатором помощи для жителей Армении после трагического землетрясения. Туда была отправлена материальная помощь и группа пожарных-спасателей. Это был первый раз, когда пожарные участвовали в зарубежной помощи для стран, пострадавших от землетрясения. Полковник Филингер ушел в отставку в декабре 1989 года. За службу для защиты Родины, за профессиональные достижения в области пожарной службы, а также многосторонние общественные мероприятия он был удостоен многочисленных наград. Его работа создала основу для образования Государственной Пожарной Службы. Полковник пожарной службы Здислав Филингер умер 10 ноября 2015 года в возрасте 93 лет.

Ключевые слова: Здислав Филингер, отец пожарной охраны в Польше, солдат Армии Крайовой, командующий, воспитатель

Принята: 01.02.2017; Рецензирована: 29.06.2017; Опубликована: 30.09.2017;

Просим ссылаться на статью следующим образом: BiTP Vol. 47 Issue 3, 2017, pp. 124–131, doi: 10.12845/bitp.47.3.2017.10;

Настоящая статья находится в открытом доступе и распространяется в соответствии с лицензией CC BY-NC-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

Wprowadzenie

Każda osoba związana ze strażą pożarną lub tylko interesująca się jej zagadnieniami powinna mieć możliwość zapoznania się z jej historią, korzystania z jej doświadczeń oraz poznania losów ludzi, którzy po zniszczeniach wojennych służyli tę budowali prawie od podstaw. Dla ludzi związanych służbowo i uczuciowo ze strażą pożarną praca wypełniała cały wolny czas, stała się życiową pasją, hobby i niejednokrotnie rywalizowała z życiem osobistym.

Artykuł ma na celu uchronienie od zapomnienia trudnych, ale i pięknych lat w historii powojennego pożarnictwa, ukazania postaci znaczącej, człowieka, który tworzył swoisty koloryt służby. Taką osobą był pułkownik pożarnictwa w stanie spoczynku, były komendant wojewódzki z Opola Zdzisław Filingier. Niniejsza praca oparta została na materiałach uzyskanych u samego źródła, z rozmów z pułkownikiem Filingierem ukazujących realia tamtych dni oraz z zasobów internetowych.

ojciec prowadził w Warszawie cukiernię. W dobie wielkiego kryzysu zmuszony był zamknąć działalność. Za zaoszczędzone pieniądze wybudował w Międzyzlesiu niewielki dom dla siebie i swojej rodziny. Gdy minął kryzys, ponownie zaczął prowadzić cukiernię, ale tym razem w Międzyzlesiu. Utrzymywał w ten sposób swoją rodzinę do wybuchu wojny.

Zdzisław Filingier w Międzyzlesiu uczęszczał do siedmioletniej publicznej szkoły powszechnej, którą ukończył w roku 1935. Następnie rozpoczął naukę w gimnazjum o profilu matematyczno-przyrodniczym w Warszawie przy ul. Prostej 14, a później Grochowskiej 105, którą ukończył w 1939 roku. Był wychowywany w duchu tradycji patriotycznych i dlatego właśnie podczas odbywania nauki w dniu 25 maja 1933 roku wstąpił do harcerstwa, w którym był m.in. zastępowym zastępu pożarniczego. W 1939 roku podjął swoją pierwszą pracę w gazowni miejskiej w Warszawie. Pracował oraz jednocześnie uczył się w szkole technicznej na wydziale budowy maszyn [2, s. 146].

Dzieciństwo i wczesne lata młodzieńcze

Zdzisław Filingier urodził się 2 stycznia 1922 roku w Warszawie – Międzyzlesiu, gdzie spędził swoje dzieciństwo i wczesne lata młodzieńcze [1, s. 78]. Miał dwie młodsze siostry. Jego

Okres okupacji

W momencie wybuchu drugiej wojny światowej Zdzisław Filingier był drużynowym 91. Mazowieckiej Drużyny Harcerskiej imienia Tadeusza Kościuszki. Druhowie tej drużyny ochraniaли

linie łączności, prowadzili nasłuchy radiowe, udzielali pomocy rannym, zbierali i skrywali broń z amunicją oraz urządzali cmentarz wojenny w Międzyzlesiu. Po kapitulacji wojsk polskich nie zaprzestali działalności, przeszli do konspiracji i zaczęli zajmować się dywersją. Zbierali oraz zabezpieczali broń i amunicję. Wykonując różne zadania, szybko stali się drużyną harcerską Armii Krajowej [3, s. 13]. Jako dowódca drużyny Zdzisław skierowany został do Szkoły Podchorążych i Podoficerów. Program szkolenia opierał się o program Szkół Podchorążych Rezerwy Piechoty Wojska Polskiego i ich regulamin. Zajęcia trwały dziewięć miesięcy. Ważną rolę odgrywało szkolenie w terenie na zgrupowaniach leśnych (okręgu warszawskiego). Wykłady odbywały się głównie w mieszkaniach rodzin poszczególnych podchorążych, między innymi w Międzyzlesiu u Państwa Filingierów. Nosił pseudonim „Roszak” z numerem 170. Ogółem Szkoły Podchorążych Armii Krajowej w zgrupowaniu „Obroza” ukończyło na terenach okupowanej Polski ponad 4200 osób. Absolwentów przydzielano prawie zawsze do Oddziałów Specjalnych Dywersji Bojowej – Kedywu. Tam też trafił pułkownik Filingier. Brał udział w wielu akcjach sabotażowych, w których zadebiutował rolą podpalacza [4, s. 22]. Wraz z kolegami wzniecił pożar w składzie makulatury z takim wyliczeniem, aby ogień przerzucił się zgodnie z kierunkiem wiatru na pobliski las i objął płomieniami niemiecką fabrykę amunicji. Podobnych akcji było więcej i nie wszystkim towarzyszom broni udawało się z nich powrócić cało [1, s. 78]. Z jednej z nich powrócił tylko on. W oddziale Kierownictwa Dywersji na Okręg Warszawy nosił numer 135, jednocześnie nadal był drużynowym. Do 1943 roku pracował w gazowni miejskiej. Rozpoczął także naukę w szkole technicznej (Wawelberga) na Wydziale Budowy Maszyn przy ulicy Mokotowskiej 6. Podczas przeprowadzania jednej z licznych akcji wpadł w zasadzkę. Na szczęście udało mu się z niej wydostać, ale ponieważ został rozpoznany, musiał uciekać. Gestapo aresztowało jego ojca i osadziło na „Pawiaku”. Wkrótce aresztowano również matkę i siostrę. Jemu samemu i drugiej siostrze udało się zbiec. Ukrywali się jakiś czas u znajomych, ale zagrożony aresztowaniem Filingier opuścił Warszawę. Udał się w okolice Gór Świętokrzyskich, gdzie wstąpił do działających tam oddziałów partyzanckich. Został żołnierzem Armii Krajowej Okręgu Łódzkiego „Barka” w 25. Pułku Piechoty AK Ziemi Piotrkowsko-Opoczyńskiej z numerem legitymacji 325, 5. kompania, 2. pluton [5]. W latach 1944–1945 (do 14 stycznia) służył w 25. pułku piechoty Armii Krajowej Ziemi Piotrkowskiej na terenach Ziemi Kieleckiej Gór Świętokrzyskich, gdzie działał w konspiracji pod pseudonimem „Roszak”. Służył na stanowisku dowódcy drużyny, a następnie plutonu. Wkrótce został dowódcą plutonu 5. kompanii II batalionu dowodzonej przez majora Józefa Wyrwę o pseudonimie partyzanckim „Furgalski” lub „Stary” (był on równorzędnym dowódcą kompanii z legendarnym majorem Henrykiem Dobrzańskim o pseudonimie „Hubal”).

Podczas okupacji „Roszak” walczył z okupantem niemieckim, niejednokrotnie wystawiając siebie i swoich najbliższych na duże niebezpieczeństwo, wyróżniając się zmysłem dowódczym, męstwem i zaufaniem majora Józefa Wyrwy [6–8]. Jedną z największych potyczek była walka pod leśniczówką Huta. Obecnie znajduje się tam tablica pamiątkowa z napisem „Tu pod leśniczówką Huta 4 listopada 1944 roku 900 partyzantów 25.

pp A.K. pod dowództwem mjr. >Leśniaka< (Rudolf Majewski) po całodziennym krwawym boju przerwało pierścien niemieckiej oblawy”. Jak wspominał Zdzisław Filingier, przez cały okres okupacji w pułku, w którym służył, zginął co dziesiąty żołnierz. Walki trwały do roku 1945, aż do ofensywy Armii Czerwonej znad Wisły. Jak opowiadał we wspomnieniach pułkownik Filingier „partyzantka okazała się dla niego łaskawa, przeżył szczęśliwe leśne dni i doczekał końca wojny. Nigdy nie poddał się okupantowi. Działania bojowe zakończył, o ironio losu, podstępny rozbrojeniem oddziału przez sojuszników w walce z okupantem – Czerwonoarmistów, w połowie stycznia 1945 roku” [2, s. 146]. Ostatecznie pułk złożył broń 17 stycznia 1945 roku w Radoszycach. Po 14 stycznia 1945 roku w stopniu plutonowego podchorążego z wnioskiem na podporucznika i z Krzyżem Walecznych wrócił do rodzinnego Międzyzlesia. To co zastał zdziwiło go, a zarazem przeraziło, bowiem po stłumieniu Powstania Warszawskiego Niemcy doszczętnie zniszczyli tę część Warszawy, a i w Międzyzlesiu widać było skutki niedawno prowadzonych działań wojennych. Zastał tam spalony rodzinny dom, ale co najważniejsze, żyjących rodziców i siostry, którym udało się wydostać z więzienia i przeżyć Powstanie Warszawskie¹. Niestety wkrótce musiał znów uciekać ze swoich rodzinnych stron, ale tym razem nie przed Niemcami, a polskim Urzędem Bezpieczeństwa i rosyjskim NKWD², które szukało go z powodów politycznych, między innymi za udział w przedwojennym harcerstwie oraz za działalność konspiracyjną. Jak wspominał Pułkownik „zacząłem sposobić się do nowego życia, gdy zmuszono mnie do ponownej ucieczki. Tym razem przed swoimi. Los rzucił mnie na Śląsk, do Bytomia. Rola ściganego we własnym kraju nie należała do przyjemnych. Tym bardziej, że nie poczuwałem się do żadnej winy” [2, s. 147].

W straży pożarnej

W marcu 1945 roku Zdzisław Filingier uciekł na Śląsk do Bytomia. W kwietniu rozpoczął tam kolejny etap życiowej drogi w nowo tworzonej Zawodowej Straży Pożarnej [4, s. 22]. Pracował tam na stanowisku podoficera do spraw technicznych. Komendantem tej jednostki był przyjaciel jego ojca ppłk Eugeniusz Rusiecki, późniejszy komendant Szkoły Podoficerskiej w Krakowie, były uczestnik Bitwy Warszawskiej w 1920 roku zwanej „Cudem nad Wisłą”. Jak wspominał bohater niniejszego artykułu, był to wspaniały człowiek, przedwojenny oficer Wojska Polskiego. To on właśnie przygarnął i schronił Zdzisława oraz przybyłego z nim kolegę Jędrzejczyka, z którym razem rozpoczynali karierę strażacką. Wkrótce podjął naukę w szkołach pożarniczych, przez cały czas doskonaląc się w fachu pożarniczym. W roku 1949 Zdzisław Filingier ukończył Szkołę Oficerów Pożarnictwa

¹ Obie młodsze siostry również zaangażowane były w działalność konspiracyjną – brały udział w Powstaniu Warszawskim.

² Ludowy Komisariat Spraw Wewnętrznych, NKWD (ros. Народный комиссариат внутренних дел – Narodnyj komisariat wnutrzennych dzieł) – istniejący od października 1917 do lipca 1918 i dalej do 1930 jako Ludowy Komisariat Spraw Wewnętrznych Rosyjskiej Federacyjnej Socjalistycznej Republiki Radzieckiej, rosyjski następnie radziecki urząd, odpowiednik ministerstwa, realizujący zadania w dziedzinie administracji wewnętrznej.

w Warszawie i rozpoczął pracę na stanowisku dowódcy zmiany. Ukończył również szkołę dla leśniczych, ale pracy w tym zawodzie nie podjął. 1 listopada 1949 roku został przeniesiony służbowo do Podoficerskiej Szkoły Pożarniczej w Nysie [4, s. 22; 2, s. 147; 3, s. 17–21] na stanowisko oficera szkoleniowego, a w okresie późniejszym pełnił obowiązki zastępcy komendanta tej szkoły. W roku 1951 ukończył Szkołę Techników Mechaników Pożarnictwa w Bielsku-Białej z prawem wykonywania zawodu pożarniczego technika-mechanika, a w roku 1958 Liceum Ogólnokształcące dla pracujących w Nysie. Tak wspominał okres służby w nyskiej szkole podoficerskiej: „Stworzyliśmy bardzo interesującą grupę instruktorską. Ot, tacy młodzi, ambitni, gniewni. Z tego okresu utkwił mi głęboko w pamięci ówczesny wojewoda śląski generał Jerzy Ziętek. Interesował się bardzo naszą placówką, mieszczącą się w pohitlerowskich koszarach. Często mawiał do nas: Niemcy zgermanizowali straż pożarną, wy musicie ją spolonizować. Wpajał w nas wiarę, że pełniąc tu służbę, spełniamy narodowe posłannictwo [4, s. 22]. Wierzyliśmy w to głęboko. Obowiązkom tym podołać mogą jedynie ci, którzy potrafią z pokorą skłaniać głowę przed wiedzą. Zdawałem sobie sprawę z mojej niedoskonałości i dlatego zdecydowałem się na dalszą naukę w bielskiej szkole oficerskiej o specjalności technicznej” [9].

W 1959 roku decyzją władz centralnych szkołę w Nysie zlikwidowano i przeniesiono do nowo utworzonej w Nowej Hucie (dzielnicy Krakowa). Obiekty zajmowane przez nyską szkołę zwrócono wojsku, a kadra rozproszyła się po całym kraju. Po likwidacji Szkoły w 1959 roku Zdzisław Filingier został przeniesiony służbowo na stanowisko zastępcy komendanta od spraw operacyjnych [10, s. 11–16]. Jako zastępca komendanta wojewódzkiego Straży Pożarnych w Opolu ukończył Szkołę Oficerów Pożarnictwa, uzyskując kwalifikacje oficera Korpusu Technicznego Pożarnictwa (1966 roku) oraz specjalizację Oficerów Korpusu Technicznego Pożarnictwa w zakresie operacyjno-taktycznym (1963 roku) oraz technicznym (1967 roku). Z dniem 1 maja 1968 roku uchwałą Prezydium Wojewódzkiej Rady Narodowej w Opolu Nr 89/1789/68 z dnia 3 maja 1968 roku został powołany na stanowisko wojewódzkiego komendanta Straży Pożarnych w Opolu [4, s. 22], pełniąc tę funkcję do 30 czerwca 1989 roku, z którym to dniem został zwolniony ze służby i przeniesiony w stan spoczynku [11, s. 778–784]. Kierował ochroną przeciwpożarową Opolszczyzny przez ponad 21 lat.

Zdzisław Filingier odznaczał się wielostronnymi zainteresowaniami, nieprzeciętną pracowitością oraz dużą wiedzą ogólną i zawodową. Jednym z licznych owoców jego pracy było opracowanie systemu szkolenia na terenie woj. opolskiego oraz stworzenie bazy do szkolenia kadry pożarniczej (niewykorzystanej do końca głównie z powodów finansowych), na którą składały się:

1. Ośrodek Szkolenia Funkcyjnych OSP w Nysie przy ZSP. Szkoleni byli w nim m.in. mechanicy motopomp, dowódcy sekcji, z możliwością zakwaterowania. Przez wiele lat Filingier był wykładowcą w Szkole Podoficerskiej w Nysie, szczególnie z zakresu teoretycznych i praktycznych problemów akcji przeciwpowodziowych. Dla słuchaczy szkół opracował i opublikował dwie książki: *Działalność straży pożarnych w akcji przeciwpowodziowej* (1959 rok) [12, s. 27–28] oraz *Poradnik mechanika motopomp OSP* (1965 rok).

2. Ośrodek w Turawie zbudowany w czynie społecznym. Przeznaczony był do szkolenia członków funkcyjnych drużyn młodzieżowych. W okresie letnim na placu biwakowym rozbijano namioty, w których spali kursanci, natomiast w murowanych budynkach znajdowała się cała baza kwatermistrzowska ze stołówką włącznie.
3. Obiekt znajdujący się w Strzelcach Opolskich [4, s. 22], niedokończony z powodu braku pieniędzy. Chociaż wszystkie budynki stoją i są gotowe do przyjmowania kursantów, to zbudować trzeba jeszcze boisko, salę gimnastyczną. Tam też komendant chciał stworzyć nowoczesny system szkolenia funkcyjnych OSP, tj. prezesów, naczelników, dla tych, którzy nie mogliby uczestniczyć w skoszarowanym szkoleniu tygodniowym. Mieli oni przyjeżdżać na soboty, niedziele i w dni wolne od pracy. Po przyjeździe oprócz warunków do pracy i nauki, mieli mieć gdzie wypoczywać. Do tego miały służyć: basen kąpielowy, bilard, video, kawiarnia, sauna. Założeniem było, aby słuchaczom dużo powiedzieć, pokazać na zdjęciach, a oprócz tego wyposażyć ich w konspekty z zajęć, które każdy mógł wykorzystać w szkoleniu OSP już w macierzystych jednostkach. W Strzelcach Opolskich dla upamiętnienia rocznicy niepodległości w dniu 11 listopada 1989 roku Filingier ufundował tablicę pamiątkową, z okazji 70-lecia niepodległości 1918–1988. Niestety nie wyrażono zgody na wmurowanie jej w ścianę znajdującej się tam strażnicy. Komendant wpadł zatem na pomysł, aby zbudować przed strażnicą kawałek ściany, w której umieszczono tablicę, istnieje ona do dziś.
4. Nieetatowy Ośrodek Szkolenia Funkcyjnych OSP w Opolu – ośrodek dla kształcenia podoficerów i strażaków zawodowych. Na jego bazie utworzono ogólnopolski ośrodek szkolenia [3, s. 26].

Jak widać, duży nacisk kładziono na przygotowanie ochotniczych straży pożarnych. W każdym powiecie była stworzona kompania OSP, wyszkolona i jak na ówczesne czasy dobrze wyposażona. Ustalony został system szybkiego alarmowania, dzięki czemu kompanie ochotników były w stanie szybko zmobilizować się i osiągnąć stan gotowości bojowej. Co najmniej 2–3 razy w roku kompanie uczestniczyły w ćwiczeniach zgrywających. Ich dowódcami byli zawodowi strażacy, którzy dobrze znali podwładnych, i z którymi wzajemnie się rozumieli. Kompanie złożone z członków OSP spisywały się doskonale w wielu akcjach bojowych, brały udział w gaszeniu pożarów w Czechowicach-Dziedzicach, Karlinie, usuwaniu powodzi oraz jej skutków w Płocku. Z doskonale przygotowanej bazy skorzystali następni opolscy komendanci, włączając OSP do Krajowego Systemu Ratowniczo-Gaśniczego.

Dzięki osobistym staraniom płk. Filingiera w woj. opolskim oddawano do użytku co roku od 4 do 8 remiz OSP. Po wojnie za wyjątkiem Nysy nie ocalała ani jedna strażnica. We wszystkich wówczas 14 miastach powiatowych korzystano z obiektów zastępczych. Do lat 60. nie można było rozpocząć na terenach odzyskanych żadnych inwestycji. Dopiero Zdzisław Filingier dopatrzył się luk w przepisach. Zgodnie z nimi dozwolone było przeprowadzanie remontów. Podczas takiego remontu strażnica była budowana prawie od podstaw. Zostawiano tylko

kawałek ściany z dawnego budynku. Bywało, iż kupowano pawilon handlowy i adaptowano go poprzez rozbudowę na strażnicę. Władze lokalne i wojewódzkie wiedziały o tym, ale przymykano oko na owe nieformalności, wiedząc, że nie ma innej możliwości poprawienia warunków bytowych straży pożarnych. Zdzisław Filingier był inicjatorem nowoczesnych rozwiązań w budowie powiatowych punktów alarmowo-dyspozycyjnych i punktów konserwacji sprzętu silnikowego na skalę ogólnokrajową [13, s. 27; 2, s. 147]. Dzięki osobistemu zaangażowaniu i dalekosiężnej wizji w kierowaniu ochroną przeciwpożarową województwa Filingier uczynił z zawodowych i ochotniczych straży pożarnych dobrze wyposażone i mobilne jednostki, zaliczane do najlepszych w skali kraju. Wszystko to było możliwe tylko dzięki olbrzymiemu autorytetowi osobistemu, jakim cieszył się komendant zarówno wśród decydentów, jak i strażaków. Podległe jednostki straży pożarnych doprowadził do bardzo wysokiego poziomu gotowości bojowej oraz wyposażył je w nowoczesny sprzęt ratowniczy i transportowy. Sam zaś wielokrotnie brał udział w akcjach ratowniczych o zasięgu krajowym między innymi we wspomnianych już pożarach w Czechowicach-Dziedzicach (1971 r.), Karlinie (1980 r.), czy też powodzi w Płocku (1982 r.) [1, s. 79].

Za wyróżniającą się postawę otrzymał w roku 1962 złotą odznakę „Za zasługi w zwalczaniu powodzi”. W czasie pożaru rafinerii w Czechowicach w 1971 roku był jednym z dowódców (szefem sztabu) akcji ratowniczo-gaśniczej. Za tę akcję odznaczony został Krzyżem Oficerskim Orderu Odrodzenia Polski. W akcji ratowniczej w Karlinie dowodził odcinkiem bojowym, za co został odznaczony Krzyżem Komandorskim Orderu Odrodzenia Polski. Po akcji w Karlinie uznany został za twórcę nowatorskiej metody opanowania erupcji zwanej „polską”. W akcji przeciwpowodziowej w Płocku udział brały straże pożarne z województw: katowickiego, opolskiego i wrocławskiego. Zdzisław Filingier osobiście dowodził siłami opolskimi, organizując usuwanie wody z zalanych miejscowości w rejonie Płocka.

Po katastrofie w Armenii organizował służbę kwatermistrzowską dla polskiej ekipy ratowniczej. Były to pierwsze doświadczenia strażaków w pomocy zagranicznej dla krajów dotkniętych trzęsieniem ziemi [2, s. 147].

Komendant Filingier dużo uwagi poświęcał rozwojowi kultury fizycznej i sportu wśród strażaków zawodowych oraz ochotników [13, s. 27]. W 1964 roku rozkazem komendanta głównego Straży Pożarnych ówczesny major pożarnictwa Zdzisław Filingier otrzymał pochwałę i podziękowanie za należyte przeprowadzenie I Krajowych Zawodów Pożarniczych w Zabrzu. W 1975 roku był kierownikiem reprezentacji Straży Pożarnych województwa opolskiego i Polski na Zawody Sportowo-Pożarnicze Krajów Socjalistycznych w Magdeburgu.

Uczestniczące w zawodach sportowo-pożarniczych na szczeblu krajowym i międzynarodowym reprezentacje województwa opolskiego przez szereg lat zajmowały miejsca wśród najlepszych. Komendant główny Straży Pożarnych wielokrotnie powierzał płk. poż. Zdzisławowi Filingierowi kierownictwo reprezentacji polskiego pożarnictwa na zawodach międzynarodowych CTIF, w tym: w Sofii w 1973 roku, Trento w 1977 roku, Rydze w 1978 roku i Beblion w 1981 roku. Jako reprezentację Polski na Międzynarodowe Zawody Młodzieżowych Drużyn Pożarniczych

przygotowywano drużyny z Opolszczyzny biorące udział w zawodach w Tuapse na Kaukazie w 1979 roku, w Havliczku w Brod w 1987 roku i w Warszawie w 1989 roku [1, s. 79]. W województwie opolskim spopularyzowano cykliczne zawody łodzi ratunkowych i zawody strażaków płetwonurków. Organizowano spartakiady sportowe i rozgrywki gier zespołowych, jak piłka nożna, tenis stołowy, a wcześniej również zawody strzeleckie drużyn ZSP. Sport pożarniczy i zawody sportowo-pożarnicze dzięki zaangażowaniu Zdzisława Filingiera do dziś zdominowane są przez zespoły z województwa opolskiego.

Zdzisław Filingier w roku 1984 rozkazem komendanta głównego Straży Pożarnych wpisany został do Honorowej Księgi Zasłużonych dla Ochrony Przeciwpowodziowej za wzorową służbę i pracę w pożarnictwie oraz szczególne zasługi dla ojczyzny. Wpisany został również do Księgi Ludzi Zasłużonych dla Śląska Opolskiego, a od 1987 roku do Księgi Zasłużonych Pracowników Urzędów Terenowych Organów Administracji Państwowej Województwa Opolskiego. W województwie był znanym i cenionym wieloletnim działaczem społecznym zwłaszcza PCK, Aeroklubu i LOK. Oprócz już wymienianych odznaczeń otrzymał również Medal Zwycięstwa i Wolności, Medal Za Ofiarność i Odwagę, Medal 10 i – 40-lecia PRL, medal „Za zasługi dla obronności kraju” oraz tytuł „Zasłużony Nauczyciel Polski Ludowej” [11, s. 79].

A co oprócz służby?

Życiową pasją płk. Filingiera obok pracy w pożarnictwie była broń biała. Głównym tematem zbiorów była broń będąca na wyposażeniu Wojska Polskiego w okresie I i II wojny światowej. W jego zbiorach znajdowały się szable francuskie będące na wyposażeniu wojsk gen. Hallera. Posiadał także szable rosyjskie, używane w korpusie gen. Dowbora-Muśnickiego i po odzyskaniu niepodległości w 1918 roku szable produkowane w Polsce. Pierwsze z nich wz. 1918 (z 1917 roku i późniejsze) oraz wz. 1922 były na wyposażeniu oficerów, a szabla wz. 1934 – kawalerii polskiej. Była to ostatnia konstrukcja tej broni, jedna z najlepiej zaprojektowanych szabli w całej historii światowej. Już po I wojnie światowej szable nie były projektowane, używano wzorów z ubiegłego stulecia lub nawet z wieku osiemnastego. Płk Filingier posiadał wszystkie typy szabli używanych przez Wojsko Polskie w okresie międzywojennym [3, s. 37]. Bogato przedstawiała się również kolekcja bagnetów. Bagnety w Wojsku Polskim, jak i szable byłych zaborców tj. austriackie, rosyjskie i pruskie oraz bagnety francuskie to konstrukcje polskie. Pułkownik Filingier posiadał bogaty ich zbiór, który obejmował również część broni, która stanowiła wyposażenie paradne, przede wszystkim kordziki używane w lotnictwie i marynarce wojennej.

Podczas szukania kolejnego eksponatu do swojej kolekcji Zdzisław Filingier natrafił na pełny komplet afrykańskich dzid i, jak sam mówił, z powodu ładnego wykonania postanowił je zakupić.

W kolekcji Filingiera znajdowały się również hełmy Wojska Polskiego z 1939 roku, a także kilka sztuk hełmów z wojska francuskiego i rosyjskiego. Był uznanym znawcą przedmiotu,

a swoją bogatą wiedzę opierał na jej ciągłym pogłębianiu w oparciu o posiadany zbiór książek i albumów.

Oprócz białej broni drugą fascynacją była postać Marszałka Piłsudskiego. W rodzinie jego matki wszyscy bracia służyli w legionach. Ojciec również służył w wojsku, a w 1920 roku brał udział w kampanii polsko-rosyjskiej. Piłsudski dla jego pokolenia był wodzem, geniuszem, ideałem, tak go też traktowano i on sam tak go postrzegał. Jemu zawdzięczamy niepodległość oraz przetrwanie dwudziestolecia międzywojennego, chociaż parę razy groziło nam wielkie niebezpieczeństwo. Zdzisław Filingier miał większość wydań, jakie ukazały się po II wojnie światowej, a dotyczyły „Dziadka”. Jak wspominał, sam pamiętał dobrze Marszałka, widywał go na defiladach wojskowych w Warszawie, odbywających się z okazji trzeciego maja i jedenastego listopada. 6 sierpnia 1934 roku uczestniczył w sypaniu Kopca pamięci Marszałka na Sowincu w Krakowie.

Do pasji bohatera niniejszego artykułu z całą pewnością zaliczyć należy lotnictwo. Udało mu się zostać pilotem nawigatorem. Gdy tylko rozpoczął pracę w Opolu, starał się wykorzystać lotnictwo do celów rozpoznawczych i kierowania akcjami pożarniczymi w zwalczaniu pożarów lasów [12, s. 27–28].

W Opolu wykorzystywano je po raz pierwszy na tak dużą skalę. Samochody pożarnicze miały na dachach namalowane numery operacyjne, żeby m.in. z samolotów można było z nimi nawiązywać bezpośredni kontakt. Ponadto Zdzisław Filingier był przez 20 lat prezesem Opolskiego Aeroklubu, w którym prowadził wiele sekcji: szybowcowych, samolotowych i spadochronowych. Organizował wiele imprez lotniczych o charakterze ogólnokrajowym i międzynarodowym, m.in. w ramach FAO promował wśród leśników europejskich metodę gaszenia pożarów lasów przez samoloty produkcji polskiej typu „Dromader” i „Kruk”. Z pozytywnych doświadczeń skorzystało później wielu innych komendantów [9].

Trzecim żywiołem, z jakim pułkownik Filingier się mierzył, była woda. Był tzw. wodniakiem, posiadał patent żeglarski, patent sternika motorowodnego i płetwonurka. Przy komendzie wojewódzkiej założył klub płetwonurków, wkrótce przekształcony w oddział ratownictwa wodnego. Tę specjalność rozwinął w kilku komendach terenowych tj. w pobliżu akwenów w: Nysie, Kędzierzynie-Koźlu i Grodkowie. Z jego inicjatywy w 1984 roku na Jeziorze Srebrnym w Turawie zorganizowano pierwsze ogólnopolskie zawody strażaków płetwonurków.

W 1983 roku płk poż. Zdzisław Filingier otrzymał nagrodę wojewódzką I stopnia za szczególne osiągnięcia we wdrażaniu postępu technicznego i organizacyjnego w komendach straży pożarnych województwa opolskiego.

Można by zapytać, jak to możliwe, że jeden człowiek osiągnął tak wiele sukcesów, w tak licznych dziedzinach. Odpowiedzi na to pytanie przed kilkoma laty udzielił sam bohater tego artykułu: „Mój sukces oparty jest na sukcesie moich podwładnych. Zajmowali oni corocznie czołowe miejsca we współzawodnictwie, wyjeżdżali na zawody pożarnicze i nierzadko zwyciężali, ceniono ich za profesjonalizm i koleżeńskość. Na tak wysoką ocenę zasłużyli swoją pracą szkoleniową. Moja rola sprowadzała się do tego, aby stworzyć ku temu optymalne warunki. Nigdy jednak nie uważaliśmy, że posiadaliśmy wszystkie rozumy. Dwa, trzy razy w roku zbieraliśmy się w gromadkę

i jechaliśmy z wizytą do innych województw. Zawsze z tych konfrontacji wynikało dla nas coś pożytecznego. Tak, to prawda, że dowodziłem nietypowo. Ale i ludzi miałem innych niż gdzie indziej – lepszych. Nigdy nie wyręczałem nikogo w kierowaniu. Dawałem dowódcom wolną rękę, rezerwując dla siebie rolę arbitra. Osobiście angażowałem się w sprawy o znaczeniu strategicznym, decydującym o jakości działania straży na Opolszczyźnie” [9, 12, s. 27–28; 2, s. 148].

W okresie pożarniczej służby, jak i po jej zakończeniu, będąc na emeryturze, działał społecznie w wielu organizacjach. Pełnił m.in. funkcję wiceprezesa Zarządu Oddziału Wojewódzkiego Związku OSP RP w Opolu. Od 2002 roku był honorowym prezesem Zarządu Wojewódzkiego. Przez 15 lat był członkiem Prezydium Zarządu Wojewódzkiego Polskiego Czerwonego Krzyża, pełniąc różne funkcje. Był także członkiem Komisji Historycznej Związków Kombatantów Rzeczypospolitej Polskiej i Byłych Więźniów Politycznych. Od 1993 roku był członkiem Kapituły Medalu Honorowego im. Józefa Tuliszkowskiego. Jako pierwszy i jeden z nielicznych osób, za wybitne zasługi dla pożarnictwa został uhonorowany tym medalem [1, s. 79]. W 1996 roku został współzałożycielem struktur wojewódzkich Związku Emerytów i Rencistów Pożarnictwa RP. Był Honorowym Obywatелем Miasta Korfantów, który to tytuł nadała mu Rada Miejska Korfantowa w 2002 roku [14].

Wspomnienia rodzinne

Zdzisław Filingier wziął ślub w 1945 roku w Bytomiu, już na ziemiach odzyskanych. Była to jedna z pierwszych uroczystości tego typu na tych terenach. Z żoną Anną znali się od najmłodszych lat, w dzieciństwie razem się wychowywali. Żona była córką strażaka płk. Eugeniusza Rusickiego i dobrze знаła trudy strażackiego życia. Wiedziała dobrze, co ją czeka, gdy wyjdzie za niego za mąż, a mimo to zgodziła się na ślub. Pani Filingier, tak jak i bohater tego artykułu, w młodości była zrzeszona w organizacji podziemnej – była żołnierzem Armii Krajowej, prowadziła kolportaż prasy, przeszła kurs sanitariuszek, brała udział w Powstaniu Warszawskim jako łączniczka. Razem wychowali trzy córki. Jak wspominała, przystosowanie się do nowych warunków życia w stanie małżeńskim, z dala od domu i znajomych, wymagało dużo cierpliwości, poświęcenia i wyrozumiałości. Z czasem nowe warunki życia zaczęły jej się podobać. Zmiany mieszkania zbytnio nie przeszkadzały, było ich zaledwie pięć w przeciągu pięćdziesięciu lat. Początkowo niepokoiła ją bardzo nieobecność męża, ale z biegiem czasu przywykła do tego. Wiedziała, że mąż wykonuje niebezpieczny zawód. Kobiecą intuicją wyczuwała, że jest jednym z najlepszych w zawodzie i tak naprawdę bała się o jego życie dopiero podczas pożaru rafinerii w Czechowicach-Dziedzicach, gdy docierały do niej wieści o kolejnych ofiarach. Raz na jakiś czas mąż wracał do domu, był nieludzko zmęczony, przespał się i ponownie wyjeżdżał na miejsce katastrofy w Karlinie. Państwo Filingierowie wychowali 3 córki: Małgorzatę, Joannę i Barbarę. W ich wspomnieniach ojciec nie był tak dynamiczny, był raczej wyciszony, spokojny. Wydawał się, jak gdyby regenerował siły do większego działania. Towarzyszyły mu zawsze książki i czasopisma. Pani Małgorzata,

wspominając czasy nyskie, mówiła, że jej kontakt z ojcem był najżywszy. Często bawiąc się z dziećmi na placu szkolnym, miała z nim bezpośredni kontakt. Niejako uczestniczyła w zajęciach ojca, podglądała przebieg prowadzonych przez niego ćwiczeń. Wszystko zmieniło się z momentem przeprowadzenia do Opolu. Mieszkali wówczas z dala od komendy i kontakty z ojcem zostały ograniczone do krótkotrwałych spotkań. Dzieci widywały go rano, gdy szedł do pracy i wieczorem, gdy z niej wracał. Pogodziły się z tym, uznając, że tak być już musi, ale w święta i niedziele (choć i nie zawsze) tata należał do nich. Całą rodziną udawali się do lasu na wypoczynek i długie spacery. Ojciec szczególnie lubił las, w młodości miał przecież zostać leśnikiem. W 1990 roku płk Zdzisław Filingier był już na zasłużonej emeryturze. W straży pożarnej przepracował 45 lat, z czego 20 lat na stanowisku komendanta wojewódzkiego. Mieszkał w Opolu i chociaż odszedł z czynnej służby chętnie odwiedzał i wspierał radą swych następców i młodszych kolegów z Komendy Wojewódzkiej Państwowej Straży Pożarnej w Opolu. Cieszył się wielką sympatią wśród najbliższego otoczenia, w służbie pożarniczej oraz innych współdziałających organizacji. Dla nas stał się człowiekiem-legendą, wzorem do naśladowania.

Pan pułkownik Zdzisław Filingier mawiał: „Dziś straż postrzegam z pozycji emeryta. Nie siedzę jednak z założonymi rękoma, lecz nadal staram się być aktywnym. Działam w organizacjach i stowarzyszeniach. Często goszczę w Komendzie Wojewódzkiej PSP w Opolu, spotykam się z emerytami pożarnictwa i na miarę sił kultuwuję swoje życiowe pasje. Życia pustką nie wypełni...” [12, s. 27–28].

Benefis

19 stycznia 2012 roku w ośrodku „Wodnik” w Turawie odbył się benefis płk. poż. w st. spocz. Zdzisława Filingiera z okazji 90. rocznicy urodzin w celu uhonorowania jego dorobku i zasług dla ochrony przeciwpożarowej. Ten wybitny oficer straży pożarnej był jednym z twórców powojennego pożarnictwa na Opolszczyźnie. Współorganizował szkołę w Nysie, a następnie do 1989 roku pełnił funkcję komendanta wojewódzkiego Straży Pożarnych w Opolu. Przez te lata wychował szerokie grono strażaków, wydał szereg książek, organizował ratownictwo wodne, służbę operacyjną i techniczną, sport pożarniczy, wspierał ochotnicze pożarnictwo. To z jego inicjatywy wybudowano i wyremontowano większość strażnic zawodowych i ochotniczych straży pożarnych. Swoją pracą stworzył podstawy do utworzenia Państwowej Straży Pożarnej. Na uroczystości byli obecni przedstawiciele władzy państwowej i samorządowej, Komendant Główny PSP, Komendant Wojewódzki PSP w Opolu, przedstawiciel Klubu Generalskiego, dawni współpracownicy, przyjaciele i córka. „Bardzo wam wszystkim dziękuję za przybycie” – mówił wzruszony jubilat. „A szczególnie moim dawnym współpracownikom, bo bez ich pomocy, zaangażowania i akceptacji nie dałoby się tyle osiągnąć dla ochrony przeciwpożarowej naszej Opolszczyzny!” [3, s. 51–57]. Uroczystość przebiegała w kameralnej i ciepłej atmosferze. Na przywitanie Jubilata wszyscy zaproszeni goście zaśpiewali jego ulubioną pieśń z czasów partyzantki.

Ważnymi akcentami benefisu było przekazanie przez Wiceministra Spraw Wewnętrznych od Prezydenta Rzeczypospolitej Polskiej Bronisława Komorowskiego życzeń oraz serdecznych gratulacji i wyrazów najwyższego uznania dla dorobku i postawy życiowej Jubilata. Następnie podziękowania złożył ówczesny komendant Główny PSP gen. bryg. Wiesław Leśniakiewicz: „Czuję ogromną treść i wzruszenie, że przychodzi mi jako Komendantowi Głównemu, złożyć pokłon, honory i dziękczynienie za Pana wielki dorobek na rzecz ochrony przeciwpożarowej, ale przede wszystkim dla naszej umiłowanej Rzeczypospolitej Polskiej”. Po tych słowach komendant główny PSP i gen. bryg. w st. spocz. Feliks Dela oraz pozostali członkowie Klubu Generalskiego przyznali Jubilatowi honorowe członkostwo w Klubie i wręczyli replikę pierścienia generalskiego. Wszyscy goście odnosili się z uznaniem do życiorysu Pułkownika Filingiera, który stanowił piękną kartę naszej historii, zapisaną zwycięską pasją działania, godnością i miłością do Ojczyzny. W oczach Jubilata nie raz podczas benefisu pojawiały się łzy wzruszenia oraz szczęścia [15].

W okresie 44-letniej pożarniczej służby, w tym 40-letniej na Opolszczyźnie, efektywnie wpływał na rozwój ochrony przeciwpożarowej, dokumentując tym swój wkład w skuteczne zapewnienie bezpieczeństwa wewnętrznego państwa. Za swoją walkę w obronie ojczyzny, osiągnięcia zawodowe, jak i społeczne został odznaczony m.in.: Krzyżem Walecznych, Krzyżem Oficerskim Orderu Odrodzenia Polski, Krzyżem Komandorskim Orderu Odrodzenia Polski, Krzyżem Kawalerskim Orderu Odrodzenia Polski, Złotym Krzyżem Zasługi, Krzyżem Partyzanckim, złotym medalem „Za zasługi dla obronności kraju”, Krzyżem Armii Krajowej, Złotym Znakiem Związku OSP, Medalem „Za ofiarność i odwagę”, Medalem Zwycięstwa i Wolności, Medalem „Za Zasługi dla ochrony przeciwpożarowej”, Medalami „Za zasługi dla pożarnictwa”, Medalami im. Józefa Tuliszkowskiego i im. B. Chomicza, Złotym Krzyżem „Zasługi dla ZHP”, Medalem Rodła, Odznaką Honorową PCK, odznaką „Zasłużony nauczyciel PRL”, odznaką „Zasłużony Działacz Kultury Fizycznej”, odznaką „Zasłużony dla województwa opolskiego”, Medalem 10-o i 40-o lecia PRL, medalem „Za zasługi dla obronności kraju” oraz wieloma innymi odznakami honorowymi i regionalnymi [4, s. 58].

Jak sam wspominał w jednym z wywiadów dla prasy: „Miałem jakby dwa życia – jedno wojenne, drugie strażackie. W obydwa z nich, mówiąc słowami poety, nie głaskało mnie życie po głowie i nie pijałem ptasiego mleka...” [16].

10 listopada 2015 roku płk. poż. w st. spocz. Zdzisław Filingier zmarł w wieku 93 lat. W piątek 13 listopada 2015 roku rodzina, bracia strażacki, kombatancki i przyjaciele wyruszyli w ostatnią drogę konduktem żałobnym, odprowadzając w miejsce spoczynku na ostatnią służbę, największego strażaka Opolszczyzny. Na zakończenie drogi zawył syreny samochodów pożarniczych, oddano honorową salwę i zagrano na trąbce „Jak to na wojence ładnie” (Śpij Kolego), a w tym samym czasie nad zgromadzonymi żałobnikami pojawił się samolot Dromader, który zatoczył koła i następnie odleciał machając skrzydłami. W uroczystości pogrzebowej uczestniczył m.in. ówczesny komendant główny PSP gen. bryg. Wiesław Leśniakiewicz i jego zastępcy oraz emerytowani komendanci główni i ich zastępcy, komendanci wojewódzcy i komendanci szkół.

W ceremonii uczestniczyło około 700 osób: rodzina, 20 generałów pożarnictwa, kompania honorowa Państwowej Straży Pożarnej, kompania 10. Opolskiej Brygady Logistycznej, orkiestra dęta Góraźdże, 70 pocztów sztandarowych komend wojewódzkich, szkół PSP, komend powiatowych, jednostek OSP, organizacji kombatanckich, strażacy PSP i OSP oraz koledzy [4, s. 59–61].

Literatura

- [1] Stroński H. (red.), *Monografia Ochrony Przeciwpowozarowej woj. opolskiego w latach 1950–2012*, Krapkowice 2014.
- [2] Schroeder M., Kazimierczak R., Kamiński R., *Generałowie polskiego pożarnictwa 1976–2012*, Warszawa 2012.
- [3] Boćwiński J., *Pułkownik Pożarnictwa Zdzisław Filinfier Pseudonim Partyzancki Roszak*, Opole 2016.
- [4] Głowacki A., *Życia pustką nie wypełni...*, „Przegląd Pożarniczy” 1994, 3.
- [5] Wawrzyniak E., *O Panie skrusz ten miecz*, Warszawa 1982.
- [6] Wyrwa J., *Chłopcy z lasu*, Londyn 1973.
- [7] Wyrwa J., *Krystyna. Opowieść z dziejów Armii Krajowej*, Londyn 1977.
- [8] Wyrwa J., *Pamiętniki Partyzanta*, Londyn 1991.
- [9] Strona internetowa Komendy Głównej PSP w Warszawie, http://www.straz.gov.pl/panstwowa_straz_pozarna/zdzislaw_filingier, [dostęp: 24.01.2017].
- [10] Bielecki P., *Dzieje nyskiej placówki oświatowej*, „Przegląd Pożarniczy” 1989, 12.
- [11] Stefański A., *Historia przebudowy ustroju ochrony przeciwpożarowej w Polsce w świetle dokumentów i faktów. Lata 1918–1992*, t. 2.
- [12] Głowacki A., *Nie byłem biernym obserwatorem*, „Przegląd Pożarniczy” 1997, 11.
- [13] G.E., *Rzetelny, Lubiany, Ceniony*, „Przegląd Pożarniczy” 1994, 10.
- [14] Szelka S., *Głos Weterana i Rezerwisty*, Kwiecień 2008, <http://gwir.pl/media/42008s.pdf>, [dostęp: 24.01.2017].
- [15] Strona internetowa Komendy Głównej PSP w Warszawie, http://www.straz.gov.pl/aktualnosci/lista_aktualnosci/Benefis-pulkownika-Filingiera-idn:33837, [dostęp: 24.01.2017].
- [16] Strona internetowa Komendy Wojewódzkiej PSP w Opolu, <http://psp.opole.pl/aktualnosci/benefis-pulkownika-zdzislawa-filingiera>, [dostęp: 24.01.2017].

KPT. MGR KRZYSZTOF SOBKOWICZ – absolwent Wydziału Historyczno-Pedagogicznego Uniwersytetu Opolskiego. Od 1998 roku funkcjonariusz Państwowej Straży Pożarnej. Obecnie pracuje na stanowisku dyżurnego operacyjnego stanowiska kierowania opolskiego komendanta wojewódzkiego. Autor publikacji dotyczących świętego Floriana. Interesuje się historią Opolszczyzny.



Jak uzyskać krajową ocenę techniczną CNBOP-PIB dla wyrobu budowlanego?

GRZEGORZ MROCZKO
BEATA WOJTASIAK

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 listopada 2016 r. w sprawie Krajowych Ocen Technicznych z dniem 1 stycznia 2017 r. krajowe oceny techniczne zastąpiły wydawane dotychczas aprobaty techniczne. Rozporządzenie opisuje warunki oraz określa obowiązki i wymagania każdej ze stron w procesie wydawania Krajowych Ocen Technicznych.

Decyzją Ministerstwa Infrastruktury i Budownictwa nr 1/JOT/WB/16, CNBOP-PIB zostało upoważnione do pełnienia funkcji jednostki oceny technicznej (JOT). Powyższa decyzja wskazuje Instytut jako organ kompetentny do wydawania Europejskich Ocen Technicznych a tym samym w myśl art. 9 ust. 2 pkt. 1 ustawy z dnia 25 czerwca 2015 r. o zmianie ustawy o wyrobach budowlanych, ustawy – Prawo (...) o systemie oceny zgodności upoważnia również do wydawania Krajowych Ocen Technicznych.

CNBOP-PIB jako Jednostka Oceny Technicznej na wniosek producentów wydaje, zmienia, przedłuża i uchyla krajowe oceny techniczne dla wyrobów budowlanych stosowanych w ochronie przeciwpożarowej w zakresie:

- stałych urządzeń przeciwpożarowych (wyroby do wykrywania i sygnalizacji pożaru, wyroby do kontroli rozprzestrzeniania ciepła

- i dymu oraz tłumienia wybuchu, systemy ewakuacyjne)
- kabli zasilających, sterujących i komunikacyjnych.

Co to jest krajowa ocena techniczna i dla jakich wyrobów jest wydawana?

Przez krajową ocenę techniczną (KOT) należy rozumieć udokumentowaną, pozytywną ocenę właściwości użytkowych zasadniczych charakterystyk wyrobu budowlanego, które zgodnie z zamierzonym zastosowaniem mają wpływ na spełnienie podstawowych wymagań, o których mowa w art. 5 ust. 1 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (Dz.U. z 2013 r., poz. 1409, z późn. zm.), przez obiekty budowlane, w których wyrób będzie stosowany.

Krajową ocenę techniczną wydaje się dla wyrobu budowlanego:

1. nieobjętego zakresem przedmiotowym Polskiej Normy wyrobu, albo

2. jeżeli w odniesieniu do co najmniej jednej zasadniczej charakterystyki wyrobu budowlanego metoda oceny przewidziana w Polskiej Normie wyrobu nie jest właściwa, albo
3. jeżeli Polska Norma wyrobu nie przewiduje metody oceny w odniesieniu do co najmniej jednej zasadniczej charakterystyki wyrobu budowlanego.

Wykaz wyrobów dla których CNBOP-PIB wydaje Krajowe Oceny Techniczne jest dostępny w informatorze o Krajowych Ocenach Technicznych.

Jak uzyskać krajową ocenę techniczną CNBOP-PIB dla wyrobu budowlanego?

Warunkiem wszczęcia postępowania w sprawie wydania krajowej oceny technicznej jest złożenie przez Wnioskodawcę pisemnego „Wniosku o wydanie krajowej oceny technicz-

nej”. Wraz z wnioskiem musi zostać dostarczony opis techniczny produktu wraz z obliczeniami, rysunkami oraz wszelkimi innymi informacjami, które biorą udział w procesie oceny właściwości użytkowych wyrobu. Ponadto, wnioskodawca przedkłada informację dotyczącą funkcjonującego systemu Zakładowej Kontroli Produkcji oraz procesu produkcyjnego obejmującego produkt, dla którego wnioskuje o uzyskanie KOT.

Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego – Państwowy Instytut Badawczy (CNBOP-PIB) w ramach swojej działalności wydaje szereg dokumentów – wśród nich Krajowe Oceny Techniczne (KOT) dla wyrobów budowlanych stosowanych w ochronie przeciwpożarowej.

Postępowanie w sprawie wydania KOT

W trakcie postępowania Zakład Ocen Technicznych CNBOP-PIB dokonuje oceny właściwości użytkowych wyrobu, biorąc pod uwagę jego przyszłe zastosowanie oraz obowiązujące w przypadku tego wyrobu przepisy i opracowania naukowe. Ponadto dokonuje analizy wszystkich danych dostarczonych przez Wnioskodawcę,



aby uzyskać optymalną ocenę. Wszelkie warunki oceny brane pod uwagę w tym procesie są jasno określone przez Zakład Ocen Technicznych CNBOP-PIB i udostępnione na stronie internetowej.

W terminie do jednego miesiąca od dnia rejestracji „Wniosku...” Zakład Ocen Technicznych CNBOP-PIB dokonuje weryfikacji „Wniosku...”, sprawdza kompletność i ocenia jego zasadność, następnie zawiadamia Wnioskodawcę o potrzebie przeprowadzenia postępowania w sprawie wydania krajowej oceny technicznej lub przedstawia pisemne uzasadnienie odmowy wszczęcia postępowania.

W okresie 2 miesięcy od dnia wszczęcia postępowania, o ile umowa nie stanowi inaczej, jednostka oceny przedstawia Wnioskodawcy pisemne stanowisko w sprawie „Wniosku...”.

W stanowisku CNBOP-PIB określa:

- ewentualne braki/nieprawidłowości we „Wniosku...”;
- rodzaj, przedmiot, metody i zakres dodatkowych badań, obliczeń i klasyfikacji, wraz ze złożonym uzasadnieniem konieczności ich wykonania,
- zakres i przedmiot ewentualnych dodatkowych dokumentów i informacji (dodatkowych danych, sprawozdań oraz certyfikatów, atestów i opinii) wynikających z odrębnych przepisów,
- wskazuje właściwe laboratorium do wykonania badań;
- konieczność oględzin wyrobu w miejscu jego produkcji/zainstalowania.

W terminie do 2 miesięcy od dnia uzyskania przez CNBOP-PIB sprawozdań z dodatkowych badań, uzasadnień obliczeniowych, dodatkowych danych, sprawozdań oraz certyfikatów, atestów, dopuszczeń i opinii, o których mowa wyżej, następuje wydanie kra-

jowej oceny technicznej lub odmowa wydania krajowej oceny technicznej wraz z uzasadnieniem.

Po uzyskaniu kompletu niezbędnej dokumentacji CNBOP-PIB wydaje Producentowi/Wnioskodawcy Krajową Ocenę Techniczną lub odmawia jej wydania, odpowiednio uzasadniając swoją decyzję.

Wybór laboratorium badawczego

Badania mogą być wykonane w laboratoriach krajowych, Jednostkach Oceny Technicznej lub innych wskazanych przez Wnioskodawcę. Wpływ na wybór laboratorium ma system oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych dla wyrobu oraz zakres wykonywanych badań.

CNBOP-PIB w procesie wydawania krajowej oceny technicznej uznaje wyniki badań i obliczeń:

- laboratoriów akredytowanych, laboratoriów zagranicznych w przypadku odpowiednich umów międzynarodowych oraz laboratoriów notyfikowanych zgodnie z rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 305/2011 z dnia 9 marca 2011 r. ustanawiającego zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych i uchylającego dyrektywę Rady 89/106/EWG (Dz. Urz. UE L 88 z 4.4.2011 str. 5, L 103 z 12.4.2013, str. 10, L 157 z 27.5.2014, str. 76 oraz L 159 z 28.5.2014, str. 41),
- innych laboratoriów krajowych i zagranicznych, z którymi jednostka oceny zawarła porozumienie w zakresie uznawania wyników badań.

Zakład Ocen Technicznych CNBOP-PIB może uznać na żądanie Wnioskodawcy wyniki badań laboratoriów krajowych i zagranicznych, jeżeli wykonane są one metodami przez niego akcepto-

walnymi. Zakład Ocen Technicznych CNBOP-PIB zastrzega sobie prawo przeglądu i oceny metod, łącznie z oględzinami stanowisk badawczych na miejscu.

Informacje zawarte w KOT

Krajowa Ocena Techniczna nie jest dokumentem dopuszczającym do obrotu i stosowania w budownictwie, stanowi jedynie specyfikację techniczną w procesie oceny właściwości użytkowych wyrobu budowlanego i wydania, w oparciu o tę ocenę, krajowego certyfikatu stałości właściwości użytkowych albo krajowej deklaracji właściwości użytkowych – dokumentów dopuszczających wyroby do obrotu i stosowania w budownictwie.

Współpraca z CNBOP-PIB

Firmy zainteresowane uzyskaniem Krajowej Oceny Technicznej CNBOP-PIB dla swoich wyrobów zapraszamy do współpracy. W ramach działalności laboratoriów badawczych CNBOP-PIB oferujemy Wnioskodawcom przeprowadzenie badań wyrobów. Szczegółowe informacje dotyczące zakresu, zasad i trybu udzielania krajowych ocen technicznych dla wyrobów budowlanych opisano w standardzie CNBOP-PIB-0035-2017 Krajowe Oceny Techniczne oraz Informatorze o Krajowych Ocenach Technicznych dostępnych na stronie internetowej CNBOP-PIB (www.cnbop.pl).

GRZEGORZ MROCZKO

starszy specjalista w Zakładzie Ocen Technicznych CNBOP-PIB

BEATA WOJTASIAK

specjalista w Zakładzie Ocen Technicznych CNBOP-PIB



Laboratorium akredytowane
przez Polskie Centrum Akredytacji – AB 059

TWÓJ PARTNER W
BEZPIECZEŃSTWIE

Zespół Laboratoriów Technicznego Wyposażenia Jednostek Ochrony Przeciwpożarowej CNBOP-PIB zajmuje się od wielu lat prowadzeniem badań na potrzeby wydania świadectw dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania w ochronie przeciwpożarowej oraz na potrzeby innych dokumentów. Dysponujemy doświadczonym zespołem pracowników oraz wyspecjalizowanymi stanowiskami badawczymi.

OFERTA BADAŃ

Zespół Laboratoriów
Technicznego Wyposażenia
Jednostek Ochrony Przeciwpożarowej



pojazdy pożarnicze

- samochody ratowniczo-gaśnicze
- samochody z drabiną mechaniczną,
- samochody z podnośnikiem hydraulicznym
- samochody ratownictwa technicznego i chemicznego



pompy pożarnicze

- autopompy
- motopompy przenośne i przewoźne
- motopompy pływające
- pompy z napędem turbinowym
- pompy strumieniowe
- wysokociśnieniowe agregaty gaśnicze
- motopompy do wody zanieczyszczonej
- motopompy pożarnicze dużej wydajności



węże i armatura pożarnicza

- pożarnicze węże tłoczne do hydrantów, do pomp pożarniczych i pożarnicze węże ssawne
- urządzenia do wytwarzania zastony wodnej
- prądownice wodne do pomp pożarniczych
- prądownice i wytwornice pianowe
- łączniki, łączniki kątowe, nasady, pokrywy nasad, przetłaczniki, smoki ssawne i rozdzielacze, zbieracze, zasysacze liniowe



środki ochrony indywidualnej

- aparaty powietrzne butłowe ze sprężonym powietrzem i maski,
- sygnalizatory bezruchu,
- ubrania specjalne: chroniące przed promieniowaniem cieplnym i płomieniem, chroniące przed czynnikami chemicznymi,
- hełmy, pasy i buty strażackie,
- ubrania i rękawice specjalne,
- kominiarki,
- szelki ratownicze



EFEKTY 1 ETAPU PROJEKTU

Opracowanie innowacyjnego systemu zarządzania bezpieczeństwem obiektów zabytkowych w zurbanizowanych centrach miast

TRAKT KRÓLEWSKI

RYNEK STAROMIEJSKI

KONRAD ZACIERA
BEATA WOJTASIAK

Projekt pt.: „Opracowanie
innowacyjnego
systemu zarządzania
bezpieczeństwem
obiektów zabytkowych
w zurbanizowanych
centrach miast”
nr DOB-BIO7/08/01/2015
realizowany jest ze
środków finansowych
Narodowego Centrum
Badań i Rozwoju.



Narodowe Centrum
Badań i Rozwoju

Priorytetowym obszarem badań naukowych w projekcie są nowoczesne technologie i innowacyjne rozwiązania w zakresie wykrywania, zwalczania i neutralizacji zagrożeń. Gestorem są Państwowa Straż Pożarna, właściwe wydziały bezpieczeństwa i zarządzania kryzysowego jednostek samorządowych, właściciele, zarządcy i użytkownicy obiektów zabytkowych (w zasobach państwa, samorządów oraz osób fizycznych i prawnych). Celem nadrzędnym, realizowanego w latach 2015-2018, projektu jest stworzenie innowacyjnego, teleinformatycznego systemu wspomagania zarządzania bezpieczeństwem w kontekście podniesienia poziomu bezpieczeństwa kompleksów obiektów zabytkowych ze szczególnym uwzględnieniem wszelkich barier i specyficznych uwarunkowań terenowych. Demonstrator będzie uwzględniał

scenariusze zagrożeń dla kompleksów zabytkowych wraz z możliwością reagowania ratowniczego, kompleksowej technologii ratowniczej i systemu szkoleniowego.

Wypracowane w trakcie projektu OZAB rekomendacje dotyczące zarządzania bezpieczeństwem obiektów zabytkowych zlokalizowanych w centrach miast dedykowane są zwiększeniu bezpieczeństwa pożarowego tych obiektów, a w szczególności eksponatów i dóbr kultury o szczególnej wartości. Wprowadzenie innowacyjnego systemu OZAB służyć będzie poprawie zdolności do skutecznej ewakuacji dóbr i eksponatów znajdujących się w chronionych obiektach.

Cele I etapu projektu

Wśród celów określonych do osiągnięcia w ramach realizacji I etapu projektu OZAB założono:

ULICA MIKOŁAJA KOPERNIKA



ULICA ZABYTEKOWA



ULICA KRÓLEWSKA

- Analiza infrastruktury zabytkowych centrów miast o zabudowie kompleksowej stanowiącej dużą wartość historyczną i wyselekcjonowanie obszarów o największym poziomie zagrożeń i potencjalnych strat w kontekście humanitarnym i kulturowym;
- Wypracowanie rozwiązań i właściwych rekomendacji reagowania operacyjnego służb ratowniczych z uwzględnieniem ratownictwa na poziomie podstawowym i specjalistycznym.
- Opracowanie programów transformacji w zakresie podniesienia poziomu przygotowania, organizacyjnego i operacyjnego służb ratowniczych,
- Opracowanie modelu szkolenia i doskonalenia operacyjnego służb ratowniczych;
- Opracowanie modelu zarządzania bezpieczeństwem kompleksów zabytkowych o szczególnej wartości,
- Opracowanie modelu wdrożenia systemu dla wyselekcjonowanych kompleksów zabytkowych o szczególnej wartości kulturowej.

Efekty I etapu projektu

Zespół projektowy CNBOP-PIB w ramach prowadzonych badań w I etapie realizacji projektu OZAB, opracował koncepcję szkolenia i doskonalenia systemu szkolenia kadr zatrudnionych w obiektach muzealnych

i zabytkowych oraz opracował propozycję dedykowanych tematów szkoleń dla jednostek ratowniczych przewidzianych do prowadzenia działań w przypadku wystąpienia pożaru w tych obiektach. Zastosowanie proponowanych programów szkoleń wpłynie na lepsze przygotowanie i poprawienie kompetencji personelu mu-

zeów oraz ratowników przewidzianych do realizacji zadań podczas pożarów i innych zagrożeń. Powyższe jest ważne dla zapewnienia bezpieczeństwa pożarowego zwiedzających, pracowników a także zbiorów muzealnych i samych obiektów muzealnych, w tym tych zabytkowych.

CNBOP-PIB na podstawie prowadzonych badań w ramach realizacji przedstawionego powyżej projektu OZAB, opracowało kompleksową koncepcję certyfikacji obiektów zabytkowych, a także na jej potrzeby wytyczne do oceny rozwiązań organizacyjnych i technicznych w zakresie ich bezpieczeństwa pożarowego, w tym muzeów i gromadzonych w nich zbiorów. Ofertę w oparciu o przygotowany dedykowany program certyfikacji CNBOP-PIB już przygotowało i prowadzi pierwsze procesy. Ta nowa forma certyfikacji prowadzona jest przez Jednostkę Certyfikującą Usługi CNBOP-PIB. W warunkach polskich powyższa oferta certyfikacji bezpieczeństwa pożarowego jest działaniem innowacyjnym. Pierwsze doświadczenia zebrane już w tym zakresie pozwalają przypuszczać, iż działalność certyfikacyjna CNBOP-PIB w zakresie kompleksowej oceny bezpieczeństwa pożarowego w obiektach będzie się rozwijać w najbliższym czasie. Jesteśmy na to gotowi, a działanie to jest kolejnym ważnym krokiem po certyfikacji, wyrobów, usług i personelu istotnym dla poprawy i doskonalenia bezpieczeństwa pożarowego. Uzyskane przez CNBOP-PIB wyniki badań w ramach dotychczasowej realizacji projektu OZAB zostały opublikowane w otwartym dostępie w publikacji pt.: „Wybrane zagadnienia bezpieczeństwa pożarowego obiektów zabytkowych – wyniki badań i rekomendacje”.

KONRAD ZACIERA

kierownik Zakładu
Ocen Technicznych CNBOP-PIB

BEATA WOJTASIAK

specjalista w Zakładzie Ocen Technicznych CNBOP-PIB

Projekt
pt.: „Opracowanie innowacyjnego systemu zarządzania bezpieczeństwem obiektów zabytkowych w zurbanizowanych centrach miast” nr DOB-BIO7/08/01/2015 realizowany jest ze środków finansowych NCBR (konkurs nr 7/2015 na wykonanie projektów w zakresie badań naukowych lub prac rozwojowych na rzecz obronności i bezpieczeństwa państwa). Wartość projektu wynosi 6 226 007 złotych. Projekt realizowany przez konsorcjum naukowców składające: Szkoła Główna Służby Pożarniczej, Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego – Państwowy Instytut Badawczy, Szkoła Aspirantów Państwowej Straży Pożarnej w Krakowie, Dynamic Safety Corporation Sp. z o.o.



Zaawansowane technologie teleinformatyczne wspomagające projektowanie systemu ratowniczego na poziomach: gmina, powiat, województwo – znaczenie wyników projektu w kontekście funkcjonowania służb ratowniczych

BEATA WOJTASIAK

To, czy pomoc ratownicza może zostać udzielona, zależy od czasu, w jakim od momentu wystąpienia zdarzenia krytycznego na miejsce wezwania może dotrzeć zespół ratowniczy. Szczególnie w przypadku pożarów to czas, po jakim zespół ratowniczy dotrze na miejsce wezwania, jest decydujący w kontekście możliwości udzielenia poszkodowanym pomocy.



Narodowe Centrum
Badań i Rozwoju

W latach 2012–2015 konsorcjum naukowe w składzie: Szkoła Główna Służby Pożarniczej, Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego – Państwowy Instytut Badawczy, Uczelnia Techniczno-Handlowa im. Heleny Chodkowskiej, Asseco Poland S.A. oraz ITTI Sp. z o.o. realizowało projekt badawczo-rozwojowy pt. „Zaawansowane technologie teleinformatyczne wspomagające projektowanie systemu ratowniczego na poziomach: gmina, powiat, województwo”. Przedsięwzięcie zostało sfinansowane ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju w ramach konkursu nr 3/2012 na wykonanie projektów w zakresie badań naukowych lub prac rozwojowych na rzecz obronności i bezpieczeństwa państwa. Całkowita wartość projektu wynosiła ponad 6 milionów złotych. Celem głównym projektu było opracowanie i wykonanie zaawansowanego technologicznie narzędzia teleinformatycznego wspomagającego projektowanie systemu ratowniczego

na poziomach gminy, powiatu oraz województwa. Do jego realizacji wykorzystano dane zawarte w istniejących bazach danych (SWD-ST) oraz tych będących w dyspozycji jednostek wykonujących analizy systemów ratowniczych dla konkretnych obszarów administracyjnych. Do zadań projektu należało także opracowanie i wykonanie mobilnej aplikacji służącej zwiększaniu świadomości społeczeństwa w zakresie zasad bezpiecznego zachowania na wypadek zagrożeń. Pomysłodawcy projektu wzięli pod lupę kwestię zależności, jaka występuje pomiędzy czasem dojazdu jednostek ratowniczych do miejsca zdarzenia a ich wyposażeniem oraz odległością od miejsca zdarzenia. Czynniki te uznali za decydujące w kontekście organizacji działań w skali makro w przypadku zdarzeń obejmujących swoim zasięgiem obszar gminy, powiatu lub województwa. Wynika to z prostego faktu – to, czy pomoc ratownicza może zostać udzielona, zależy od czasu, w jakim

od momentu wystąpienia zdarzenia krytycznego na miejsce wezwania może dotrzeć zespół ratowniczy (dysponujący odpowiednią liczbą wykwalifikowanych ratowników oraz wyposażeniem technicznym dostosowanym do prognozowanej mocy zdarzenia krytycznego). Szczególnie w przypadku pożarów to czas, po jakim zespół ratowniczy (składający się z 2–5 zastępów pożarniczych) dotrze na miejsce wezwania, jest decydujący w kontekście możliwości udzielenia poszkodowanym pomocy ratowniczej. Dotyczy to szczególnie pożarów w budynkach mieszkalnych. Ofiary pożarów w tego rodzaju obiektach stanowią 80% wszystkich ofiar pożarów (średnio 500 osób rocznie). Sytuacja nie ulega poprawie, a wręcz pogarsza się, gdyż pożary w mieszkaniach rozwijają się coraz szybciej ze względu na coraz częstsze wyposażanie ich w dużą liczbę urządzeń elektrycznych i łatwopalnych mebli, których spalanie powoduje wydzielanie dużych ilości gazów toksycznych i dymu. Podobnie w przypadku wypadków komunikacyjnych czas dotarcia jednostek ratowniczych KSRG rozstrzyga często, czy pogotowie ratunkowe zdoła udzielić skutecznej pomocy medycznej osobom, które uległy ciężkim obrażeniom.

Efekty projektu

Opracowane w ramach projektu oprogramowanie wspomagające projektowanie systemu ratowniczego pozwala m.in. na: generowanie i wizualizację danych historycznych, przygotowanie interaktywnych map zagrożeń i ryzyka oraz generowanie poziomów osiągalności pomocy ratowniczej w oparciu o podstawowe parametry skutecznego udzielania pierwszej pomocy ratowniczej podczas zdarzeń krytycznych w trzech kategoriach (pożary, wypadki komunikacyjne, inne miejscowe zagrożenia). Ponadto nowe narzędzie umożliwia diagnozowanie poziomu dostępności pierwszej pomocy ratowniczej na obszarach objętych ochroną KSRG zgodnie z art. 1 ust. 2 ustawy z dnia 24 sierpnia 1991 o ochronie

przeciwpożarowej. W oparciu o te diagnozy możliwe jest opracowanie precyzyjnych planów potrzeb ochrony przeciwpożarowej w zakresie zasobów osobowych i technicznych, które powinny być w gotowości do udzielania PPR i tym samym na optymalizację rozmieszczenia tych zasobów. Zespół projektowy CNBOP-PIB, jako konsorcjum w projekcie, w oparciu o przeprowadzone badania i analizy opracował:

- model matematyczny systemu ratowniczego,
- profil gotowości jednostek ratowniczych zawodowych i ochotniczych, który mógłby być cennym narzędziem, szczególnie w odniesieniu do jednostek OSP do oceny ich mobilności, a tym samym przydatności w KSRG,
- projekty składów zespołów ratowniczych (pojazdy i ratownicy) dla pięciu poziomów ryzyka w trzech kategoriach zdarzeń krytycznych.

Zgodnie z założonymi celami projektu w ramach konsorcjum opracowano także aplikację mobilną służącą do podnoszenia świadomości o zagrożeniach i zasadach zachowania się w sytuacjach zagrożeń.

Co dalej?

Oprogramowanie „PSR” osiągnęło VIII poziom gotowości. Istotnym aspektem w dalszym rozwoju oprogramowania byłoby osiągnięcie IX poziomu gotowości i próbne wdrożenie opracowanego narzędzia w wybranych powiatowych lub wojewódzkich komendach PSP. Długookresowe testowe użytkowanie oprogramowania przez użytkowników docelowych przyczyniłoby się do jego dalszego rozwoju (m.in. poprzez zidentyfikowanie potrzeb nowych funkcjonalności, aktualizacji i optymalizacji już istniejących, dostosowanie oprogramowania do zmieniających się przepisów prawa). Dalsze prace badawcze i projektowe mogłyby wówczas koncentrować się na rozbudowie oprogramowania tak, aby można było wprowadzić w nim nowe funkcje pozwalające na monitorowanie i szcze-

gółowe analizowanie stanu gotowości zasobów osobowych i gotowości technicznej poszczególnych jednostek ratowniczych wchodzących w skład systemu, a także jednostek pomocowych, których wsparcie jest często niezbędne podczas skomplikowanych działań ratowniczo-gaśniczych. W tym celu niezbędne byłoby jednak wprowadzenie do stosowania standardów udzielania pomocy ratowniczej przez te specjalistyczne podmioty.

Beneficjentem wyników projektu jest Państwowa Straż Pożarna, która ma możliwość standaryzacji i wdrożenia oprogramowania. Omawiane narzędzie może być również wykorzystane do oceny poziomu bezpieczeństwa w zakresie dostępności PPR. Podkreślenia wymaga to, iż zastosowanie omawianego oprogramowania pozwala na przeprowadzenie obiektywnej diagnozy obecnego rozmieszczenia zasobów ratowniczych (ludzkich i materialnych). Funkcjonalności oprogramowania mogą pomóc w planowaniu i zmianie rozmieszczenia jednostek ratowniczych oraz zasobów ludzkich i materialnych tak, aby mogły realizować usługi ratownicze na określonym obszarze zgodnie z przyjętymi standardami. Dużą zaletą jest możliwość modelowania relokacji jednostek i zasobów w powiązaniu z tym, jak to wpływa na dostępność usług ratowniczych na danym obszarze chronionym.

W ramach dodatkowych prac oprogramowanie może być rozszerzone na cały obszar planowanego Krajowego Systemu Ratowniczego (KSR). Upowszechnienie tej mobilnej aplikacji PSR jest ponadto narzędziem wsparcia w systemie edukacji dla bezpieczeństwa. Uzyskane przez CNBOP-PIB wyniki badań w ramach ww. projektu zostały zawarte w publikacji pt. Projektowanie systemu ratowniczego. Publikacja jest w dostępna do bezpłatnego pobrania na stronie www.cnbop.pl.

BEATA WOJTASIAK

specjalista w Zakładzie Oceny Technicznych CNBOP-PIB



45 LAT CNBOP-PIB

UTWORZENIE OBROP

Utworzenie Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Ochrony Przeciwpowozarowej (OBROP) w Józefowie-Dębinie na podstawie zarządzenia Nr 81 Ministra Spraw Wewnętrznych z dnia 14 sierpnia 1972 r.



OBROP -> CNBOP

Przekształcenie OBROP w Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowozarowej (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).

AKREDYTOWANE LABORATORIA

Uzyskanie akredytacji Polskiego Centrum Badań i Certyfikacji przez: Laboratorium Badań Właściwości Powozarowych Materiałów, numer certyfikatu L 60/1/96 (następnie Zakład Laboratorium Badań Właściwości Powozarowych 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 Powozarnej, certyfikat akredytacji Nr AB 059 wydany przez Polskie Centrum Akredytacji).



UTWORZENIE JEDNOSTKI CERTYFIKUJĄCEJ

Utworzenie w CNBOP Jednostki Certyfikującej w celu prowadzenia oceny zgodności wyrobów wprowadzanych do obrotu i stosowanych w ochronie przeciwpowozarowej.

KOLEJNA AKREDYTACJA

Uzyskanie akredytacji Polskiego Centrum Badań i Certyfikacji przez Zakład-Laboratorium Sygnalizacji Alarmu Powozaru i Automatyki Powozarowej.

1972

1974



OŚRODEK NORMALIZACYJNY MSW

Ustanowienie OBROP jako ośrodka normalizacyjnego w resorcie spraw wewnętrznych na podstawie zarządzenia Nr 66/67 Ministra Spraw Wewnętrznych.

1984

1992



JEDNOSTKA ORGANIZACYJNA PSP

Włączenie CNBOP w poczet jednostek organizacyjnych Państwowej Straży Powozarnej w rozumieniu ustawy z dnia 24 sierpnia 1991 r. o Państwowej Straży Powozarnej.

1996

1997



PATRON CNBOP – JÓZEF TULISZKOWSKI

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

AKREDYTACJA JEDNOSTKI CERTYFIKUJĄCEJ

Uzyskanie akredytacji Polskiego Centrum Badań i Certyfikacji (obecnie Polskie Centrum Akredytacji) przez Jednostkę Certyfikującą.



1999

2000



AKREDYTACJA DLA TRZECH LABORATORIÓW

Uzyskanie akredytacji Polskiego Centrum Badań i Certyfikacji przez kolejne 3 laboratoria badawcze: Zakład-Laboratorium Technicznych Zabezpieczeń Przeciwpowozarowych, Laboratorium Środków Gaśniczych i Sprzętu Podręcznego, Laboratorium Pojazdów i Wyposażenia.

JEDNOSTKA BADAWCZO-ROZWOJOWA

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.

AUTORYZACJA MINISTRA GOSPODARKI

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.

2003

2004



NOTYFIKACJA KOMISJI EUROPEJSKIEJ

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.

AUTORYZACJA MINISTRA INFRASTRUKTURY

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.

STATUS PAŃSTWOWEGO INSTYTUTU BADAWCZEGO

Nadanie przez Radę Ministrów Centrum Naukowo-Badawczemu Ochrony Przeciwpowozarowej im. Józefa Tuliszczowskiego w Józefowie statusu państwowego instytutu badawczego (Dz. U. Nr 181, poz. 1219), a tym samym wejście CNBOP do prestiżowego grona kilkunastu państwowych instytutów badawczych.

2010

2014



ZJEDNOCZONE EMIRATY ARABSKIE

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).

ISO 9001:2009

Uzyskanie przez CNBOP-PIB certyfikatu potwierdzającego, że system zarządzania jakością Instytutu jest zgodny z normą ISO 9001:2009.

EUROPEJSKA JEDNOSTKA OCENY TECHNICZNEJ

Uzyskanie przez CNBOP-PIB statusu Europejskiej Jednostki Oceny Technicznej. Kompetencje Instytutu w tym zakresie potwierdził Minister Infrastruktury i Budownictwa decyzją nr 1/JOT/WB/16 z 22 czerwca 2016.

2016



45 YEARS OF CNBOP-PIB

FOUNDING OF OBROP

Founding of the Research and Development Centre for Fire Protection (OBROP) in Józefów-Dębinka on the basis of Regulation no. 81 of August 14, 1972 issued by the Ministry of Home Affairs.



OBROP -> CNBOP

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 January 28, 1984. (Dz. ZiR KG SP [Official Journal of the National Headquarters of the State Fire Service of Poland No. 1-2, item 3]).

ACCREDITED LABORATORIES

Obtaining the Polish Centre for Testing and Accreditation certificates by: Laboratory for Testing Fire Properties of Materials, certificate no. L 6/1/96 (then called Department - Laboratory for Testing Fire Properties of Materials; certificate AN 060 issued by the Polish Centre of Accreditation), Laboratory of Pumps and Water-Foam fittings, certificate L 59/1/96 (then called Laboratory Department of Technical Equipment for Fire Service and Technical Fire Protection, certificate AB 059 issued by the Polish Department of Accreditation).



ESTABLISHMENT OF CERTIFICATION DEPARTMENT

Establishing at CNBOP a Certification Department aimed at the assessment of the compliance of marketed products used for fire protection.

ANOTHER ACCREDITATION

Department – Laboratory of Fire Signalling and Fire Automation gained accreditation of the Polish Centre for Testing and Accreditation.

1972

1974



CENTRE OF STANDARDIZATION IN THE DEPARTMENT OF HOME AFFAIRS

Granting OBROP the status of the centre of standardization in the Department of Home Affairs on the basis of the Regulation No. 66/67 of the Minister of Home Affairs.

1984

1992



ORGANISATIONAL UNIT OF THE STATE FIRE SERVICE

Inclusion of CNBOP into State Fire Service organisational units in accordance with the State Fire Service act of August 24, 1991.

1996

1997



CNBOP-PIB PATRONAGE - JÓZEF TULISZKOWSKI

CNBOP was named after Józef Tuliszkowski under Regulation no. 4 of the Minister of Interior and Administration of January 23, 1997 (Official Journal of the Ministry of Interior and Administration No. 2 item 22).

1998

ACCREDITATION FOR CERTIFICATION DEPARTMENT

CNBOP Certification Department obtained accreditation of the Polish Centre for Testing and Accreditation no 63/Cw-69/99 (Polish Centre for Accreditation).



1999

2000



ACCREDITATION FOR THREE LABORATORIES

Another three laboratories obtained the accreditation of the Polish Centre for Testing and Administration: Department – Laboratory of Technical Fire Protection, Laboratory of Extinguishing Media and Portable Equipment and Laboratory of Vehicles and Equipment.

RESEARCH AND DEVELOPMENT UNIT

Transformation of CNBOP from a public-budget entity into a research and development unit in accordance with the Act of July 25, 1985 on Research and Development Entities. Registration of CNBOP in the National Court Register.

AUTHORISATION THE MINISTER OF ECONOMY

CNBOP obtained authorisation of the Minister Minister of Economy, Labour and Social Policy under the Directive no. 89/686/EWG of December 21, 1989 on the approximation of laws, regulations and administrative provisions of the Member States relating to personal protection products.

2003

2004

2010



NOTIFICATION OF THE EU COMMISSION

CNBOP obtained notification of the European Commission (notification no. 1438) within the scope of the following Directives: 89/686/ EWG of December 21, 1989 on the approximation of law provisions of the Member States relating to personal protective equipment; 89/106/EWG of December 21, 1988 on the approximation of laws, regulations and administrative provisions of the Member States relating to construction products.

AUTHORISATION OF THE MINISTER OF INFRASTRUCTURE

CNBOP obtained authorisation of the Minister of Infrastructure under the Directive no. 89/106/ EWG of December 21, 1988 on the approximation of laws, regulations and administrative provisions of the Member States relating to construction products.

STATUS OF NATIONAL RESEARCH INSTITUTE

Scientific and Research Centre for Fire Protection (CNBOP) was granted the status of a National Research Institute (Journal of Laws, no. 181, item 1219) thus joining the elite group of a few national research institutes.

2014



UNITED ARAB EMIRATES

The General Headquarters of Civil Defence, Ministry of Interior of the United Arab Emirates recognized CNBOP-PIB Certification Department and BA Research Laboratory 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.

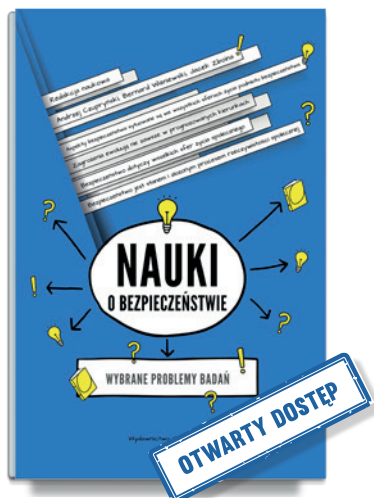
ISO 9001:2008

CNBOP-PIB was granted the certificate which confirms that its quality management system meets the requirements of PN-EN ISO 9001:2009.

EUROPEAN BODY OF TECHNICAL ASSESSMENT

CNBOP-PIB obtained a status of the Technical Assessment Body. Institute's competence in this area was confirmed by the Minister of Infrastructure and Construction pursuant to the decision no. 1/ JOT/WB/16 of 22 June 2016.

2016



Redakcja naukowa: Jarosław Prońko,
Bernard Wiśniewski, Jacek Zboina

NAUKI O BEZPIECZEŃSTWIE

Wybrane problemy badań

Liczba stron: 170

ISBN: 978-83-61520-59-7

Pełne wydanie do pobrania ze strony
www.cnbop.pl, zakładka WYDAWNICTWA/
KSIĄŻKI

Rzecz o metodzie, czyli jak badać bezpieczeństwo

Mimo postępu nauki i wysokiej organizacji bezpieczeństwa coraz częściej jesteśmy zaskakiwani nowymi zagrożeniami, które mimo usilnych starań bez przerwy się pojawiają. To proces, w którym uczestniczyć powinni badacze oraz ludzie z racji zajmowanych stanowisk i pełnionych funkcji odpowiadający za bezpieczeństwo na wszystkich poziomach funkcjonowania społeczeństwa, organizacji czy też państwa.

Przed naukowcami i pragmatykami stawiane są rosnące wymagania dotyczące odpowiedzi na pytania: jak jest? i dlaczego tak jest?, jak może być?, jakie kroki należy przedsięwziąć i jakie środki zastosować, aby poziom bezpieczeństwa wzrastał? Uwarunkowania badań bezpieczeństwa determinowane

indywidualnym i nowatorskim podejściem badaczy są przedmiotem rozważań i stanowią treść niniejszej monografii. W opracowaniu zawarto wybrane problemy z obszaru metodologii badań bezpieczeństwa wynikające z zainteresowań badawczych autorów.

[prof. dr hab. Bernard Wiśniewski
z Zakończenia]



Markus Günter, Rolf Hermesen,
Martin Neuhaus

KIESZONKOWY PORADNIK KIERUJĄCEGO DZIAŁANIEM RATOWNICZYM

Informacje i listy kontrolne dla dowódców

Tłumaczenie i redakcja: Jan Kielin

Liczba stron: 162

ISBN: 978-83-61520-91-7

Data wydania: 20 listopada 2017

Cena: 35 PLN

Najważniejsze informacje dla dowódców akcji ratowniczo-gaśniczych zebrane w jednej publikacji

Każda akcja ratowniczo-gaśnicza jest inna. Działania ratownicze prowadzone są w większości przypadków zespołowo, a rola dowódcy na każdym poziomie dowodzenia jest decydująca. Decyzje dowódcy mają bezpośredni wpływ na efekty działań i bardzo często decydują o życiu osób, które znalazły się w sytuacji zagrożenia.

Poradnik, popularny wśród niemieckich strażaków, powinien również dobrze służyć dowódcom jednostek OSP i PSP w Polsce, aby właściwie przeprowadzić działania ratowniczo-gaśnicze, zwłaszcza w niekorzystnych warunkach.

Przedstawione hasła, szkice i tabele zostały wybrane przez autorów według najlepszej wiedzy i doświadczenia, co nie oznacza, że

są one zawsze istotne albo że inne aspekty nie mogą zostać uwzględnione. Jednocześnie osoba korzystająca z publikacji i zawartych w niej danych nie ponosi konsekwencji, jeśli wykona działania ujęte w poradniku lub ich nie wykona. Publikacja ta nie jest jednak podręcznikiem, który zastąpi właściwe zawodowe przygotowanie strażaków do wykonywania czynności ratowniczo-gaśniczych lub kierowania nimi. Jest to praktyczny poradnik, który każdego dnia może wspierać użytkownika przy realizacji zadań.

Formularz zamówienia dostępny na stronie www.cnbop.pl, zakładka WYDAWNICTWA/KSIĄŻKI

Bitp.cnbop.pl

