VOL. 50 ISSUE 2, 2018 ISSN 1895-8443

BiTP

BEZPIECZEŃSTWO I TECHNIKA POŻARNICZA
SAFETY & FIRE TECHNIQUE

studium przypadku
case study

Nowe wymogi dla automatycznych czujek dymu

s. 120

New Requirements for Smoke Alarm Devices

p. 120

Koncepcja interaktywnego systemu ostrzegania i alarmowania ludności o zagrożeniach s. 142

A Concept of an Interactive Threat Warning System p. 142

Określanie składników środków pianotwórczych mogących mieć decydujący wpływ na zmniejszenie chłonności odpadów sztywnej pianki poliuretanowej względem odpadów poakcyjnych pian s. 50

Determining the Components of Foaming Agents That Can Have a Decisive Impact On Reducing the Absorption Proprieties of Rigid Polyurethane Foam Waste in Relation to Post-Foaming Waste p. 50

Badania właściwości absorpcyjnych pianek polimerowych stosowanych w krajowej produkcji hełmów strażackich s. 64

Studies on Absorptive Properties of Polymer Foams Used for Manufacturing of Firefighter Helmets in Poland p. 64

Szanowni Czytelnicy,

Dyscypliny naukowe to zdobycz przełomu XIII i XIV wieku. Ich krystalizowanie się było złożonym i długotrwały procesem, u którego podstaw leżały potrzeby praktyczne. Przez stulecia grono twórców nauki tworzyli pasjonaci-amatorzy, dopiero w XIX wieku zastąpieni przez ekspertów, stosujących precyzyjne narzędzia do rozwikłania zbioru wąskich problemów.

Obserwowana w ostatnim stuleciu dynamika zmian zachodzących w świecie znalazła swoje odzwierciedlenie także w podejściu do dyscyplin nauki. Zaczęto łączyć je w zbiory, porównywać lub przenosić zastosowanie metody badawczej powszechnie używanej w jednej ze specjalności do analizy zagadnienień z nią niezwiązanych. Interdyscyplianrność stała się więc narzędziem studiowania problemów naukowych w nowym kontekście.

Kwartalnik „BiTP. Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza" wydawany przez Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej Państwowy Instytut Badawczy proponuje swoim Czytelnikom podjęcie tego wyzwania poprzez wspólne pochylenia się nad aktualnymi problemami szeroko pojętego bezpieczeństwa właśnie w ujęciu interdyscyplinarnym. Tym samym daje wyraz przekonaniu, że idea nauki powinna manifestować się w praktyce życia.

Wszystkich Czytelników, którym bliskie jest to przekonanie, zachęcam do wnikliwej lektury czasopisma.

DZIEKAN
Wydziału Nauk Politycznych i Studiów
Międzynarodowych
UNIWERSYTETU WARSZAWSKIEGO

Prof. dr hab. Stanisław SULOWSKI

VOL. 50 ISSUE 2, 2018
BEZPIECZEŃSTWO I TECHNIKA POŻARNICZA
SAFETY & FIRE TECHNIQUE

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
bryg. dr n. med. Mariusz Chomoncik
kpt. dr Tomasz Węsierski
prof. dr hab. Bernard Wiśniewski
dr n. med. Beata Janas
st. bryg. dr inż. Robert Wolański
bryg. dr inż. Jacek Zboina
dr Agnieszka Siłuszyk
mgr Julia Pinkiewicz – Sekretarz Redakcji / Editorial Secretary
mgr Elżbieta Muszyńska – Sekretarz Redakcji / Editorial Secretary

Redakcja językowa / Language editing:
mgr inż. Julia Mazur
mgr Julia Pinkiewicz
mgr Katarzyna Szulejewska
AGIT Agnieszka Rydz
mgr Lidia Jakubiec

Projekt okładki i layoutu/Cover and layout design: Studio graficzne i drukarnia Sense

ISSN 1895-8443
DOI: 10.12845/bitp
© by Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego Państwowy Instytut Badawczy, Józefów 2018. Pewne prawa zastrzeżone. Artykuły udostępnione na licencji CC BY-SA 4.0 / Scientific and Research Centre for Fire Protection – National Research Institute, 2018. Some rights reserved. The articles are published under Creative Commons License the CC BY-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 Przeciwpożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego Państwowy Instytut Badawczy / Scientific and Research Centre for Fire Protection – National Research Institute

Czasopismo uzyskało finansowanie Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego na stworzenie anglojęzycznych wersji oryginalnych artykułów naukowych wydawanych w kwartalniku „BiTP. Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza" – zadanie finansowane w ramach umowy 658/P- DUN/2018 ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych na działalność upowszechniającą naukę (realizacja w latach 2018–2019).

The English translation of articles is financed by the Polish Ministry of Science and Higher Education

Nakład/Circulation: 150 egz.

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. Andriej Kuzyk
Lviv State University of Life Safety, Ukraine

dr hab. Aleksandr Wasiljewicz Matjuszyn
All-Russian Scientific Research Institute of Fire Safety (VNIIPO), 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 2016: 77.08
EBSCO Publishing
BazTech
RINC
J-Gate
VINITI
Referativnyj Zhurnal
Ulrich's Periodicals Directory
ProQuest

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 10 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 Przeciwpożarowej
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. 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

bryg. dr n. med. Mariusz Chomoncik

Z PRAKTYKI DLA PRAKTYKI

THE BEST PRACTICE IN ACTION

RATOWNICTWO I MEDYCYNA KATASTROF

RESCUE AND DISASTER MEDICINE

Szkoła Aspirantów Państwowej Straży Pożarnej w Krakowie

The Fire Service College of the State Fire Service in Krakow

dr Agnieszka Siłuszyk

REDAKTOR STATYSTYCZNY

STATISTICAL EDITOR

Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny
w Siedlcach

Siedlce University of Natural Sciences
and Humanities

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,

Przekazujemy Państwu nowy numer kwartalnika naukowego „Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza". W bieżącym wydaniu znajduje się 11 artykułów, z których 10 zostało przygotowanych w polsko-angielskiej wersji językowej. Opublikowanie prac z tłumaczeniem na język obcy było możliwe dzięki dofinansowaniu, które otrzymaliśmy z Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Dzięki wsparciu Ministerstwa każdy artykuł w języku polskim zakwalifikowany do druku w naszym kwartalniku w numerach za lata 2018 i 2019 ukaże się w wersji dwujęzycznej. Mamy nadzieję, że przełoży się to na zwiększenie cytowalności prac polskich naukowców oraz rozpowszechnienie polskiej nauki za granicą.

Podnoszenie standardów wydawniczych to priorytet dla naszego czasopisma – szczególnie w obliczu zmian i wyzwań stojących przez polskimi naukowcami. Dotychczasowe starania redakcji na tym polu docenił komitet ewaluacyjny bazy ProQuest, która przyjęła nasz periodyk do swoich zasobów. Jest to jedna z największych na świecie internetowych baz gromadzących zbiory publikacji elektronicznych oraz zintegrowana platforma zapewniająca dostęp do różnorodnych dokumentów. Umożliwia ona użytkownikom wyszukiwanie i przeglądanie artykułów z bogatej bazy czasopism oraz zapewnia dostęp do szczegółowych abstraktów i opisów tysięcy publikacji nieperiodycznych. Portal adresowany jest do naukowców, bibliotekarzy, studentów, przedstawicieli szkół i nauczycieli akademickich. Od teraz w jego zasobach dostępne jest także BITP, z czego jesteśmy niezwykle dumni.

W bieżącym numerze poruszamy bardzo ważny temat, jakim są wymagania dla czujek dymu. Nad opracowaniem tego zagadnienia pracowali razem eksperci z Polski i Ukrainy. Pożarowe czujki dymu mają ogromne znaczenie dla bezpieczeństwa osób przebywających w budynkach i ostrzegania przed pożarem. Spośród wszystkich rodzajów pożarów to właśnie pożary wewnętrzne stwarzają największe zagrożenie i bywają najtragiczniejsze w skutkach. Dlatego tak ważne jest, aby urządzenia chroniące przed tym zjawiskiem spełniały precyzyjnie określone wymagania oraz przechodziły powtarzalne testy sprawdzające ich skuteczność. Idea oceny zgodności zaczyna się od określenia, jakimi parametrami technicznymi powinien charakteryzować się dany wyrób, by efektywnie spełniał swoją funkcję związaną z ochroną przed pożarem. Precyzuje się ona w normach i przepisach prawnych. Od tego zadania zależy powodzenie kolejnych etapów oceny zgodności. Autorzy pracy pt. *Nowe wymogi dla automatycznych czujek dymu* przedstawili projekt normy dotyczącej tych wyrobów i wskazali na niedociągnięcia w jego zapisach. Zapraszamy Państwa do lektury artykułu.

Tradycyjnie na ostatnich stronach numeru znajdą Państwo materiały dotyczące wydarzeń, nad którymi nasze czasopismo objęło patronat medialny oraz teksty o charakterze edukacyjnym. Tym razem zapraszamy do lektury biografii patrona strażaków – św. Floriana oraz osi życia patrona CNBOP-PIB Józefa Tuliszkowskiego. Mamy nadzieję, że wszystkie artykuły opublikowane w BITP spotkają się z Państwa zainteresowaniem. Życzymy przyjemnej lektury.

Komitet Redakcyjny

ISSN 1895-8443

DEAR READERS,

We are pleased to present you the latest issue of our scientific quarterly *Safety & Fire Technique.* This issue contains 11 articles, including 10 published in two language versions - Polish and English. Publication of articles together with their translations was possible thanks to the funding we received from the Ministry of Science and Higher Education. Due to this funding from the Ministry we will be able to print the articles selected for publication in Polish together with their translations in the 2018 and 2019 issues of our quarterly. We hope that this will help to raise awareness of the works by Polish researchers among international audiences, and increase their citation rates.

Improving publishing standards is a priority for our quarterly, especially given the changes and challenges facing Polish scientists. The efforts of our editorial staff have been recognised by the ProQuest evaluation committee which has added our periodical to its portfolio. ProQuest is one of the largest online databases which collects electronic publications, as well as being an integrated platform facilitating access to various types of documents. It enables its users to search for and view articles stored in a comprehensive journal database and provides them with access to detailed abstracts and summaries of thousands of non-periodical publications. The website is dedicated to researchers, librarians, students, school representatives, and academic staff. And from now on our quarterly is also available on this platform, which is the source of great pride for us.

The latest issue includes articles on the important issue of smoke detector requirements. Experts from Poland and Ukraine have been working together to explore this issue. Smoke detectors are of vital importance in terms of fire warnings and the safety of the residents of buildings. Among the many types of fires, those inside buildings pose the greatest threat and have the most tragic consequences. Therefore, it is essential that the devices which help to prevent such fires meet well-defined requirements and regularly undergo tests designed to check their effectiveness. The assessment of compliance with such requirements should begin with establishing what technical parameters should characterise a given device so that it can effectively serve its purpose in terms of fire prevention. These parameters are specified in relevant standards and regulations. The success of the subsequent stages of conformity assessment depends on this stage. The authors of the article entitled *New requirements concerning automatic smoke detectors* discuss a draft new standard concerning these devices and point out the flaws found in the draft. We invite you to read this article.

As always, the last pages of every issue include materials concerning the events conducted under the patronage of our quarterly, and some educational texts. And this issue invites you to learn more about the lives of St. Florian, the patron saint of firefighters, and Józef Tuliszkowski, patron of the Scientific and Research Centre for Fire Protection, National Research Institute. We hope that you will find all the articles included in this issue interesting. Pleasant reading!

Editorial Committee

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ,

Отдаем Вам новый номер ежеквартального научного журнала „Безопасность и пожарная техника”. В настоящем издании находится 11 работ, 10 из которых подготовлены на языках польском и английском. Публикация работ с переводом на иностранный язык была возможна благодаря финансировании, которое мы получили от Министерства Науки и Высшего Образования. Благодаря поддержке Министерства все статьи на польском языке, допущены к публикации в нашем журнале в 2018-2019 гг., будут опубликованы в двуязычной версии.

Повышение издательских стандартов — приоритет для нашего журнала. Особенно ввиду изменений и вызовов, какие стоят перед польскими учеными. Усилия, которые до сих пор прикладывала по этой части редакция, оценил аттестационный комитет базы ProQuest, которая включила нашу периодику в свои ресурсы. Это одна из самих больших в мире онлайн-баз, собирающих коллекции электронных публикаций, а также интегрированная платформа обеспечивающая доступ к различным документам. База дает пользователям возможность поиска и пересмотра статей из богатой базы журналов, а также обеспечивает доступ к подробным аннотациям и описаниям тысяч непериодических изданий. Веб-портал адресован ученым, библиотекарям, студентам, представителям школ и преподавателям вузов. С тех пор среди его ресурсов в доступе находится также „Безопасность и пожарная техника”, чем мы необыкновенно горды.

В текущем выпуске мы поднимаем очень важную тему, какой являются требования к дымовым пожарным извещателям. Над разработкой этого вопроса работали вместе специалисты из Польши и Украины. Дымовые извещатели имеют огромное значение для безопасности людей, находящихся в зданиях, и для оповещения о пожаре. Из всех типов пожаров именно внутренние пожары создают самую большую угорозу и имеют самые трагические последствия. Поэтому так важно, чтобы устройства предохраняющее от этого явления исполняли четко определенные требования и проходили повторяемые тесты, проверяющие их эффективность. Идея оценки соответствия начинается с определения, какие технические пареметры должны характеризовать данное устройство, чтобы оно эффективно выполняло свою функцию связянную с защитой от пожара. Это уточняют нормативы и правовые положения. От этой задачи зависит успех следующих этапов оценки соответствия. Авторы работы под заглавием *Новые требования для автоматических дымовых извещателей* предъявили проект норматива касающегося данных устройств и указали на недостатки в его содержании. Приглашаем Вас к чтению этой статьи.

Традиционно на последних страницах выпуска Вы найдете материалы касающиеся мероприятий, над которыми наш журнал осуществляет медийный патронаж, а также тексты образовательного характера. В этом выпуске приглашаем к чтению биографии патрона пожарников — св. Флориана, и оси жизни патрона Научно-исследовательского центра противопожарной охраны — Государственный исследовательский институт, Юзефа Тулишковского. Мы надеемся, что все статьи опубликованные в „Безопасности и пожарной технике” встречатся с Вашим интересом. Желаем приятного чтения.

Редакционный Совет

ISSN 1895-8443

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, RINC

Promotion of articles in portals for research communities

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

SPIS TREŚCI

NAUKI HUMANISTYCZNE I SPOŁECZNE NA RZECZ BEZPIECZEŃSTWA

16 Nauki o bezpieczeństwie – geneza, istota i perspektywy rozwoju
Andrzej Misiuk

BADANIA I ROZWÓJ

28 Stworzenie krajowego kompleksu „Wizir" dla pomiarów dwukierunkowych współczynników polaryzacji odbicia i luminancji obiektów naturalnych i sztucznych
Sizikov A.S., Beliaev Y.V., Tsykman I.M.

38 Wykorzystanie mediów społecznościowych przez komendy powiatowe, miejskie i wojewódzkie Państwowej Straży Pożarnej na przykładzie serwisu Facebook
Artur Luzar

50 Określanie składników środków pianotwórczych mogących mieć decydujący wpływ na zmniejszenie chłonności odpadów sztywnej pianki poliuretanowej względem odpadów poakcyjnych pian
Tomasz Węsierski, Oliwer Eszer

64 Badania właściwości absorpcyjnych pianek polimerowych stosowanych w krajowej produkcji hełmów strażackich
Agata Walczak, Daniel Pieniak, Ireneusz Naworol, Wiktor Wąsik, Piotr Chudy, Monika Sutuła

NAUKA DLA PRAKTYKI

74 Nowoczesne rozwiązania w zakresie segregacji medycznej na przykładzie systemu EvaCopNet
Małgorzata Ciuka-Witrylak, Karina Jarosławska-Kolman, Ryszard Grosset

90 Stochastyczny charakter procesu ewakuacji ludzi z budynków
Iwona Orłowska, Marek Dziubiński

108 Porównanie modelowych czasów ewakuacji z przeprowadzonymi eksperymentami
Iwona Orłowska, Marek Dziubiński

OCENA ZGODNOŚCI

120 Nowe wymogi dla autonomicznych czujek dymu
Vladimir Bakanov, Julia Mazur

RATOWNICTWO I MEDYCYNA KATASTROF

132 Jakie są granice kwalifikowanej pierwszej pomocy?
Mariusz Chomoncik, Jacek Nitecki

ISSN 1895-8443

STUDIUM PRZYPADKU – ANALIZA ZDARZEŃ RZECZYWISTYCH

142 Koncepcja interaktywnego systemu ostrzegania i alarmowania ludności o zagrożeniach
Henryk Wyrębek, Paweł Szmitkowski

WYDARZENIA

162 Bezpieczeństwo obiektów zabytkowych i ich zbiorów
KONFERENCJA NAUKOWA

EDUKACJA

164 Św. Florian

166 Józef Tuliszkowski

CONTENT/СОДЕРЖАНИЕ

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

16 Security Sciences and Their Origin, Essence and Development Perspectives/Наука о безопасности – происхождение, природа и перспективы развития
Andrzej Misiuk

RESEARCH AND DEVELOPMENT/ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗВИТИЕ

28 The Creation of the "Vizir" National Complex for the Measurement of the Spectropolarization Characteristics of Two-Directional Radiant Reflectivity and Brightness of Natural and Artificial Objects/Создание отечественного комплекса „Визир" для измерений двунаправленных спектрополяризационных коэффициентов отражения и яркости природных и искусственных объектов
Sizikov A.S., Beliaev Y.V., Tsykman I.M.

38 The Use of Social Media by the District, Municipal and Regional Headquarters of the State Fire Service on the Example of Facebook/Использование социальных сетей районными, городскими и воеводскими штабами подразделений Государственной противопожарной службы на примере Facebook
Artur Luzar

50 Determining the Components of Foaming Agents That Can Have a Decisive Impact On Reducing the Absorption Proprieties of Rigid Polyurethane Foam Waste in Relation to Post-Foaming Waste/ Определение компонентов пенообразователей, которые могут оказать решающее влияние на снижение абсорбирующей способности отходов твердого пенополиуретана по сравнению с отходами после применения пены
Tomasz Węsierski, Oliwer Eszer

64 Studies on Absorptive Properties of Polymer Foams Used for Manufacturing of Firefighter Helmets in Poland/Исследование абсорбционных свойств полимерных пен, используемых в производстве противопожарных шлемов в Польше
Agata Walczak, Daniel Pieniak, Ireneusz Naworol, Wiktor Wąsik, Piotr Chudy, Monika Sutuła

SCIENCE FOR PRACTICE/НАУКА ДЛЯ ПРАКТИКИ

74 Modern Solutions in the Field of Triage Illustrated by the Example of the EvaCopNet System/ Современные решения в области медицинской сегрегации на примере системы EvaCopNet
Małgorzata Ciuka-Witrylak, Karina Jarosławska-Kolman, Ryszard Grosset

90 The Stochastic Nature of the Fire Evacuation of People from Buildings/Стохастический характер процесса эвакуации людей из зданий
Iwona Orłowska, Marek Dziubiński

108 A comparison between model-based evacuation times and experimental data/Сравнение расчетного времени эвакуации с проведенными экспериментами
Iwona Orłowska, Marek Dziubiński

 ISSN 1895-8443

COMPLIANCE ASSESSMENT/ОЦЕНКА СООТВЕТСТВИЯ

120 New Requirements for Smoke Alarm Devices/Новые требования к пожарным сигнализаторам дыма
Vladimir Bakanov, Julia Mazur

RESCUE AND DISASTER MEDICINE/СЛУЖБА СПАСЕНИЯ И МЕДИЦИНА КАТАСТРОФ

132 What are the limits of advanced first aid?/Каковы границы компетенции при оказании квалифицированной первой помощи потерпевшим?
Mariusz Chomoncik, Jacek Nitecki

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

142 A Concept of an Interactive Threat Warning System/Концепция интерактивной системы предупреждения и сигнализации о угрозах для людей
Henryk Wyrębek, Paweł Szmitkowski

prof. dr hab. Andrzej Misiuk[a)]*

[a)] *Instytut Nauk Politycznych Uniwersytetu Warszawskiego / Institute of Political Science of the University of Warsaw*
**Autor korespondencyjny/Corresponding author: amisiuk@wp.pl*

Nauki o bezpieczeństwie – geneza, istota i perspektywy rozwoju

Security Sciences and Their Origin, Essence and Development Perspectives

Наука о безопасности – происхождение, природа и перспективы развития

ABSTRAKT

Cel: Celem artykułu jest przedstawienie zakresu samodzielności i komplementarności dyscypliny naukowej – nauk o bezpieczeństwie.
Metody: W artykule wykorzystano metodę analizy systemowej oraz porównawczej. W pierwszym przypadku poddano badaniu kluczowe elementy systematyki naukowej w celu racjonalizowania efektów już wprowadzonych zmian oraz prognozowania skutków zmian planowanych, jakie mogą się pojawić w dynamicznie zmieniającym się otoczeniu. W drugim przypadku porównano modele systematyki naukowej w ujęciu dynamicznym.
Wyniki: W artykule przedstawiono prawne aspekty usytuowania nowej dyscypliny naukowej, jaką są nauki o bezpieczeństwie, w systematyce nauki polskiej. Omówiono schematy tworzenia systematyk podziału dziedzin i dyscyplin naukowych oraz podstaw formalnych ich usamodzielnienia się. W Polsce przyjmuje się, że cała wiedza naukowa pod względem złożoności obszaru badań i problematyki jest ułożona według pewnej hierarchii. Największą jednostką jest obszar badań, który jest dość niedookreśloną platformą aktywności naukowej. W jego skład wchodzą dziedziny naukowe stanowiące logiczną i treściową, zwartą część nauki. Główna aktywność badawcza koncentruje się w ramach dyscypliny naukowej. Wyniki tej aktywności kształtują specyfikę tożsamości i celów badawczych. W artykule zdefiniowano uwarunkowania genezy nauk o bezpieczeństwie wynikające ze wzrostu zagrożeń dla bezpieczeństwa w wymiarze globalnym. Następnie przeanalizowano zainteresowania problematyką bezpieczeństwa w innych dyscyplinach naukowych i wynikające z tego powodu trudności z jednoznacznym określeniem tożsamości nauk o bezpieczeństwie.
Wnioski: Autor zaproponował ujęcie funkcjonalne nauk o bezpieczeństwie, a więc takie, w którym zasadniczym problemem jest analiza związku między stanem bezpieczeństwa a zagrożeniami w kontekście stopnia ryzyka. Podjął próbę egzemplifikowania problemów badawczych, które powinny się znajdować w obszarze zainteresowania nauk o bezpieczeństwie, a którymi są: teoria bezpieczeństwa, rodzaje bezpieczeństwa, podmioty bezpieczeństwa, zagrożenia. Dyskusji o tożsamości nowej dyscypliny nie sprzyja stawianie tezy o jej interdyscyplinarności. Bardziej właściwe jest traktowanie badania różnych aspektów bezpieczeństwa przez pryzmat multidyscyplinarności, czyli udziału elementów różnych dyscyplin naukowych w procesie badawczym.
Słowa kluczowe: nauka, dyscyplina naukowa, tożsamość, bezpieczeństwo, zagrożenie
Typ artykułu: artykuł przeglądowy

Przyjęty: 08.01.2018; Zrecenzowany: 29.06.2018; Zatwierdzony: 05.07.2018;
Identyfikator ORCID autora: 0000-0003-1371-6270;
Proszę cytować: BiTP Vol. 50 Issue 2, 2018, pp. 16–26, doi: 10.12845/bitp.50.2.2018.1;
Artykuł udostępniany na licencji CC BY-SA 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

ABSTRACT

Aim: To present the scope of independence and complementarity of the scientific discipline called security sciences.
Methods: The article uses the method of systemic and comparative analysis. In the first case, the key elements of scientific taxonomy were analysed in order to rationalise the effects of already introduced changes and forecast the effects of planned changes that may occur in a dynamically changing environment. The second one compared models of scientific taxonomy using a dynamic approach.
Results: The article presents the legal aspects of the location of security sciences as a new scientific discipline in the taxonomy of Polish science. The diagrams of creating the taxonomy of scientific fields and disciplines as well as the formal foundations of their separation are discussed. In Poland, it is assumed that all scientific knowledge in terms of the complexity of the research area and the subject matter are arranged according to a certain hierarchy. The largest unit is the research area, which is a fairly underdefined platform of scientific activity. It consists of scientific fields which constitute a logical and content-focused, exact part of science. The main research activities concentrate around scientific disciplines. Their results shape the specific characteristics of identity and research goals. The article defines the origin of this discipline resulting from the increase of security threats in the global dimension. Next, the interests in the subject of security in other scientific disciplines were analysed, along with the resulting difficulties resulting in the unambiguous identification of the identity of security sciences.
Conclusions: The author proposed a functional approach to security sciences, where the fundamental problem is to analyse the relationship between the state of security and threats in the context of the degree of risk. He attempted to exemplify research problems that should be in the area of interest of security sciences: the security theory, types of security, security entities and threats. Furthermore, emphasising the interdisciplinary nature of security

sciences is not beneficial for the identity of this new discipline. It is more appropriate to treat the study of various aspects of security through the prism of multidisciplinarity or the share of the components of different scientific disciplines in the research process.
Keywords: science, scientific discipline, identity, security, threat
Type of article: review article

Received: 08.01.2018; Reviewed: 29.06.2018; Accepted: 05.07.2018;
Author's ORCID ID: 0000-0003-1371-6270;
Please cite as: BiTP Vol. 50 Issue 2, 2018, pp. 16–26, doi: 10.12845/bitp.50.2.2018.1;
This is an open access article under the CC BY-SA 4.0 licence (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

АННОТАЦИЯ

Цель: Цель статьи – представить масштаб самостоятельности и взаимодополняемости научной дисциплины – науки о безопасности.
Методы: В статье используется метод системного и сравнительного анализа. В первом случае были проанализированы ключевые элементы научной систематики, чтобы рационализировать последствия уже внесенных изменений и прогнозировать последствия плановых изменений, которые могут возникать в динамически изменяющейся среде. Во втором случае модели научной систематики сравнивались в динамическом подходе.
Результаты: В статье представлены юридические аспекты позиционирования новой научной дисциплины, науки о безопасности, в систематике польской науки. Рассмотрены схемы создания систематики разделения отраслей и научных дисциплин и формальных оснований их самодостаточности. В Польше принято считать, что все научные знания, с точки зрения сложности области исследований и проблем, организованы в соответствии с определенной иерархией. Самая большая единица - это исследовательская область, которая является довольно неопределенной платформой научной деятельности. Она состоит из научных дисциплин, которые являются логической, содержательной и компактной частью науки. Основная исследовательская деятельность сосредоточена в рамках научной дисциплины. Результаты этой деятельности определяют специфику целей идентификации и исследований. В статье определены условия генезиса наук о безопасности в результате повышения угроз безопасности в глобальном измерении. Затем проанализирована заинтересованность других научных дисциплин проблематикой безопасности, и выявлены, в связи с этим, трудности с однозначной идентификацией науки о безопасности.
Выводы: Автор предложил функциональный подход к наукам о безопасности, поэтому основной задачей является анализ взаимосвязи между состоянием безопасности и угрозами в контексте степени риска. Он попытался продемонстрировать исследовательские проблемы, которые должны находится в области интереса к наукам о безопасности, а именно: теория безопасности, типы безопасности, объекты безопасности, угрозы. Дискуссия об идентификации новой дисциплины не способствует тезису о ее междисциплинарном характере. Более уместно рассматривать изучение различных аспектов безопасности через призму многодисциплинарности, т. е., участия элементов различных научных дисциплин в процессе исследования.
Ключевые слова: наука, научная дисциплина, идентификация, безопасность, угроза
Вид статьи: обзорная статья

Принята: 08.01.2018; Рецензирована: 29.06.2018; Одобрена: 05.07.2018;
Идентификатор ORCID автора: 0000-0003-1371-6270;
Просим ссылаться на статью следующим образом: BiTP Vol. 50 Issue 2, 2018, pp. 16–26, doi: 10.12845/bitp.50.2.2018.1;
Настоящая статья находится в открытом доступе и распространяется в соответствии с лицензией CC BY-SA 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Wprowadzenie

Na podstawie uchwały Centralnej Komisji do Spraw Stopni i Tytułów z 28 stycznia 2011 roku zmieniającej uchwałę w sprawie określenia dziedzin nauki i dziedzin sztuki oraz dyscyplin naukowych i artystycznych [M.P. Nr 14, poz. 149] utworzono kilka nowych dyscyplin naukowych, w tym nauki o bezpieczeństwie, które obok nauk o obronności usytuowano w dziedzinie nauk humanistycznych. Z związku ze zmianami prawnymi wynikającymi z kolejnej reformy systemu nauki w naszym kraju minister właściwy ds. nauki i szkolnictwa wyższego uzyskał prawo do zmiany systematyki nauki polskiej. Z tego uprawnienia skorzystał 8 sierpnia 2011 roku, wydając rozporządzenie w tym zakresie [1]. Tym aktem normatywnym w zasadzie utrzymano poprzedni stan rzeczy, z tą zmianą, że reaktywowano dziedzinę nauk społecznych, w których znalazły się dwie wspomniane

Introduction

On the basis of the Resolution of the Central Committee for Degrees and Titles of 28 January 2011 amending the Resolution on defining fields of science and arts and scientific and artistic disciplines [M.P. No. 14, item 149] several new scientific disciplines were created, including security sciences, which were classified among humanities next to defence sciences. Due to legal changes arising from another reform of the science system in Poland the Minister of Science and Higher Education became authorised to amend the taxonomy of Polish science. The Minister used the authorisation on 8 August 2011, issuing a resolution in this respect [1]. The normative act essentially preserved the status quo, with the only difference being the reactivation of social sciences, where the two aforementioned disciplines were classified. The current taxonomy used in Poland distinguishes

dyscypliny. Aktualnie w Polsce mamy 8 obszarów wiedzy, 22 dziedziny, w tym 7 bez podziału na dyscypliny, oraz 95 dyscyplin naukowych.

Nie wchodząc w szczegółową analizę obowiązującej systematyki, należy zwrócić uwagę na to, że niektóre dyscypliny, jak:

- biotechnologia (3),
- biochemia (2),
- ochrona środowiska (2),
- nauki o zarządzaniu (2)

lub o podobnym charakterze, jak finanse, ekonomia, prawo, nauka o administracji i prawo teologiczne, funkcjonują w ramach kilku dziedzin. Zakres przedmiotowy nauki o administracji w praktyce europejskiej jest ściśle związany z naukami prawnymi (przykładem jest gałąź prawa administracyjnego. Z kolei związek prawa teologicznego ma kontekst historyczny. To świadczy o tendencji do nadmiernego rozdrobnienia, która w pewien sposób jest uzasadniona gwałtownym rozwojem nauki oraz zapotrzebowaniem na wąską specjalizację naukową.

Problem klasyfikacji dziedzin i dyscyplin naukowych

Pozostaje kwestia, jak tworzyć schematy klasyfikacyjne dyscyplin i pól badawczych, aby oddać naturę współczesnej nauki – w coraz większym stopniu składającej się z interdyscyplin, multidyscyplin i transdyscyplin? Jednak ta tendencja paradoksalnie pozostaje w sprzeczności z praktyką legislacyjną z ostatnich lat, która zwiększa liczbę dyscyplin naukowych. Polskie realia odbiegają od proponowanej przez Organizację Współpracy Gospodarczej i Rozwoju (Organisation for Economic Co-operation and Development – OECD) klasyfikacji dyscyplin i dziedzin naukowych, w której uwzględniono jedynie 7 dziedzin i 43 dyscypliny. W dziedzinie zarówno nauk humanistycznych, jak i społecznych nie zaproponowano nauk o bezpieczeństwie i obronności. Przedstawiona klasyfikacja jest radykalnym rozwiązaniem, tym bardziej że w każdej dziedzinie utworzono jedną dyscyplinę naukową o niejasnym charakterze – inne nauki społeczne. Należy też uwzględnić przesłanki, które leżały u podstaw klasyfikacji nauk zaproponowanej przez OECD. Autorzy przyjęli, że nauka ma przede wszystkim wspierać rozwój ekonomiczny i społeczny świata. Dlatego też w ujęciu OECD bardzo rozbudowane są dyscypliny dotyczące nauk przyrodniczych oraz nauk inżynieryjnych i technicznych, ale to wynika z założeń funkcjonowania organizacji publikującej taką klasyfikację. Trzeba też pamiętać, że omawiana klasyfikacja została stworzona w 2004 roku, to jest wtedy, gdy dopiero urzeczywistniały się zagrożenia dla bezpieczeństwa globalnego i regionalnego.

Podziały w nauce zmieniają się niczym obrazy w kalejdoskopie. Choć dziedziny i dyscypliny naukowe lubią odwoływać się do swych rzekomo odwiecznych tradycji, to jednak w rzeczywistości zmiany w nich dokonują się bardzo szybko. Jest to odbicie stale zmieniającej się otaczającej nas rzeczywistości. Z jednej strony chcielibyśmy zachować pewną stabilność w postrzeganiu obszarów badań naukowych, ale z drugiej ciągle czujemy pokusę przełamywania barier i murów granicznych tradycyjnych dyscyplin nauki. Według Heinza Heckhausena wyróżnia się następujące elementy dyscyplin:

8 areas of knowledge, 22 fields, including 7 undivided into disciplines, and 95 scientific disciplines.

Without resorting to a detailed analysis of the current taxonomy, is should be pointed out that some disciplines such as:

- biotechnology (3),
- biochemistry (2),
- environmental protection (2),
- management sciences (2),

or of a similar nature, such as finance, economics, law, administrative science and theological law function within several fields of science. The subjective scope of administrative science in the European practice is closely related to legal sciences (administrative law is an example). In turn, the relations of theological law have a historical context. This demonstrates the tendency for excessive division, which is partially justified by the dynamic development of science and the need for narrow scientific specialisations.

The problem of classification of scientific disciplines and fields

The remaining issue is how to create taxonomy models of research disciplines and fields to reflect the nature of contemporary science, increasingly often subdivided into interdisciplines, multidisciplines and transdisciplines. However, the tendency paradoxically is in conflict with the legislative practice of recent years which increases the number of scientific disciplines. The Polish practice differs from the classification of scientific disciplines and fields proposed by the Organisation for Economic Co-operation and Development – OECD, which covers only 7 fields and 43 disciplines. The field of humanities and social sciences does not include security or defence sciences. The presented classification is a radical solution, the more so that in each field there is one scientific discipline with unclear characteristics – other social sciences. There is a need to consider the factors determining the classification of sciences proposed by the OECD. The authors assumed that the role of science is primarily to support global economic and social development. Therefore, according to the OECD, the disciplines of life sciences and engineering and technical sciences are very extensive, which results from the objectives of the organisation releasing the classification. It should also be borne in mind that the discussed classification was created in 2004, when the threats for global and regional security were only beginning to materialise.

Divisions in science change like in a kaleidoscope. Although scientific fields and disciplines often refer to their allegedly long-standing traditions, in fact changes happen in them very quickly. This is a reflection of the constantly changing reality. On the one hand, we would like to preserve some stability in perceiving scientific research areas and, on the other, we are continuously tempted to overcome barriers and boundaries of traditional scientific disciplines. Heinz Heckhausen distinguishes the following elements of disciplines:

ISSN 1895-8443

– przedmiot badań – rozumiany w sposób niespecjalistyczny;
– poziom teoretycznej integracji – z reguły niski we wczesnych fazach rozwoju dyscypliny i wysoki w jej fazach dojrzałych;
– metody – rozwijane w celu rozumienia materii dyscypliny oraz w celu przekładania danych doświadczalnych na informacje pozwalające rozwiązywać problemy badawcze;
– narzędzia analityczne, takie jak: statystyka, modelowanie i symulacje – zazwyczaj wspólne dla wielu dyscyplin;
– stopień związku dyscypliny z praktyką – decydujący o strukturze dyscypliny i zajmowanym przez nią miejscu na wyższych uczelniach;
– uwarunkowania historyczne [2].

Dyscypliny naukowe a problematyka bezpieczeństwa

W Polsce przyjmuje się, że cała wiedza naukowa pod względem złożoności obszaru badań i problematyki ułożona jest według pewnej hierarchii. Największą jednostką jest obszar badań, który jest dość niedookreśloną platformą aktywności naukowej. W jego skład wchodzą dziedziny naukowe, które stanowią logiczną i treściową, zwartą część nauki. Główna aktywność badawcza koncentruje się w ramach dyscypliny naukowej. Wyniki tej aktywności kształtują specyfikę tożsamości i celów badawczych. W wielu dyscyplinach tworzy się specjalności badawcze (kierunek badawczy), subdyscypliny lub gałęzie nauki, czyli trwale ukształtowany zespół problematyki w ramach jakiejś dyscypliny naukowej [3]. Z jednej strony świadczy to o stopniu integracji przedmiotu badawczego, a z drugiej stanowi pewien etap w kształtowaniu się nowej dyscypliny naukowej. Od strony teoretycznej podkreśla się zazwyczaj moment jednolitości, integralności i autonomiczności tego wycinka nauki. Z bardziej praktycznego punktu widzenia dyscyplina naukowa może być jednostką dydaktyczną (na tyle bogatą i jednolitą częścią nauki, by można jej było nauczać na poziomie szkolnictwa wyższego jako osobnego kierunku studiów) lub organizacyjną (katedra, zakład naukowy) [3]. Ten aspekt powiązania procesu naukowego z edukacją na poziomie wyższym dość często traktowany był po macoszemu. Zapotrzebowanie na kształcenie na poziomie akademickim w obszarze bezpieczeństwa powinno być praktyczną inspiracją do badań empirycznych i podstawowych. Zakładając, że poszczególna nauka to wyraźnie autonomiczna (pod względem badawczym i organizacyjnym) część poznania, będąca dyscypliną naukową bądź zespołem kilku dyscyplin, trzeba stwierdzić, że w ostatnich latach mamy do czynienia z procesem „rozluźniania" kryteriów tworzenia „dyscypliny naukowej". Dawniej od dyscyplin wymagano stosunkowo wysokiego poziomu refleksji metodologicznej, obecnie (choć nie bez oporów) dopuszcza się uprawianie „obszarów wiedzy", grupowanych pod nagłówkiem „badania" (ang. *studies*). **Dyscyplina naukowa** według L. Krzyżanowskiego (w znaczeniu instytucjonalnym), to usystematyzowany ze względu na przedmiot i cele procesu poznania oraz społeczne znaczenie

– subject of research – understood in a non-specialist way;
– level of theoretical integration – usually low at the early stages of development of a discipline and high at the mature stages;
– methods – developed in order to understand the matter of a discipline and to convert experimental data into information which can be used to solve research problems;
– analytical tools such as statistics, modelling and simulations, usually shared by many disciplines;
– the degree of connection between a discipline and practice – it determines the structure of the discipline and its ranking in higher education institutions;
– historical factors [2].

Disciplines and security issues

In Poland the overall scientific knowledge in terms of the complexity of the research area and subject matter is arranged into a hierarchy. The largest unit is research area, which is a rather underdefined platform of scientific activity. It consists of scientific fields, comprising a logical and content-focused, exact part of science. The main research activities concentrate around scientific disciplines. The results of these activities shape the specific characteristics of research identities and objectives. Many disciplines are divided into research specialisations (directions), subdisciplines or branches of science, i.e. permanently developed subject matter groups focusing around a given scientific discipline [3]. On the one hand, this demonstrates the degree of integration of the subject of research and, on the other hand, forms a certain stage in the development of a new scientific discipline. From the theoretical perspective, the phase of uniformity, integrity and autonomy of this section of science is emphasised. From a more practical point of view, a scientific discipline can be an educational unit (a section of science rich and uniform enough to be taught at the higher education level as a separate major) or an organisational unit (a department or institute) [3]. This aspect of linking the scientific process with higher education is often neglected. The need for higher education in the area of security should be a practical inspiration for empirical and basic research. Assuming that the respective domains of science are clearly autonomous (in research-related and organisational terms) elements of cognition, such as scientific disciplines or groups of several such disciplines, it should be stated that in the recent years the loosening of criteria for establishing scientific disciplines has been observed. Disciplines used to require a relatively high level of methodological reflection, and currently (although with some reservations) it is permitted to practice "areas of knowledge" grouped under the heading "studies". According to L. Krzyżanowski a **scientific discipline** (understood institutionally) is a set of developed and identified elements of a resource of knowledge on reality, systematised with regard to the subject and objectives of the cognition process

jego rezultatów zbiór ukształtowanych i wyodrębnionych części zasobu wiedzy o rzeczywistości. Nauka obejmuje całokształt zakresów wiedzy, jakie wyznaczają granice danej dyscypliny naukowej. „Dyscyplina naukowa to doniosła społecznie, ukształtowana i wyodrębniona ze względu na przedmiot i cel badań lub kształcenia część nauki w znaczeniu instytucjonalnym uznana za podstawową jednostkę jej klasyfikacji" [4]. W przypadku nauk o bezpieczeństwie mamy do czynienia z procesem kształtowania się nowej dyscypliny naukowej, jednak mającej bardzo ważne znaczenie społeczne. W dzisiejszych czasach tempo rozwoju nauki jest ogromne, wynikające ze zmieniającego się świata i potrzeb praktyki. Współczesny świat nie pozostaje pozbawiony odczuwanych i realnych zagrożeń, których genezy należy upatrywać w napięciach politycznych i ekonomicznych, w nacjonalizmie oraz antagonizmach etnicznych czy religijnych. Sprzeczność i zróżnicowanie interesów stwarzają niebezpieczeństwa o wielorakim charakterze: od konfliktów zbrojnych i zamachów terrorystycznych do przestępczości pospolitej i zorganizowanej, ekscesów chuligańskich, infekowania systemów informatycznych czy korupcji. Obok niebezpieczeństw wywoływanych postawą i działalnością człowieka niebagatelnego znaczenia nabierają też kataklizmy naturalne. Proces globalizacji powoduje, że również zagrożenia o charakterze międzynarodowym szybko stają się realnym niebezpieczeństwem destabilizującym bezpieczeństwo krajowe bądź lokalne. W związku z tym wyspecjalizowane instytucje państwowe powinny być przygotowane do tego, żeby zapobiegać tego rodzaju zagrożeniom, a w razie ich zaistnienia – podjąć działania prewencyjne i represyjne. Jedną z podstawowych ludzkich potrzeb jest poczucie bezpieczeństwa osobistego, dlatego też pierwotną funkcją administracji państwowej była funkcja reglamentacyjno-policyjna. Już u zarania instytucji państwa można znaleźć pierwowzory współczesnej administracji zajmującej się ochroną porządku i ładu publicznego. Dyskusje na temat państwa i jego roli w życiu społecznym dotyczyły przede wszystkim tej funkcji, czyli zapewnienia bezpieczeństwa. W starożytnej Grecji, przede wszystkim w dziełach Platona i Arystotelesa, można odnaleźć początki teoretycznej refleksji o państwie. Wykształciły się wówczas zręby teorii ustroju państwowego. Służby porządkowe przeszły długą drogę ewolucji – od podmiotów mających bardzo szeroki zakres działania do podmiotów bardzo wyspecjalizowanych. Współczesne państwa dysponują rozbudowaną administracją publiczną, która w dużej części wykonuje zadania z zakresu ochrony porządku i bezpieczeństwa obywateli, ale również chroni obowiązujący porządek prawny i konstytucyjny oraz zabezpiecza przed zagrożeniami zewnętrznymi.

Reasumując, należy stwierdzić, że poczucie bezpieczeństwa jest immamentną wartością życia każdego człowieka, struktur społecznych, instytucji państwowych oraz relacji międzynardowych. W związku z tym było i jest przedmiotem refleksji naukowej różnych dyscyplin naukowych. W niektórych sytuacjach mieliśmy do czynienia z formowaniem się subdyscyplin lub odrębnych pól badawczych związanych z tematyką dotyczącą mniej lub bardziej bezpośrednio bezpieczeństwa.

Trzeba zauważyć, że w krajach Europy Zachodniej i w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej problematyka bezpieczeństwa była obiektem zainteresowań badawczych w innych dyscyplinach naukowych. W przypadku nauk historycznych

and the social significance of its results. Science covers all ranges of knowledge determining the boundaries of a given scientific discipline. "A scientific discipline is a socially significant part of science developed and identified with regard to the subject and objective of research or education in the institutional sense, considered to be the basic unit of its classification" [4]. In the case of security sciences, we are dealing with the process of developing a new scientific discipline with a key significance for society. Science is developing rapidly nowadays, which is a result of the changing world and of practical implications. The contemporary world is facing both perceived and actual threats, whose origin should be attributed to political and economic tensions, nationalism, and ethnic or religious antagonisms. Contradictions and diverse interests create various threats – from military conflicts and terrorist attacks to common and organised crime, hooligan acts, infecting IT systems and corruption. In addition to threats caused by people's attitudes and activities, natural disasters are also of significance. The process of globalisation makes an international threat a real danger destabilising national or local security. Therefore, specialised state institutions should be prepared to prevent such threats, and to take preventive and repressive measures as they arise. Personal security is one of the basic human needs, thus the primary function of state administration is the police and regulatory function. Already at the beginning of existence of state institutions it is possible to identify prototypes of contemporary administration dealing with the preservation of law and public order. Discussions on the state and its role in social life focused primarily on the function of providing security. In ancient Greece, in particular in the works by Plato and Aristotle, it is possible to identify the origins of theoretical reflection on state. This was when the foundations of the state system theory were created. Law enforcement forces have undergone an evolution – from entities with a very broad range of tasks to highly specialised entities. Contemporary states have well-developed public administration systems, which primarily perform tasks related to the protection of order and citizens' security, and also defend the legal and constitutional order and secure them against external threats.

To recapitulate, it should be stated that the sense of security is an immanent value in every person's life and an indispensable element of social structures, state institutions and international relations. Therefore, it has been the subject of scientific reflection of various scientific disciplines. Sometimes subdisciplines or separate fields of research were formed associated with the subject matter of security in general.

It should be pointed out that in Western Europe and the United States the subject matter of security was in the focus of interest of other scientific disciplines. Historical sciences concentrated on the analysis of the development of security institutions, the state of security and the threat of crime in particular countries[1]. In Poland, the subject matter of the history

[1] This subject matter has been considered by the author of this article, and also P. Majer, A. Pepłoński, J. Konieczny, A. Abramski and many others.

ISSN 1895-8443

przedmiotem ich badań była analiza rozwoju instytucji bezpieczeństwa oraz stan bezpieczeństwa i zagrożenie przestępczością w poszczególnych krajach[1]. W naszych rodzimych warunkach problematyka historii bezpieczeństwa była traktowana po macoszemu, jako swoiste uzupełnienie podstawowych dociekań historycznych, w przeciwieństwie do innych krajów, zwłaszcza Francji, gdzie uzyskała status ważnego obszaru eksploracji badawczych. Przedmiotem szczególnej aktywności francuskich historyków były dzieje policji. Można przyjąć, że we Francji najwcześniej historycy skupili się na dziejach rodzimych służb policyjnych, ale też badali narodziny nowoczesnej policji w Europie [5]. Szczególną pozycję w tej dziedzinie zajmują prof. Paolo Napoli z École des Hautes Études en Sciences Sociales (EHESS) oraz prof. Jean-Marc Berlière, który jest też znanym popularyzatorem najnowszej historii policji francuskiej. Podobnie kwestie bezpieczeństwa są traktowane w dziedzinie nauk prawnych. Z jednej strony polityka karna jest ściśle związana ze stanem poczucia bezpieczeństwa obywateli i państwa, z drugiej jednak strony poza kryminologią i kryminalistyką zagadnienia bezpieczeństwa są traktowane jako marginalne przez prawników. Z kolei w latach 70. Gary Becker zajął się bliżej tematem ekonomiki przestępczości, która dzięki jego wkładowi stała się wyodrębnioną dziedziną badań. W zakresie tej tematyki jako główny problem Becker podjął (na podstawie pozytywnej teorii zachowań przestępczych) normatywną kwestię optymalnej polityki wobec przestępczości. Myśl, zgodnie z którą „przestępstwo nie popłaca", została tu rozwinięta w teorię ekonomiczną, która zyskała uznanie, choć wzbudziła też i nadal wzbudza liczne kontrowersje dotyczące zwłaszcza zasadności zastosowania ekonomicznego podejścia do tej problematyki [6]. Jednakże ekonomiczna teoria przestępstw autorstwa laureata Nagrody Nobla Gary'ego Beckera w 1967 roku była dziełem, które znacząco przyczyniło się do uwzględnienia elementów psychologicznych w podejmowaniu decyzji ekonomicznych. W mniejszym zakresie inne dyscypliny posiłkują się problemami bezpieczeństwa w swoich badaniach empirycznych. Przykładowo są prowadzone socjologiczne badania ankietowe subiektywnego poczucia bezpieczeństwa obywateli. Z kolei pedagogika jako nauka o wychowaniu, istocie, celach, treściach, metodach, środkach i formach organizacji procesów wychowawczych podejmuje zagadnienia patologii i niedostosowania społecznego wśród młodzieży.

Przedstawione korelacje poszczególnych dyscyplin naukowych z problematyką bezpieczeństwa odnoszą się przede wszystkim do obszaru bezpieczeństwa wewnętrznego (*internal security*), którego zakres przedmiotowy w poszczególnych krajach jest inny. Ma on ścisły związek z zagrożeniami, które realnie w tych krajach występują. W Stanach Zjednoczonych bezpieczeństwo wewnętrzne, określane jako tzw. bezpieczeństwo domowe (*homeland security*), obejmuje zagadnienia, takie jak: ochrona granic, terroryzm międzynarodowy, przestępczość zorganizowana (zwłaszcza narkotykowa), katastrofy naturalne i techniczne oraz szpiegostwo. Natomiast w strategii Unii Europejskiej z 2010 roku jako główne i wspólne dla Europy zagrożenia wymieniono: terroryzm, przestępczość ciężką i zorganizowaną, cyberprzestępczość,

[1] Tę problematykę podejmował autor niniejszego artykułu, ale też: P. Majer, A. Pepłoński, J. Konieczny, A. Abramski i wielu innych.

of security has been neglected, serving to supplement in a way the basic historical investigations, as opposed to other countries, especially France, where it gained the status of an important area of research explorations. Police operations were considered particularly carefully by French historians. It can be stated that France was the country where historians were first to focus on the history of domestic police forces, but they also investigated the origins of contemporary police in Europe [5]. A particular role in this respect was performed by Professor Paolo Napoli of École des Hautes Études en Sciences Sociales (EHESS) and Professor Jean-Marc Berlière, who is a renowned promoter of contemporary history of the French police. In the field of legal sciences security issues are treated in a similar way. On the one hand, criminal policy is closely related to the sense of security of citizens and the state and, on other, except for criminology and criminalistics, security issues are treated as marginal by lawyers. In the 1970s, Gary Becker took a closer look on the subject of the economics of crime, which due to his insight became a separate field of research. The main issue considered by Becker within this subject matter (based on the positive theory of criminal behaviour) was the normative issue of an optimum policy towards crime. The concept of crime that "does not pay" was developed into a recognised economic theory, although it arose, and still arises, many controversies referring in particular to the plausibility of applying an economic approach to this subject [6]. However, the economic theory of crime by the Nobel Prize winner Gary Becker in 1967 significantly contributed to considering psychological elements in making economic decisions. Other disciplines rely on security issues in their empirical studies to a lesser extent. For instance, sociological questionnaire surveys on the subjective sense of security of citizens are carried out. In turn, pedagogy is a science on education, the essence, objectives, content, methods, means and forms of organising educational processes raises the issue of pathology and social maladjustment among adolescents.

The presented correlations of the respective scientific disciplines with the subject of security refer primarily to internal security, whose subjective scope differs depending on the country. It is closely related to real threats occurring in these countries. In the United States internal security, referred to as homeland security, covers such issues as border protection, international terrorism, organised crime (especially related to drugs), natural and technological disasters and espionage. The strategy of the European Union of 2010 identifies the following major threats common for the whole Europe: terrorism, heavy and organised crime, cybercrime, cross-border crime, the phenomenon of violence, and natural and anthropogenic disasters. In the Polish conditions, the subjective scope of internal security has been considered in very broad terms, or it should rather be said that in practice the issue is treated quite casually and randomly. This does not facilitate the development of the identity of security sciences, nor is it justified to speak of the interdisciplinary nature of this scientific discipline. It is more reasonable to treat studying various aspects of security through the perspective of multidisciplinarity, i.e.

przestępczość transgraniczną, zjawisko przemocy oraz klęski żywiołowe i antropogeniczne. W naszych rodzimych warunkach zakres przedmiotowy bezpieczeństwa wewnętrznego został ujęty bardzo szeroko, choć może właściwsze byłoby stwierdzenie, że traktowanie tego problemu w teorii i praktyce jest dość swobodne i dowolne. Nie sprzyja to kształtowaniu się tożsamości nauk o bezpieczeństwie, nie do końca też uprawnione jest mówienie o interdyscyplinarności tej nowej dyscypliny naukowej. Bardziej zasadne jest traktowanie badania różnych aspektów bezpieczeństwa przez pryzmat multidyscyplinarności, czyli udziału elementów różnych dyscyplin naukowych w procesie badawczym [7].

Z kolei w obszarze bezpieczeństwa zewnętrznego mamy do czynienia z samodzielnymi, a przede wszystkim jednorodnymi badaniami naukowymi w ramach tzw. nauk wojskowych oraz studiów międzynarodowych. W pierwszym przypadku badania skupiały się na zagrożeniach militarnych, które były bardzo aktualne w okresie zimnej wojny. Skutkowały one studiami strategicznymi, w których względy militarne dominowały. Upadek muru berlińskiego, który był emanacją zakończenia zimnej wojny, oraz atak terrorystyczny w Nowym Jorku z 11 września 2001 roku stanowiły zakończenie tradycyjnego rozumienia bezpieczeństwa międzynarodowego. Globalizacja współczesnego świata, eskalacja zagrożeń mających charakter pozapaństwowy oraz zwiększenie się roli podmiotów ponadpaństwowych spowodowały jednocześnie rozwój studiów nad bezpieczeństwem. Przełomowe znaczenie miały ustalenia szkoły kopenhaskiej, a zwłaszcza prace Barry'ego Buzana, który stworzył szersze ramy bezpieczeństwa oparte na pięciu sektorach: militarnym, politycznym, ekonomicznym, ekologicznym oraz społecznym [8].

Status nauk o bezpieczeństwie w jakimś stopniu przypomina pozycję nauki o administracji w ramach nauk prawnych, która według opinii profesora Huberta Izdebskiego przeżywa „kryzys identyfikacji", czyli ma problem z własną tożsamością. Pomimo ogromnego zainteresowania studiami administracyjnymi w Polsce widoczna jest tendencja do koegzystencji badawczej i edukacyjnej nauki o administracji z prawem jako odrębną dyscypliną naukową, z perspektywą wchłonięcia tej nauki przez prawo. Można się tu doszukiwać pewnych podobieństw z naukami o bezpieczeństwie w zakresie ogromnego popytu na ofertę edukacyjną w tym obszarze oraz prób politologicznego oglądu przedmiotu badań nad bezpieczeństwem. Problemem tej młodej dyscypliny naukowej jest brak wewnętrznej specjalizacji. Taką logiczną próbą jest wyróżnienie dwóch podstawowych subdyscyplin: bezpieczeństwa wewnętrznego i bezpieczeństwa zewnętrznego (którego nie należy zawężać do bezpieczeństwa militarnego). Przy braku jednorodności ontologicznej i metodologicznej grozi nam utrata względnej autonomiczności. Należy się zgodzić J. Ziarką, że nauki o bezpieczeństwie to budująca się dyscyplina naukowa, która nie ma precyzyjnie zakreślonych granic poznawczych, nie ma też wypracowanych metod badania, w związku z czym nadal powinna poszukiwać treści swoich dociekań oraz odpowiednich procedur badawczych [9].

Bezpieczeństwo w wymiarze zarówno krajowym, jak i międzynarodowym stało się obszarem zainteresowań instytucji państwowych oraz organizacji i struktur międzynarodowych. Jest również przedmiotem zintensyfikowanych badań naukowych, konferencji i sympozjów. Najistotniejszym efektem tej

the involvement of elements of various scientific disciplines in the research process [7].

In the area of external security we are dealing with independent and, most importantly, homogeneous scientific research of the so-called military sciences and international studies. In the first case the research focused on military threats, which were strongly present during the Cold War. They gave rise to strategic studies with a dominating military aspect. The fall of the Berlin Wall, which was the manifestation of the end of the Cold War, and the New York terrorist attack of 11 September 2001, put an end to the traditional understanding of international security. The globalisation of the contemporary world, the escalation of non-state threats and the increasing role of supranational entities have contributed to the development of security studies. The conclusions of the Copenhagen school were a breakthrough, especially the works of Barry Buzan, who created a broader security framework based on five sectors: military, political, economic, environmental and social [8].

The status of security sciences to some extent resembles the position of administration science among legal sciences, which, according to Professor Hubert Izdebski, is undergoing an "identification crisis", having problems with its own identity. Despite the vast interest in administrative studies in Poland, there is a tendency for the research-related and educational coexistence of administrative science and law as a separate scientific discipline, with a perspective of administrative science being absorbed by law. It is also possible to observe certain similarities with security sciences in terms of the high demand for educational services in this area and attempts to create a political science perspective on the subject of security research. The problem of this new scientific discipline is the lack of internal specialisation. It is logical to suggest a division into two basic subdisciplines: internal security and external security (which should not be limited to military security). With the lack of ontological and methodological homogeneity, there is a threat of losing our relative autonomy. The author agrees with the opinion of J. Ziarka that security sciences are a developing scientific discipline which does not have precise cognitive boundaries or established research methods, which is why it should continue to seek for the content of its investigations and applicable research procedures [9].

Both the national and international security has become the subject of interest of state institutions and international organisations and structures. It is also the subject of increasingly numerous scientific research, conferences and symposia. The most crucial outcome of this conclusion is the progressively rich academic output presented in scientific publications. Security has become an important element of higher education. Currently around 140 higher education institutions are providing services in such majors as internal security, national security and security engineering. These institutions are creating organisational structures (faculties, departments, institutes) with security as their field of knowledge in institutional terms.

Attempts to limit research activities to the practical aspect – building various models of national security systems

refleksji jest coraz bogatszy dorobek myślowy prezentowany w publikacjach naukowych. Bezpieczeństwo stało się też istotną ofertą edukacyjną na poziomie wyższym. Aktualnie na około 140 uczelniach kształcą się studenci na kierunkach: bezpieczeństwo wewnętrzne, bezpieczeństwo narodowe i inżynieria bezpieczeństwa. Na tych uczelniach powstają struktury organizacyjne (wydziały, katedry, zakłady), w których instytucjonalnie „polem wiedzy" jest problematyka bezpieczeństwa.

Próby ograniczenia aktywności badawczej do sfery praktycznej – budowania różnych modeli systemów bezpieczeństwa narodowego utrudnia rozwój nauk o bezpieczeństwie [10, 11]. Ta młoda dyscyplina naukowa jak kania dżdżu potrzebuje prowadzenia badań podstawowych w celu stworzenia zrębów teorii bezpieczeństwa. Podkreśla się, „(...) że uwzględniając kryterium stosowalności wyników badań, naukom o bezpieczeństwie bliżej jest do nauk stosowanych (usługowych) niż czystych (podstawowych) (...) Uważa się, że nauki o bezpieczeństwie traktować należy jako empiryczne (indukcyjne) nauki realne z przewagą badań stosowanych, niemniej w znacznej części badań, szczególnie tych poświęconych identyfikowaniu podstaw poznawczych zjawisk bezpieczeństwa narodowego, prowadzone będą także badania podstawowe, metodami dedukcyjnymi właściwymi logice i matematyce" [12]. Wszystkie argumenty użyte w cytowanej wypowiedzi są w pełni uzasadnione. Jednak bez samodzielnej teoretycznej refleksji trudno będzie uzasadnić potrzebę istnienia odrębnej dyscypliny naukowej. W zakresie tej dyscypliny powinny pozostawać następujące obszary badawcze:

- wprowadzenie do badań nad bezpieczeństwem:
  - teoria bezpieczeństwa,
  - historia bezpieczeństwa,
  - filozofia bezpieczeństwa,
  - metodologia badań nad bezpieczeństwem,
- rodzaje bezpieczeństwa:
  - bezpieczeństwo globalne,
  - bezpieczeństwo narodowe,
  - bezpieczeństwo publiczne,
  - bezpieczeństwo społeczne,
  - bezpieczeństwo ekonomiczne,
  - bezpieczeństwo wewnętrzne państwa,
- instytucje bezpieczeństwa:
  - polityka bezpieczeństwa,
  - projektowanie i ocena systemów bezpieczeństwa,
  - instytucje rządowe na poziomie centralnym i terenowym,
  - instytucje samorządu terytorialnego,
  - organizacje pozarządowe,
  - podmioty prawa prywatnego,
  - instytucje Unii Europejskiej,
  - organizacje międzynarodowe,
- obszary zagrożeń:
  - identyfikacja i ocena zagrożeń w skali globalnej, krajowej i lokalnej,
  - identyfikacja i zarządzanie sytuacjami kryzysowymi,
  - terroryzm międzynarodowy,
  - przestępczość i patologie społeczne,
  - kataklizmy naturalne i awarie techniczne.

– have been hindered by the development of security sciences [10, 11]. This new scientific discipline desperately needs basic research in order to create foundations for the security theory. It is emphasised that "(...) taking into consideration the criterion of the applicability of research results, security sciences are closer related to applied (utility) sciences than pure (basic) sciences (...) It is claimed that security sciences should be regarded as empirical (induction) real sciences with a domination of applied research; however, in a considerable part of the research, especially those related to the identification of the cognitive basis of national security phenomena, also basic research will be performed using deductive methods applied in logic and mathematics" [12]. All arguments used in the quoted statement are fully justified. However, without an independent theoretical reflection it will be difficult to justify the need for the existence of a separate scientific discipline. The discipline should cover the following research areas:

- introduction to security research:
  - security theory,
  - history of security,
  - philosophy of security,
  - methodology of security research,
- types of security:
  - global security,
  - national security,
  - public security,
  - social security,
  - economic security,
  - internal security of the state,
- security institutions,
  - security policy,
  - design and assessment of security systems,
  - governmental institutions at the central and regional levels,
  - local government institutions,
  - non-governmental organisations,
  - private law entities,
  - European Union institutions,
  - international organisations,
- risk areas:
  - identification and assessment of threats at the global, national and local scale,
  - identification and management of crisis situations,
  - international terrorism,
  - crime and social pathologies,
  - natural disasters and technical failures.

Zakres przedmiotu badań o bezpieczeństwie

Kolejnym istotnym problemem jest określenie zakresu przedmiotu badań nauk o bezpieczeństwie. Ma to ogromne znaczenie dla próby zdefiniowania tożsamości tej dyscypliny naukowej. Wielu badaczy przywiązuje dużą uwagę do systemowego i organizacyjnego ujęcia bezpieczeństwa. Przykładowo A. Glen uważa, że przedmiotem eksploracji badawczej powinny być współczesne systemy bezpieczeństwa w wymiarze militarnym i pozamilitarnym oraz ich funkcjonowanie na różnych poziomach organizacyjnych [13]. Bardziej pogłębioną propozycję przedkłada P. Sienkiewicz, który stwierdza, że naukę o bezpieczeństwie można traktować jako teorię i inżynierię bezpieczeństwa systemów. Autor wyróżnia dwa podstawowe nurty badań: tworzenie teoretycznych podstaw bezpieczeństwa systemów (technicznych i społecznych) oraz projektowanie systemów bezpieczeństwa, w tym systemów zarządzania bezpieczeństwem oraz zarządzania ryzykiem (ze szczególnym uwzględnieniem sytuacji kryzysowych) [13]. Rozwinięciem tej propozycji badawczej są konstatacje J. Świniarskiego i W. Chojnackiego, którzy rozpatrują problematykę bezpieczeństwa z perspektywy nauki o cywilizacji i cybernetyczno-technicznej wiedzy o bezpieczeństwie oraz naukach wojskowych. Autorzy wiążą bezpieczeństwo z cybernetycznym konstruowaniem takich systemów, które charakteryzują się niezawodnością [14]. Poglądy te mają dużą wartość poznawczą. Autorzy eksponują znaczenie systemowego traktowania bezpieczeństwa z różnych punktów widzenia.

Trzeba jednak zwrócić uwagę na zasadniczy problem, jakim jest funkcjonalny związek pojęć: bezpieczeństwo jako stan podmiotu i zagrożenia wobec dla tego podmiotu (jego źródeł, charakteru i rodzajów). Należy rozpocząć od poznania natury zjawiska bezpieczeństwa, współcześnie rozpatrywanego na trzech poziomach jako:

- bezpieczeństwo jednostki (wymiar subiektywny);
- bezpieczeństwo struktur społecznych, w tym państwa (teoria państwa);
- bezpieczeństwo międzynarodowe (regionalne i globalne);

tak aby poddać empirycznej analizie społeczną, cywilizacyjną, technologiczną oraz przyrodniczą rzeczywistość jako źródło zagrożeń. Mają one wymiar subiektywny (przedmiot badań behawioralnych) i obiektywnych (przedmiot badań nauk ścisłych). Tych dwóch zjawisk nie należy traktować dychotomicznie, tylko jako całość. Pozwoli to na badanie procesowe przedmiotu bezpieczeństwa. Upraszczając, można to przedstawić jako następującą relację:

bezpieczeństwo ⟷ zagrożenia

Autor niniejszego artykuły chciałby się w tym miejscu odwołać do całkowicie innego stanowiska badawczego, prezentowanego przez prof. Jerzego Koniecznego z Uniwersytetu Opolskiego, którego podejście do przedstawionego problemu jest bardzo interesujące. W analizie relacji między zagrożeniem a bezpieczeństwem J. Konieczny opisuje dwie wartości, które charakteryzują pierwszy element wspomnianej relacji – prawdopodobieństwo wystąpienia i krytyczność, czyli skutki wystąpienia zagrożenia.

The scope of scope of the subject of research for security science

Another important problem is to define the scope of the subject of research for security sciences. This is essential for attempts to define the identity of this scientific discipline. Many researchers pay specific attention to the systemic and organisational aspects of security. For instance, A. Glen claims that research exploration should focus on contemporary security system in the military and non-military dimension and their functioning on various organisational levels [13]. A more in-depth approach is suggested by P. Sienkiewicz, who states that security science may be treated as the theory and engineering of security systems. The author distinguishes between two basic research trends: creating the theoretical foundations for the security of (technological and social) systems and designing security systems, including security management and risk management systems (with a particular inclusion of crisis situations) [13]. An expansion of this research approach is manifested in the findings by J. Świniarski and W. Chojnacki, who consider the subject matter of security from the perspective of civilisation science and the cybernetic and technical knowledge on security and military sciences. The authors associate security with creating reliable cybernetic systems [14]. These views have a substantial cognitive value. The authors expose the significance of a systemic approach to security from three perspectives.

However, attention should be paid to a fundamental issue, i.e. the functional connection between security as a state of an entity and threats towards the entity (their sources, nature and types). The point of departure should be recognising the phenomenon of security, contemporarily considered at three levels as:

- security of individuals (the subjective dimension);
- security of social structures, including the state (the state theory);
- international security (regional and global);

so as to carry out an empirical analysis of the social, civilisational, technological and environmental aspect of reality as a source of threats. They have a subjective (the subject of behavioural studies) and an objective dimension (the subject of study for exact sciences). The two phenomena should not be regarded as dichotomous but as a whole. This will make it possible to investigate security processes. To simplify, the following relationship can be formulated:

security ⟷ threats

The author of this article would like to refer here to a completely different research approach presented by Professor Jerzy Konieczny of the University of Opole, who presents a very interesting view on the matter. In the analysis of the relationship between threats and security J. Konieczny describes two values characterising the first element of the mentioned relationship – probability and criticality, i.e. the effects of the threat. The analysis is supplemented with

ISSN 1895-8443

Uzupełnieniem tej analizy jest też charakterystyka bezpieczeństwa (systemu) z perspektywy poziomu odporności. Wszystkie te parametry są stopniowalne i pozwalają określić poziom ryzyka akceptowalnego. Dlatego definiowanie stanu bezpieczeństwa jako stanu bez zagrożeń w świecie rzeczywistym jest nierealne. Problematyka analizy była przedmiotem, przełomowej w socjologii, pracy Ulricha Becka *Społeczeństwo ryzyka* [15].

Należy stwierdzić, że od prawie dwóch dekad mamy do czynienia z fenomenem zainteresowania problematyką bezpieczeństwa na poziomie praktycznym jako efekt globalnego zagrożenia terroryzmem, boomu edukacyjnego oraz ogromnego rozwoju badań naukowych. Dlatego też postrzeganie problematyki bezpieczeństwa w klasycznych kategoriach militarnych, tak charakterystyczne dla epoki zimnej wojny, staje się powoli nieaktualne. Coraz bardziej znajduje uzasadnienie analiza systemów bezpieczeństwa przez pryzmat uwarunkowań politycznych, społecznych, religijnych i ekonomicznych.

Przedmiotem poznania nauk o bezpieczeństwie powinna być działalność państwa, instytucji międzynarodowych oraz ogół zjawisk i stosunków związanych zapewnieniem bezpieczeństwa w skali krajowej i globalnej. Można dodać, że dyscyplina ta powinna się zajmować także analizą zjawisk i procesów społecznych mających wpływ na poziom bezpieczeństwa oraz ich uwarunkowaniami i konsekwencjami. Obszar zainteresowania nauki o bezpieczeństwie jest bardzo szeroki, zróżnicowany i wielowarstwowy.

a characterisation of security (as a system) from the perspective of the level of resistance. All the parameters are gradable and make it possible to define the level of acceptable risk. Therefore, defining the state of security as a state with no threats in real world is unrealistic. The analysed issue was the subject of the groundbreaking sociological study by Ulrich Beck *Risk society* [15].

For almost two decades it has been possible to observe a growing interest in the subject matter of security in practical terms as a result of the global threat of terrorism, the educational boom and the immense development of scientific research. Therefore, the perception of security in traditional military categories, typical for the Cold War period, is gradually becoming dated. It is becoming more and more justified to analyse security systems through the prism of political, social, religious and economic circumstances.

The subject of cognition for security sciences should be the operation of the state and international institutions and all phenomena and relations associated with ensuring security at the national and global scale. It can be added that the discipline should also consider social phenomena and processes with an impact on the level of security and the circumstances and consequences of such processes. The area of interest of security sciences is very extensive, diversified and multifaceted.

Funkcje nauki o bezpieczeństwie

Jako że naukę o bezpieczeństwie uważa się za dyscyplinę badającą zjawiska społeczno-polityczne ujmowane jako „kategoria zjawisk społecznych" i mającą cechy własne, jak język pojęć oraz przedmiot badań, można wskazać na jej następujące funkcje:

- deskryptywną – polegającą na opisie i systematyzacji (w tym przypadku poszukuje się odpowiedzi na pytanie: „Jaka jest rzeczywistość pod względem bezpieczeństwa?");
- eksplanacyjną – sprowadzającą się do poszukiwania związków przyczynowo-skutkowych między zjawiskami, a także pozwalającą konstruować teorie (w tym przypadku poszukuje się odpowiedzi na pytanie: „Dlaczego dane zjawiska zaistniały/występują lub mają stwierdzone właściwości/cechy własne)?";
- prognostyczną – polegającą na przewidywaniu i kształtowaniu przyszłości (w tym przypadku poszukuje się odpowiedzi na pytanie: „Jaka będzie rzeczywistość w przyszłości?");
- instrumentalną – opierającą się na poszukiwaniu skutecznych sposobów działania (w tym przypadku poszukuje się odpowiedzi na pytanie: „Jakie podejmować decyzje, aby osiągnąć dane rezultaty lub pożądany stan rzeczy?");
- ideologiczną – polegającą na poszukiwaniu odpowiedzi na pytanie o cele działania.

Functions of the security science

Security science, defined as a discipline investigating socio-political phenomena viewed as "a category of social phenomena" with their own characteristics, such as its set of notions and the subject of study, has the following functions:

- descriptive – describing and systematising (in this case it seeks an answer to the question "What is the reality in terms of security?");
- explanatory – seeking cause-and-effect relationships between phenomena and enabling the creation of theories (in this case the question is "Why have specific phenomena occurred or why do they have specific properties)?";
- diagnostic – foreseeing and shaping the future (in this case it seeks an answer to the question "What will reality be like in the future?)"
- instrumental – based on seeking effective methods of operation (in the case the question is "What decisions should be made to achieve specific results and the desired state of affairs?");
- ideological – enquiring about the purposes of actions.

Podsumowanie

Reasumując, należy stwierdzić, że różnorodność obszarów badawczych oraz ujęć metodologicznych nauk o bezpieczeństwie jest zagrożeniem dla tej młodej dyscypliny, ale również wyzwaniem dla tworzenia się jej tożsamości.

Summary

It can be concluded that the diversity of research areas and methodological approaches to security sciences poses a risk to this new discipline, but at the same time constitutes a challenge for establishing its identity.

Literatura/Literature

[1] Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 8 sierpnia 2011 r. w sprawie obszarów wiedzy, dziedzin nauki i sztuki oraz dyscyplin naukowych i artystycznych (Dz. U. Nr 179, poz. 1065).

[2] Stichweh R., *The Sociology of Scientific Disciplines: On the Genesis & Selectivity of the Disciplinary Structure of Moderne Science*, „Science in Context" 1992, 5(1), 1–15.

[3] Szynowski R., *Nauki o bezpieczeństwie a nauki o administracji*, „Studia Iuridica Lublinensia" 2014, 21, 67.

[4] Krzyżanowski L.J., *O podstawach kierowania organizacjami*, Wydawnictwo Naukowe PWN, wyd. 2, Warszawa 1994.

[5] Napoli P., *Naissance de la police moderne: pouvoir, normes, societé*, Paris 2003.

[6] Becker G.S., *Crime and Punishment: An Economic Approach*, „Journal of Political Economy" 1968, 76(2), 167–217.

[7] Żukowska I., *Interdyscyplinarność w polityce badawczej Unii Europejskiej*, w: *Studia europejskie. Wyzwania interdyscyplinarności*, J. Czaputowicz (red.), Warszawa 2016, s. 375–376.

[8] Buzan B., Wæver O., de Wilde J., *Security: A New Framework for Analysis*, Lynne Rienner Publishers, Londyn 1998.

[9] Ziarko J., *Dylematy metodologiczne bezpieczeństwa jako nauki*, w: *Bezpieczeństwo. Wymiar współczesny i perspektywy badań*, M. Kwieciński (red.), Krakowska Akademia im. Andrzeja Frycza Modrzewskiego, Kraków 2010, s. 59.

[10] Dawidczyk A., Gryz J., Koziej S., *Strategiczne zarządzanie bezpieczeństwem. Teoria – praktyka – dydaktyka*, WSHK, Łódź 2006, s. 41–44.

[11] Wróblewski R., *Przedmiot i metoda nauki o bezpieczeństwie narodowym*, w: *Metodologia badań bezpieczeństwa* narodowego, t. I, P. Sienkiewicz, M. Marszałek, H. Świeboda (red. nauk.), AON, Warszawa 2010, s. 77–78.

[12] Glen A., *Podstawy poznawcze badań bezpieczeństwa narodowego*, „Zeszyty Naukowe AON" 2011, 2(83), 25.

[13] Sienkiewicz P., Świeboda H., *Perspektywy badań systemowych nad bezpieczeństwem*, w: *Bezpieczeństwo. Wymiar współczesny i perspektywy badań*, M. Kwieciński (red.), Krakowska Akademia im. Andrzeja Frycza Modrzewskiego, Kraków 2010, s. 19.

[14] Świniarski J., Chojnacki W., *Bezpieczeństwo jako przedmiot badań wybranych dyscyplin naukowych*, w: *Współczesne postrzeganie bezpieczeństwa*, K. Jałoszyński, B. Wiśniewski, T. Wojtuszek (red. nauk.), Wyższa Szkoła Administracji w Bielsku-Białej, Bielsko-Biała 2007, s. 266–271.

[15] Beck U., *Społeczeństwo ryzyka. W drodze do innej nowoczesności*, Wydawnictwo Naukowe Scholar, Warszawa 2002.

PROF. DR HAB. ANDRZEJ MISIUK – profesor nauk humanistycznych. Jest kierownikiem Katedry Nauk o Bezpieczeństwie w Instytucie Nauk Politycznych Uniwersytetu Warszawskiego, członkiem Centralnej Komisji ds. Stopni i Tytułów. Obecnie interesuje się zagadnieniami sprawności działania podmiotów odpowiedzialnych za bezpieczeństwo państwa i obywateli w naszym kraju na tle innych państw Unii Europejskiej oraz problematyką związaną z młodą dyscypliną naukową, jaką są nauki o bezpieczeństwie. Był w wąskim gronie animatorów jej utworzenia w 2011 roku.

PROFESSOR ANDRZEJ MISIUK, PHD WITH A POST-DOCTORAL DEGREE – Professor of Humanities. Head of the Department of Security Studies at the Institute of Political Science of the University of Warsaw, member of the Central Committee for Degrees and Titles. His current interests include the efficiency of operation of bodies in charge of state security and citizens in our country in comparison with other EU Member States and the subject matter of security sciences as a new scientific discipline. He was in the select group of the discipline's initiators in 2011.

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Stworzenie anglojęzycznych wersji oryginalnych artykułów naukowych wydawanych w kwartalniku „BITP. Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza" – zadanie finansowane w ramach umowy 658/P- DUN/2018 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 Авторов доступны на интернет-странице http://bitp.cnbop.pl/ru.

Журнал индексирован в международных базах научных исследований

Реклама статей на интернет-порталах для учёных

Бесплатная публикация в открытом доступе

Журнал в перечне польского Министерства Науки и Высшего Образования

Сизиков А.С./Sizikov A.S.[a]*; канд. техн. наук Беляев Ю.В./Beliaev Y.V., Ph.D.[b]; канд. техн. наук Цикман И.М./Tsykman I.M., Ph.D.[b]

[a]*Учреждение „Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций" МЧС Республики Беларусь / The Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus, Research Institute of Fire Safety and Emergencies;*
[b]*Научно-исследовательское учреждение „Институт прикладных физических проблем имени А.Н. Севченко" БГУ, Минск / Institute of Applied Physical Problems of A.N. Sevchenko of Belarus State University*
**Corresponding author: niipb@mchs.gov.by*

Создание отечественного комплекса „Визир" для измерений двунаправленных спектрополяризационных коэффициентов отражения и яркости природных и искусственных объектов

The Creation of the "Vizir" National Complex for the Measurement of the Spectropolarization Characteristics of Two-Directional Radiant Reflectivity and Brightness of Natural and Artificial Objects

Stworzenie krajowego kompleksu „Wizir" dla pomiarów dwukierunkowych współczynników polaryzacji odbicia i luminancji obiektów naturalnych i sztucznych

АННОТАЦИЯ

Цель: В статье приводится обоснование, целесообразность и основные результаты разработки отечественного комплекса «Визир» для измерений двунаправленных спектрополяризационных коэффициентов отражения и яркости природных и искусственных объектов, а также приводятся его назначение, состав и основные технические параметры.

Введение: В рамках реализации задания „Разработка комплекса для измерений двунаправленных спектрополяризационных коэффициентов отражения природных и искусственных объектов" Государственной научно-технической программы „Эталоны и научные приборы" в 2016 – 2018 годах работниками отдела аэрокосмических исследований НИИПФП им. А.Н. Севченко БГУ совместно с НИИ ПБиЧС МЧС Республики Беларусь успешно ведется разработка соответствующего комплекса „Визир".

Выводы: В рамках проведенных работ: осуществлен обзор зарубежных гониометрических установок, используемых для измерения двунаправленного коэффициента отражения; обоснована необходимость разработки отечественной модели комплекса для измерений двунаправленных спектрополяризационных коэффициентов отражения природных и искусственных объектов с более расширенными возможностями по сравнению с существующими зарубежными аналогами, в том числе за счет возможности использования поляризационных насадок, позволяющих проводить поляризационные измерения; приведены предварительные результаты работ по созданию нового отечественного комплекса «Визир» для измерений двунаправленных спектрополяризационных коэффициентов отражения и яркости природных и искусственных объектов; указан окончательный уточненный состав разрабатываемого комплекса и определены основные технические требования к нему.

Значение для практики: Применительно к деятельности МЧС Республики Беларусь, создаваемый комплекс «Визир» позволяет: существенно повысить возможность проведения корректной и качественной тематической обработки получаемых информационных данных; повысить точность определения параметров объектов дистанционного мониторинга, в том числе в зонах чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера; учитывать последствия чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, а также последствия антропогенного воздействия на природные объекты и экологическую безопасность; обеспечить совершенствование, актуализацию и расширение имеющейся базы стендовых измерений спектральных, энергетических и геометрических характеристик аэрокосмических систем дистанционного зондирования.

Ключевые слова: эталонный образец, авиакосмический мониторинг, чрезвычайные ситуации, спектрорадиометр, спектральные характеристики, загрязнения, нефтепродукты, контролируемые параметры чрезвычайных ситуаций

Вид статьи: оригинальная научная статья

Принята: 14.04.2018; Рецензирована: 27.06.2018; Одобрена: 05.07.2018;
Авторы внесли одинаковый вклад в создание этой статьи;
Идентификаторы ORCID авторов: A.S. Sizikov – 0000-0002-7410-713X; Y.V. Beliaev – 0000-0001-8767-9201; I.M. Tsykman – 0000-0003-1618-3860;
Просим ссылаться на статью следующим образом: BiTP Vol. 50 Issue 2, 2018, pp. 28–37, doi: 10.12845/bitp.50.2.2018.2;
Настоящая статья находится в открытом доступе и распространяется в соответствии с лицензией CC BY-SA 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

ABSTRACT

Objective: The article provides the substantiation, reasonability and main results of developing the «Vizir» national complex for the measurement of the spectropolarization characteristics of two-directional radiant reflectivity and brightness of natural artificial objects. Its purpose, structure and main technical parameters are also given.

Introduction: A complex for the measurement of the spectropolarization characteristics of two-directional radiant reflectivity and brightness of natural artificial objects was developed within the framework of the State scientific and technical programme, entitled "Standards and scientific instruments", in 2016-2018 by employees of the Department of Aerospace Studies Institute of Applied Physical Problems of A.N. Sevchenko of Belarus State University, in cooperation with the Research Institute of Fire Safety and Emergencies.

Summary: As part of the work, the literature regarding goniometric installations, used to measure bidirectional reflectance, was reviewed; the need to develop a national complex for the measurement of the spectropolarization characteristics of two-directional radiant reflectivity and brightness of natural artificial objects, provided with more advanced features as compared to the existing foreign analogues, was proven, allowing to carry out polarization measurements; preliminary results of the work connected with establishing the "Vizir" national complex for the measurement of the spectropolarization characteristics of two-directional radiant reflectivity and brightness of natural artificial objects were presented; the final structure of the developed complex was specified; and the basic technical requirements were defined.

Practical implications: In relation to the activity of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Belarus, the "Vizir" complex makes it possible to essentially increase the abilities related to the correct and high-quality thematic processing of the received information and data; to improve the accuracy of determining the parameters of remote monitoring objects, including zones of emergency situations of natural and technology-related character to take into account the consequences of natural and man-made emergencies, as well as the consequences of the anthropogenic impact on natural objects and environmental safety; and to ensure improvements, updating and expansion of the existing base of bench measurements of the spectral, energy and geometric characteristics of aerospace remote sensing systems.

Keywords: reference sample, aerospace monitoring, emergency situations, spectroradiometer, spectral characteristic, pollution, oil product, testing parameters of emergency situations.

Type of article: original scientific article

Received: 14.04.2018; Reviewed: 27.06.2018; Accepted: 05.07.2018;
The authors contributed equally to this article;

Authors' ORCID IDs: A.S. Sizikov – 0000-0002-7410-713X; Y.V. Beliaev – 0000-0001-8767-9201; I.M. Tsykman – 0000-0003-1618-3860;

Please cite as: BiTP Vol. 50 Issue 2, 2018, pp. 28–37, doi: 10.12845/bitp.50.2.2018.2;

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

ABSTRAKT

Cel: W artykule przywołano uzasadnienie, celowość i główne rezultaty opracowania krajowego kompleksu „Wizir" dla pomiarów dwukierunkowych współczynników polaryzacji odbicia i luminancji obiektów naturalnych i sztucznych, a także jego przeznaczenie, skład i podstawowe parametry techniczne.

Wprowadzenie: W ramach realizacji zadania „Opracowanie kompleksu dla pomiarów dwukierunkowych współczynników polaryzacji odbicia i luminancji obiektów naturalnych i sztucznych" Państwowego Naukowo-Technicznego Programu „Wzorce i przyrządy naukowe" w latach 2016–2018 pracownicy wydziału badań przestrzeni powietrznej i kosmicznej Instytucji Naukowo-Badawczej – Instytutu Fizycznych Problemów Stosowanych im. A.N. Sewczenko Państwowego Uniwersytetu Białorusi wraz z Instytutem Naukowo-Badawczym Bezpieczeństwa Pożarowego i Problemów Sytuacji Nadzwyczajnych Ministerstwa Sytuacji Nadzwyczajnych Republiki Białorusi prowadzą pomyślne opracowanie odnośnego kompleksu „Wizir".

Wnioski: W ramach przeprowadzonych prac: dokonano przeglądu zagranicznych instalacji goniometrycznych, wykorzystywanych do pomiarów dwukierunkowego współczynnika odbicia; uzasadniono konieczność opracowania krajowego modelu kompleksu do pomiarów dwukierunkowych współczynników polaryzacji odbicia i luminancji obiektów naturalnych i sztucznych z rozszerzonymi możliwościami w porównaniu z już istniejącymi zagranicznymi odpowiednikami, w tym dzięki możliwości wykorzystania polaryzacyjnych nasadek, pozwalających przeprowadzać pomiary polaryzacyjne; przytoczono wstępne rezultaty prac w kwestii utworzenia nowego krajowego kompleksu „Wizir" do pomiarów dwukierunkowych współczynników polaryzacji odbicia i luminancji obiektów naturalnych i sztucznych; wskazano ostateczny uściślony skład opracowywanego kompleksu i określono jego podstawowe wymogi techniczne.

Znaczenie dla praktyki: Odnośnie działalności Ministerstwa Sytuacji Nadzwyczajnych Republiki Białorusi tworzony kompleks „Wizir" pozwala: znacząco zwiększyć możliwość przeprowadzenia poprawnego i jakościowego tematycznego opracowania otrzymywanych danych informacyjnych; zwiększyć dokładność określania parametrów obiektów zdalnego monitoringu, w tym w strefach sytuacji nadzwyczajnych o charakterze naturalnym i technogenicznym; uwzględniać skutki sytuacji nadzwyczajnych o charakterze naturalnym i technogenicznym, a także skutki antropogenicznego oddziaływania na obiekty przyrodnicze i bezpieczeństwo ekologiczne; zapewnić doskonalenie, aktualizację i poszerzenie posiadanej bazy pomiarów stanowisk spektralnych, energetycznych i geometrycznych charakterystyk systemów zdalnego sondowania przestrzeni powietrznej i kosmicznej.

Słowa kluczowe: wzorcowy typ, monitoring przestrzeni powietrznej i kosmicznej, nadzwyczajne sytuacje, spektroradiometr, spektralne charakterystyki, zanieczyszczenia, produkty naftowe, kontrolowane parametry sytuacji nadzwyczajnych

Typ artykułu: oryginalny artykuł naukowy

Przyjęty: 14.04.2018; Zrecenzowany: 27.06.2018; Opublikowany: 05.07.2018;
Autorzy wnieśli równy wkład merytoryczny w opracowanie artykułu;

Identyfikatory ORCID autorów: A.S. Sizikov – 0000-0002-7410-713X; Y.V. Beliaev – 0000-0001-8767-9201; I.M. Tsykman – 0000-0003-1618-3860;

Proszę cytować: BiTP Vol. 50 Issue 2, 2018, pp. 28–37, doi: 10.12845/bitp.50.2.2018.2;

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

Введение

Обеспечение функционирования системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера является одним из основных направлений деятельности Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь. Значительную роль в данном процессе выполняют аэрокосмические системы дистанционного зондирования земной поверхности [1].

Для тематической обработки информационных данных, получаемых посредством аэрокосмических систем дистанционного зондирования, особое значение имеет база данных по коэффициентам спектральной яркости (отражения) различных естественных и искусственных поверхностей. С ее помощью возможно распознавание и определение параметров регистрируемых объектов съемки (контролируемых параметров чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера). С этой целью была проведена НИР по теме «Подготовить эталонные образцы загрязнений поверхности Земли, возникающих вследствие ЧС, и осуществить лабораторные измерения их спектральных характеристик», в ходе которой получены определенные результаты [2]. При этом были определены направления совершенствования существующих гониометрических установок, на которых проводились исследования в рамках данной НИР. В частности, определена необходимость разработки специального комплекса для измерений двунаправленных спектрополяризационных коэффициентов отражения и яркости природных и искусственных объектов, что позволит существенно повысить возможность проведения корректной и качественной тематической обработки получаемых информационных данных, точность определения параметров объектов дистанционного мониторинга, в том числе в зонах чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [3].

Спектральные характеристики объектов

При дистанционном зондировании Земли крайне важны как проведение полетных калибровок, так и повышение достоверности тематической классификации. Это возможно лишь при условии наличия высокоточных и максимально полных данных по спектрально-отражательным характеристикам объектов, в частности на современном этапе обработки и использования данных имеется насущная необходимость в измерениях коэффициентов отражения и спектральной яркости (КСЯ) разнообразных естественных и искусственных поверхностей.

Спектральные характеристики объектов являются ключевыми при выборе рабочего спектрального диапазона гиперспектральных бортовых сенсоров, интерпретации космических снимков, классификации природных поверхностей. Поэтому получение и сохранение новой спектральной информации об объектах является весьма важной задачей. Имеющаяся как в России, так и в Беларуси база стендовых измерений спектральных, энергетических и геометрических характеристик аэрокосмических систем дистанционного зондирования, с одной стороны, не в полной мере удовлетворяет современным требованиям, а с другой стороны база спектральных данных объектов совершенно недостаточна [4].

Наиболее общей характеристикой отражения, используемой при тематической обработке в дистанционном зондировании является двунаправленный коэффициент отражения r, зависящий как от углов падения (зенитного – θ_0 и азимутального – φ_0), так и от углов отражения (θ, φ) и определяемый формулой (1):

$$r = \frac{I(\theta,\varphi)}{I_0(\theta_0,\varphi_0)} \tag{1}$$

где $I(\theta,\varphi)$ – интенсивность излучения, отраженного поверхностью в направлении (θ,φ).

$_0(\theta_0\ \varphi_0)$ – интенсивность падающего излучения в направлении (θ_0,φ_0).

В силу произвольности выбора отсчета азимута, физическая величина (двунаправленный коэффициент отражения) не может зависеть от его абсолютного значения. Обычно полагают $\varphi_0 = 0$, т.е. отсчитывают все азимуты от азимута падения. Поэтому двунаправленный коэффициент отражения есть функция трех переменных: $r(\theta,\varphi,\theta_0)$. Тогда выражение (1) принимает вид (2):

$$r(\theta,\varphi,\theta_0) = \frac{I(\theta,\varphi)}{I_0(\theta_0)} \tag{2}$$

Помимо коэффициента отражения, оптическую отражательную способность объектов принято характеризовать их яркостью. Яркость объектов (отражающих падающее излучение) в разных спектральных зонах регистрации датчиками неодинакова. Наиболее информативным параметром при дистанционном зондировании различных объектов является коэффициент спектральной яркости. Совокупность коэффициентов яркости объекта по разным направлениям изображают графически в виде полярной диаграммы – индикатрисы отражения.

Основной путь изучения спектральных отражательных характеристик – экспериментальный. Коэффициенты спектральной яркости и индикатрисы отражения получают на основе абсолютных или относительных измерений, выполняемых с помощью спектрорадиометров. Наиболее распространенная методика относительного спектрометрирования базируется на формуле

$$R(\lambda) = \frac{L(\lambda)}{L_0(\lambda)} \tag{3}$$

где $L(\lambda)$ и $L_0(\lambda)$ – спектральные яркости объекта и эталона. Помимо измерения излучения от исследуемого объекта необходимо также зарегистрировать излучение от эталона; при этом объект и эталон должны находиться при одинаковых условиях освещения (при одинаковом зенитном угле падения). В качестве эталона применяют материалы с хорошо известными и стабильными во времени оптическими ортотропными отражательными характеристиками

(молочные стекла, как образец Ламбертовского отражателя).

Измеряя спектральную плотность энергетической яркости (СПЭЯ) отраженного излучения от различных образцов и эталона, размещенных на поворотном столике разрабатываемого комплекса при углах – θ, θ_0, φ, можно будет определять двунаправленный коэффициент спектральной яркости $R(\lambda,\theta,\varphi)$ аналогично формуле (2), получать индикатрисы отражения и КСЯ, изучая при этом степень анизотропии отраженного от объекта излучения, являющейся характеристикой различных объектов.

Краткий обзор зарубежных гониометрических установок

Приведем несколько зарубежных гониометрических установок, используемых для измерения двунаправленного коэффициента отражения [5].

Одним из наиболее известных гониометров полевого типа является Швейцарский полевой гониометр (FIGOS), разработанный компанией Lehner & CO AG Gränichen, Швейцария (рисунок 1) [6–7].

Рисунок 1. Швейцарский полевой гониометр (FIGOS) [6–7]
Figure 1. Swiss field goniometer (FIGOS) [6–7]

Существующая модификация устройства – LAGOS, выполнена с теми же особенностями конструкции, что и FIGOS, но с одним спектрорадиометром (ASD FieldSpec-3) для измерения в лабораторных условиях. LAGOS применяется для лабораторных измерений вместе с источником освещения в виде кварцевой галогенной лампы 1000 Вт.

Не менее известна гониометрическая система, разработанная в National Physical Laboratory (NPL), Teddington, UK. Комплекс GRASS (Gonio Radiometric Spectrometer System) предназначенная для измерения отраженного солнечного излучения под различными углами с интервалом в 30 градусов (рисунок 2) [8–9].

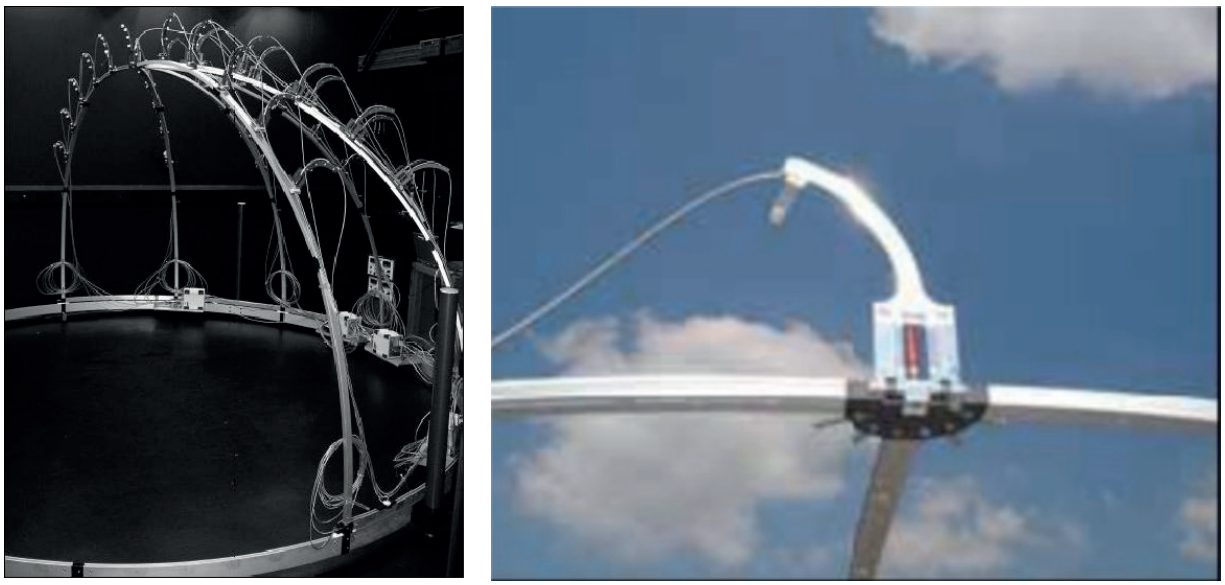


Рисунок 2. Конструкция гониометрической системы GRASS [8–9]
Figure 2. Construction of the goniometric GRASS system [8–9]

Известна также установка, выполненная в лаборатории геоинформации и дистанционного зондирования, Университет Wageningen Нидерланды, в которой измерения осуществляются с помощью манипулятора-робота, доступного в коммерческой продаже (рисунок 3) [10].

а **б**

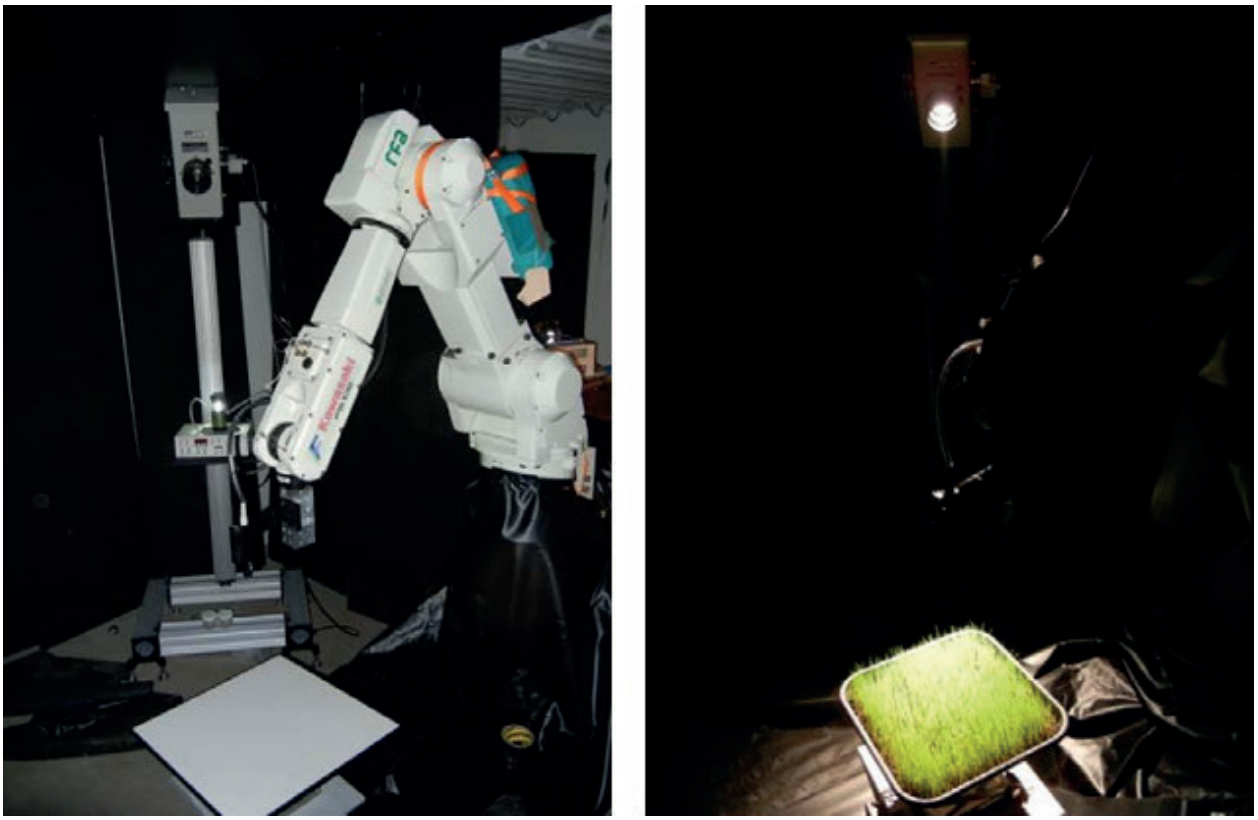


Рисунок 3. Лабораторная установка с манипулятором-роботом [10]
Figure 3. Labolatory facility with a manipulation robot [10]

Лабораторные измерения рассмотренными системами обеспечивают лучший контроль за условиями освещения, также условия съемки в затененной комнате позволяют пренебрегать рассеянным светом. С другой стороны, в лабораторных условиях обеспечивается коническая форма потока искусственного освещения, что ведет к неоднородности освещаемой области, и, следовательно, к необходимости корректировки получаемых данных.

При разработке отечественного комплекса лабораторного типа была предложена оригинальная конструкция на основе использования кран-штативов для перемещения источника освещения и измерительного модуля в вертикальной плоскости.

Разработан источник освещения на основе 1000 Вт лампы, формирующий коллимированный поток излучения. Источник излучения будет иметь возможность наклона к центральной площадке под различными углами для наибольшего подобия к естественным условиям освещения. В центре установки на лабораторном столе с возможностью вращения будут помещаться различные объекты. Например, участок травяного покрытия с нефтяным загрязнением, либо с загрязнением от нефтепродуктов. Что особенно важно, использование поляризационных насадок позволит проводить поляризационные измерения, возможность которых отсутствует в известных зарубежных аналогах.

Модель использования кран-штативов для перемещения источника излучения и блока спектрометров представлена на рисунке 4.

ISSN 1895-8443

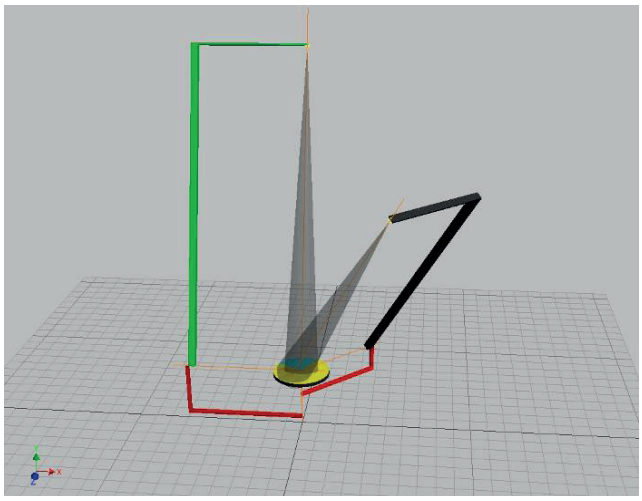


Рисунок 4. 3D-схема качания по зенитным углам кран-штативов с датчиками считывания углов на оси вращения (оси качания кран-штативов показаны тонкими оранжевыми линиями, кронштейны крепления штанг кран-штативов – красными)
Figure 4. A 3D diagram of swing after zenith angles of camera cranes with angle reading sensors on the axis of rotation (axis of oscillation of crane-tripods are shown by means of orange lines, mounting brackets rods crane tripods by means of red)
Источник: Собственная разработка.
Source: Own elaboration.

Основная часть

Работниками отдела аэрокосмических исследований НИИПФП им. А.Н. Севченко БГУ совместно с НИИ ПБиЧС МЧС Республики Беларусь в рамках реализации задания «Разработка комплекса для измерений двунаправленных спектрополяризационных коэффициентов отражения природных и искусственных объектов» Государственной научно-технической программы «Эталоны и научные приборы» в 2016–2018 годах успешно ведется разработка соответствующего комплекса [4].

Целью работы является создание комплекса «Визир», позволяющего моделировать условия проведения дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) с авиационных и космических носителей и повышать достоверность тематической классификации данных ДЗЗ об объектах в видимом и ближнем ИК диапазонах – 350–2500 нм.

Таким образом, комплекс обеспечивает в лабораторных условиях моделирование реальных объектов ЧС (разливы нефтепродуктов, утечки аварийно химически опасных веществ (АХОВ), последствия огневого (термического) воздействия на лесные и сельскохозяйственные угодья, потенциально пожароопасные места выхода на поверхность земли торфяных залежей и др.), получение их спектральных характеристик для верификации данных ДЗЗ чрезвычайных ситуаций. Благодаря этому повышается достоверность данных мониторинга зон ЧС, а также возможность их прогнозирования.

Использование результатов моделирования, полученных на комплексе «Визир» позволят:

– повысить оперативность принятия правильного управленческого решения на ликвидацию чрезвычайной ситуации и ее последствий;
– верно оценить складывающуюся оперативную обстановку;
– грамотно осуществить расчет сил и средств для ликвидации чрезвычайной ситуации;
– повысить качество контроля за оперативной обстановкой при проведении аварийно-спасательных работ.

Задачами работы являются:

- измерения при различных углах освещения и визирования:
- коэффициентов спектральной яркости (КСЯ) разнообразных поверхностей и объектов;
- данных СПЭЯ различных поверхностей и объектов;
- степени поляризации отраженного объектами излучения;
- составление базы данных измеряемых параметров различных поверхностей и объектов [11].

На рис. 5 приведены чертежи создаваемого комплекса. Вращающийся лабораторный стол (в центре установки) предназначен для размещения различных объектов исследований. Например, кюветы с водой и бензином, имитирующей попадание нефтепродуктов в водоисточник, участка травяного покрытия с нефтяным загрязнением, торфяного грунта или фрагментов дерева с термическими повреждениями, полученными вследствие лесного пожара и др.

Важно отметить, что использование при исследованиях поляризационных насадок позволяет проводить поляризационные измерения, возможность которых отсутствует в известных зарубежных аналогах [12].

Рисунок 5а

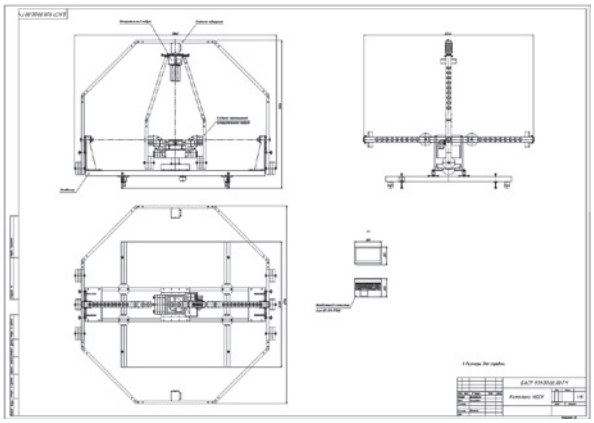


Рисунок 5б

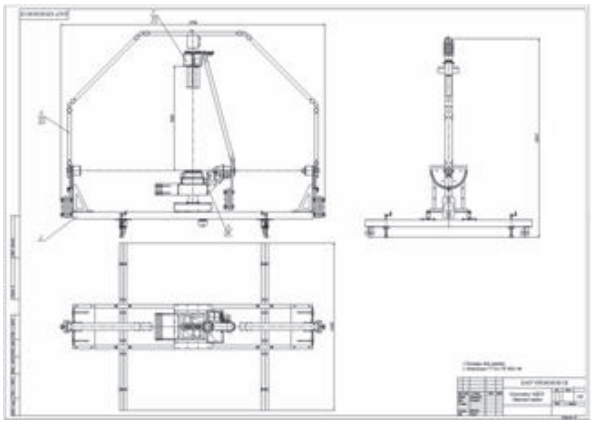


Рисунок 5в

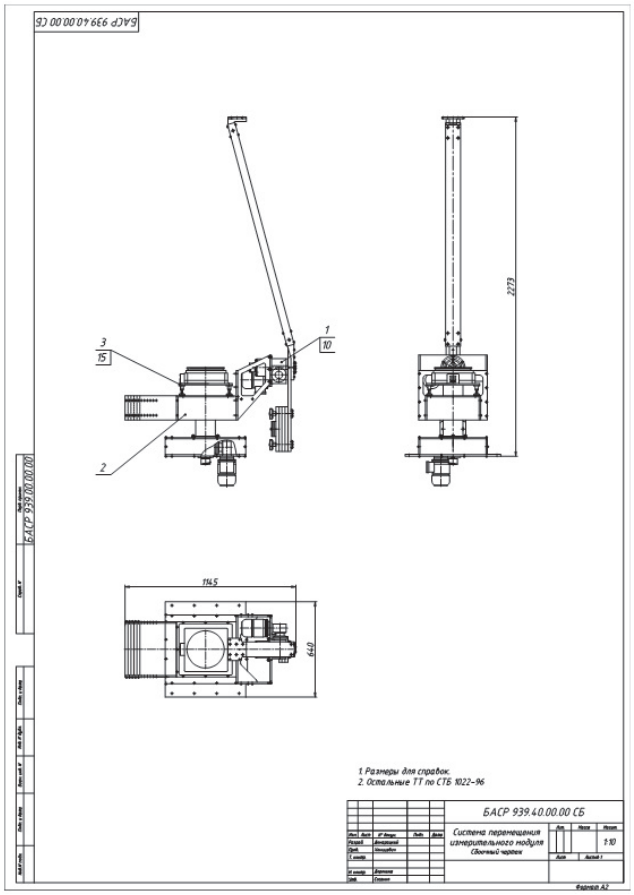


Рисунок 5а. Габаритный чертеж; **Рисунок 5б.** Сборочный чертеж; **Рисунок 5в.** Система сканирования измерительного блока
Figure 5a. A dimensional drawing; **Figure 5b.** Erection drawing; **Figure 5c.** The system of gage unit searching
Источник: Собственная разработка.
Source: Own elaboration.

Рисунок 6. Внешний вид гониометрической установки «Визир» (с различными углами кран-штатива)
Figure 6. An external view of the "Vizir" goniometer setup (with different angles of the camera crane)
Источник: Собственная разработка.
Source: Own elaboration.

ISSN 1895-8443

Для зенитного сканирования (в вертикальной плоскости) источника освещения и измерительного модуля на основе спектрометров будут использоваться кран – штативы с датчиками считывания углов на оси вращения переме щаемой штанги (рис. 6). Азимутальное сканирование (в горизонтальной плоскости) осуществляется как вращением с помощью шагового двигателя столика с образцом, так и вращением кран – штатива со спектрометрами (рис. 7) при отсутствии вращения коллимированного источника освещения. При этом зенитные углы – θ, θ_0 имеют возможность принимать значения в диапазоне от 5° до 90°, а азимутальный – φ в диапазоне от 0° до 360°.

В состав комплекса «Визир» входят следующие компоненты:

- основание с горизонтальными и вертикальными направляющими и измерительными шкалами (рис. 8);
- источник коллимированного излучения (рис. 9);
- спектрометр ВИД диапазона (350–1050 нм) с поляроидом (рис. 10);
- спектрометр ИК диапазона (1050–2500 нм) (рис. 10);
- эталонный отражатель;
- установочная платформа;
- компьютер;
- конструкторская документация;
- эксплуатационная документация.

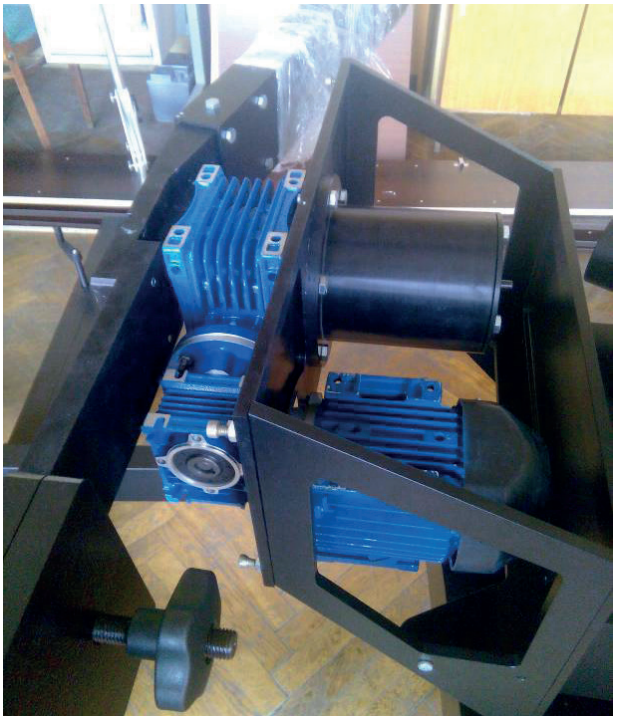


Рисунок 7. Механический двигатель кран – штатива со спектрометрами
Figure 7. Mechanical engine of the camera crane spectrometers
Источник: Собственная разработка.
Source: Own elaboration.

Рисунок 8. Узел вертикального крепления кран – штатива с дискретной шкалой
Figure 8. The block of upstanding camera crane with discrete scale
Источник: Собственная разработка.
Source: Own elaboration.

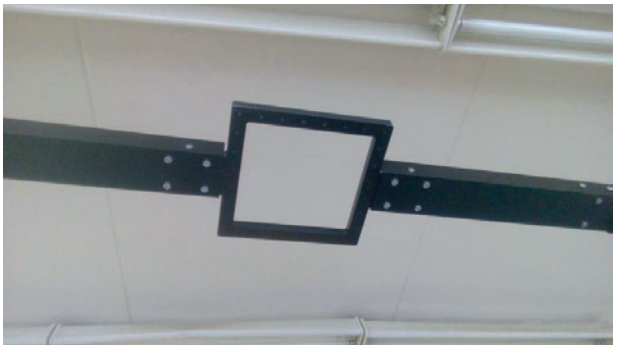


Рисунок 9. Крепление для источника коллимированного излучения
Figure 9. The affixment for emission collimated radiation
Источник: Собственная разработка.
Source: Own elaboration.

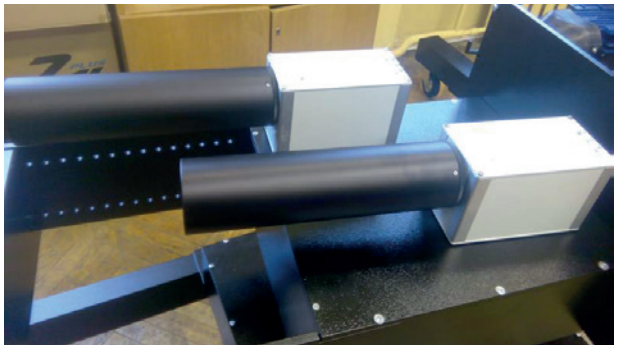


Рисунок 10. Спектрометры ВИД и ИК диапазонов
Figure 10. Spectrometers VIS and IR spectrum
Источник: Собственная разработка.
Source: Own elaboration.

Основные технические требования к комплексу приведены в таблице 1.

Таблица 1. Основные технические характеристики комплекса
Table 1. The main technical characteristics of the complex

Технические характеристики / Technical characteristics	Значение /Value
Спектральный диапазон, [нм] /Spectral band, [Nm]	350–2500
Приемники излучения: Radiation receiver для диапазона длин волн 350–1050 нм / for wavelength range 350-1050 Nm для диапазона длин волн 1050–2500 нм / for wavelength range 1050-2500 Nm	 Si InGaAs
Спектральное разрешение / Spectral resolution: для диапазона длин волн 350–1050 [нм] for wavelength range 350–1050 [Nm] для диапазона длин волн 1050–2500 [нм] for wavelength range 1050–2500 [Nm]	 1,4 1.4 4 4
Время сканирования / scan time мс mc	100
Радиометрическое разрешение, [бит] Radiometric resolution, [bit]	16 16
Усреднение спектра / Averaging the spectrum	Есть / Exists
Устранение темнового тока / Elimination of dark current	Автоматическое / Automatic
Размеры основания / The dimensions of the base:	
Диаметр, [м] / Diameter, [m]	3
Высота, [м] Height, [m]	1,5
Напряжение питания (переменный ток), [В] / Supply voltage (alternating current), [V]	220 ± 22
Угловая точность / Angular accuracy	±0.5°
Наблюдаемая полусфера / the observed hemisphere	нижняя (отраженный свет) / low (indirect light)

Источник: Собственная разработка.
Source: Own elaboration.

Подведение итогов

Таким образом, практически завершена разработка нового отечественного комплекса «Визир» для измерений двунаправленных спектрополяризационных коэффициентов отражения природных и искусственных объектов, который превосходит по своим возможностям существующие зарубежные аналоги и не имеет аналогов в странах СНГ и России. Данные, получаемые с помощью этого комплекса, позволят качественнее использовать данные мониторинга окружающей среды с аэрокосмических носителей, точно измерять контролируемые параметры и учитывать последствия чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, а также последствия антропогенного воздействия на природные объекты и экологическую безопасность.

Современные средства ДЗЗ позволяют проводить измерения объектов в спектральном рабочем диапазоне комплекса «Визир» (350–2500 нм.) с пространственным разрешением от десятков сантиметров до одного метра, что реализуется в конструкции данного комплекса. Спектральное разрешение мультиспектральной и гиперспектральной современной аппаратуры ДЗЗ достигает порядка нанометров в данном рабочем диапазоне измерений, что хорошо согласуется с реализуемыми параметрами лабораторного комплекса.

После окончательного завершения работ по созданию комплекса «Визир», будут проведены его предварительные испытания, а также лабораторные измерения спектральных характеристик образцов загрязнений поверхности Земли, возникающих вследствие чрезвычайных ситуаций (эталонных образцов) для валидации полученных результатов.

Выводы

Таким образом:

осуществлен обзор зарубежных гониометрических установок, используемых для измерения двунаправленного коэффициента отражения;

обоснована необходимость разработки отечественной модели комплекса для измерений двунаправленных спектрополяризационных коэффициентов отражения и яркости природных и искусственных объектов с более расширенными возможностями по сравнению с существующими зарубежными аналогами, в том числе за счет возможности

использования поляризационных насадок, позволяющих проводить поляризационные измерения;

приведены предварительные результаты работ по созданию нового отечественного комплекса «Визир» для измерений двунаправленных спектрополяризационных коэффициентов отражения и яркости природных и искусственных объектов;

указан окончательный уточненный состав разрабатываемого комплекса и определены основные технические требования к нему.

Литература

[1] Beliaev B.I., Sosenko V.A., Chumakov A.V., Beliaev Yu.V., Sizikov A.S., *Vozmozhnost' ispol'zovaniya aviatsionnoy spektrozonal'noy sistemy «AVIS» dlya distantsionnogo monitoringa ChS*, BiTP Vol. 34 Issue 2, 2014, pp. 105–114.

[2] Sizikov A.S., Beliaev YU.V., Tsykman I.M., Krot YU.A., *Pasenyuk A.A., Opredeleniye spektral'nykh kharakteristik etalonnykh obraztsov zagryazneniy poverkhnosti zemli, voznikayushchikh vsledstviye chrezvychaynykh situatsiy*, „Chrezvychaynyye situatsii: preduprezhdeniye i likvidatsiya" 2015, 2(38), 27–34.

[3] Sizikov A.S., Beliaev Y.V., Tsykman I.M., Popkov A.P., Laboratornyye izmereniya spektral'nykh kharakteristik etalonnykh obraztsov zagryazneniya poverkhnosti zemli, voznikayushchikh vsledstviye CHS tekhnogennogo kharaktera, svyazannykh s razlivom (utechkoy) nefteproduktov, CHrezvychaynyye situatsii: preduprezhdeniye i likvidatsiya: Sbornik nauchnykh trudov VII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, T. 2, Minsk 2016, 130–142.

[4] Sizikov A.S., Beliaev Y.V., Tsykman I.M., Krot Y.A., *Pasenyuk A.A., Kompleks dlya izmereniy dvunapravlennykh spektropolyarizatsionnykh koeffitsiyentov otrazheniya prirodnykh i iskusstvennykh ob'yektov*, „CHrezvychaynyye situatsii: preduprezhdeniye i likvidatsiya" 2016, 2(40), 22–29.

[5] Milton E.J., Schaepman M.E., Anderson K., Kneubühler M., Fox N., Progress in field spectroscopy, "Remote Sensing of Environment" 2009, 113, 92–109, http://www.geo.uzh.ch/microsite/rsl-documents/research/publications/peer-reviewed-articles/2009_FieldSpectroscopy_RSE_TM-2836619008/2009_FieldSpectroscopy_RSE_TM.pdf [accessed: 01.04.2018].

[6] Sandmeier S., Sandmeier W., Itten K.I., Schaepman M.E., Kellenberger T.W., The Swiss Field-Goniometer System (FIGOS), http://www.geo.uzh.ch/fileadmin/files/content/abteilungen/rsl1/Spe1995/IGARSS95.pdf [accessed: 01.04.2018].

[7] MAX LEHNER & CO. AG, http://www.maxlehner.ch/ [accessed: 01.04.2018].

[8] Gonio Radiometric Spectrometer System (GRASS), http://www.npl.co.uk/science-technology/earth-observation-climate/facilities/gonio-radiometric-spectrometer-system-grass [accessed: 01.04.2018].

[9] Pegrum-Browning H., Fox N., Milton E., *The NPL Gonio RAdiometric Spectrometer System (GRASS), Proceedings of The Remote Sensing And Photogrammetry Society Conference* 2008 "Measuring change in the Earth system", University of Exeter, 15-17 September 2008, http://eprints.soton.ac.uk/63464/1/81_63-81-NPL-GRASS.pdf [accessed: 01.04.2018].

[10] Peter P.J., Roosjen Jan G.P., Clevers W., Bartholomeus H.M., Schaepman M.E., Schaepman-Strub G., Jalink H., van der Schoor R., de Jong A., *A Laboratory Goniometer System for Measuring Reflectance and Emittance Anisotropy*, "Sensors" 2012, 12(12), 17358–71 https://www.researchgate.net/publication/235740443_A_Laboratory_Goniometer_System_for_Measuring_Reflectance_and_Emittance_Anisotropy [accessed: 01.04.2018].

[11] Sizikov A.S., Beliaev Y.V., Tsykman I.M., *Kompleks dlya izmereniy dvunapravlennykh spektropolyarizatsionnykh koeffitsiyentov otrazheniya prirodnykh i iskusstvennykh ob"yektov*, Tezisy dokladov XXX Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 80-letiyu FGBU VNIIPO MCHS Rossii, T. 2, VNIIPO 2017, 286–290.

[12] Sizikov A.S., Beliaev Y.V., Tsykman I.M., O razrabotke kompleksa dlya izmereniy dvunapravlennykh spektropolyarizatsionnykh koeffitsiyentov otrazheniya prirodnykh i iskusstvennykh ob'yektov, Materialy VIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii „Teoriya i praktika tusheniya pozharov i likvidatsii chrezvychaynykh situatsiy", Ukraina: CHerkassy, CHIPB im. Geroïv Chornobilya NUTSZ Ukraini, 2017, 246–247.

СИЗИКОВ АЛЕКСЕЙ СЕРГЕЕВИЧ, начальник оргнизационно-аналитического отдела Учреждения «Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций» МЧС Республики Беларусь.

БЕЛЯЕВ ЮРИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ, кандидат технических наук, доцент, заведующий лабораторией оптико-физических измерений, Научно-исследовательского учреждения «Институт прикладных физических проблем имени А.Н. Севченко» Белорусского государственного университета.

ЦИКМАН ИРИНА МИХАЙЛОВНА, кандидат технических наук, научный сотрудник лаборатории оптико-физических измерений, Научно-исследовательского учреждения «Институт прикладных физических проблем имени А.Н. Севченко» Белорусского государственного университета.

kpt. mgr Artur Luzar[a)]*

[a)]*Szkoła Aspirantów Państwowej Straży Pożarnej w Krakowie / The Fire Service College of the State Fire Service in Kraków*
**Autor korespondencyjny/Corresponding author: aluzar@sapsp.pl*

Wykorzystanie mediów społecznościowych przez komendy powiatowe, miejskie i wojewódzkie Państwowej Straży Pożarnej na przykładzie serwisu Facebook

The Use of Social Media by the District, Municipal and Regional Headquarters of the State Fire Service on the Example of Facebook

Использование социальных сетей районными, городскими и воеводскими штабами подразделений Государственной противопожарной службы на примере Facebook

ABSTRAKT

Cel: Celem artykułu jest przedstawienie wyników badań ilościowych oraz analizy treści dotyczących obecności jednostek organizacyjnych Państwowej Straży Pożarnej w mediach społecznościowych na przykładzie serwisu Facebook. Rozwój mediów (platform) społecznościowych w ogólnoświatowej sieci Internet sprawił, że są one uznawane za narzędzie powszechnie wykorzystywane przez różnego typu organizacje prywatne, administrację publiczną oraz służby. Używanie tego medium daje duże możliwości w procesie przekazywania bieżących informacji, sprawnego komunikowania się ze społecznością lokalną, budowania pozytywnych relacji i kreowania wizerunku organizacji. Media społecznościowe (*social media*) są także wykorzystywane przez administrację rządową oraz służby ratownicze wielu krajów w czasie każdej z czterech faz zarządzania kryzysowego (zapobieganie, przygotowanie, reagowanie, odbudowa).
Projekt i metody: W pierwszej części artykułu dokonano przeglądu istniejącej literatury prezentującej możliwości wykorzystania platform społecznościowych, zalety i wady korzystania mediów społecznościowych, a także klasyfikację oraz przykłady zastosowania tego typu narzędzi w poszczególnych fazach zarządzania kryzysowego. W drugiej części przeanalizowano profile komend powiatowych (KP), miejskich (KM) i komend wojewódzkich (KW) Państwowej Straży Pożarnej (PSP). Zebrane dane empiryczne zagregowano, poddano analizie statystycznej, a następnie przedstawiono w formie tabelarycznej i wykresowej.
Wyniki: W artykule wskazano, że na najbardziej popularnej wśród polskich internautów platformie Facebook aktywne konta ma jedynie 20% KP i komend miejskich PSP oraz 31% KW PSP. Dodatkowo przeanalizowano popularność poszczególnych profili, regularność aktualizacji, kompletność danych kontaktowych i teleadresowych oraz treści publikowane przez badane podmioty.
Wnioski: Jednostki organizacyjne PSP jedynie w części wykorzystują potencjał, jaki mogą dać media społecznościowe. Należy dążyć do tego, by jednostki te zwiększyły swoje zaangażowanie na platformach społecznościowych, gdyż – jak pokazała dotychczasowa praktyka – ich wykorzystanie w poszczególnych fazach zarządzania kryzysowego niejednokrotnie przyniosło pozytywny rezultat. Liczba „polubień" poszczególnych profili na Facebooku powinna być sukcesywnie zwiększana, aby w sytuacji zagrożenia można było w pełni wykorzystać potencjał tego medium.
Słowa kluczowe: media społecznościowe, Państwowa Straż Pożarna, Facebook, zarządzanie kryzysowe, ratownictwo
Typ artykułu: oryginalny artykuł naukowy

Przyjęty: 12.04.2018; Zrecenzowany: 29.06.2018; Zatwierdzony: 05.07.2018;
Identyfikator ORCID autora: 0000-0003-2263-1164;
Proszę cytować: BiTP Vol. 50 Issue 2, 2018, pp. 38–49, doi: 10.12845/bitp.50.2.2018.3;
Artykuł udostępniany na licencji CC BY-SA 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

ABSTRACT

Aim: The aim of the article is to present the results of quantitative research, as well as to analyse the activity of organisational units of the State Fire Service in social media on the example of Facebook. The development of social media (platforms) on the Internet has caused them to be regarded as a tool commonly used by various types of private organisations and public administration bodies, as well as the fire service. The use of this medium offers many opportunities as regards sharing latest news and efficiently communicating with the local community, as well as building positive relationships and developing the organisations' image. Social media are also used by the government administration as well as the emergency services of many countries in the crisis response process, during each of the four phases of crisis management (prevention, preparation, response, reconstruction).
Methods: The first part of the article reviews the literature on the uses of social media platforms, their advantages and disadvantages, and the classification and examples of the use of such tools at the respective stages of crisis management. In the second part, the profiles of district (poviat), municipal

and regional headquarters of the State Fire Service are analysed. The collected empirical data were aggregated, subjected to statistical analysis, and then presented in a tabular and graphical form.
Results: The article points out that active accounts on Facebook, the most popular platform among Polish Internet users, are run by only 20% of district/municipal headquarters and 31% of regional headquarters of the State Fire Service. In addition, the popularity of individual profiles, the regularity of updates, the completeness of contact and address details as well as content published by the surveyed entities were analysed.
Conclusions: The organisational units of the State Fire Service only partly use the potential offered by social media. An effort should be made to increase our involvement with social media platforms because, as of date, their use in individual phases of crisis management has often brought about positive results. The number of "likes" of individual profiles on the Facebook platform should be gradually increased, so that in the event of a threat, the potential of this medium can be fully exploited.
Keywords: social media, State Fire Service, Facebook, crisis management, rescue
Type of article: original scientific article

Received: 12.04.2018; Reviewed: 29.06.2018; Accepted: 05.07.2018;
Author's ORCID ID: 0000-0003-2263-1164;
Please cite as: BiTP Vol. 50 Issue 2, 2018, pp. 38–49, doi: 10.12845/bitp.50.2.2018.3;
This is an open access article under the CC BY-SA 4.0 license (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

АННОТАЦИЯ

Цель: Цель статьи – представление результатов количественных исследований и анализа присутствия организационных подразделений Государственной противопожарной службы в социальных сетях на примере Facebook. Развитие социальных сетей (платформ) в глобальной сети Интернет привело к признанию их инструментом, широко используемым различными частными организациями, государственными учреждениями и организациями в сфере управления и услуг. Использование этого средства предоставляет большие возможности в процессе передачи текущей информации, эффективной коммуникации с местным сообществом, создания позитивных отношений и имиджа организации. Социальные медиа (*social media*) также используются правительственной администрацией и службами спасения многих стран на каждом из четырех этапов кризисного управления (профилактика, подготовка, реагирование, восстановление).
Проект и методы: В первой части статьи рассматривается имеющаяся литература, в которой представлены возможности использования платформ социальных сетей, преимущества и недостатки использования социальных сетей, а также классификация и примеры использования этого типа инструмента на определенных этапах кризисного управления. Во второй части были проанализированы профили районных (РШ), городских (ГШ) и воеводских (ВШ) штабов Государственной противопожарной службы (ГПС). Собранные эмпирические данные были суммированы, подвергнуты статистическому анализу, а затем представлены в форме таблиц и графиков.
Результаты: В статье показано, что на наиболее популярной среди пользователей Интернета социальной платформе Facebook активные профили имеют только 20% РШ и городских штабов Государственной пожарной службы и 31% воеводских штабов ГПС. Кроме того, была проанализирована популярность отдельных профилей, регулярность обновлений, полнота контактных и телефонно-адресных данных, а также контент, опубликованный обследованными субъектами.
Выводы: организационные подразделения ГПС лишь частично используют потенциал, который могут предоставить социальные медиа. Мы должны стремиться к тому, чтобы эти подразделения увеличивали свое участие на социальных платформах, потому что, как показывает предыдущая практика, их использование на определенных этапах кризисного управления часто приводит к положительному результату. Количество «симпатий» отдельных профилей Facebook должно быть постепенно увеличено, чтобы в случае угрозы можно было полностью использовать потенциал этого средства массовой информации.
Ключевые слова: социальные медиа, Государственная противопожарная служба, Facebook, кризисное управление, служба спасения
Тип статьи: оригинальная научная статья

Принята: 12.04.2018; Рецензирована: 29.06.2018; Одобрена: 05.07.2018;
Идентификатор ORCID автора: 0000-0003-2263-1164;
Просим ссылаться на статью следующим образом: BiTP Vol. 50 Issue 2, 2018, pp. 38/–49, doi: 10.12845/bitp.50.2.2018.3;
Настоящая статья находится в открытом доступе и распространяется в соответствии с лицензией CC BY-SA 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Wprowadzenie

Cechą charakterystyczną państw, w których występuje wysoki wskaźnik rozwoju społecznego, jest dynamika zmian spowodowana w dużej części przemianami społecznymi, politycznymi, ekonomicznymi i technologicznymi. Zmiany te całkowicie zmieniają otaczającą nas rzeczywistość, a ich źródłem jest głównie informacja. *Słownik języka polskiego PWN* definiuje termin „informacja" trojako: jako 1. „to, co powiedziano lub napisano o kimś lub o czymś, także zakomunikowanie czegoś"; jako 2. „dział informacyjny urzędu, instytucji" oraz jako 3. „dane

Introduction

The dynamics of changes, to a large extent caused by social, political, economic and technological transitions, is a characteristic feature of the countries displaying a high social, political, economic and technological development rate. Such changes, which are primarily information-driven, make the reality entirely different. *The PWN dictionary of the Polish language* defines "information" in three different ways, i.e. as (1) "something that was said or written about somebody or something, or something that was announced"; (2) "an information department of an office or

przetwarzane przez komputer" [1]. W kontekście omawianego tematu każda z tych definicji wydaje się istotna. Informacja jest dziś fundamentalnym zasobem koniecznym do rozwoju oraz funkcjonowania każdego społeczeństwa w wielu jego aspektach, w tym w aspekcie gospodarczym, relacji społecznych, poczucia bezpieczeństwa.

Wielowymiarowy rozwój komputeryzacji oraz powszechna dostępność ogólnoświatowej sieci Internet dla społeczeństwa i instytucji publicznych zwiększyły potencjał technologii informacyjno-komunikacyjnej. Efektem takiej przemiany stało się wyodrębnienie społeczeństwa informacyjnego. Determinuje ona postrzeganie tej rzeczywistości w sposób naukowy, stwarzając tym samym potrzebę na nowe paradygmaty naukowo-badawcze w tym zakresie. Społeczeństwo informacyjne wymaga zatem głębokich zmian w sposobie myślenia na temat swojego rozwoju, wykorzystania i funkcjonowania. Nowy model postrzegania społeczeństwa skłania do opracowywania wysoko zaawansowanych rozwiązań informatycznych. Wiele miast, regionów czy całych państw dostrzegło ogromny potencjał w budowie społeczeństwa informacyjnego i uczyniły z tego priorytet, dostrzegając nowe kierunki rozwoju i okazję do nawiązania współpracy z innymi regionami na skalę globalną. Obok wielu państw także Polska za jeden z celów strategicznych przyjęła budowę społeczeństwa informacyjnego. Częścią tego procesu jest wykorzystanie potencjału technologii informacyjno-komunikacyjnej w kontekście działalności administracji publicznej oraz udostępniania usług publicznych przez Internet. Warunkiem rozwoju społeczeństwa informacyjnego jest sprawnie funkcjonująca administracja elektroniczna (e-administracja) [2].

Szeroko pojęta informacja poddana analizie, syntezie, a w końcu spożytkowana przez człowieka jest źródłem konstrukcji coraz to bardziej wyrafinowanych maszyn oraz coraz znakomitszych technologii. Jednocześnie stopień rozwoju postrzegany jako jeden z determinantów dokonywania np. inwestycji produkcyjnych, który może wpływać na wzrost zagrożeń (zagrożenia technologiczne, niekorzystny wpływ na środowisko naturalne itp.). Umożliwia to jednak dobór właściwych dla źródła zagrożeń środków determinujących potrzebę opracowywania nowatorskich rozwiązań w kontekście systemów zarządzania kryzysowego [3].

Zaufanie do mediów społecznościowych

Ocena jakości danej organizacji, zarówno z sektora prywatnego, jak i publicznego, jest ściśle skorelowana z jej reputacją budowaną długo, stopniowo, będącą odzwierciedleniem tego, czym dana organizacja się zajmuje albo jak zachowują się jej przedstawiciele. O reputacji decydują m.in. opinie ludzi kształtowane na podstawie własnego doświadczenia, osobiste relacje z użytkownikami czy informacje pochodzące z mediów – w tym z mediów elektronicznych. Wizerunek i postrzeganie organizacji są jej zewnętrznym wyrazem tożsamości. Tożsamość tę należy rozumieć w kontekście rdzennych i fundamentalne cech charakteryzujących tę organizację. Komunikacja, zachowania, a także symbolizm są podstawowymi formami autoprezentacji

institution"; and (3) "computer-processed data"[1]. In the context of this topic, each of these definitions appears significant. Nowadays, pieces of information constitute fundamental resources indispensable for the development and functioning of any society in various aspects, including the economic area, social relations and the sense of security.

The multi-dimensional development of computerisation, along with the provision of general access to the Internet to public institutions and societies, have increased the potential of information and communication technologies. These transitions have resulted in the emergence of an information society, giving rise to reality being perceived scientifically, and therefore creating the demand for new scientific and research paradigms in this field. The information society thus calls for profound changes in the way of thinking about its development, use and functioning. Moreover, the new way of looking at the society fosters the development of advanced IT solutions. Numerous cities, regions and countries have seen a huge potential in building an information society, and have approached this idea on a priority basis, identifying new development directions and opportunities to establish cooperation with other regions in global terms. Poland is among the countries treating the development of an information society as one of their strategic objectives. That process involves tapping the potential of IT technologies in the context of public administration operations, and rendering public services via the Internet. Notably, efficiently-operating electronic administration (referred to as e-administration) is a prerequisite to the development of an information society [2].

The widely-understood information which is first subjected to analysis and synthesis, and the used by people, forms grounds for creating more and more sophisticated machinery and technologies. At the same time, the development level is perceived as a determinant, *inter alia*, to production investments which may, in turn, contribute to increased threats (technological threats, adverse environmental impact, and the like). Nonetheless, it enables the selection of methods determining the need to develop innovative solutions, in the context of crisis management systems, adequate for a given source of threats [3].

Trust in social media

Quality assessment of a given organisation, operating either in the private or public sector, is strongly correlated with its gradually-built reputation, reflecting its course of activities and behaviour of its representatives. This reputation reflects, *inter alia*, people's opinions based on their own experience, personal relations with users or information obtained from various media, including electronic. The image and perception of an organisation externally reflect on its identity which should be interpreted in the context of native and fundamental features. Communication, behaviours and symbolism are the underlying forms of auto-presentation, expressing the unique attributes of an organisation. The most significant form of

wyrażającymi unikatowe atrybuty organizacji. Najbardziej istotną formą autoprezentacji jest to, jak dana organizacja działa, jaką ma kulturę organizacyjną, a także to, jakie regulacje, procesy czy struktury są dla niej charakterystyczne. Elementy te są najbardziej wiarygodnym kluczem do kształtowania reputacji i odczytywania tożsamości. Kolejnym istotnym elementem jest komunikacja rozumiana dwojako – wąsko bądź szeroko. Według Balmera i Graya komunikacja pojmowana szeroko zawiera nie tylko informację (bez względu na dobór technik i sposobów komunikowania), lecz także całą działalność organizacji. To tzw. całościowa komunikacja, która jest zbieżna z wyobrażeniami społeczeństwa o danej organizacji i która obejmuje trzy poziomy:

- informacje wynikające z osobistego doświadczenia – mające największy wpływ na kształtowanie reputacji danej organizacji, mimo że stanowiące najmniejszą część informacji docierających do ludzi;
- informacje oparte na opiniach znajomych, przyjaciół, rodziny itp.;
- informacje uzyskane z mediów [4].

Poziomy drugi i trzeci są ważne także dlatego, że jedynie określona liczba osób miała możliwość pozyskania informacji z doświadczenia [5].

Zdaniem autora niniejszego artykułu powyższe poziomy są istotne w kontekście działalności jednostek organizacyjnych Państwowej Straży Pożarnej w mediach społecznościowych. Internetowe media społecznościowe to niezwykle szybko rozwijający się kanał komunikacji zarówno pomiędzy obywatelami, jak i – coraz częściej – pomiędzy obywatelami a instytucjami rządowymi i pozarządowymi oraz innego typu organizacjami (w tym z firmami komercyjnymi).

Media społecznościowe są efektywnym narzędziem pozwalającym nawiązać relacje pomiędzy obywatelami a instytucjami państwowymi – także tymi, które ustawowo są odpowiedzialne za zapewnienie bezpieczeństwa [6]. Platformy społecznościowe charakteryzują się dużymi możliwościami komunikacyjnymi, w tym pozwalają na obustronną wymianę myśli i poglądów na tematy dotyczące bezpieczeństwa. Odpowiednio funkcjonujący profil może być wykorzystany jako narzędzie informacyjne m.in. w zakresie bieżących wydarzeń, prewencji i profilaktyki przeciwpożarowej, ale też jako informacja zwrotna na temat odczuć i opinii obywateli, ich intencji, emocji czy innych istotnych cech. Jest to związane z budowaniem zaangażowania obywateli i umożliwieniem im wypowiedzenia się na forum publicznym, co jednocześnie łączy się z promowaniem wartości demokratycznych na poziomie lokalnym. Takie otwarcie się na obywateli zwiększa przejrzystość danej organizacji, a także zachęca tychże obywateli do współpracy i współuczestnictwa w tworzeniu lokalnego bezpieczeństwa. Największą przewagą nowych mediów nie jest ich nowoczesność *sensu stricto*, lecz możliwość ich modyfikacji i dostosowywania w zależności od okoliczności i z uwzględnieniem bieżących potrzeb. Dlatego więc w opinii autora tego artykułu jednostki organizacyjne Państwowej Straży Pożarnej na poziomie komend wojewódzkich oraz komend niższego szczebla zasadniczo powinny korzystać z możliwości, jakie dają media społecznościowe, gdyż one – w odróżnieniu od np. tradycyjnych stron WWW – zwiększają możliwość obustronnej komunikacji.

auto-presentation refers to the modus operandi of an organisation, its organisational culture, as well as regulations, processes and structures that characterise it. These elements form the most reliable key to reputation-building and perception of identity. Communication, interpreted in the narrow or broad sense, is another major element. According to Balmer and Gray, the broadly-understood communication includes not only information (regardless of the choice of techniques and communication methods) but also the entire activity of an organisation. This refers to the so-called full-scope communication, consistent with the prevailing community's views on the organisation, and comprises three levels:

- information resulting from personal experience – having a growing impact on the reputation-building of an organisation, despite corresponding to the smallest portion of information that people receive;
- information based on the opinions shared by friends, relatives, family, etc.;
- information obtained from the media [4].

The second and third levels are particularly important because only a limited number of people have a chance to acquire information based on experience [5].

According to the author of this article, the reference levels are crucial in the context of operations performed by organisational units of the State Fire Service in the domain of social media. Online social media constitute a rapidly-developing channel of communication between citizens and, increasingly often, between citizens and both governmental and non-governmental institutions, as well as other types of organisations (including commercial companies).

Social media can prove effective in establishing relations between citizens and state institutions, including those whose statutory duty is to ensure security [6]. Social networking sites offer exceptional communication opportunities, enabling bilateral exchange of thoughts and views regarding security. A well-functioning profile can be used as a tool to provide information, *inter alia*, on the current fire events, prevention and prophylaxis, and to gather the feedback and opinions from citizens, including their intentions, emotions or other significant features. This is connected with building citizens' involvement and enabling them to express their opinions publicly, which also entails the dissemination of democratic values at the local level. An organisation, by opening up to citizens, becomes more transparent, which encourages citizens to cooperate and take part in local security building. The biggest advantage of the new media is not their innovative character as perceived *sensu stricto*, but rather the ability to modify and adjust them to specific circumstances, in view of the current needs. Therefore, according to the author, organisational units of State Fire Service, and – more specifically – regional and lower-level headquarters, should generally use the opportunities offered by social media, considering that, contrary to traditional web pages, they provide increased prospects for bilateral communication.

While using social media to accomplish the organisation's objectives, one or more of the following methods should be used:

Korzystając z mediów społecznościowych w kontekście celów, które organizacja zamierza osiągnąć, należy zastosować jedną lub więcej z poniższych metod:

- *push* – skupiającą się w wykorzystywaniu profilu danego medium społecznościowego na rozpowszechnianiu informacji z możliwością interakcji obywateli w postaci informacji zwrotnej,
- *pull* – skupiającą się na maksymalnym zaangażowaniu obywateli przez sondowanie ich opinii oraz udostępnianie własnych treści,
- *interactive mining* – w której główną rolę odgrywa komunikacja (szybka i stała wymiana informacji na polu publicznym) pomiędzy organizacją i obywatelem.

Wykorzystanie potencjału mediów społecznościowych w sytuacji wystąpienia zagrożenia może przybierać różne formy. Większość osób odwiedzających profile internetowe służb i instytucji to użytkownicy prezentujący bierną postawę, tzn. śledzący na bieżąco pojawiające się informacje, ale niewnoszący nic nowego – niezamieszczający dodatkowych informacji na dany temat. Przykładem takiego zachowania obywateli w sytuacji zagrożenia jest ich reakcja w mediach społecznościowych po wybuchu, tragicznej w skutkach, paniki na festiwalu muzyki elektronicznej Love Parade w Duisburgu w 2010 roku. Analiza przeprowadzona przez A. Scharza pokazała, że media społecznościowe używane były wtedy pasywnie [7]. Ich użytkownicy szukali głównie aktualnych informacji o sytuacji. Stosunkowo rzadko użytkownicy wykorzystali platformy społecznościowe do wymiany informacji czy doświadczeń oraz do aktywnej dyskusji. Zauważono, że większa motywacja do użycia mediów społecznościowych była spowodowana osobistym nastawieniem do zaistniałej katastrofy. Aktywne uczestniczenie w mediach społecznościowych przynosiło korzyści indywidualne w postaci racjonalizacji stresu oraz poczucia bycia członkiem większej społeczności (w tym wypadku narodowej). Aktywność w sferze platform społecznościowych w Internecie powinna być postrzegana interdyscyplinarnie, ze szczególnym wykorzystaniem wiedzy z zakresu psychologii społecznej. Pozwoliłoby to na prawidłową interpretację zjawiska czynnego udziału w mediach społecznościowych, a także konsekwencji takiego postępowania [8].

Zalety i zastosowanie mediów społecznościowych

Niewątpliwą zaletą mediów społecznościowych jest to, że służby lub instytucje odpowiedzialne za bezpieczeństwo mogą w czasie rzeczywistym komunikować się z dużą grupą obywateli bez pośredników w postaci dziennikarzy i tradycyjnych mediów, jak: prasa, radio czy telewizja. Pozwala to na przekazanie, w wybranej formie i wybranym zakresie, informacji między dysponentem a obywatelem bez narażania tej informacji na przypadkowe zniekształcenia lub celowe manipulacje dziennikarskie. Zdaniem autora wykorzystanie potencjału mediów społecznościowych jest właściwie dobraną strategią w komunikacji kryzysowej. W 2013 roku, gdy w pobliżu Boylston Street, na trasie maratonu bostońskiego, dwóch terrorystów zdetonowało domowej produkcji ładunki wybuchowe, media społecznościowe spełniły ważną funkcję informacyjną. Jedna czwarta Amerykanów

- *push* – focusing on the dissemination of information through a social media profile, with the possible interaction with citizens through feedback,
- *pull* – focusing on the maximum engagement of citizens through opinion polls and content sharing,
- *interactive mining* – assigning the principal role to communication (fast and uninterrupted information exchange in the public domain) between an organisation and citizens.

In the event of threat, the potential offered by social media can be used in various ways. Most people visiting online profiles of services and institutions take a passive approach, i.e. they monitor published information on an ongoing basis but make no contribution of their own, e.g. by publishing additional information. Such behaviour patterns displayed by citizens in emergency circumstances were exemplified by the reactions appearing in social media after the panic that had spread during the Love Parade in Duisburg in 2010, having fatal consequences. The analysis conducted by A. Scharz revealed that, in that case, social media were used passively [7], with users mainly searching for up-to-date information, being much less inclined to exchange information or experiences, or hold active discussions. It was noted that an increased motivation to use social media resulted from the personal attitude to that tragic event. The active participation in social media brought personal benefits in the form of stress rationalisation and the sense of being part of a bigger (in this case, national) community. Activity in social networking sites should be approached on an interdisciplinary basis, with specific use of expertise in the field of social psychology, which might enable the correct interpretation of the active engagement in social media, and its consequences [8].

The advantages and use of social media

An unquestionable advantage of social media is that the services or institutions responsible for security can maintain real-time communication with a large group of citizens, without journalists or traditional media (i.e. press, radio or television) acting as intermediaries. This makes it possible to convey information, in a given form and scope, between the dispatcher and citizens, without the risk of its being accidentally distorted or intentionally manipulated by journalists. According to the author, the exploitation of the social media potential is a well-matched strategy in crisis communication. In 2013, after two terrorists had detonated home-made explosives close to Boylston Street, at the route of the Boston marathon, social media performed an important informative function. Every fourth American obtained information on the rescue activities from

 ISSN 1895-8443

uzyskała informację o trwających działaniach ratowniczych ze źródeł znajdujących się w mediach społecznościowych (Facebook i Twitter). Wiadomość o zatrzymaniu jednego z zamachowców, którą na swoim profilu opublikowała bostońska policja, dotarła do ponad 140 tys. osób w ciągu pierwszych kilku minut. Warto przy tym zwrócić uwagę na kwestię wzajemnego informowania się i udzielania sobie wzajemnej pomocy przez zagrożoną ludność [9].

W 2011 roku, po tragicznym w skutkach tsunami, które nawiedziło Japonię, 88 tys. osób uznano za zaginione. Japońscy użytkownicy Facebooka intuicyjnie wykorzystali to medium do informowania swojej rodziny i znajomych o tym, że są bezpieczni i nie odnieśli obrażeń. Aktywność ta została dostrzeżona przez obsługę portalu, co z kolei było bezpośrednią inspiracją do stworzenia nowej funkcji Safety Check, którą uruchamiano podczas kolejnych kilkunastu katastrof czy zamachów terrorystycznych na całym świecie. Funkcja ta umożliwia także zweryfikowanie listy osób znajomych przebywających w pobliżu terenu, na którym doszło do zdarzenia [10].

Podczas wspomnianego zamachu w Bostonie ponad 200 osób za pośrednictwem Internetu wyszło z propozycją pomocy osobom uwięzionym na trasie maratonu. Oferowano bezpłatne schronienie oraz gorące napoje i posiłki.

Kolejnym przykładem wartym podania jest sytuacja z Monachium, gdzie podczas nocy sylwestrowej na przełomie 2015 i 2016 roku doszło do zamieszek w związku z masowymi incydentami molestowania seksualnego kobiet. Kierownictwo monachijskiej policji postanowiło wykorzystać Twitter do bieżącego informowania obywateli, którzy spędzali sylwestra poza domem, o tym, których okolic należy unikać, które ulice są zamknięte itd. Z komunikatów korzystali tak obywatele, turyści oraz lokalne i zagraniczne media tradycyjne.

To zaledwie kilka przykładów wykorzystania mediów społecznościowych w sytuacji, w której do niebezpiecznego zdarzenia już doszło. Warto jednak podkreślić, że mogą być one doskonałym narzędziem także na etapie planowania lub przygotowania się do zagrożenia szczególnie w kontekście prowadzenia działań z zakresu prewencji społecznej przez służby ratownicze. Szczegółowe dane na temat możliwości wykorzystania platform społecznościowych przedstawiono w tabeli 1.

social media (Facebook and Twitter). Information on arresting one of the terrorists, published online by the Boston police, was viewed by over 140,000 people within just a few minutes. At this point, the issues of mutual trust and assistance from the people put at risk are also worth noting [9].

In 2011, following the fatal tsunami that had spread across Japan, 88,000 were declared missing. The Japanese users of Facebook intuitively used that social medium to inform their family and friends that they were safe and had not sustained injuries. This activity was not left unnoticed by the portal administrators, inspiring them to develop Safety Check, a new function that was subsequently launched during several disasters and terrorist attacks worldwide. It also enabled verifying the list of people staying close to the impact zone [10].

During the aforementioned terrorist attack in Boston, over 200 people, acting via the Internet, expressed their willingness to provide assistance to people trapped at the marathon route. They were offered free shelter, as well as hot drinks and meals.

The events that occurred in Munich during the New Year's Eve in 2015, and – more specifically – the mass incidents of sexual harassment of women, provide another example worth quoting. The Munich police decided to use Twitter to provide ongoing information to citizens involved in outdoor New Year's celebrations about the regions to be avoided, streets that had been closed, etc. Such information reached to both local residents and tourists, as well as to local and international traditional media.

These are but a few examples of the use of social media in the circumstances when a dangerous situation has already occurred. However, it is worth stressing that they can provide an excellent tool also at the stage of planning or preparing for a certain threat, and in particular in the context of conducting social prevention measures by rescue services. More detailed data regarding the possible use of social networking sites are presented in Table 1.

Tabela 1. Typologia mediów społecznościowych
Table 1. Typology of social media

Typ mediów społecznościowych/ Type of social media	Przykład/ Example	Zastosowanie/Use
Społeczność sieciowa/Community	Facebook, Myspace, Nasza Klasa/ Facebook, Myspace, Nasza Klasa	– koordynowanie poszukiwań oraz działań potencjalnych wolontariuszy/ coordinating searches and potential volunteer activities – informowanie, odsyłanie do serwisów specjalistycznych/providing information and links to specialised portals
Udostępnianie, upowszechnianie treści wideo i dzielenie się nimi/ Uploading, disseminating and sharing video contents	YouTube, Flickr, Vimeo/YouTube, Flickr, Vimeo	– lokalne ostrzeżenia w czasie rzeczywistym/providing local real-time warnings – wymiana filmów z miejsca zdarzenia/exchanging videos from the place of incident – identyfikacja osób zaginionych/ identifying missing persons
Współpraca, wymiana wiedzy/ Cooperation, exchange of information	Wiki, fora internetowe/ Wiki, Internet forums	umożliwienie komunikacji pomiędzy osobami obywatelami i służbami/enabling the communication between citizens and services
Blogi i mikroblogi/Blogs and microblogs	Twitter, Blogger, Wordpress/ Twitter, Blogger, Wordpress	publikowanie informacji i ostrzeżeń/publishing information and warnings

Źródło: Wendling C., Radisch J., Jacobzone S., *The Use of Social Media in Risk and Crisis Communication*, „OECD Working Papers on Public Governance", No. 22, 2013.

Source: Wendling C., Radisch J., Jacobzone S., *The Use of Social Media in Risk and Crisis Communication*, „OECD Working Papers on Public Governance", No. 22, 2013.

Wykorzystywanie narzędzi i możliwości, jakie dają media społecznościowe, powinno być zgodne z wcześniej stworzonymi planami. Opracowana strategia medialna powinna uwzględniać trzy elementy:

- obecność w mediach społecznościowych – nieobecność jest zagrożona prowadzeniem komunikacji przez osoby do tego nieuprawnione (podszywaniem się pod daną organizację);
- jakość obecności – zamieszczane informacje muszą być aktualne, unikatowe, prospektywne i wysokiej jakości, a także zgodne z celami i strategią całej organizacji;
- wpływowość – która jest kształtowana nie tylko przez liczba „fanów" czy unikatowych odwiedzin, ale także przez interakcje (szczególnie komentowanie lub umieszczanie swoich treści) zgodne z tematyką informacji zamieszczanych przez organizacje, co wpływa na kreowanie opinii innych użytkowników.

Strategia działania w *social media* powinna być tworzona długofalowo i uwzględniać bieżące cele (szczególnie w sytuacjach niestandardowych). W przypadku prowadzenia profili przez jednostki organizacyjne główne cele powinny polegać na:

- komunikowaniu – ze szczególnym uwzględnieniem:
  - bieżących wydarzeń z życia komendy;
  - pośredniczenia w przekazywaniu informacji dotyczących lokalnego i ogólnokrajowego bezpieczeństwa z innych instytucji rządowych, takich jak: Rządowe Centrum Bezpieczeństwa, Biuro Bezpieczeństwa Narodowego, Lasy Państwowe, Krajowa Dyrekcja Dróg i Autostrad;
  - informowania o istotnych decyzjach i komunikatach w czasie wystąpienia zagrożenia;
  - kompletnych danych teleadresowych jednostki organizacyjnej PSP;
- edukowaniu, czyli wszelkiego rodzaju kampaniach społecznych i zwiększaniu świadomości dotyczącej szeroko pojętego bezpieczeństwa.

Raport *Digital in 2018 in Western Europe* pokazuje, że w Polsce jest 17 mln aktywnych użytkowników mediów społecznościowych [11]. Na tej podstawie można stwierdzić, że jest to bardzo dobra przestrzeń do prowadzenia wieloaspektowych. Łatwa obsługa i uniwersalność tych mediów oraz szeroki zasięg prezentowanych w nich treści powinny być wykorzystywane szczególnie w promowaniu kultury bezpieczeństwa oraz informowaniu społeczeństwa o istotnych wydarzeniach. W związku z tym uwidacznia się potrzeba usystematyzowania wiedzy z zakresu wykorzystania mediów społecznościowych przez jednostki organizacyjne PSP.

Badania własne

W okresie od 1 grudnia 2017 roku do 15 lutego 2018 roku przeprowadzono badania, których celem głównym było dokonanie wieloaspektowej analizy ilościowej i jakościowej profili prowadzonych przez KM/KP/KW PSP w najbardziej popularnym serwisie społecznościowym w Polsce, jakim jest Facebook. Aby

The use of tools and opportunities offered by social media should be consistent with the previously-developed plans. The media strategy should include the following three elements:

- presence in social media – absence entails the risk of communication's being conducted by unauthorised persons (pretending to act on behalf of an organisation);
- quality of presence – publicised information must be up-to-date, original, prospective and high-quality, as well as consistent with the objectives and strategy of the whole organisation;
- impactfulness – information impact depends not only on the number of followers or views, but also on interactions (including mainly comments and content sharing), conforming to the subject-matter of the information uploaded by the organisation, in order to exert an opinion-making impact on other users.

The social media operational strategy should be long-term and take into account various objectives (especially under extraordinary circumstances). The principal objectives related to maintaining profiles by organisational units should entail:

- maintaining communication – with specific consideration of:
  - the ongoing events involving the headquarters;
  - acting as an intermediary body in the provision of information on the local and national security from other governmental institutions, such as the Government Centre for Security, the National Security Bureau, the State Forest Holding, and the General Directorate of Roads and Motorways;
  - providing information about major decisions and announcements at the time of emergency;
  - providing detailed contact details of an organisational unit of the State Fire Service;
- conducting educational measures, including various social campaigns, and raising the awareness of security issues in a general sense.

The *Digital in 2018 in Western Europe* report has revealed that the social media in Poland have 17,000,000 active users [11]. It can, therefore, be concluded that they provide an excellent space for multi-faceted activities. The easy operation and universality of such media, coupled with the wide range of presented content, should be used in particular to promote the culture of security and to inform the society on important events. As a result, the need to systematise knowledge on the use of social media by State Fire Service units has become obvious.

Own surveys

Between 1 December 2017 and 15 February 2018 surveys were conducted with the principal aim of carrying out multi-dimensional qualitative and quantitative analyses of the profiles maintained by municipal/district/regional headquarters of the State Fire Service on Facebook, being the most popular social medium

ISSN 1895-8443

osiągnąć cel główny ,wyodrębniono cele szczegółowe polegające na zbadaniu:

- liczby KM/KP/KW PSP prowadzących aktywne konta społecznościowe na Facebooku;
- liczby aktualnych dany teleadresowych na profilach;
- liczby publikowanych postów;
- liczby zamieszczanych treści;
- liczby użytkowników Facebooka obserwujących profil;
- tematyki dotyczącej publikowanych treści.

Próba badawcza składała się z 154 KM/KP PSP (45% wszystkich komend tego szczebla stanowiących grupę reprezentatywną) oraz wszystkich (16) KW PSP.

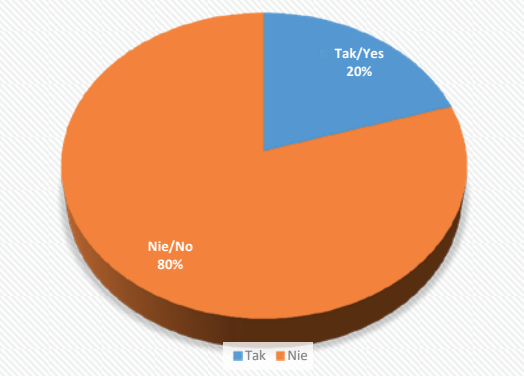
Z przeprowadzonych badań wynika, że zaledwie 20% KM/KP PSP oraz 31% KW utworzyło profil swojej organizacji na Facebooku (tab. 1), jednakże wnikliwa analiza zamieszczanych i publikowanych treści pozwala na uznanie części z nich za tzw. profile martwe, a więc takie, które nie wykazały żadnej aktywności w mediach społecznościowych co najmniej od miesiąca. Wywnioskowano to z liczby publikowanych postów w ciągu ostatniego miesiąca. W związku z powyższym można uznać, że aktywne profile na Facebooku ma 12% KM/KP oraz 13% KW.

in Poland. With a view of accomplishing the principal objective, a number of specific objectives were set in order to determine:

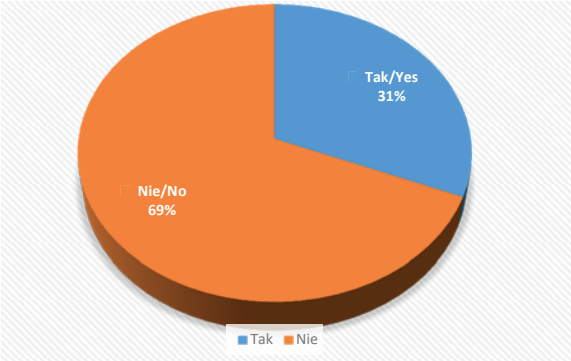
- the number of municipal/district/regional headquarters of the State Fire Service maintaining active accounts on Facebook;
- the number of up-to-date contact details on such profiles;
- the number of published posts;
- the number of published contents;
- the number of Facebook profile followers;
- the subject-matter of published contents.

The survey sample comprised 154 municipal/district headquarters of the State Fire Service (with 45% of all headquarters at this level constituting a representative group) and all the (16) regional headquarters.

The surveys have revealed that as few as 20% of the municipal/district headquarters, and 31% of the regional headquarters, have set up Facebook profiles (Tab. 1). However, a thorough analysis of the published content leads to the conclusion that some of them are "dead", i.e. profiles that have not been actively used in social media for at least a month. This conclusion was based on the number of posts published within the preceding month. Given that, it can be inferred that 12% of municipal/district headquarters, and 13% of regional ones, have active Facebook profiles.



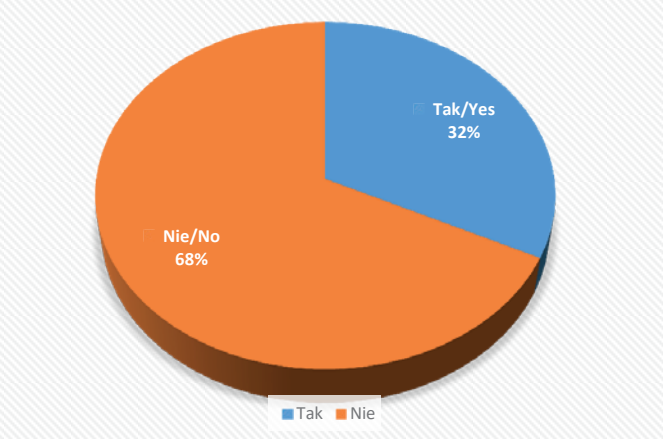
Rycina 1. Posiadanie profili społecznościowych na Facebooku przez KM/KP PSP na (n = 154)
Figure 1. Facebook profiles of district headquarters of the State Fire Service (n = 154)
Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.



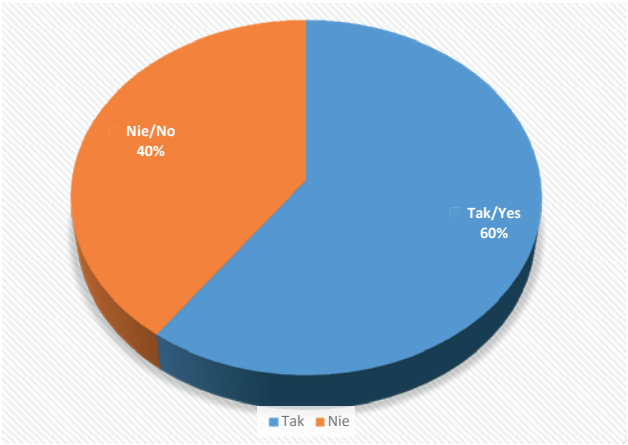
Rycina 2. Posiadanie profili społecznościowych na Facebooku przez KW PSP (n = 16)
Figure 2. Facebook profiles of regional headquarters of the State Fire Service (n = 16)
Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.

Pesymistycznie wygląda także kompletność danych teleadresowych. Spośród komend mających konta na Facebooku dwie trzecie KM/KP PSP nie udostępnia kompletnych danych teleadresowych (adres komendy, wskazówki dojazdowe, telefon kontaktowy, godziny otwarcia, e-mail, adres strony WWW, kategoria profilu, np. organizacja rządowa) (ryc. 3). Podobnie wygląda to w przypadku KW PSP (ryc. 4).

The completeness of contact details also appears rather pessimistic. Among the headquarters having their Facebook accounts, two-thirds of municipal/district headquarters of the State Fire Service do not provide complete contact details (i.e. the address, directions, contact phone, opening hours, e-mail address, website address and profile category, e.g. a governmental organisation) (Fig. 3). The situation is similar in the case of regional headquarters (Fig. 4).



Rycina 3. Kompletność danych teleadresowych podawanych przez KM/KP PSP mające profile na Facebooku (n = 31)
Figure 3. Completeness of contact details on District Headquarters profiles on Facebook (n = 31)
Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.

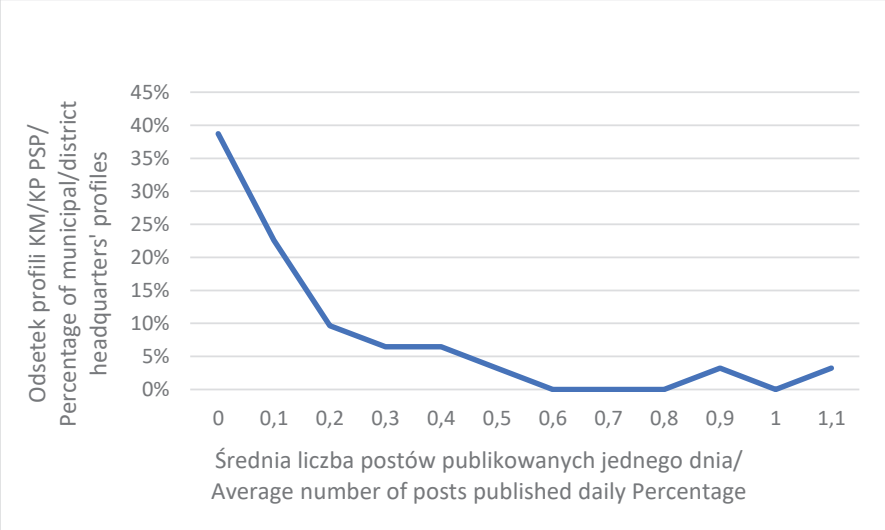


Rycina 4. Kompletność danych teleadresowych podawanych przez KW PSP mające profile na Facebooku (n = 5)
Figure 4. Completeness of contact details on Regional Headquarters profiles on Facebook (n = 5)
Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.

Podczas badań mierzono także liczbę postów publikowanych na Facebooku. Nieco ponad jedna trzecia KM/KP PSP udostępnia treści 3-4 razy w miesiącu, co stanowi największą grupę wśród badanych podmiotów (z pominięciem tzw. profili martwych). Zaledwie 3% KM/KP PSP publikuje teksty blisko raz dziennie (ryc. 5).

The surveys were also used to measure the number of posts published on Facebook. Slightly more than one-third of municipal/district headquarters of the State Fire Service publish contents 3-4 times a month, constituting the largest group among the surveyed units (excluding so-called dead profiles). Only 3% of municipal/district headquarters publish texts nearly once a day (Fig. 5).

ISSN 1895-8443



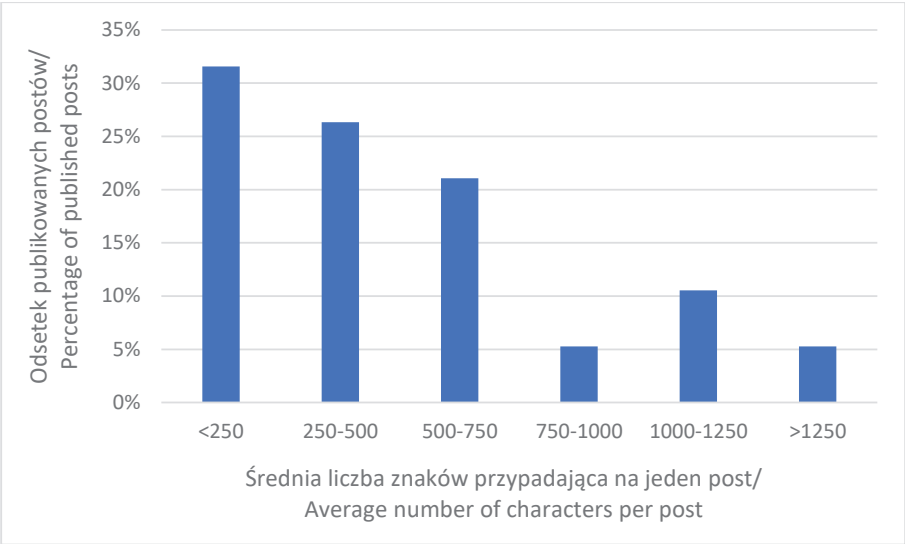
Rycina 5. Liczba postów publikowanych na Facebooku przez KM/KP PSP (średnio w ciągu dnia) (n = 31)
Figure 5. Number of posts published by District/Regional Headquarters profiles on Facebook (average in one day) (n = 31)
Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.

W wyniku analizy aktywności KW PSP (n = 5) na Facebooku stwierdzono, że na 60% istniejących kont nie opublikowano żadnej informacji w ciągu ostatniego miesiąca, a na 20% opublikowano jeden post. Pozytywnie na tym tle wyróżnia się jedynie Komenda Wojewódzka w Warszawie, która osiągnęła wynik 2,8 postu na dzień.

Zauważono także zróżnicowane wartości w obszerności publikowanych informacji. W przypadku KM/KP PSP (ryc. 6) post miał średnio 499 znaków ze spacjami, a w przypadku KW PSP miał ich– średnio 1719 (n = 2).

Having analysed the regional headquarters' activity on Facebook (n = 5), it was found that no information had been published in the preceding month on 60% of the existing accounts, and one post had been released on 20% of the accounts. The Regional Headquarters in Warsaw, with 2.8 posts published daily, is the only unit which stands out in a positive sense.

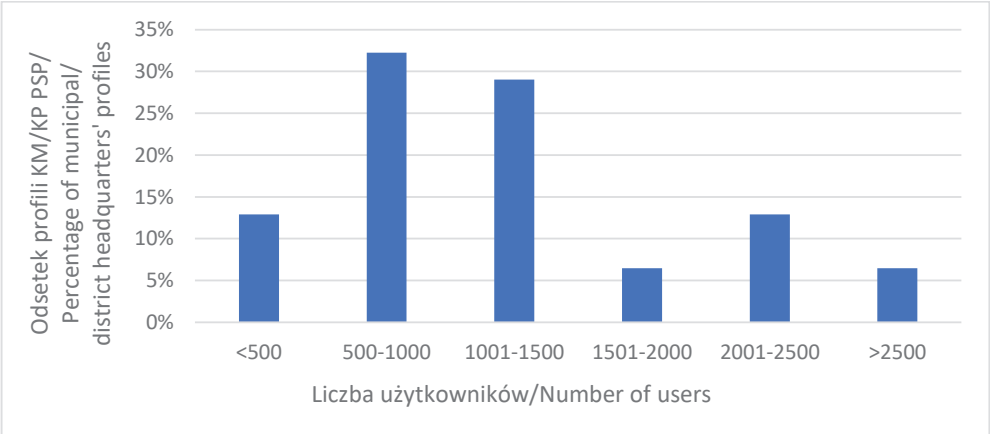
Differences were also found in terms the size of published information. Posts published by municipal/district headquarters (Fig. 6) usually had 499 characters with spaces, whereas regional headquarters' posts had an average of 1,719 characters (n = 2).



Rycina 6. Obszerność postów publikowanych na Facebooku przez KM/KP PSP, podana w liczbach znaków ze spacjami (n = 19)
Figure 6. The size of posts published by District/Regional Headquarters profiles on the Facebook – in the number of characters. (n = 19)
Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.

Liczba użytkowników, którzy zadeklarowali zainteresowanie danym profilem KP/KP PSP, klikając na „Lubię to", w ponad połowie przypadków wynosi 500-1500 osób. Jedynie w dwóch przypadkach (biorąc pod uwagę grupę badawczą) liczba przekroczyła 2500 (ryc. 7). Liczba „polubień" profili poszczególnych KW PSP przedstawia tabela 2.

The number of users declaring their interest in a municipal/district headquarters' profile, by clicking "Like," amounted to 500-1,500 in over 50% of all cases. Only in two units (included in the survey group) this number exceeded 2,500 (Fig. 7). The number of "Likes" on individual regional headquarters' profiles is shown in Table 2.



Rycina 7. Liczba użytkowników, którzy „polubili" profil KM/KP PSP (n = 31)
Figure 7. Number of users who "liked" District Headquarters profiles on the Facebook (n = 31)
Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.

Tabela 2. Liczba użytkowników, którzy „polubili" profil KW PSP (n = 5)
Table 2. Number of users who "liked" Regional Headquarters profiles on the Facebook (n = 5)

Lp./No.	Nazwa instytucji/ Institution name	Liczba „polubień" profilu/ Number of profile "likes"
1	KW PSP w Gorzowie Wielkopolskim/ Regional Headquarters of the State Fire Service in Gorzów Wielkopolski	1920
2	KW PSP w Łodzi/ Regional Headquarters of the State Fire Service in Łódź	733
3	KW PSP w Warszawie/ Regional Headquarters of the State Fire Service in Warsaw	4207
4	KW PSP w Szczecinie/ Regional Headquarters of the State Fire Service in Szczecin	152
5	KW PSP w Opolu/ Regional Headquarters of the State Fire Service in Opole	2023

Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.

Podsumowanie i wnioski

Media społecznościowe są ważnym elementem w komunikacji i wymianie informacji pomiędzy obywatelami czy przedstawicielami danej grupy społecznej, a także pomiędzy administracją publiczną i społeczeństwem. Poszczególne służby ratownicze, w tym Państwowa Straż Pożarna, ma aktywne konta na platformach społecznościowych. Przeprowadzone badania pokazały, że jedynie co piąta komenda powiatowa/komenda miejska ma aktywne konto, a wiele jednostek nie udostępnia kompletnych danych teleadresowych. Jeśli chce się wykorzysta potencjał mediów społecznościowych w celu poszerzania świadomości obywatelskiej dotyczącej szeroko rozumianego bezpieczeństwa, a także w przypadku wystąpienia zagrożenia, niezwykle ważne jest, żeby profile były prowadzone i uzupełniane regularnie. Zauważono, że istnieje ścisły związek pomiędzy

Summary and conclusions

Social media constitute an important element in the communication and information exchange between citizens and representatives of various social groups, and between public administration and the society. Various rescue services, including the State Fire Service, have active accounts on social networking sites. The conducted surveys have revealed that as few as 20% of district/municipal headquarters have active accounts, and many units do not share complete contact details. With the aim of exploiting the potential of social media to increase citizens' awareness of the widely-understood security issues, and in the event of threat, it appears extremely important to maintain such profiles and publish information regularly. It has been found that there is a close relationship between data completeness, regular publication of new posts and the number of users who have

ISSN 1895-8443

kompletnością danych, regularnością zamieszczania nowych postów a liczbą użytkowników, którzy „polubili" profil danej komendy. Liczba tych użytkowników ma z kolei wpływ na szybkość przepływu i zasięg informacji, które mogą być przydatne w sytuacji zagrożenia.

"liked" the headquarters' profiles. In turn, the number of users impacts on both the speed of transfer and the reach of information that may prove useful in the event of threat.

Literatura/Lierature

[1] *Słownik języka polskiego PWN*, https://sjp.pwn.pl/sjp/informacja;2466189.html [dostęp: 26.01.2018].

[2] Ziemba E., *Miejsce e-administracji w kreowaniu społeczeństwa informacyjnego – teoria i praktyka*, „Roczniki Kolegium Analiz Ekonomicznych" 2012, 24, 331–349.

[3] Kosowski B., Kotulecki A., *Praktyczne aspekty wykorzystania informacji przestrzennej w zarządzaniu kryzysowym*, „Roczniki Geomatyki" 2006, 4(1), 49–56.

[4] Balmer J.M.T., Gray E.R., *Corporate IdentityAnd Corporate Communications: Creating Competitive Advantage*, „Corporate Communications: An International Journal" 1999, 4(4).

[5] Głuszek E., *Kreowanie reputacji przedsiębiorstwa w mediach społecznościowych – szanse i zagrożenia*, „Zarządzanie i Finanse" 2013, 4, 61–76.

[6] Kavanaugh A., *Social media use by government: From the routine to the critical*, „Government Information Quarterly" 2012, 29, 480–491.

[7] Schwarz A., *How publics use social media to respond to blame game in crisis communication: The Love Parade tragedy in Duisburg 2010*, „Public Relations Review" 2012, 38(3) 430–437.

[8] Marjak H., *Potencjał i rola mediów społecznościowych w zarządzaniu kryzysowym na kolejnych etapach sytuacji kryzysowej* [dok. elektr.], „Logistyka" 2014, 5, CD nr 1, 1009–1018.

[9] Polko P., *Media społecznościowe w służbie armii – analiza wybranych przypadków*, w: *Walka informacyjna. Uwarunkowania – incydenty – wyzwania*, H. Batorowska (red.), Uniwersytet Pedagogiczny im. Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie, Kraków 2016, 222–234.

[10] J. Stojer-Polańska, A. Luzar, *Ćwierkając po pomoc, czyli jak efektywnie wykorzystać media społecznościowe podczas dużych akcji ratowniczych*, „Rescue Magazine" 2016, 4, 41–46.

[11] *Digital in 2018 in Western Europe*, https://www.slideshare.net/wearesocial/digital-in-2018-in-northern-europe-part-1-west-86864045 [dostęp: 5.07.2018].

KPT. MGR ARTUR LUZAR – strażak, inżynier bezpieczeństwa cywilnego. Pełni służbę na Wydziale Informatyki i Łączności Szkoły Aspirantów Państwowej Straży Pożarnej w Krakowie. Prowadzi zajęcia dydaktyczne w ramach przedmiotu: wsparcie komputerowe działań ratowniczych. Naukowo zajmuje się rolą mediów społecznościowych w kontekście szeroko pojętego bezpieczeństwa obywateli.

CPT. ARTUR LUZAR, M.SC. – fireman, civil security engineer. He performs service at the Department of Information Technology and Communications of the Fire Service College of the State Fire Service in Kraków, conducting classes in the field of computer-assisted rescue actions. In his scientific work, he focuses on the role of social media in the widely-understood domain of citizens' security.

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Stworzenie anglojęzycznych wersji oryginalnych artykułów naukowych wydawanych w kwartalniku „BITP. Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza" – zadanie finansowane w ramach umowy 658/P- DUN/2018 ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych na działalność upowszechniającą naukę.

kpt. dr Tomasz Węsierski[a)]*, mł. kpt. mgr inż. Oliwer Eszer[a)]

[a)]Szkoła Główna Służby Pożarniczej / The Main School of Fire Service
**Autor korespondencyjny / Corresponding author: twesierski@sgsp.edu.pl*

Określanie składników środków pianotwórczych mogących mieć decydujący wpływ na zmniejszenie chłonności odpadów sztywnej pianki poliuretanowej względem odpadów poakcyjnych pian

Determining the Components of Foaming Agents That Can Have a Decisive Impact On Reducing the Absorption Proprieties of Rigid Polyurethane Foam Waste in Relation to Post-Foaming Waste

Определение компонентов пенообразователей, которые могут оказать решающее влияние на снижение абсорбирующей способности отходов твердого пенополиуретана по сравнению с отходами после применения пены

ABSTRAKT

Cel: Celem publikacji jest eksperymentalne określenie składników środków pianotwórczych mogących wpływać na zmniejszenie chłonności odpadów sztywnej pianki poliuretanowej względem odpadów poakcyjnych piany. Pozwoli to na określenie mechanizmu procesu powodującego ograniczenie skuteczności sorbentu w działaniach ratowniczych.

Metoda: Wykorzystano zmodyfikowaną metodę Westinghousa oraz autorską metodę analizy wyników uwzględniającą ubytek masy powstający na skutek parowania sorbatu z przestrzeni sorbentu. W badaniach użyto jednolitego proszku sztywnej pianki poliuretanowej. Badaniu poddano wybrane kombinacje składników stanowiących koncentraty środków pianotwórczych: dodecylosiarczan sodu, 2-butanol i 1-undekanol.

Wyniki i dyskusja: Wykreślono zależność masy sorbatu znajdującego się w porach sorbentu w funkcji czasu ociekania oraz wyznaczono maksymalną masę teoretyczną dla wszystkich badanych układów przez ekstrapolację prostej parowania do osi OY. Określenie wpływu wybranych składników środka pianotwórczego na sorpcję odniesiono do sorpcji wody. W tym celu porównywano przeciętne maksymalne masy teoretyczne otrzymane dla poszczególnych układów o różnych stężeniach i zbadano ich zgodność względem przeciętnej wartości otrzymanej dla wody. W tym celu skorzystano z kryterium porównawczego na poziomie istotności $\alpha = 0{,}1$.

Wnioski: Podczas badań wstępnych zauważono zdecydowanie mniejszą chłonność odpadów sztywnej pianki poliuretanowej względem roztworów środków pianotwórczych niż w przypadku wody. Badania wyraźnie wykazały, że czynnikiem odpowiedzialnym za pogorszenie się właściwości pochłaniających pumeksu jest obecność 1-undekanolu w środku pianotwórczym, który jest wykorzystywany jako stabilizator piany. Jest to oczywiście działanie synergiczne z dodecylosiarczanem sodu. O ile sam dedecylosiarczan sodu powodował niewielką zmianę w zasorbowanej masie sorbatu (ok. 2%), o tyle dodatek 1-undekanolu przyczynił się do zmiany aż w 43%. Dodatek rozpuszczalnika (2-butanolu) powodował już niewielką zmianę właściwości chłonnych, przy czym chłonność niezależnie od kombinacji nieznacznie się zwiększała. Otrzymane wyniki pokazują, że czynnikiem odpowiedzialnym za zmniejszenie się chłonności może być niskie napięcie powierzchniowe, które jest cechą charakterystyczną środków pianotwórczych zawierających anionowe środki powierzchniowo czynne. Spadek napięcia powierzchniowego powoduje zmniejszenie się wielkości sił kapilarnych, a co za tym idzie – ułatwia wyciek cieczy z porów sorbentu.

Badania wskazują na pewne ograniczenia wykorzystania sztywnej pianki poliuretanowej w działaniach ratowniczych mających na celu usuwanie resztek roztworów środków pianotwórczych lub też roztworów wodnych zawierających ich ślady.

Słowa kluczowe: odpady środków pianotwórczych, działania ratownicze, usuwanie zanieczyszczeń, ścieki popożarowe, chłonność sorbentów

Typ artykułu: oryginalny artykuł naukowy

Przyjęty: 11.04.2018; Zrecenzowany: 19.06.2018; Zatwierdzony: 05.07.2018;
Procentowy wkład merytoryczny: T. Węsierski – 75%; O. Eszer – 25%;
Identyfikatory ORCID autorów: T. Węsierski – 0000-0002-9849-6539; O. Eszer – 0000-0002-3659-1952;
Proszę cytować: BiTP Vol. 50 Issue 2, 2018, pp. 50–62, doi: 10.12845/bitp.50.2.2018.4;
Artykuł udostępniany na licencji CC BY-SA 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

ABSTRACT

Aim: The aim of this publication is to experimentally identify the components of foaming agents that may have an impact on reducing the absorbency of rigid polyurethane foam waste in relation to post-foaming waste. This will allow to determine the mechanism behind the process which limits the sorbent's effectiveness in rescue operations.

Method: The research methods used were a modified Westinghouse test and a proprietary method of analysis of results taking into account the loss of mass following the evaporation of sorbate from the sorbent space. The tests used rigid polyurethane foam in the form of a solid powder. The tests examined selected combinations of ingredients that concentrate foaming agents, including sodium dodecyl sulphate, 2-butanol, 1-undecanol.

Results and discussion: The dependence of the mass of sorbate solution absorbed in the pores of the sorbent as a function of dripping time and the maximum theoretical mass was determined for all tested systems by extrapolation of evaporation line to the OY axis. The determination of the influence of chosen ingredients of foaming agents on sorption was related to water sorption. To this end, the average maximum theoretical masses obtained for individual systems with different concentrations were compared and their compatibility with the average value obtained for water was examined. For this purpose, the comparative criterion was used at the level of significance a = 0.1.

Conclusions: During the preliminary tests, the sorptivity of rigid polyurethane foam was noticeably lower in the presence of foaming agents, as compared to water. The tests clearly show that the factor responsible for the deterioration of pumice absorption properties is the presence of 1-undecanol in the foam concentrate, which is used as a foam stabiliser. This is of course synergistic with sodium dodecyl sulphate. While sodium dedecyl sulphate alone caused a small change in the absorbed mass of sorbate (about 2%), the addition of undecan-1-ol caused as much as 43% change. The addition of a solvent (2-butanol), in turn, caused only a slight change in absorptive properties, with the absorbency being slightly increased irrespective of the combination. The obtained results indicate that the factor responsible for the drop in sorptivity may be the low value of surface tension, which is typical of foaming agents solutions containing anionic surfactants. The decrease in surface tension causes a reduction in the capillary force and, as a result, facilitates the leakage of liquid from sorbent pores. The results indicate some limitations in the use of rigid polyurethane foam in rescue operations aimed at removing residuals of foaming agent solutions or water solutions containing traces of such agents.

Keywords: firefighting foam waste, rescue operations, contamination removal, post-fire sewage, sorbent sorptivity

Type of article: original scientific article

Received: 11.04.2018; Reviewed: 19.06.2018; Accepted: 05.07.2018;

Percentage contribution: T. Węsierski – 75%; O. Eszer – 25%;

Authors' ORCID IDs: T. Węsierski – 0000-0002-9849-6539; O. Eszer – 0000-0002-3659-1952;

Please cite as: BiTP Vol. 50 Issue 2, 2018, pp. 50–62, doi: 10.12845/bitp.50.2.2018.4;

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

АННОТАЦИЯ

Цель: Цель публикации заключается в экспериментальном определении компонентов пенных концентратов, которые могут уменьшить впитываемость твердых отходов пенополиуретана по сравнению с отходами после использования пены. Это позволит определить механизм процесса, который ограничивает эффективность сорбента в спасательных операциях.

Метод: Использовали модифицированный метод Вестингхауса и оригинальный метод анализа результатов, включая потерю массы в результате испарения сорбата из пространства сорбента. В испытаниях использовался твердый пенополиуретан. Были испытаны выбранные комбинации ингредиентов пенного концентрата: додецилсульфат натрия, 2-бутанол и 1-ундеканол.

Результаты и обсуждение: Определена зависимость массы сорбата в порах сорбента как функция времени капания и определена максимальная теоретическая масса для всех исследованных систем путем экстраполяции прямой испарения к оси OY. Определение влияния отдельных компонентов пенного концентрата на сорбцию было связано с сорбцией воды. С этой целью сравнивались средние максимальные теоретические массы, полученные для отдельных систем с различными концентрациями, и их совместимость со средним значением, полученным для воды. Для этой цели использовался сравнительный критерий на уровне значимости α = 0,1.

Выводы: Во время предварительных испытаний наблюдалась значительно более низкая абсорбционная способность твердых отходов пенополиуретана в отношении пеноконцентратов, чем в случае воды. Исследования ясно показали, что фактором, ответственным за ухудшение свойств поглощения пемзы, является присутствие 1-ундеканола в пеноконцентрате, который используется в качестве стабилизатора пены. Этот эффект, конечно, синергичен с эффектом натрия додецилсульфата. В то время как натрия дедецилсульфат вызывал небольшое изменение в сорбированной массе сорбата (около 2%), добавление 1-ундеканола способствовало изменению на 43%. Добавление растворителя (2-бутанола) уже вызывало небольшое изменение абсорбирующих свойств, причем впитывающая способность, независимо от комбинации, несколько возрастала. Полученные результаты показывают, что фактором, ответственным за снижение впитывающей способности может быть низкое поверхностное натяжение, что является отличительной чертой пенообразователей, содержащих анионные поверхностно-активные вещества. Уменьшение поверхностного натяжения приводит к уменьшению капиллярной силы, и, следовательно, облегчает утечку жидкостей из пор сорбента. Исследования показывают некоторые ограничения в использовании твердой полиуретановой пены во время спасательных операций, направленные на удаление остаточных растворов пены или водных растворов, содержащих их следовые количества.

Ключевые слова: отходы пенообразующих веществ, спасательные действия, ликвидация загрязнений, пожарные сточные воды, абсорбция сорбентов

Тип статьи: оригинальная научная статья

Принята: 11.04.2018; Рецензирована: 19.06.2018; Одобрена: 05.07.2018;

Процентоне соотношение участия в статье: T. Węsierski – 75%; O. Eszer – 25%;

Идентификаторы ORCID авторов: T. Węsierski – 0000-0002-9849-6539; O. Eszer – 0000-0002-3659-1952;

Просим ссылаться на статью следующим образом: BiTP Vol. 50 Issue 2, 2018, pp. 50–62, doi: 10.12845/bitp.50.2.2018.4;

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

Wprowadzenie

Obecnie panujący trend w nauce i zagrożenia środowiskowe powodują, że dużo uwagi poświęca się problemom związanym z poakcyjnymi odpadami środków pianotwórczych [1–18]. Dotyczy to przede wszystkim ich trwałości środowiskowej oraz badań w zakresie otrzymywania coraz to nowych kompozycji składników aktywnych o lepszej biodegradowalności. Zdecydowanie mniej uwagi poświęca się praktycznym aspektom usuwania pozostałości środków pianotwórczych podczas zdarzeń [14, 19]. Tylko w 2017 roku w trakcie działań wykorzystano ponad 427 m^3 środków pianotwórczych, przy czym większość interwencji stanowiły zdarzenia o niewielkiej skali [20].

Jednym z rozwiązań umożliwiających bezpieczne, tanie i intuicyjne zbieranie rozlewisk jest wykorzystanie sorbentów, które – w zależności od ich gęstości nasypowej – można wykorzystać zarówno w działaniach na powierzchni lądu, jak i wody [21]. Ich bierność chemiczna względem chłoniętych substancji, łatwość i intuicyjność zastosowania, a także możliwość późniejszej kontrolowanej utylizacji umożliwiają wykorzystanie ich jako taniego i bezpiecznego środka doczyszczania na miejscu zdarzenia. Niniejsze ich właściwości powodują, że w 2017 roku w trakcie działań realizowanych tylko przez Państwową Straż Pożarną (PSP) wykorzystano prawie 797 ton sorbentów [20]. Niestety, obecnie ich użycie ogranicza się jedynie do zbierania rozlewisk substancji niebezpiecznych. Praktycznie nie wykorzystuje się sorbentów do sorbowania odpadów środków pianotwórczych oraz ścieków popożarowych, Niemniej jest to możliwe w przyszłości, zwłaszcza w przypadku doczyszczania miejsca zdarzenia oraz zwiększającej się świadomości ekologicznej ratowników.

Badania wstępne przeprowadzone w laboratorium fizyki i chemii Szkoły Głównej Służby Pożarniczej (SGSP) wykazały wyraźnie mniejszą chłonność odpadów sztywnej pianki poliuretanowej względem roztworów środków pianotwórczych. To pokazuje, że część porów sorbentu jest niedostępna, czego przyczyną może być między innymi powstawanie pęcherzyków piany w przestrzeni chłonnej lub obniżenie napięcia powierzchniowego ułatwiającego wykapywanie sorbatu.

Mając na celu przeanalizowanie czynnika wpływającego na ograniczenie przestrzeni chłonnej sorbentu, należy wziąć pod uwagę skład chemiczny poszczególnych koncentratów środków pianotwórczych. W przypadku związków typu S, klasy A oraz AFFF głównymi składnikami są związki powierzchniowo czynne, rozpuszczalniki organiczne, stabilizatory piany, inhibitory korozji. Związki powierzchniowo czynne stanowią do 20% masy koncentratu środka, natomiast rozpuszczalniki organiczne oraz substancje przeciwdziałające zamarzaniu mogą sumarycznie stanowić aż do 60% tej masy. W przypadku związków klasy P, FP, FFFP głównymi składnikami są hydrolizaty proteinowe (10–50%) oraz glikole stanowiące razem nie więcej niż 20% [2]. Stąd też w badaniach postanowiono zbadać wpływ popularnych związków będących składnikami środków pianotwórczych i pełniących w nich różne funkcje. Związkami tymi są: dodecylosiarczan sodu (SDS) – popularny surfaktant anionowy, 2-butanol – rozpuszczalnik organiczny zwłaszcza w starszych typach środków pianotwórczych, 1-undekanol – mogący być stabilizatorem piany.

Introduction

Recent trends in science, coupled with environmental risks, have caused a lot of attention to be given to issues related to foaming agent waste produced during rescue operations [1–18]. The focus is especially on their environmental safety and the development of new active ingredients with enhanced biodegradability. Practical aspects of foaming agent residual removal tend to receive significantly less attention [14, 19]. In 2017 alone, more than 427 m^3 of foaming agents was used during rescue operations, most of which during small-scale interventions [20].

One of the solutions to contain a spillage in a safe, cost-effective and user-friendly way is to use sorbents, which – depending on their bulk density – can be used on both land and water surfaces. Their chemical neutrality in relation to any absorbed substances, easy and intuitive use, and subsequent controlled neutralisation make them cost-effective and safe agents for cleaning accident sites. Because of these properties, in 2017 the State Fire Service (PSP) alone used nearly 797 tonnes of sorbents in its operations [20]. Unfortunately, their use is now limited to containing dangerous substance spills. Sorbents are hardly ever used to absorb foaming agent residue or post-fire sewage. But this could be the case in the future, especially given the need for cleaning accident sites and the growing environmental awareness of rescue professionals.

Preliminary research conducted in the Physics and Chemistry Lab at the Main School of Fire Service (SGSP), has shown that rigid polyurethane foam has a significantly lower sorptivity in relation to foaming agent solutions. This suggests that some sorbent pores are inaccessible, which could be caused, e.g., by foam bubbles in the sorptive space or by reduced surface tension which facilitates sorbate dripping.

In order to identify factors that reduce sorbents' sorptive area, it is important to consider the chemical composition of each foaming agent concentrate. In type S, class A and AFFF compounds, their main ingredients are surface active agents, organic solvents, foam stabilisers, and corrosion inhibitors. Surface active agents, or surfactants, constitute up to 20% of the concentrate mass, and organic solvents and antifreeze substances combined can account for up to 60% of the mass. In class P, FP, and FFFP compounds, their main ingredients are protein hydrolysates (10–50%) and glycols which together make up no more than 20% [2]. This is why in this study we decided to examine the impact of popular ingredients of foaming agents and their various functions. These ingredients are sodium dodecyl sulphate (SDS), a popular anionic surfactant; 2-Butanol, an organic solvent used especially in older types of foaming agents; and 1-undecanol, which can be used as foam stabiliser.

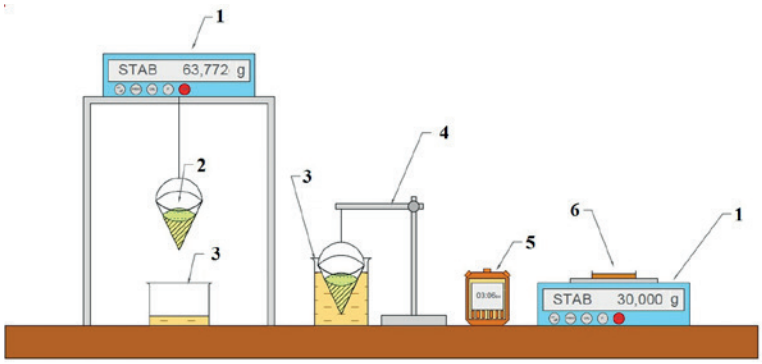
ISSN 1895-8443

Metodyka badań
Stanowisko badawcze

Badania chłonności maksymalnej wykonano modyfikowaną metodą Westinghousa. Metodę podstawową będącą elementem badań kwalifikacyjnych sorbentów przeznaczonych do wykorzystania przez PSP zawarto w rozporządzeniu Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (Dz. U. r. Nr 143, poz. 1002). Przedstawiona w niniejszym artykule modyfikacja jest autorską koncepcją interpretacji wyników. Stanowisko badawcze przedstawiono na ryc. 1.

Study methodology
Test stand

Maximum sorptivity tests were carried out using a modified Westinghouse method. The primary method for testing sorbents to be used by PSP was described in the Regulation of the Minister of the Interior and Administration of 20 June 2007 on the list of products used for public security and health, life, and property protection, and the rules for authorising the use of such products (Journal of Laws No. 143, item 1002). The modification described in this paper is our own approach to result interpretation. The test stand is shown in Fig. 1.



Rycina 1. Schemat stanowiska badawczego. 1) waga analityczna 2) stozkowa siatka z pumeksem 3) zlewka na środkiem badanym 4) statyw 5) stoper 6) szalka Petriego z pumeksem

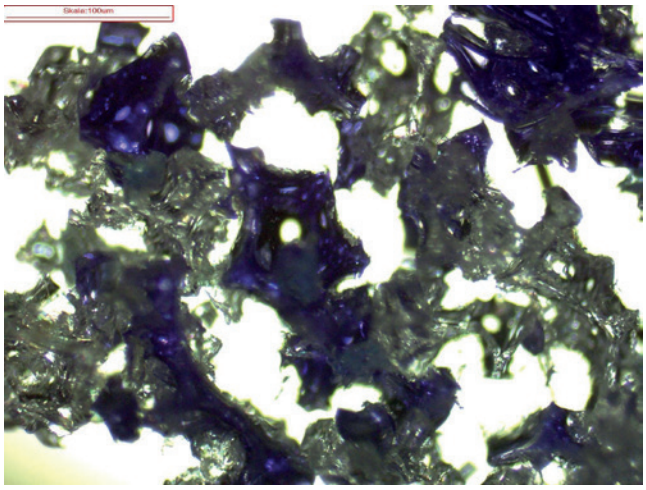
Figure 1. A schematic representation of the test stand. 1) an analytical balance 2) a cone-shaped mesh with pumice 3) a beaker with the tested compound 4) a support 5) a stopwatch 6) a Petri dish with pumice

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Przed przystąpieniem do badań właściwych przesiano odpad sztywnej pianki poliuretanowej w celu otrzymania jednolitego proszku o granulacji Ø ≤ 1 mm. Zdjęcie mikroskopowe pianki poliuretanowej wykorzystanej w badaniach przedstawiono na ryc. 2.

Before proceeding to the tests proper, we sifted rigid polyurethane foam waste to obtain a homogeneous powder with grain size Ø ≤ 1 mm. A microscopic photo of polyurethane foam used in the study is shown in Fig. 2.



Rycina 2. Zdjęcie mikroskopowe sztywnej pianki poliuretanowej użytej w badaniach

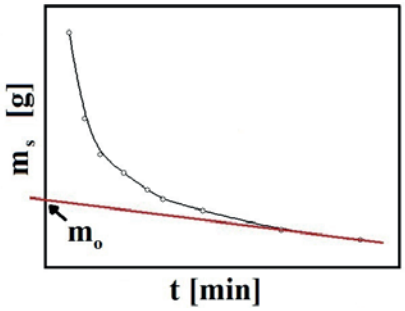
Figure 2. A microscopic photo of rigid polyurethane foam used in the study

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Badaniu poddano wybrane kombinacje składników mogących wchodzić w skład koncentratów środków pianotwórczych: dodecylosiarczan sodu (SDS), 2-butanol i 1-undekanol. Zbadano 10 g wcześniej przesianego odpadu pianki poliuretanowej, po czym proszek umieszczono w stożkowym, metalowym sitku ze stali nierdzewnej o średnicy 70 cm, wysokości 7,5 cm i oczkach 0,25 mm. Tak przygotowaną próbkę zanurzono w roztworze sorbatu. Sorbent zanurzano w sorbacie na 10 minut aż do czasu całkowitego zwilżenia, przy czym tak długi czas był konieczny jedynie w przypadku wody jako odnośnika. Następnie próbkę wieszano na wcześniej wytarowanej wadze i uruchamiano pomiar czasu. W trakcie pomiaru zapisywano masę pumeksu wraz z sorbatem w funkcji czasu przez 40 minut. Po odjęciu masy sitka i sorbentu obliczano masę sorbatu m_s. Na podstawie otrzymanych wyników sporządzono wykresy zależności masy sorbatu w funkcji czasu przebywania na siatce. Na początkowym etapie zawieszenia w sitku następuje wyciek, a następnie wykapywanie sorbatu z przestrzeni sorbentu. Na późniejszym etapie proces kapania ustaje. Ubytek masy następuje poprzez parowanie sorbatu. Wartość maksymalnej masy sorbatu m_o zasorbowanej w przestrzeni sorbentu uzyskiwano przez ekstrapolacje prostej parowania do osi OY. Jako prostą parowania zdefiniowano prostą związaną z ubytkiem masy sorbatu z przestrzeni sorbentu na skutek procesu parowania. Wykreślano ją, łącząc punkty pomiarowe, dla których nie obserwowano już procesu wykapywania sorbatu z przestrzeni sorbentu, przez co ubytek masy mógł powstawać jedynie poprzez parowanie. Ekstrapolacja prostej do osi OY pozwoliła na uwzględnienie całkowitej masy sorbatu parującego z przestrzeni sorbentu, przez co otrzymano maksymalną masę sorbatu pochłoniętego w czasie t = 0. Metodę wyznaczania m_0 przedstawiono na ryc. 3. Standardowa metoda Westinghousa w obliczeniach uwzględniała jedynie zasorbowaną masę sorbatu po 40 min ociekania bez pomiaru i analizy masy sorbatu w funkcji czasu.

We tested selected combinations of ingredients that can be found in foaming agent concentrates, namely sodium dodecyl sulphate (SDS), 2-Butanol, and 1-undecanol. We examined 10 g of pre-sifted polyurethane foam waste, with the powder placed inside a cone-shaped, stainless-steel sieve with a diameter of 70 cm, height of 7.5 cm, and mesh of 0.25 mm. The sample was submerged in a sorbate solution. The sorbent was submerged in a sorbate for 10 minutes until it became completely moist, but such a long time was necessary only for water as a reference. Next, the sample was suspended on a pre-tared balance and the stopwatch was started. During time measurement, pumice and sorbate mass was recorded as a function of time for 40 minutes. Having subtracted the masses of the sieve and the sorbent, we calculated the mass of the sorbate, m_s. On the basis of the results, we drew diagrams representing correlations between sorbate mass as a function of time on the mesh. During the initial stages of suspension in the mesh, the sorbate leaks, and then drips from the sorbent. At a later point, the dripping stops. The mass is reduced by sorbate evaporation. The maximum sorbate mass, m_o, absorbed within the sorbent, was calculated by extrapolating the evaporation line to the OY axis. The evaporation line was defined as a line related to the sorbate mass reduction within the sorbent as a result of evaporation. It was drawn by connecting measurement points for which no sorbate dripping was observed in the sorbent, i.e., mass reduction could only take place through evaporation. The extrapolation of the line to the OY axis helped account for the total mass of the sorbate evaporated from the sorbent, thus producing the maximum mass of sorbate absorbed over time t = 0. The method for calculating m_0 is shown in Fig. 3. In the calculations, the standard Westinghouse method accounted only for the absorbed mass of the sorbate after 40 minutes of leaking, without measuring or assessing the mass of the sorbate as a function of time.



Rycina 3. Wyznaczanie maksymalnej masy sorbatu zasorbowanej w przestrzeni sorbentu m_o uzyskiwanej przez ekstrapolacje prostej parowania do osi OY. Oznaczenie: m_s – masa sorbatu

Figure 3. Determining the maximum mass of absorbed solution in the sorbent space m_o by extrapolating the evaporation line to the OY axis. Key: m_s – sorbate mass

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Materiały użyte w badaniach

Odpad sztywnej pianki poliuretanowej

W badaniach wykorzystano proszek pumeksowy firmy PUMICE I.M.P.A. S.C., który jest sproszkowanym odpadem sztywnej pianki poliuretanowej. Użyty w badaniach proszek

Materials used in the study

Rigid polyurethane foam waste

The study used a pumice powder by PUMICE I.M.P.A. S.C., which is a powdered rigid polyurethane foam waste. The pumice powder used in the study is flammable, with

 ISSN 1895-8443

pumeksowy jest łatwopalny – jego temperatura zapłonu wynosi 200°C. W tabeli 1. przedstawiono jego podstawowe właściwości fizykochemiczne.

a flash point at 200°C. Table 1 presents its key physicochemical properties.

Tabela 1. Podstawowe właściwości fizykochemiczne odpadu sztywnej pianki poliuretanowej
Table 1. Key physicochemical properties of rigid polyurethane foam waste

Stan fizyczny/State	proszek o granulacji Ø ≤ 1 mm/powder with grain size Ø ≤ 1 mm
Barwa/Colour	różnokolorowy/Various colours
Zapach/Smell	brak/none
Temperatura zapłonu/Flash point	200°C
Gęstość nasypowa/Bulk density	0,188 kg/dm^3
Stabilność i reaktywność/Stability and reactivity	produkt stabilny/stable
Pływalność/Buoyancy	unosi się na powierzchni wód/floats on water surfaces
Magazynowanie/Storage	szczelnie zamknięte opakowanie/tight container
Termin ważności/Expiry date	bezterminowo/indefinite

Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.

Dodecylosiarczan sodu

W badaniach użyto odczynnika firmy FLUKA AG zawierającego co najmniej 99% SDS. Przy produkcji środków pianotwórczych dodecylosiarczan sodowy jest często wykorzystywany jako surfaktant anionowy obniżający napięcie powierzchniowe. Jego właściwości przedstawiono w tabeli 2:

Sodium dodecyl sulphate

The study used a reagent by FLIKA AG containing at least 99% of SDS. Sodium dodecyl sulphate is often used in the production of foaming agents as an anionic surfactant to reduce surface tension. Its properties are described in Table 2 below.

Tabela 2. Właściwości fizykochemiczne dodecylosiarczanu sodu
Table 2. Physicochemical properties of sodium dodecyl sulphate

Wzór chemiczny/Chemical formula	$C_{12}H_{25}SO_4Na$
Masa cząsteczkowa/Particle mass	288,38 g/mol
Forma/State	ciało stałe
pH	7,5–9,0
Temperatura topnienia/Melting point	204–207°C
Temperatura wrzenia/Boiling point	380°C
Temperatura zapłonu/Flash point	>150°C
Gęstość/Density	1.1 kg/dm^3 (20°C)
Gęstość nasypowa/Bulk density	0,49–0,56 kg/dm^3
Rozpuszczalność w wodzie/Water solubility	0,15 kg/dm^3 (20°C)

Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.

2-Butanol

W badaniach użyto alkoholu 2-butanolu (minimalna zawartości 99,5%) firmy CHEMPUR. Jest to rozpuszczalnik organiczny zapewniający rozpuszczalność surfaktantów w środku pianotwórczym. Jego właściwości fizykochemiczne przedstawiono w tabeli 3:

2-Butanol

The study used 2-butanol by CHEMPUR (minimum alcohol content 99.5%). It is an organic solvent for dissolving surfactants in foaming agents. Its physicochemical properties are presented in Table 3 below.

Tabela 3. Właściwości fizykochemiczne 2-butanolu
Table 3. Physicochemical properties of 2-butanol

Wzór chemiczny/Chemical formula	C_4H_9OH
Stan fizyczny/State	Ciecz/ liquid
Kolor/Colour	Bezbarwny/ Colourless
Zapach/Smell	łagodny, podobny do alkoholu/ mild, similar to alcohol
Temperatura krzepnięcia/Freezing temperature	-115°C
Temperatura wrzenia/Boiling point	101°C
Temperatura zapłonu/Flash point	tygla zamkniętego: 24°C/ closed-cup: 24°C
Granica palności lub wybuchowości/Flammability limit	dolny: 1,4%; lower: 1.4% górny: 9,8%; upper: 9.8%
Prężność pary/Vapour pressure	17 hPa (w 20°C)/17 hPa (at 20°C)
Gęstość/Density	0,81 kg/dm^3
Temperatura samozapłonu/Autoignition temperature	390°C
Masa cząsteczkowa/Particle mass	74,14 g/mol

Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.

1-Undekanol

W badaniach użyto 1-undekanolu (minimalna zawartości 99,5%) firmy SERVA. Standardowo jest to związek wykorzystywany w przemyśle spożywczym jako substancja zapachowa. W środkach pianotwórczych jednowodorotlenowe, długo-łańcuchowe alkohole alifatyczne pełnią funkcję stabilizatora powstałej piany. Właściwości fizykochemiczne 1-undekanolu podano w tabeli 4:

1-Undecanol

The study used 1-undecanol by SERVA (minimum content 99.5%). This compound is normally used in the food industry as a flavouring and fragrance ingredient. In foaming agents, monohydroxy long-chain aliphatic alcohols serve to stabilise the foam. The physicochemical properties of 1-undecanol are presented in Table 4 below.

Tabela 4. Właściwości fizykochemiczne 1-undekanolu
Table 4. Physicochemical properties of 1-undecanol

Wzór cząsteczkowy/Chemical formula	$C_{11}H_{23}OH$
Stan fizyczny/State	Ciekły/liquid
Kolor/Colour	Bezbarwny/Colourless
Zapach/Smell	Owocowy/Fruity
Temperatura krzepnięcia/Freezing temperature	11–16°C
Temperatura wrzenia/Boiling point	243°C
Temperatura zapłonu/Flash point	113°C
Gęstość/Density	0,83 kg/dm^3 (w 20°C)/0.83 kg/dm^3 (at 20°C)
Rozpuszczalność w wodzie/Water solubility	$5{,}7 \cdot 10^{-6}$ kg/dm^3 (w 20°C)/$5.7 \cdot 10^{-6}$ kg/dm^3 (at 20°C)
Temperatura samozapłonu/Autoignition temperature	253°C
Masa cząsteczkowa/Particle mass	172,3 g/mol
Lepkość kinematyczna/Kinematic viscosity	przy 20°C 20 mm^2/s /at 20°C 20 mm^2/s przy 40°C 10 mm^2/s /at 40°C 10 mm^2/s

Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.

Przygotowywanie roztworów wzorcowych w celu określenia wpływu poszczególnych składników na chłonność

Na podstawie zakresów stężeń poszczególnych składników oryginalnych koncentratów pianotwórczych oraz wziąwszy pod uwagę zarówno to, że w działaniach ratowniczych najczęściej wykorzystuje się roztwór koncentratu środka pianotwórczego o stężeniu 3%, jak i cel polegający na wykazaniu, który ze składników ma decydujący wpływ na obniżenie chłonności, przebadano roztwory o następującym składzie masowym:

Preparation of model solutions to determine the impact of each ingredient on sorptivity

Based on the concentration ranges of each ingredient across original foaming agent concentrates, and given the fact that rescue operations usually use 3% concentrates, and that our goal was to determine which ingredient had the greatest impact on reducing sorptivity, we tested solutions with the following mass compositions:

– 0.3% of mass – sodium dodecyl sulphate;

ISSN 1895-8443

– 0,3% mas. dodecylosiarczanu sodu;
– 0,3% mas. dodecylosiarczanu sodu oraz 0,729% mas. 2-butanolu;
– 0,3% mas. dodecylosiarczanu sodu oraz 0,028% mas. 1-undekanolu;
– 0,3% mas. dodecylosiarczanu sodu; 0,729% mas. 2-butanolu oraz 0,028% mas. 1-undekanolu.

W dalszej części artykułu stężenia będą podawane w postaci procentu masowego.

– 0.3% of mass – sodium dodecyl sulphate and 0.729% of mass – 2-butanol;
– 0.3% of mass – sodium dodecyl sulphate and 0.028% of mass – 1-undecanol;
– 0.3% of mass – sodium dodecyl sulphate; 0.729% of mass – 2-butanol and 0.028% of mass – 1-undecanol.

From this point forward in the article, concentrations shall be given as mass percentages.

Wyniki badań

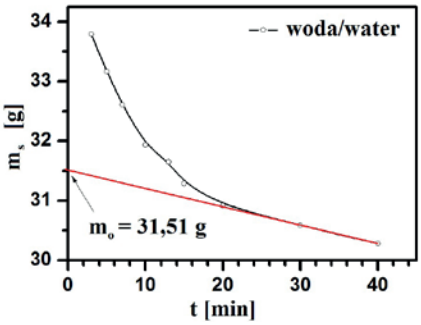
Zależność masy sorbatu znajdującego się w porach sorbentu w funkcji czasu ociekania dla wszystkich badanych układów przedstawiono na ryc. 4-8. Badania danych próbek wykonywano kilkukrotnie w celu sprawdzenia i uzyskania odtwarzalnych wyników pomiarów.

Test results

The correlations between the mass of sorbate in the sorbent's pores as a function of dripping time for each tested composition are presented in Figs. 4-8. The samples were tested several times to verify the results and ensure measurement result reproducibility.

Woda

Water



Rycina 4. Wykres zależności masy wody znajdującej się w porach sorbentu w funkcji czasu ociekania. Sorbent – odpad sztywnej pianki poliuretanowej. Proszek o granulacji Ø ≤ 1 mm

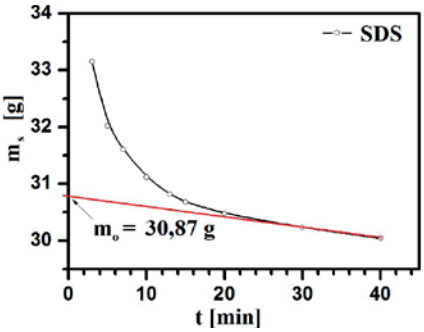
Figure 4. Correlation between the mass of water in the sorbent's pores as a function of dripping time. Sorbent – rigid polyurethane foam waste. Powder with grain size Ø ≤ 1 mm

Source: Opracowanie własne.

Źródło: Own elaboration.

Dodecylosiarczan sodu

Sodium dodecyl sulphate



Rycina 5. Wykres zależności masy 0,3-procentowego roztworu dodecylosiarczanu sodu (SDS) znajdującego się w porach sorbentu w funkcji czasu ociekania. Sorbent – odpad sztywnej pianki poliuretanowej. Proszek o granulacji Ø ≤ 1 mm

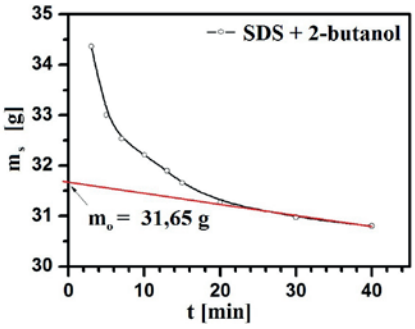
Figure 5. Correlation between the mass of 0.3% sodium dodecyl sulphate (SDS) solution in the sorbent's pores as a function of dripping time. Sorbent – rigid polyurethane foam waste. Powder with grain size Ø ≤ 1 mm

Source: Opracowanie własne.

Źródło: Own elaboration.

Dodecylosiarczan sodu + 2-butanol

Sodium dodecyl sulphate + 2-butanol



Rycina 6. Wykres zależności masy 0,3-procentowego roztworu dodecylosiarczanu sodu (SDS) + 0,729-procentowego 2-butanolu znajdujących się w porach sorbentu w funkcji czasu ociekania. Sorbent – pumeks. Proszek o granulacji Ø ≤ 1 mm

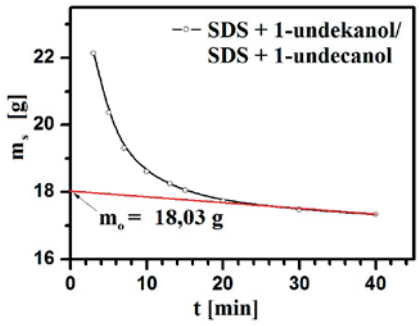
Figure 6. Correlation between the mass of 0.3% sodium dodecyl sulphate (SDS) + 0.729% 2-butanol solution in the sorbent's pores as a function of dripping time. Sorbent – pumice. Powder with grain size Ø ≤ 1 mm

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Dodecylosiarczan sodu + 1-undekanol

Sodium dodecyl sulphate + 1-undecanol



Rycina 7. Wykres zależności masy 0,3-procentowego roztworu dodecylosiarczanu sodu (SDS)+ 0,028-procentowego 1-undekanolu znajdujących się w porach sorbentu w funkcji czasu ociekania. Sorbent – odpad sztywnej pianki poliuretanowej. Proszek o granulacji Ø ≤ 1 mm.

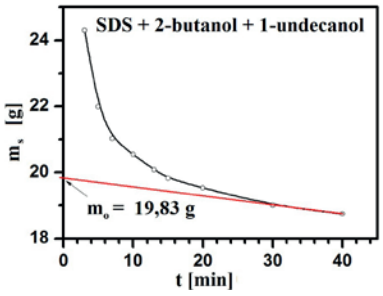
Figure 7. Correlation between the mass of 0.3% sodium dodecyl sulphate (SDS) + 0.028% 1-undecanol solution in the sorbent's pores as a function of dripping time. Sorbent – rigid polyurethane foam waste. Powder with grain size Ø ≤ 1 mm

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Dodecylosiarczan sodu + 2-butanol + 1-undekanol

Sodium dodecyl sulphate + 2-butanol + 1-undecanol



Rycina 8. Wykres zależności masy 0,3-procentowego roztworu dodecylosiarczanu sodu (SDS) + 0,729-procentowego 2-butanolu + 0,028-procentowego 1-undekanolu znajdujących się w porach sorbentu w funkcji czasu ociekania. Sorbent – odpad sztywnej pianki poliuretanowej. Proszek o granulacji Ø ≤ 1 mm

Figure 8. Correlation between the mass of 0.3% sodium dodecyl sulphate (SDS) + 0.729% 2-butanol + 0.028% 1-undecanol solution in the sorbent's pores as a function of dripping time. Sorbent – rigid polyurethane foam waste. Powder with grain size Ø ≤ 1 mm

Source: Opracowanie własne.

Źródło: Own elaboration.

ISSN 1895-8443

Dyskusja

Określenie wpływu środka pianotwórczego na sorpcję odniesiono do sorpcji wody. W tym celu porównywano przeciętne maksymalne masy teoretyczne otrzymane dla poszczególnych układów i zbadano ich zgodność względem przeciętnej wartości otrzymanej dla wody. Zbiorcze wyniki porównania przedstawiono w tabeli 5. W analizie skorzystano z kryterium porównawczego na poziomie istotności α = 0,1.

Woda

Wartość średnia maksymalnej masy wody zasorbowanej dla trzech serii pomiarowych na 10 g pumeksu wynosi:

$$\overline{X} = \frac{\Sigma X_i}{n} = 31{,}51\ g$$

Otrzymane odchylenie standardowe od wartości średniej wynosi natomiast:

$$S_{\overline{X}} = \sqrt{\frac{\Sigma\left(X_i - \overline{X}\right)^2}{n(n-1)}} = 0{,}59$$

gdzie:

$$\Sigma\left(X_i - \overline{X}\right)^2 = \left(X_1 - \overline{X}\right)^2 + \left(X_2 - \overline{X}\right)^2 + \left(X_3 - \overline{X}\right)^2 = 6{,}88$$

jest sumą kwadratów odchyleń od wartości średniej.

Na poziomie istotności α = 0,1 i dla współczynnika t-Studenta t_α = 2,92 niepewność pomiaru sorpcji wynosi:

$$\Delta X = S_{\overline{X}} \times t_2 = 1{,}71$$

Czyli współczynnik zmienności V_x pomiaru maksymalnej masy teoretycznej dla wody na 10 g pumeksu wynosi (1,71/30,2) x 100% = 5,7%. Otrzymany wynik wskazuje na akceptowalny rozrzut wyników pomiarów, a zatem na właściwą odtwarzalność.

0,3-procentowy dodecylosiarczan sodu

Wartość przeciętna i niepewność pomiaru wyliczone dla pięciu pomiarów maksymalnej masy teoretycznej dla 0,3-procentowego roztworu dodecylosiarczanu sodowego na poziomie istotności α = 0,1 wynosi 30,87+/-1,38 g.

Szacowanie zgodności wartości średnich (wody oraz 0,3-procentowego roztworu dodecylosiarczanu sodu) na zadanym poziomie istotności przeprowadzono za pomocą kryterium porównawczego według wzoru przedstawionego poniżej:

$$\left|\overline{X}_{wody} - \overline{X}_{związku}\right| \le \Delta X_{wody} + \Delta X_{związku}$$

0,64 ≤ 3,09

zgodność

Średnie pochłonięte maksymalne masy teoretyczne wody i 0,3-procentowego roztworu dodecylosiarczanu sodowego można uznać za zgodne na mocy kryterium porównawczego. Zatem można stwierdzić, że dodatek dodecylosiarczanu sodu o tym stężeniu nie wpływa istotnie na chłonność pumeksu na zadanym poziomie istotności.

0,3-procentowy dodecylosiarczan sodu + 0,729-procentowy 2-butanol

Wartość przeciętna i niepewność pomiaru wyliczone dla pięciu pomiarów maksymalnej masy teoretycznej dla 0,3-procentowe-

Discussion

The determination of the impact of foaming agents on sorption was compared with water sorption. For this purpose, we compared average maximum theoretical masses for each composition with the average results for water. All comparison results are presented in Table 5. In our analysis, we used a comparison criterion at significance level α = 0.1.

Water

The average maximum mass of water absorbed per 10 g of pumice across three measurements is

$$\overline{X} = \frac{\Sigma X_i}{n} = 31.51\ g$$

Standard deviation from the average is

$$S_{\overline{X}} = \sqrt{\frac{\Sigma\left(X_i - \overline{X}\right)^2}{n(n-1)}} = 0.59$$

where

$$\Sigma\left(X_i - \overline{X}\right)^2 = \left(X_1 - \overline{X}\right)^2 + \left(X_2 - \overline{X}\right)^2 + \left(X_3 - \overline{X}\right)^2 = 6.88$$

is a sum of squared deviations from the average.

At significance level α = 0.1 for Student's t-test t_α = 2.92 sorption measurement uncertainty is

$$\Delta X = S_{\overline{X}} \times t_2 = 1.71$$

So variability V_x for the measurement of the maximum theoretical mass for water per 10 g of pumice is (1.71/30.2) x 100% = 5.7%. This suggests an acceptable distribution of measurement results, hence satisfactory reproducibility.

0.3% sodium dodecyl sulphate

The average and measurement uncertainty calculated for five maximum theoretical mass measurements for 0.3% sodium dodecyl sulphate solutions at significance level α = 0.1 is 30.87+/-1.38 g.

The averages (water and 0,3% sodium dodecyl sulphate solution) were compared for compatibility at the assumed significance level using a comparative criterion based on the formula presented below.

$$\left|\overline{X}_{wody} - \overline{X}_{związku}\right| \le \Delta X_{wody} + \Delta X_{związku}$$

0.64 ≤ 3.09

compatibility

Average maximum absorbed theoretical masses of water and 0.3% sodium dodecyl sulphate solution can be considered compatible on the basis of the comparative criterion. Therefore, it can be concluded that this concentration of sodium dodecyl sulphate does not have any significant impact on pumice sorptivity at the assumed significance level.

0.3% sodium dodecyl sulphate + 0.729% 2-butanol

The average and measurement uncertainty calculated for five maximum theoretical mass measurements for 0.3% sodium

go roztworu dodecylosiarczanu sodowego + 0,729-procentowego 2-butanolu na poziomie istotności α = 0,1 wynosi 31,65+/-1,94 g.

Szacowanie zgodności wartości średnich na zadanym poziomie istotności przeprowadzono za pomocą kryterium porównawczego według wzoru przedstawionego poniżej:

$$\left|\overline{X}_{wody} - \overline{X}_{związku}\right| \le \Delta X_{wody} + \Delta X_{związku}$$

0,14 ≤ 3,65

zgodność

Średnie pochłonięte maksymalne masy teoretyczne wody i 0,3-procentowego roztworu dodecylosiarczanu sodowego + 0,729-procentowego 2-butanolu można uznać za zgodne na mocy kryterium porównawczego. Zatem można stwierdzić, że zarówno badany układ, jak i dodatek 1-butanolu do dodecylosiarczanu sodowego nie wpływa istotnie na chłonność pumeksu na zadanym poziomie istotności w odniesieniu do badań wody.

0,3-procentowy dodecylosiarczan sodu + 0,028-procentowy 1-undekanol

Wartość przeciętna i niepewność pomiaru wyliczone dla pięciu pomiarów maksymalnej masy teoretycznej dla 0,3-procenotwego roztworu dodecylosiarczanu sodowego + 0,028-procentowego 1-undekanolu na poziomie istotności α = 0,1 wynosi 18,03+/-1,54 g.

Szacowanie zgodności wartości średnich na zadanym poziomie istotności przeprowadzono za pomocą kryterium porównawczego według wzoru przedstawionego poniżej:

$$\left|\overline{X}_{wody} - \overline{X}_{związku}\right| \le \Delta X_{wody} + \Delta X_{związku}$$

13,48 ≤ 3,25

sprzeczność

Średnie pochłonięte maksymalne masy teoretyczne wody i 0,3-procentowego roztworu dodecylosiarczanu sodowego + 0,028-procentowego 1-undekanolu nie można uznać za zgodne na mocy kryterium porównawczego. Zatem można stwierdzić, że na zadanym poziomie istotności badana mieszanina chłonie się istotnie słabiej w przestrzeni chłonnej pumeksu niż woda. Można również wysnuć wniosek, że dodatek 1-undekanolu do dodecylosiarczanu sodowego decydująco wpływa na chłonność pumeksu.

0,3-procentowy dodecylosiarczan sodu + 0,729-procentowy 2-butanol + 0,028-procentowy 1-undekanol

Wartość przeciętna i niepewność pomiaru wyliczone dla pięciu pomiarów maksymalnej masy teoretycznej dla 0,3-procentowego roztworu dodecylosiarczanu sodowego + 0,729-procentowego 2-butanolu + 0,028-procentowego 1-undekanolu na poziomie istotności α = 0,1 wynosi 19,83+/-1,39 g. Szacowanie zgodności wartości średnich na zadanym poziomie istotności przeprowadzono za pomocą kryterium porównawczego według wzoru przedstawionego poniżej:

$$\left|\overline{X}_{wody} - \overline{X}_{związku}\right| \le \Delta X_{wody} + \Delta X_{związku}$$

11,68 ≤ 3,10

sprzeczność

Średnie pochłonięte maksymalne masy teoretyczne wody i 0,3-procentowego roztworu dodecylosiarczanu sodowego + 0,729-procentowego 2-butanolu + 0,028-procentowego 1-undekanolu nie można uznać za zgodne na mocy kryterium

dodecyl sulphate solution + 0.729% 2-butanol at significance level α = 0.1 is 31.65+/-1.94 g..

The averages were compared for compatibility at the assumed significance level using a comparative criterion based on the formula presented below.

$$\left|\overline{X}_{wody} - \overline{X}_{związku}\right| \le \Delta X_{wody} + \Delta X_{związku}$$

0.14 ≤ 3.65

compatibility

Average maximum absorbed theoretical masses of water and 0.3% sodium dodecyl sulphate solution + 0.729% 2-butanol can be considered compatible on the basis of the comparative criterion. Therefore, it can be concluded that neither the tested composition nor the addition of 1-butanol to sodium dodecyl sulphate have any significant impact on pumice sorptivity at the assumed significance level in relation to water.

0.3% sodium dodecyl sulphate + 0.028% 1-undecanol

The average and measurement uncertainty calculated for five maximum theoretical mass measurements for 0.3% sodium dodecyl sulphate solution + 0.028% 1-undecanol at significance level α = 0.1 is 18.03+/-1.54 g.

The averages were compared for compatibility at the assumed significance level using a comparative criterion based on the formula presented below.

$$\left|\overline{X}_{wody} - \overline{X}_{związku}\right| \le \Delta X_{wody} + \Delta X_{związku}$$

13.48 ≤ 3.25

non-compatibility

Average maximum absorbed theoretical masses of water and 0.3% sodium dodecyl sulphate solution + 0.028% 1-undecanol cannot be considered compatible on the basis of the comparative criterion. Therefore, it can be concluded that at the assumed significance level the mixture is absorbed much poorer in the absorbent space of pumice compared to water. It can be further argued that the addition of 1-undecanol to sodium dodecyl sulphate strongly affects pumice sorptivity.

0.3% sodium dodecyl sulphate + 0.729% 2-butanol + 0.028% 1-undecanol

The average and measurement uncertainty calculated for five maximum theoretical mass measurements for 0.3% sodium dodecyl sulphate solution + 0.729% 2-butanol + 0.028% 1-undecanol at significance level α = 0.1 is 19.83+/-1.39 g. The averages were compared for compatibility at the assumed significance level using a comparative criterion based on the formula presented below.

$$\left|\overline{X}_{wody} - \overline{X}_{związku}\right| \le \Delta X_{wody} + \Delta X_{związku}$$

11.68 ≤ 3.10

non-compatibility

Average maximum absorbed theoretical masses of water and 0.3% sodium dodecyl sulphate solution + 0.729% 2-butanol + 0.028% 1-undecanol cannot be considered compatible on the basis of the comparative criterion. Therefore, it can be

ISSN 1895-8443

porównawczego. Zatem można stwierdzić, że na zadanym poziomie istotności badana mieszanina chłonie się istotnie słabiej w przestrzeni chłonnej pumeksu niż woda.

concluded that at the assumed significance level the mixture is absorbed much poorer in the absorbent space of pumice compared to water.

Tabela 5. Wyniki kryterium porównawczego maksymalnych mas teoretycznych otrzymanych dla poszczególnych kompozycji względem przeciętnej wartości otrzymanej dla wody. Poziom istotności $\alpha = 0,1$

Table 5. Comparison results for maximum theoretical masses for each composition and the average values for water. Significance level $\alpha = 0.1$

Kompozycja porównywana względem wody/Composition compared to water	Wynik kryterium porównawczego/Comparison result
0,3-procentowy dodecylosiarczan sodu/0.3% sodium dodecyl sulphate	zgodność/ compatibility
0,3-procentowy dodecylosiarczan sodu + 0,729-procentowy 2-butanol/ 0.3% sodium dodecyl sulphate + 0.729% 2-butanol	zgodność/compatibility
0,3-procentowy dodecylosiarczan sodu + 0,028-procentowy 1-undekanol/ 0.3% sodium dodecyl sulphate + 0.028% 1-undecanol	sprzeczność/ non-compatibility
0,3-procentowy dodecylosiarczan sodu + 0,729-procentowy 2-butanol + 0,028-procentowy 1-undekanol/ 0.3% sodium dodecyl sulphate + 0.729% 2-butanol + 0.028% 1-undecanol	sprzeczność/ non-compatibility

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Podsumowując, można stwierdzić, że analiza za pomocą kryterium porównawczego maksymalnych mas teoretycznych otrzymanych dla poszczególnych kompozycji względem przeciętnej wartości otrzymanej dla wody wyraźnie wykazała, że czynnikiem odpowiedzialnym za pogorszenie właściwości pochłaniających pumeksu jest obecność 1-undekanolu w środku pianotwórczym.

To sum up, the comparison of the maximum theoretical masses for each composition and the average results for water clearly showed that the factor responsible for the deterioration of the absorptive properties of pumice is the presence of 1-undecanol in the foaming agent.

Wnioski

Podczas badań wstępnych zauważono wyraźnie mniejszą chłonność odpadów sztywnej pianki poliuretanowej względem roztworów środków pianotwórczych. W celu określenia, który ze składników może mieć istotny wpływ na obniżenie chłonności pumeksu (odpadów sztywnej pianki poliuretanowej), przygotowano i zbadano roztwory dodecylosiarczanu sodu, dodecylosiarczanu sodu z 2-butanolem, dodecylosiarczanu sodu z 1-undekanolem oraz dodecylosiarczanu sodu z 1-undekanolem i 2-butanolem.

Badania wyraźnie wykazały, że czynnikiem odpowiedzialnym za pogorszenie się właściwości pochłaniających pumeksu jest obecność 1-undekanolu w środku pianotwórczym, który jest wykorzystywany jako stabilizator piany. O ile sam dedecylosiarczan sodowy powodował niewielką zmianę w zasorbowanej masie sorbatu (ok. 2%), o tyle dodatek 1-undekanolu był przyczyną zmiany aż w 43%. Dodatek rozpuszczalnika (2-butanolu) powodował już niewielką zmianę właściwości chłonnych, przy czym chłonność niezależnie od kombinacji nieznacznie wzrastała. Otrzymane wyniki pokazują, że czynnikiem odpowiedzialnym za zmniejszenie się chłonności może być niskie napięcie powierzchniowe, które jest cechą charakterystyczną środków pianotwórczych zawierających anionowe środki powierzchniowo czynne [14]. Spadek napięcia powierzchniowego powoduje zmniejszenie się wielkości sił kapilarnych, a co za tym idzie – ułatwia wyciek cieczy z porów sorbentu [22].

Badania wskazują na pewne ograniczenia wykorzystania sztywnej pianki poliuretanowej w działaniach ratowniczych mających na celu usuwanie resztek roztworów środków pianotwórczych lub roztworów wodnych zawierających ich ślady. Biorąc pod uwagę proponowany mechanizm, nie można wykluczone,

Conclusions

During the preliminary tests we noticed that rigid polyurethane foam had a significantly lower sorptivity in relation to foaming agent solutions. In order to determine which of the ingredients significantly affects the reduction of pumice (rigid polyurethane foam waste) sorption, we prepared and tested solutions of sodium dodecyl sulphate, sodium dodecyl sulphate with 2-butanol, sodium dodecyl sulphate with 1-undecanol, and sodium dodecyl sulphate with 1-undecanol and 2-butanol.

The tests clearly showed that the ingredient responsible for the deterioration of the absorptive properties of pumice was the presence of 1-undecanol in the foaming agent, which is used for foam stabilisation. While sodium dodecyl sulphate alone caused only a slight change in the absorbed sorbate mass (approx. 2%), the addition of 1-undecanol caused a change by as much as 43%. The addition of a solvent (2-butanol) caused a slight change in absorptive properties, with sorption increasing slightly regardless of the combination. These results show that the factor responsible for reducing sorption can be low surface tension, which is typical of foaming agents with anionic surfactants [14]. The decrease in surface tension reduces capillary forces, and, consequently, supports the leaking of the liquid from sorbent pores [22].

The study suggests certain limitations in the use of rigid polyurethane foam in rescue operations intended to remove the residue of foaming agent solutions or water solutions with traces of such agents. The proposed mechanism can be typical of all sorbents, but this requires further study.

że jest to cecha wspólna wszystkich sorbentów, która wymaga jednak dokładniejszego przebadania.

Niniejsza publikacja powstała w ramach projektu rozwojowego nr DOB-BIO6/06/113/2014 pt. *Mobilny turbinowy system ratowniczo-gaśniczy*.

This paper was written under development project No. DOB-BIO6/06/113/2014 entitled *Mobile turbo rescue and fire-fighting system*.

Literatura

[1] Rakowska J., Porycka B., Nagrodzka M., *Ekologiczne kierunki zmian bazy surowcowej w koncentratach gaśniczych*, BiTP Vol. 19 Issue 3, 2010, pp. 107–116.

[2] Król B., Prochaska K., Chrzanowski Ł., *Biodegradability of Firefighting Foams*, „Fire Technology" 2012, 48, 173–181.

[3] Adams R., Simmons D., *Ecological Effects of Fire Fighting Foams and Retardants*, Conference Proceedings: Australian Bushfire Conference, Albury, July 1999.

[4] Bourgeois A., Bergendahl J., Rangwala A., *Biodegradability of fluorinated fire-fighting foams in water*, „Chemosphere" 2015, 131, 104–109.

[5] Chrzanowska M., Hupka J., Szewczulak Ł., *Badania oczyszczania ścieków pożarowych metodą osadu czynnego*, „Inżynieria Ekologiczna" 2003, 8, 96–102.

[6] Colville S., McCarron N., *Environmental issues associated with defence use of aqueous film forming foam (AFFF)*, Environmental Stewardship, Environment, Heritage and Risk Branch, May 2003.

[7] Hamilton S., Larson D., Finger S., Poulton B., Vyas N., Hill E., *Ecological effects of fire retardant chemicals and fire suppressant foams*, Northern Prairie Wildlife Research Center, Jamestown 1998.

[8] Kaszycki P., Kołoczek H., Wójcik D., Bogacz E., Lubański R., *Intensywne oczyszczanie ścieków po akcji gaśniczej w zakładach rafineryjnych*, „Inżynieria Ekologiczna" 2003, 8, 51–58.

[9] Laitinen J., Koponen J., Koikkalainen J., Kiviranta H., *Firefighters exposure to perfluoroalkyl acids and 2-butoxyethanol present in firefighting foams*, „Toxicology Letters" 2014, 231, 227–232.

[10] Małozięć D., Koniuch A., *Wpływ pianotwórczych środków gaśniczych i neutralizatorów na środowisko naturalne, szczególnie na organizmy wodne*, BiTP Vol. 14, 2009, pp. 117–138.

[11] Norris L., Webb W., *Effects of fire retardant on water quality*, w: *Proceedings of the symposium on fire and watershed management*, N.H. Berg (red.), California 1988, 79–86.

[12] Sęńczuk W., *Toksykologia współczesna*, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2005.

[13] Mizerski A., Sobolewski M., *Rozszerzona charakterystyka środków pianotwórczych stosowanych w pożarnictwie i ratownictwie chemicznym*, „Zeszyty Naukowe SGSP" 2007, 35, 33–52.

[14] Mizerski A., Sobolewski M., Król B., *Piany gaśnicze*, Wydawnictwo SGSP, Warszawa 2006.

[15] Mizerski A., *Ekologiczne aspekty stosowania pian do gaszenia pożarów*, „Przemysł Chemiczny" 2007, 11(86), 1079–1083.

[16] Mizerski A., Sobolewski M., Jabłonowski M., *Piana kontra środowisko*, „Przegląd pożarniczy" 2006, 1, 33–35.

[17] Vyas N., Hill D., *Toxicity of fire retardant chemicals and fire suppressant foams to vertebrate and invertebrate wildlife species*, International Wildland Fire Foam Symposium and Workshop, Ontario 1994.

[18] Traczewska T., *Biologiczne metody oceny skażenia środowiska*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2011.

[19] *The control of fire-water run-off from CIMAH sites to prevent environmental damage*, Guidance Note EH70, Health and Safety Executive, 1995.

[20] http://www.straz.gov.pl/panstwowa_straz_pozarna/ 2017 [dostęp: 12.07.2018].

[21] Gancarczyk D., Jakubiec J., Sobolewski M., *Effect of Sorbent Type on Efficiency of Oil Pollution Removal from Road Surface*, „Zeszyty Naukowe SGSP" 2017, 61, 53–63.

[22] Ayala R.E., Casassa E.Z., Parfi G.D., *A study of the applicability of the capillary rise of aqueous solutions in the measurement of contact angles in powder systems*, „Powder Technology" 1987, 51(1), 3–14.

KPT. DR TOMASZ WĘSIERSKI – Adiunkt w Zakładzie Fizyki I Chemii Szkoły Głównej Służby Pożarniczej. Doktorat ukończył na wydziale Chemii UAM w Poznaniu. Ze Państwową Strażą Pożarną związany od 2008 r, Specjalizuje się w zakresie ratownictwa chemicznego.

MŁ. KPT. MGR INŻ. OLIWER ESZER – Absolwent studiów stacjonarnych II stopnia na kierunku inżynieria bezpieczeństwa pożarowego w Szkole Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie. Dowódca Zastępu w JRG Morąg.

CAPTAIN TOMASZ WĘSIERSKI, PH.D. – Assistant Professor at the Department of Physics and Chemistry, Main School of Fire Service. Completed his doctoral studies at the Faculty of Chemistry, Adam Mickiewicz University in Poznań. Has been affiliated with the State Fire Service since 2008. Specialises in chemical rescue.

JUNIOR CAPTAIN OLIWER ESZER, M.ENG – Graduated from 2nd-cycle full-time studies in Fire Safety Engineering at the Main School of Fire Service in Warsaw. Company Officer at Morąg Fire & Rescue Unit.

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Stworzenie anglojęzycznych wersji oryginalnych artykułów naukowych wydawanych w kwartalniku „BITP. Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza" – zadanie finansowane w ramach umowy 658/P- DUN/2018 ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych na działalność upowszechniającą naukę.

CENTRUM DRONÓW
CENTRUM SYSTEMÓW BEZZAŁOGOWYCH I AUTONOMICZNYCH

CNBOP-PIB

OFERUJEMY USŁUGI W ZAKRESIE:

- doradztwa technicznego
- testowania wyrobów i produktów innowacyjnych
- certyfikacji
- projektów
- szkoleń specjalistycznych

Więcej informacji na

www.cnbop.pl/centrumdronow

Kontakt: Mariusz Feltynowski, +48 691 521 929, mfeltynowski@cnbop.pl,
Grzegorz Zawistowski, +48 514 234 729, gzawistowski@cnbop.pl
Siedziba: CNBOP-PIB, ul. Nadwiślańska 213, 05-420 Józefów

st. kpt. dr inż. Agata Walczak[a)], dr inż. Daniel Pieniak[b)], st. bryg. dr inż. Ireneusz Naworol[a)*], kpt. mgr inż. Wiktor Wąsik[a)], bryg. mgr inż. Piotr Chudy[a)], kpt. mgr inż. Monika Sutuła[a)]

[a)] *Szkoła Główna Służby Pożarniczej / The Main School of Fire Service*
[b)] *Wyższa Szkoła Ekonomii i Innowacji w Lublinie / The University of Economics and Innovation in Lublin*
* *Autor korespondencyjny / Corresponding author: inaworol@sgsp.pl*

Badania właściwości absorpcyjnych pianek polimerowych stosowanych w krajowej produkcji hełmów strażackich

Studies on Absorptive Properties of Polymer Foams Used for Manufacturing of Firefighter Helmets in Poland

Исследование абсорбционных свойств полимерных пен, используемых в производстве противопожарных шлемов в Польше

ABSTRAKT

Cel: Celem niniejszego artykułu jest analiza porównawcza właściwości mechanicznych pianek polimerowych stosowanych jako absorbery energii uderzenia w krajowej produkcji hełmów strażackich. Tym samym celem artykułu jest ocena właściwości nowych materiałów pod kątem bezpieczeństwa oraz komfortu pracy użytkowników hełmów.
Metody: W badaniach wykorzystano wkład z polistyrenu ekspandowanego oraz absorbery z poliuretanu pochodzące z krajowych hełmów strażackich produkowanych w różnych latach. Przeprowadzono próby wytrzymałości na ściskanie w warunkach obciążenia quasi-statycznego oraz w zakresie odkształceń sprężystych. Warunki te odpowiadają anormalnym oraz normalnym warunkom eksploatacji materiałów absorpcyjnych wykorzystywanych w konstrukcji hełmów strażackich. Komfort użytkowania oceniono na podstawie wartości modułu Younga.
Wyniki: Wyniki badań wytrzymałości na ściskanie materiałów absorpcyjnych wskazują na znaczące różnice między analizowanymi absorberami na poziomie obciążeń występujących zarówno w normalnych warunkach eksploatacji, jak i w warunkach nadzwyczajnych. Pianki z polistyrenu ekspandowanego oraz z hełmu AK-06 z 2012 roku charakteryzują się dobrą wytrzymałością, zdolnością do absorpcji energii oraz dużą sztywnością. Absorbery z hełmu AK-06 z 2007 roku cechują się najgorszymi spośród badanych materiałów właściwościami konstrukcyjnymi. Materiał z 2015 roku charakteryzuje się stosunkowo dobrą wytrzymałością, zdolnością do absorpcji energii oraz niedużą sztywnością.
Wnioski: W budowie hełmów strażackich wykorzystywane są różne materiały absorpcyjne, które charakteryzują się niejednakowymi właściwościami mechanicznymi. Wybór optymalnego rozwiązania możliwy jest dzięki badaniom laboratoryjnym. W konstrukcji badanych hełmów materiały absorpcyjne z polistyrenu ekspandowanego zastąpiono poliuretanem. Pianki poliuretanowe stosowane w hełmach produkowanych w 2007 roku charakteryzują się mniejszą sztywnością, lecz gorszymi właściwościami niż wkładki z polistyrenu ekspandowanego. Właściwości tych materiałów poprawiono, uzyskano to jednak dzięki znaczącemu zwiększeniu sztywności w zakresie odkształceń sprężystych. Wydaje się, że spośród badanych absorberów optymalnymi właściwościami cechuje się najnowszy materiał, stosowany w hełmach Calisia Vulcan CV 102 z 2015 roku.
Słowa kluczowe: hełm strażacki, pianki polimerowe, absorber energii, właściwości mechaniczne
Typ artykułu: oryginalny artykuł naukowy

Przyjęty: 20.04.2018; Zrecenzowany: 27.06.2018; Zatwierdzony: 05.07.2018;
Procentowy wkład merytoryczny: A. Walczak – 18%; I. Naworol – 18%, D. Pieniak – 18%, P. Chudy – 18%, M. Sutuła – 10%;
Identyfikatory ORCID autorów: A. Walczak – 0000-0002-0303-1748; I. Naworol – 0000-0002-8536-4238; D. Pieniak – 0000-0001-7807-3515;
P. Chudy – 0000-0001-8861-1233; M. Sutuła – 0000-0001-5038-3386;
Proszę cytować: BiTP Vol. 50 Issue 2, 2018, pp. 64–73, doi: 10.12845/bitp.50.2.2018.5;
Artykuł udostępniany na licencji CC BY-SA 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

ABSTRACT

Objective: The objective of the study was a comparative analysis of the mechanical properties of polymer foams used as impact energy absorbers, a component of firefighter helmets manufactured in Poland. The study aimed at evaluating the influence of the properties of new materials on the working safety and comfort of helmet users.
Methods: The study utilised an expanded polystyrene insert and polyutherane absorbers obtained from Polish firefighter helmets that were manufactured in various years. Compressive strength tests under quasi-static load and at dynamic conditions with regard to elastic deformations were carried out. They reflected both abnormal and normal operational loads. Comfort of use was evaluated indirectly based on Young's modulus value.

Results: Compressive strength test results for absorptive materials indicated significant differences between studied absorbers both at normal load conditions and in extraordinary situations. Expanded polystyrene foams and foam from AK-06 helmet from 2012 demonstrated a good strength, high energy absorption capacity and high stiffness. The foam from AK-06 helmet from 2007 was observed to have the worst mechanical properties among the studied materials. The material from 2015 indicated a relatively good strength, energy absorption properties and moderate stiffness.
Conclusions: A variety of absorptive materials with different mechanical properties are used in the structure of firefighter helmets. Laboratory studies allow the selection of the most optimum solution. In the studied firefighter helmets, expanded polystyrene absorptive materials had been replaced by polyurethane. The polyurethane foams applied in helmets manufactured in 2007 were characterized by lower stiffness and inferior properties as compared to inserts made of expanded polystyrene. Later the properties of materials have been improved. However, it was achieved through a significant increase in stiffness with regard to elastic deformations. It seems that the optimum properties among the studied absorbers were achieved by the newest material, which was used in Calisia Vulcan CV 102 helmets from 2015.
Keywords: firefighter helmet, polymer foams, energy absorber, mechanical properties
Type of article: original scientific article

Received: 25.06.2017; Reviewed: 27.06.2018; Approved: 05.07.2018;
Percentage contribution: A. Walczak – 18%; I. Naworol – 18%, D. Pieniak – 18%, P. Chudy – 18%, M. Sutuła – 10%;
Authors' ORCID IDs: A. Walczak – 0000-0002-0303-1748; I. Naworol – 0000-0002-8536-4238; D. Pieniak – 0000-0001-7807-3515;
P. Chudy – 0000-0001-8861-1233; M. Sutuła – 0000-0001-5038-3386;
Please cite as: BiTP Vol. 50 Issue 2, 2018, pp. 64–73, doi: 10.12845/bitp.50.2.2018.5;
This is an open access article under the CC BY-SA 4.0 license (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

АННОТАЦИЯ

Цель: Целью настоящей статьи является сравнительный анализ механических свойств полимерных пен, используемых в качестве амортизаторов ударной энергии в производстве пожарных шлемов в Польше. Целью этой статьи является оценка свойств новых материалов с точки зрения безопасности и комфорта пользователей шлемов.
Методы: Исследование включало использование вставки из пенополистирола и амортизатора из полиуретана, взятых из польских пожарных шлемов, изготовленных в разные годы. Испытания на прочность при сжимании, которое проводились в условиях квазистатической нагрузки в области упругой деформации. Эти условия соответствуют аномальным и нормальным условиям использования амортизирующих материалов, используемых при производстве противопожарных шлемов. Комфорт использования был оценен на основе модуля Юнга.
Результаты: Результаты испытаний на прочность при сжимании амортизирующих материалов показывают значительные различия между анализируемыми амортизаторами при нагрузках, происходящих как при нормальных условиях эксплуатации, так и в исключительных условиях. Пена из вспененного полистирола шлема AK-06 с 2012 года характеризуются хорошей прочностью, способностью поглощать энергию и значительной жесткостью. Амортизирующие материалы из шлема AK-06 с 2007 года характеризуются худшими структурными свойствами в сравнении с другими испытуемыми материалами. Материал с 2015 года характеризуется относительно хорошей прочностью, способностью поглощать энергию и незначительной жесткостью.
Выводы: При изготовлении противопожарных шлемов используются различные амортизирующие материалы, которые характеризуются различными механическими свойствами. Выбор оптимального решения возможен благодаря лабораторным испытаниям. В конструкции испытанных шлемов амортизирующие материалы из пенополистирола были заменены полиуретаном. Полиуретановые пены, используемые в шлемах, изготовленных в 2007 году, характеризуются более низкой жесткостью, но худшими свойствами, чем полимерные вставки из полистирола. Свойства этих материалов были улучшены, но это было достигнуто благодаря значительному увеличению жесткости в области упругой деформации. Похоже, что среди проверенных амортизирующих материалов самый новый материал, используемый в шлемах Calisia Vulcan CV 102 с 2015 года, является наиболее оптимальным.
Ключевые слова: пожарный шлем, полимерные пены, поглотитель энергии, механические свойства
Вид статьи: оригинальная научная статья

Принята: 20.04.2018; Рецензирована: 27.06.2018; Одобрена: 05.07.2018;
Процентоне соотношение участия в статье: A. Walczak – 18%; I. Naworol – 18%, D. Pieniak – 18%, P. Chudy – 18%, M. Sutuła – 10%;
Идентификаторы ORCID авторов: A. Walczak – 0000-0002-0303-1748; I. Naworol – 0000-0002-8536-4238; D. Pieniak – 0000-0001-7807-3515;
P. Chudy – 0000-0001-8861-1233; M. Sutuła – 0000-0001-5038-3386;
Просим ссылаться на статью следующим образом: BiTP Vol. 50 Issue 2, 2018, pp. 64–73, doi: 10.12845/bitp.50.2.2018.5;
Настоящая статья находится в открытом доступе и распространяется в соответствии с лицензией CC BY-SA 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Wstęp

Według raportu polskiego Głównego Urzędu Statystycznego dotyczącego wypadków przy pracy, do których doszło w 2016 roku urazy głowy, szyi oraz kręgosłupa szyjnego stanowiły 12% wszystkich urazów ciała powstałych przy pracy [1]. Oznacza to, że urazom tym uległo ponad 10,5 tys. osób w ciągu roku. Indywidualne środki ochrony osobistej, w tym środki ochrony głowy, są istotnym elementem stosowanym w celu zapewnienia bezpieczeństwa przy pracy.

Introduction

According to a Statistics Poland (GUS) report on accidents at work in 2016, injuries to the head, neck and cervical spine accounted for 12% of all bodily injuries at work [1]. This means that over a period of one year such injuries were sustained by more than 10.5 thousand people. Personal protective equipment, including head protection equipment, is an important measure used to ensure safety at work.

Jedno z poważniejszych zagrożeń, na które narażony jest strażak, to doznanie urazu mechanicznego głowy i kręgosłupa szyjnego. Zagrożenie to jest często zależne od charakteru zdarzenia, w którym uczestniczą strażacy. Występuje ono m.in. podczas pożarów i katastrof budowlanych w wyniku osunięć i zarwań elementów konstrukcyjnych obiektu budowlanego. Przed takim zagrożeniem zabezpiecza hełm strażacki, którego zadaniem jest ochrona głowy przed bezpośrednimi urazami oraz amortyzowanie sił przenoszonych na głowę i kręgosłup w czasie uderzenia. Ponadto hełm chroni głowę przed innymi negatywnymi czynnikami, na które narażony jest ratownik, tj. przed: promieniowaniem termicznym, płomieniami, iskrami, czynnikami chemicznymi i biologicznymi oraz prądem elektrycznym. Wielofunkcyjność ochronna hełmów strażackich została znormalizowana, a wymagania w tym zakresie zostały sparametryzowane. Zawarto je w normach: PN-EN 443:2008 *Hełmy strażackie* oraz PN-EN 166:2005 *Ochrona indywidualna oczu* [2, 3].

Ochronę przed działaniem obciążenia mechanicznego w kierunku głowy i kręgosłupa ratownika zapewnia skorupa hełmu oraz wkład amortyzujący. Skorupa jest pierwszym elementem przyjmującym i częściowo rozpraszającym energię obciążenia. Ponadto chroni głowę przed ostrymi przedmiotami. Konstrukcja i kształt tego elementu oraz materiały, z których się go wykonuje, ciągle się zmieniają. W latach wcześniejszych do produkcji skorup stosowano kompozyty strukturalne z laminatów tkanin włókien szklanych i polimerowych typu Kevlar. Rodzaj splotu włókien zależał od producenta i roku produkcji hełmu. Obecnie skorupy wytwarzane są głównie w technologii wtrysku, w ich konstrukcji często wykorzystywane są polimery termoplastyczne wzmocnione ciętym włóknem szklanym.

Wkładka polimerowa jest drugim elementem, po skorupie, absorbującym energię uderzenia. Zwykle wykonana jest ona ze sztywnych materiałów porowatych – pianek polimerów. W starszych konstrukcjach, często nadal użytkowanych, wykonywano wkłady z polistyrenu ekspandowanego, w obecnie wytwarzanych hełmach przeważnie wykorzystuje się pianki poliuretanowe o niższej sztywności. Zadaniem materiału amortyzującego jest pochłanianie energii uderzenia, które zostało przyjęte przez skorupę hełmu. Proces ten polega na zamianie energii kinetycznej na inną postać energii w stabilny i kontrolowany sposób [4]. Materiał wkładki pochłania większą cześć energii udaru mechanicznego niż skorupa, głównie dzięki powolnej, stosunkowo długo trwającej deformacji [5]. Ze względu na mechanizm działania absorber zastosowany w hełmie strażackim jest pasywnym absorberem wielokrotnego działania, jeżeli energia kolejnego wymuszenia nie osiąga wartości krytycznych. Konstrukcja nowszych hełmów sprawia, że głowa ratownika ma bezpośredni kontakt z wkładką. W związku z tym funkcją absorbera ma być nie tylko dyssypacja energii uderzenia, lecz także częściowe przenoszenie normalnych obciążeń eksploatacyjnych.

Pianki polimerowe wykorzystywane są m.in. w transporcie oraz przemyśle morskim, lotniczym i kosmonautycznym [6]. Stosowanie tych pianek wynika z ich dobrych właściwości, w tym z niewielkiej masy właściwej oraz zdolności pochłaniania energii, w szczególności w warunkach obciążenia udarowego [7]. Zdolność pochłaniania energii przez pianki zależy od wielu czynników,

One of the most serious threats for firefighters are mechanical injuries to the head and cervical spine. This threat often depends on the nature of the event involving firefighters. It is present, inter alia, during fires and building collapses resulting from landslides and collapses of structural elements of buildings. A firefighter helmet protects the firefighter against such threats. Its purpose is to protect the head against direct trauma and absorption of the loads transmitted to the head and spine at impact. In addition, the helmet protects the head from exposure to other adverse factors during a firefighting action, such as thermal radiation, flames, sparks, chemical and biological agents and electric shocks. The multifunctional protection afforded by firefighter helmets has been normalised and parameters have been specified for the requirements in this respect. These are included in the following standards: PN-EN 443:2008 *Firefighter helmets* and PN-EN 166:2005 *Personal eye protection* [2, 3].

The helmet's shell and absorption insert protect the firefighter against mechanical loads directed towards the head and spine. The shell is the first component absorbing and partly dispersing the load energy. It also protects the head from sharp objects. The structure and shape of this component and the materials it is made of are constantly changing. In previous years, shells were manufactured of structural composites from fibreglass and Kevlar polymer laminates. The weave type depended on the manufacturer and production year of the helmet. Currently, most shells are manufactured by injection moulding, often using glass fibre-reinforced thermoplastic polymers.

The polymer insert is the second component that absorbs impact energy after the shell. It is usually made of rigid porous materials – polymer foams. In older structures, which are still widely used, inserts were made of expanded polystyrene. Currently, polyurethane foams with lower stiffness are used. The task of the absorption material is to absorb the energy of impact sustained by the helmet's shell. This process involves the conversion of kinetic energy into a different form of energy in a stable and controlled way [4]. The material of the insert absorbs more energy of the mechanical shock than the shell, primarily due to slow, relatively long-lasting deformation [5]. Due to the mechanism of action, the absorber used in the firefighter helmet is a reusable passive absorber, if the energy of another force does not reach the critical values. The structure of more recent helmets is such that the firefighter's head is in direct contact with the insert. Due to this, the absorber function is not only to dissipate the impact energy, but also to partly transmit the normal operational loads.

Polymer foams are used, inter alia, in transport and maritime & aerospace industries [6]. These foams are used due to their advantageous properties, including small proper mass and the ability to absorb energy, especially under shock loads [7]. The foam's ability to absorb energy depends on numerous factors, such as the properties of the polymer used, foam density, the shape and geometry of its cells and the value of the load applied. Due to this, laboratory tests are performed nowadays to determine the absorption capabilities of foams [6, 8].

ISSN 1895-8443

m.in. od: właściwości wykorzystanego polimeru, gęstości pianki, kształtu i geometrii jej komórek oraz wartości przyłożonego obciążenia. W związku z tym obecnie, w celu określenia zdolności absorpcyjnych pianek, wykonywane są badania laboratoryjne [6, 8].

Rozwój technologii materiałowych daje nowe możliwości w dziedzinie bezpieczeństwa działań ratowniczych. Dzięki nowym technologiom można wprowadzić rozwiązania techniczne zwiększające funkcjonalność stosowanych środków ochronnych, a przede wszystkim zmniejszające ryzyko wystąpienia urazów u ratowników. Nie bez znaczenia jest również to, że zwiększyły się możliwości badawcze. Nowoczesne metody i precyzyjne urządzenia badawcze pozawalają na zweryfikowanie istniejących, a także na wprowadzenie nowych, lepszych rozwiązań.

Wykorzystanie nowych technologii w konstrukcjach środków ochrony indywidualnej, w tym w budowie hełmów strażackich, leżało u podstaw podjęcia badań prezentowanych w niniejszej pracy. Wydaje się, że ewolucja konstrukcji w zakresie użytych materiałów absorbera wpływa na ogólne właściwości ochronne hełmu. Postępujące zmiany materiałowo-konstrukcyjne powinny zwiększać bezpieczeństwo oraz komfort pracy. W związku z powyższym celem badań jest analiza porównawcza właściwości mechanicznych materiałów stosowanych do wytwarzania absorberów energii uderzenia wykorzystanych w kolejnych modelach krajowych hełmów strażackich. Tym samym celem badań jest ocena właściwości nowych materiałów pod kątem bezpieczeństwa oraz komfortu pracy użytkowników hełmów.

Materiał i metoda badań

Próbki do badań wykonano z wkładek absorpcyjnych montowanych w hełmach strażackich, produkowanych przez krajową firmę na potrzeby Państwowej Straży Pożarnej. Wykorzystano wkłady z następujących modeli i lat produkcji hełmów: ZS-03 (2003), Calisia AK-06 (2007), Calisia AK-06 (2012) oraz Calisia Vulcan CV 102 (2015). Wycięte próbki miały kształt prostopadłościanów o wymiarach 16x10x10 mm.

Próbę wytrzymałości na ściskanie w warunkach obciążenia quasi-statycznego przeprowadzono na uniwersalnej maszynie wytrzymałościowej Zwick/Roell Z100 (ryc. 1). Wykorzystano głowicę siły o zakresie nominalnym 500 N. Badanie przeprowadzono z prędkością 5 mm/min. W każdej grupie było 5 próbek. Próbę obciążenia w zakresie odkształcenia sprężystego zrealizowano na tym samym stanowisku badawczym. Obciążenie progowe ustalono na 20 N, prędkość – na 10 mm/min. W każdej grupie była 1 próbka. Na podstawie otrzymanych histerez obliczono wartości energii mechanicznej (odkształcenia) rozproszonej w cyklu. Zależność uzyskuje się za pomocą całkowania numerycznego pola pod wykresem w części „obciążenia" – W_{iob}, „odciążenia" – W_{iod} i pola powierzchni pętli histerezy – ΔW_i (energia dyssypacji).

W badaniach mikroskopowych wykorzystano skaningowy mikroskop elektronowy Phenom G2 Pro. Wykonano zdjęcia próbek pianek polimerowych niepoddanych i poddanych próbie ściskania w warunkach obciążenia quasi-statycznego.

The development of material technologies opens up new possibilities for improving the safety of rescue actions. Thanks to new technologies, technical solutions are available to increase the functionality of the protective equipment used and, most of all, reduce the risk of injury among rescue personnel. The expanded research capabilities are also a significant factor in these developments. Modern methods and precision test instruments facilitate the verification of current solutions, and also the introduction of new and better ones.

The use of new technologies in the structures of items of personal protective equipment, including firefighter helmets, formed the basis for the research presented in this paper. It seems that the evolution of the structure in terms of the absorber materials used has affected the general protective properties of the helmet. The progressive changes to the materials and structure of helmets should be reflected in increased safety and comfort at work. Responding to this, the objective of the study is to perform a comparative analysis of the mechanical properties used for the manufacturing of impact energy absorbers used in successive models of firefighter helmets produced in Poland. This involves the assessment of the properties of new materials in terms of the working safety and comfort of their users.

Material and method

Test samples were made of absorption inserts installed in firefighter helmets produced by a Polish company for the purposes of the State Fire Service. Inserts from the following models and years of production of helmets were used: ZS-03 (2003), Calisia AK-06 (2007), Calisia AK-06 (2012) and Calisia Vulcan CV 102 (2015). The cut-out samples were box-shaped with the dimensions of 16x10x10 mm.

Compressive strength tests under quasi-static load were performed using the Zwick/Roell Z100 universal materials testing machine (Fig. 1). A load cell with the nominal force of 500 N was used. The test was performed at the speed of 5 mm/min. Each group contained 5 samples. An elastic deformation test was performed in the same test environment. The load threshold was set at 20 N, the speed at 10 mm/min. Each group contained 1 sample. The hystereses obtained allowed the calculation of the value of mechanical energy (deformation) dissipated in the cycle. This correlation is obtained by the numerical integration of the field under the curve in the "loading" – W_{iob}, "unloading" – W_{iod} and the surface area of the hysteresis loop – ΔW_i (dissipation energy).

Microscopic studies used a Phenom G2 PRo scanning electron microscope. Photographs were taken of polymer foam samples subjected and not subjected to compressive strength testing under quasi-static load.

Rycina 1. Próba wytrzymałości na ściskanie
Figure 1. Compressive strength test
Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.

Wyniki badań

W tabeli 1 przedstawiono statystyki opisowe wyników próby ściskania materiałów absorpcyjnych w warunkach obciążenia quasi-statycznego. Uwzględniono: σ_{max} – naprężenie maksymalne, W_{max} – pracę maksymalną, E – moduł Younga. Na ryc. 2 zilustrowano przebieg wybranych, reprezentatywnych krzywych uzyskanych w badaniu.

Test results

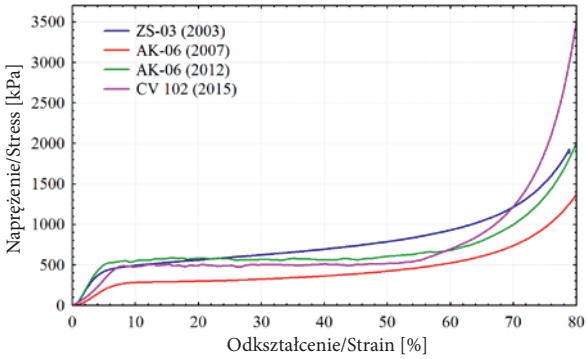
Table 1 presents the descriptive statistics of the results of the compressive strength test of absorptive materials under quasi-static load. The following factors were taken into account: σmax – maximum stress, Wmax – maximum work, E – Young's modulus. Fig. 2 illustrates the course of the selected representative curves obtained in the test.

Tabela 1. Statystyki opisowe wyników próby ściskania pianek absorpcyjnych
Table 1. Descriptive statistics of compressive strength results of absorption foams

Materiał absorbera/ Absorber material	Średnia/Average	Wartość minimalna/ Minimum value	Wartość maksymalna/ Maximum value	Odchylenie standardowe/ Standard deviation	Współczynnik zmienności [%]/ Coefficient of variation [%]
			σ_{max} [kPa]		
ZS-03 (2003)	2080,03	1538,93	2689,56	425,10	20,44
AK-06 (2007)	1352,34	1238,90	1426,52	68,78	5,09
AK-06 (2012)	1807,88	1298,97	2095,51	309,47	17,12
CV 102 (2015)	3458,85	3015,05	3895,82	323,68	9,36
			W_{max} [mJ]		
ZS-03 (2003)	1024,56	924,08	1130,48	73,32	7,16
AK-06 (2007)	581,03	530,51	617,89	31,72	5,46
AK-06 (2012)	837,55	715,35	944,29	88,54	10,57
CV 102 (2015)	976,75	919,86	1053,98	64,41	6,59
			E [kPa]		
ZS-03 (2003)	10958,56	5793,36	12894,72	2992,98	27,31
AK-06 (2007)	4869,27	4133,22	5898,00	675,24	13,87
AK-06 (2012)	11142,60	10114,31	11844,41	775,82	6,96
CV 102 (2015)	5455,29	5074,29	5880,39	337,08	6,18

Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.

ISSN 1895-8443



Rycina 2. Reprezentatywne charakterystyki naprężeniowo-odkształceniowe (σ-ε) absorberów uzyskane w próbie ściskania
Figure 2. Representative compressive stress-strain characteristics (σ-ε) of studied absorbers
Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.

W tabeli 2 zaprezentowano wyniki jednocyklowego obciążenia i odciążenia w zakresie odkształceń sprężystych (obciążenie: 20 N, odciążenie: 0 N). Uwzględniono: $\sigma_{maks.}$ – naprężenie maksymalne, $W_{iob.}$ – pracę odkształcenia przy obciążeniu, $W_{iod.}$ – pracę odkształcenia przy odciążeniu, DW_i – różnicę pracy odkształcenia (przy obciążeniu i odciążeniu), $dL(s_{maks.})$ – skrócenie przy naprężeniu maksymalnym, $t_{bad.}$ – czas trwania badania.

Table 2 presents the results of single-cycle loading and unloading in the form of elastic deformations (loading: 20 N, unloading: 0 N). The following were taken into account: $\sigma_{max.}$ – maximum stress, $W_{iob.}$ – deformation work under load, $W_{iod.}$ – deformation work under unloading, ΔW_i – deformation work difference (under load and unloading), $dL(\sigma_{max.})$ – shortening at maximum stress, $t_{bad.}$ – test duration.

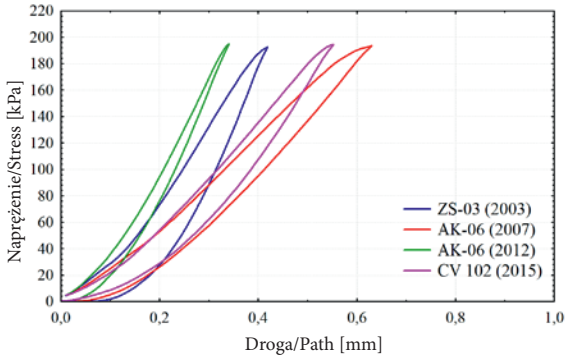
Tabela 2. Wyniki badań z próby jednocyklowego obciążenia i odciążenia pianek absorpcyjnych
Table 2. The results of single-cycle loading and unloading of absorption foams

Materiał absorbera/ Absorber material	$\sigma_{maks.}$ [kPa]	$W_{iob.}$ [Nmm]	$W_{iod.}$ [Nmm]	ΔW_i [Nmm]	$dL(\sigma_{maks.})$ [mm]	$t_{bad.}$ [s]
ZS-03 (2003)	193	3,76	2,42	1,34	0,4	4,16
AK-06 (2007)	194	6,24	4,77	1,47	0,6	5,07
AK-06 (2012)	195	2,93	2,46	0,46	0,3	3,71
CV 102 (2015)	194	5,03	3,87	1,15	0,6	4,48

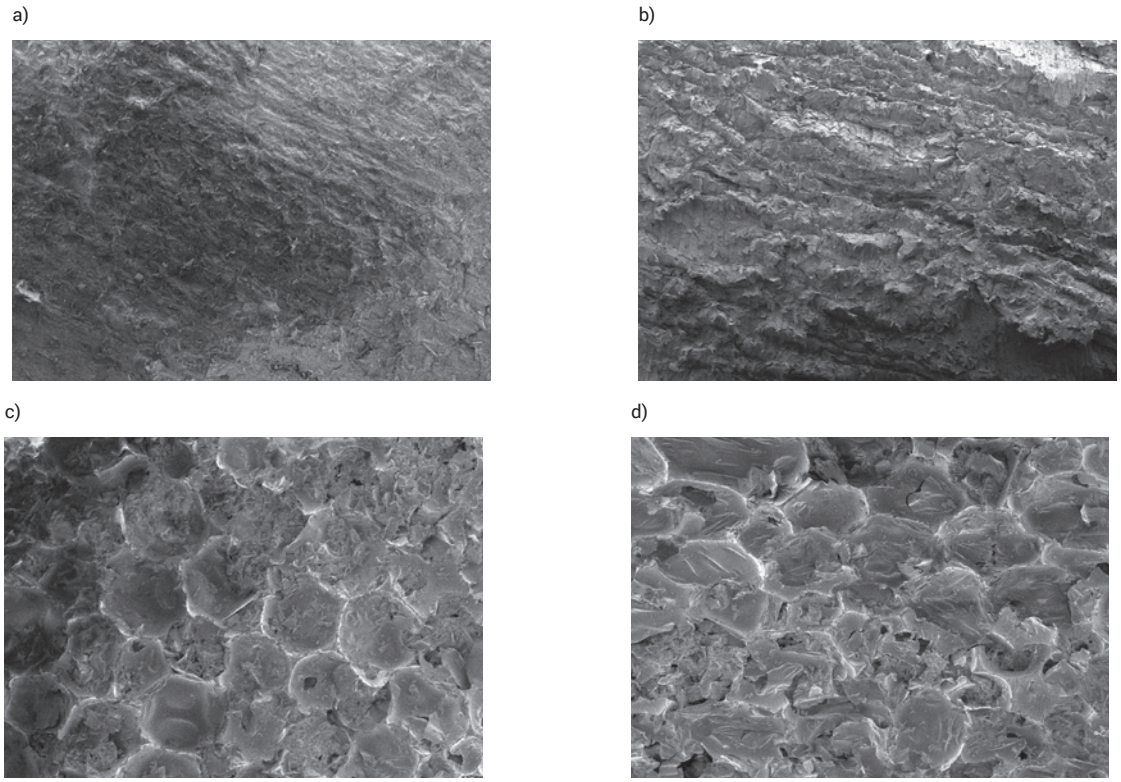
Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.

Na ryc. 3 przedstawiono pętle histerezy otrzymane w badaniu. Na ryc. 4 zestawiono obrazy SEM struktury wybranych materiałów absorpcyjnych niepoddanych i poddanych próbie ściskania.

Fig. 3 shows the hysteresis loop obtained in the test. Fig. 4 compares the SEM images of the structure of selected absorptive materials which were either subjected or not subjected to the compressive strength test.



Rycina 3. Pętle histerezy otrzymane przy jednocyklowym obciążeniu w zakresie odkształceń sprężystych
Figure 3. Hysteresis loops obtained from single-cycle loading in elastic strain field
Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.



Rycina 4. Struktura materiałów wykorzystywanych w hełmach ZS-03 i AK-06 z 2007 roku przed przeprowadzeniem próby ściskania (a, c) oraz po przeprowadzeniu próby ściskania (b, d)

Figure 4. Structure of materials before compressive strength test used in helmets: a) ZS-03, c) AK-06 (2007), and after compressive strength test used in helmets: b) ZS-03, d) AK-06 (2007)

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Omówienie wyników badań

Analizując przebiegi charakterystyk naprężeniowo-odkształceniowych absorberów, można wyróżnić trzy zakresy. W pierwszym – sprężystym wraz ze wzrostem naprężenia wzrasta liniowo odkształcenie, powstające na skutek zginania krawędzi lub deformacji ścian komórek pianki [8]. W tym zakresie energia jest pochłaniana w niewielkim stopniu, pozostała część energii przekazywana jest w kierunku głowy. W drugim zakresie, zwanym *plateau*, następuje wzrost odkształcenia (do ok. 60-70%) przy niewielkim wzroście wartości naprężenia. Dochodzi do znacznego odkształcenia. Na końcu tego etapu dochodzi do pęknięć oraz zetknięcia się ścianek części komórek. W tym zakresie w dużym stopniu pochłaniana jest energia [9]. Znaczący udział *plateau* w charakterystyce ściskania świadczy o dobrej zdolności pochłania energii mechanicznej. W trzecim zakresie dochodzi do znacznego wzrostu naprężenia przy niewielkim wzroście odkształcenia, ostatecznego zniszczenia większości komórek oraz zetknięcia się ścianek – zgęszczenia pianki. Energia jest tu pochłaniana jest w niewielkim stopniu. W badaniach mikroskopowych wykonanych w ramach tej pracy zaobserwowano różnice w mechanizmie niszczenia, w szczególności między materiałem wkładki z polistyrenu ekspandowanego a piankami poliuretanowymi. Wynikają one z odmiennych struktur absorberów (ryc. 4a i 4c). Największe różnice występują w zakresie drugim – *plateau* i trzecim

Results and discussion

Three regions can be distinguished in an analysis of the stress-strain curves of absorbers. The first is the elastic region where an increase in stress is followed by a linear increase in strain, caused by the bending of the edge or deformation of foam cell walls [8]. In this region energy absorption is low and the remaining energy is transmitted towards the head. The second region, known as the *plateau*, features an increase in strain (to approx. 60-70%) with only a small increase in stress values. Significant strain is present. At the end of this stage fracturing occurs and walls of some cells come into contact with each other. Energy absorption is high in this region [9]. A significant role of the *plateau* in compressive characteristics is proof of a good ability to absorb mechanical energy. The third region involves a considerable increase in stress with only a small increase in strain, the complete destruction of most cells and collision of walls – causing foam density to go up. Energy absorption is low. In microscopic tests conducted in this study differences were observed in the destruction mechanism, especially between the material of the expanded polystyrene insert and the polyurethane foams. They are caused by the structural differences between these absorbers (Fig. 4a and 4c). The biggest differences are present in the second (*plateau*) and third (foam

 ISSN 1895-8443

– zagęszczenia pianki. Materiały z polistyrenu pod wpływem obciążenia ulegały zmiażdżeniu (ryc. 4b), proces niszczenia nie był tożsamy z wyżej opisanym. Natomiast w przypadku pianek poliuretanowych dochodziło do deformacji ścian komórek i zatknięcia się ścianek – zagęszczenia (ryc. 4d). Mechanizm niszczenia był zgodny z przewidywanym dla takich struktur.

Stwierdzenie, jak absorbery stosowane w konstrukcjach hełmów strażackich zachowują się pod obciążeniem mechanicznym, jest istotna na poziomie obciążeń występujących zarówno w normalnych warunkach eksploatacji, jak i w warunkach nadzwyczajnych. Stykający się z głową obszar wkładki w czasie normalnego użytkowania hełmu nie powinien ulegać odkształceniu trwałemu, czyli deformacji. W założeniu powinny występować jedynie nietrwałe – sprężyste odkształcenia materiału absorbera. W przypadku zachowania sprężystego pętle histerezy (ryc. 3) powinny się zamykać po odciążeniu, a przebieg krzywych obciążania i odciążania powinien być zbliżony. Lokalne występowanie stref trwałej deformacji, np. w miejscu kontaktu z głową ratownika, wiąże się z zagęszczeniem pianki w tych miejscach. Deformacja może wpływać negatywnie na zdolność absorpcji i dyssypacji energii uderzenia. Natomiast w sytuacji nadzwyczajnej, np. w przypadku uderzenia w hełm ratownika, ważna jest maksymalna absorpcja energii – praca absorbera wyrażona jako pole pod krzywą naprężeniowo-odkształceniową.

Wyniki badań wytrzymałości na ściskanie wskazują znaczące różnice między analizowanymi materiałami. Absorber wykorzystywany w hełmie ZS-03 charakteryzuje się stosunkowo dobrą wytrzymałością oraz wysoką wartością pracy potrzebnej do zniszczenia. Wysoka wartość modułu Younga wskazuje na dużą sztywność. Związana jest ona ze strukturą materiału, która jest inna niż w pozostałych wkładkach. Stykanie się tej wkładki z głową ratownika będzie mało komfortowe. Ponadto pod działaniem obciążenia powyżej zakresu sprężystego dochodzi do kumulacji zmian w strukturze – widać wyraźne nachylenie wykresu w zakresie *plateau*, co może świadczyć o gorszej zdolności pochłania energii mechanicznej.

W charakterystyce naprężeniowo-odkształceniowej pianki absorpcyjnej stosowanej w hełmach AK-06 z 2007 roku, tak jak w przypadku wkładki z polistyrenu, widoczny jest wzrost naprężenia w zakresie *plateau*. Ponadto spośród badanych wkładek właśnie ten materiał cechuje się najmniejszą wytrzymałością, najniższą wartością pracy potrzebnej do zniszczenia oraz najniższą wartością modułem Younga. Pianka wykorzystywana w hełmie AK-06 z 2012 roku charakteryzuje się dużo większą wytrzymałością oraz wyższą wartością pracy potrzebnej do zniszczenia niż wkładka z 2007 roku W zakresie *plateau* nie dochodziło do stopniowego wzrostu naprężenia, kumulacji zmian strukturalnych. Właściwości te zostały jednak uzyskane łącznie ze znaczącym zwiększeniem się sztywności pianki poliuretanowej. W przypadku tego materiału wartość modułu Younga była wyższa niż w przypadku polistyrenu ekspandowanego. Materiał absorpcyjny stosowany w hełmach CV 102 cechuje się stosunkowo dobrą wytrzymałością oraz wysoką wartością pracy potrzebnej do zniszczenia. Nie jest on sztywnym, ma dobre właściwości relaksacyjne. Ponadto w tym materiale w zakresie odkształceń od ok. 8 do ok. 55% nie dochodzi do istotnych zmian w strukturze (deformacji, pęknięcia ścian komórek).

Wyniki badań w zakresie sprężystym wskazują na duże różnice między badanymi materiałami (ryc. 3). Pianka wykorzystywana w hełmie AK-06 z 2012 roku charakteryzuje się najniższą wartością

density increase) regions. Polystyrene materials were crushed under load (Fig. 4b), the failure process was not similar to the one described above. In the case of polyurethane foams, cell walls were deformed and came into contact, increasing the density (Fig. 4d). The failure mechanism was as expected for similar structures.

Determining how absorbers used in the structures of firefighter helmets behave under mechanical load is important both under normal operational loads and in extraordinary situations. The area of the insert in direct contact with the head should not be subject to deformation in normal use. It is assumed that only temporary elastic deformations of the absorber material are allowed. In the case of elasticity, the hysteresis loops (Fig. 3) should be closed after unloading and the course of the loading and unloading curves should be similar. The local appearance of permanent deformation zones, for example at the site of contact with the firefighter's head, involves local increases in the density of the foam. Deformation may adversely affect the absorption and impact energy dissipation capabilities. In extraordinary situations, such as when a firefighter hemlet sustains impact, maximum energy absorption, or the work of the absorber expressed as the region below the stress-strain curve, is important.

The results of compressive strength tests indicate significant differences between the analysed materials. The absorber used in the ZS-03 helmet is characterised by a relatively good strength and high value of work needed for failure to occur. A high value of Young's modulus indicates high stiffness. It is connected with the material's structure, which is different than in other inserts. When the insert comes into contact with the firefighter's head, the feeling is rather uncomfortable. In addition, changes in the structure accumulate under loads exceeding the yield point – the curve clearly inclines in the plateau region, which might indicate lower mechanical energy absorption capacity.

The stress-strain curve of the absorption foam used in the AK-06 helmets from 2007, just as in the case of a polystyrene insert, shows an increase in the stress in the plateau region. Furthermore, of all the tested inserts, this material has the lowest strength, the lowest value of work needed for failure to occur and the lowest Young's modulus value. The foam used in the AK-06 helmet from 2012 is characterised by much higher strength and higher value of work needed for failure to occur than the insert from 2007. In the *plateau* region, there was a gradual increase in stress and an accumulation of structural changes. However, these properties were obtained in combination with a significant increase in polyurethane foam stiffness. For this material, Young's modulus value was higher than for expanded polystyrene. The absorptive material used in the CV-102 helmet is characterised by a relatively good strength and high value of work needed for failure to occur. It is not stiff and offers good relaxation properties. Moreover, in the deformation region, from approx. 8% to approx. 55% there are not significant changes to the structure (deformation, fracture of cell walls).

The test results below the yield point indicate high differences between the studied materials (Fig. 3). The foam used in the AK-06 helmet from 2012 is characterised by the lowest

pracy przy obciążeniu i odciążeniu oraz najmniejszym odkształceniem przy zadanym obciążeniu (tab. 2). Sztywność tego materiału jest największa. Zbliżonymi właściwościami cechował się wkład z polistyrenu ekspandowanego. Materiał ten odkształcił się w większym zakresie oraz wykonał większa pracę odkształcenia pod obciążeniem. Materiały poliuretanowe stosowane w hełmach z 2007 i 2015 roku mają podobne właściwości w zakresie sprężystym. Z tym że spośród badanych wkładek pianka z 2007 roku charakteryzuje się najwyższą wartością energii dyssypacji. Oznacza to, że absorber ten ma najgorsze właściwości konstrukcyjne w porównaniu z innymi badanymi absorberami. Materiał jest jednak najmniej sztywny, dlatego komfort jego użytkowania w przypadku oddziaływania małych obciążeń eksploatacyjnych będzie prawdopodobnie największy ze względu na jego dużą podatność.

value of work at loading and unloading and the lowest deformation under the set load (Table 2). This material has the highest stiffness. Similar properties were observed for the expanded polystyrene insert. The deformation of this material was higher and more work was needed under load. Polyurethane materials used in the helmets from 2007 and 2015 had similar properties below they yield point. However, of the tested inserts, the foam from 2007 offers the highest dissipation energy value. This means that this absorber has the worst structural properties in comparison to the other tested absorbers. At the same time, this material has the lowest stiffness, which is why its user comfort under small operational load will probably be the highest due to its high susceptibility.

Wnioski

1. Materiały absorpcyjne charakteryzują się różnymi właściwościami mechanicznymi. Wybór optymalnego rozwiązania jest możliwy dzięki badaniom laboratoryjnym.
2. Materiały z polistyrenu ekspandowanego charakteryzują się dobrą wytrzymałością. Wysoka wartość modułu Younga wskazuje na mały komfort ich użytkowania. Ponadto w materiałach tych, w zakresie *plateau*, dochodzi do kumulacji zmian w strukturze, co zmniejsza właściwości ochronne absorbera.
3. Pianki poliuretanowe stosowane w hełmach AK-06 z 2007 roku cechują się najgorszymi właściwościami konstrukcyjnymi, w tym najmniejszą zdolnością do absorpcji energii, spośród badanych materiałów. Są one jednak najmniej sztywne, co wpływa na komfort ich użytkowania.
4. Materiały wykorzystywane w hełmach AK-06 z 2012 roku cechują się stosunkowo dobrą wytrzymałością oraz zdolnością do absorpcji energii. Ich sztywność jest dużą, zbliżona do sztywności pianek z polistyrenu ekspandowanego.
5. Wśród badanych pianek poliuretanowych najlepszymi właściwościami charakteryzuje się materiał stosowany w hełmach CV 102 z 2015 roku. Ma on zdolność do absorpcji w podobnym stopniu co polistyren ekspandowany. Użytkowanie tych pianek jest komfortowe ze względu na ich mniejszą sztywność. Ponadto w piankach, po przekroczeniu fazy sprężystej, nie dochodzi do kumulacji zmian strukturalnych w zakresie *plateau*.

Conclusions

1. Absorptive materials are characterised by different mechanical properties. Laboratory tests facilitate the selection of the optimum solution.
2. Expanded polystyrene materials have good strength. A high value of Young's modulus indicates low user comfort. In addition, there is an accumulation of structural changes in the *plateau* region, which reduces the protective properties of the absorber.
3. Polyurethane foams used in AK-06 helmets from 2007 have the worst structural properties, including the lowest energy absorption capacity of all the tested materials. However, they have the lowest stiffness, which improves user comfort.
4. The materials used in AK-06 helmets from 2012 are characterised by a relatively low strength and energy absorption capacity. Their stiffness is high, similar to the stiffness of expanded polystyrene foams.
5. Of the studied polyurethane foams, the material used in CV 102 helmets from 2015 was found to have the best properties. It has energy absorption capacity similar to that of expanded polystyrene. These foams offer good user comfort due to lower stiffness. In addition, after the yield point is exceeded, foams are not subject to structural changes in the *plateau* region.

Literatura/Literature

[1] https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/rynek-pracy/warunki-pracy-wypadki-przy-pracy/wypadki-przy-pracy-w-2016-r-,3,26.html [dostęp: 20.11.2017 r.].

[2] PN-EN 443:2008 Hełmy strażackie.

[3] PN-EN 166:2005 Ochrona indywidualna oczu.

[4] Pieniak D., Walczak A. *Wstępne badania degradacji mechanicznej materiałów wkładek absorbujących energię*, „Zeszyty Naukowe SGSP" 2017, 61, 121–135.

[5] Liu D., Chang C., Fan C., Hsu S., *Influence of environmental factors on energy absorption degradation of polystyrene foam in protective helmets*, „Engineering Failure Analysis" 2003, 10, 581–591.

[6] Saha M.C., Mahfuz H., Chakravarty U.K., Uddin M., Kabir Md.E. Jeelani S., *Effect of density, microstructure, and strain rate on compression behavior of polymeric foams*, „Materials Science and Engineering A" 2005, 406, 328–336.

[7] Shuaeib F.M., *Motorcycle helmet: part II. Materials and design issues*, „Journal of Materials Processing Technology" 2002, 123, 422–431.

[8] Brid E.T., Bowden A.E., Seeley M.K., *Fullwood D.T. Materials selection of flexible open-cell foams in energy absorption applications*, „Materials and Design" 2018, 137, 414–421.

[9] Radziszewski L., *Kaski rowerowe. Konstrukcja, technologie, użytkowanie*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Kielce 2015.

ST. KPT. DR INŻ. AGATA WALCZAK – ukończyła Wydział Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego Szkoły Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie. W 2017 roku w Instytucie Technicznym Wojsk Lotniczych uzyskała stopień naukowy doktora nauk technicznych w dyscyplinie: budowa i eksploatacja maszyn. Jest adiunktem w Zakładzie Sprzętu Ratowniczo-Gaśniczego Wydziału Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego w Szkole Głównej Służby Pożarniczej.

DR INŻ. DANIEL PIENIAK – ukończył Wydział Mechaniczny Politechniki Lubelskiej. W tej samej jednostce w 2010 roku uzyskał stopień naukowy doktora nauk technicznych w dyscyplinie: budowa i eksploatacja maszyn. Od 2006 do 2017 roku był pracownikiem Zakładu Mechaniki Stosowanej Szkoły Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie. Obecnie pracuje w Laboratorium Wytrzymałości Materiałów i Mechaniki Uszkodzeń Środków Transportu w Wyższej Szkole Ekonomii i Innowacji w Lublinie. Prowadzi badania eksploatacyjne, wytrzymałości i mechanizmów uszkodzeń materiałów konstrukcyjnych i funkcjonalnych oraz komponentów sprzętu pożarniczego i ochron osobistych w warunkach narażeń termicznych i mechanicznych.

ST. BRYG. DR INŻ. IRENEUSZ NAWOROL – ukończył Wydział Ochron Przeciwpożarowej Szkoły Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie w zakresie specjalności technicznej. W 2007 roku na Wydziale Inżynierii Środowiska Politechniki Warszawskiej uzyskał stopień naukowy doktora nauk technicznych w zakresie inżynierii środowiska. Od 2013 roku pełni funkcję kierownika Zakładu Sprzętu Ratowniczo-Gaśniczego w Katedrze Techniki Pożarniczej Szkoły Głównej Służby Pożarniczej.

KPT. MGR INŻ. WIKTOR WĄSIK – ukończył Wydział Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego Szkoły Głównej Służby Pożarniczej. W latach 2007-2011 był pracownikiem Zespołu Laboratoriów Technicznego Wyposażenia Straży Pożarnej i Technicznych Zabezpieczeń Przeciwpożarowych w CNPOB-PIB. Od 2011 roku pracuje jako asystent w Zakładzie Sprzętu Ratowniczo-Gaśniczego Szkoły Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie. Jest autorem publikacji z zakresu sprzętu ratowniczo-gaśniczego. Swoje zainteresowania zawodowe skupia na zagadnieniach związanych z: pompami pożarniczymi, pojazdami pożarniczymi, sprzętem do wytwarzania pian gaśniczych, stałymi urządzeniami gaśniczymi oraz ratownictwem chemicznym i ekologicznym.

BRYG. MGR INŻ. PIOTR CHUDY – ukończył Wydział Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego Szkoły Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie. Jest wieloletnim, doświadczonym pracownikiem dydaktycznym w Zakładzie Sprzętu Ratowniczo-Gaśniczego Wydziału Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego w Szkole Głównej Służby Pożarniczej.

KPT. MGR INŻ. MONIKA SUTUŁA – ukończyła Wydział Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego Szkoły Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie. Od 2011 roku jest asystentem w Zakładzie Mechaniki Stosowanej Wydziału Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego w Szkole Głównej Służby Pożarniczej.

SENIOR CAPTAIN, AGATA WALCZAK, PH.D. ENG. – graduated from the Faculty of Fire Safety Engineering at the Main School of Fire Service in Warsaw. In 2017 she received a Ph.D. Eng. degree in the construction and operation of machines at the Air Force Institute of Technology. She is an assistant professor at the Institute of Rescue and Firefighting Equipment of the Faculty of Fire Safety Engineering at the Main School of Fire Service in Warsaw.

DANIEL PIENIAK, PH.D. ENG. – graduated from the Faculty of Mechanical Engineering at the Lublin University of Technology. In 2010 he received a Ph.D. Eng. degree in the construction and operation of machines at the same Faculty. Between 2006 and 2017 he was employed in the Institute of Applied Mechanics of the Main School of Fire Service in Warsaw. He is currently employed at the Laboratory of Materials Strength Testing and Failure Mechanics of Modes of Transport at the University of Economics and Innovation in Lublin (WSEI). He conducts in-service examination, tests of strength and failure of structural and functional materials and components of firefighting and personal protection equipment when exposed to thermal and mechanical factors.

SENIOR BRIG. IRENEUSZ NAWOROL, PH.D. ENG. – graduated from the Faculty of Fire Protection at the Main School of Fire Service in Warsaw in a technical specialisation. In 2007 he received a Ph.D. Eng. in Environmental Engineering at the Faculty of Environmental Engineering of the Warsaw University of Technology. Since 2013 he has been the Head of the Institute of Rescue and Firefighting Equipment at the Chair of Firefighting Techniques at the Main School of Fire Service.

CAPTAIN WIKTOR WĄSIK, M.ENG. – graduated from the Faculty of Fire Safety Engineering at the Main School of Fire Service in Warsaw. In 2007-2011 he was employed at the the Laboratory of Technical Equipment of Fire Protection Units at the Scientific and Research Centre for Fire Protection – National Research Institute. Since 2011 he has been an assistant at the Institute of Rescue and Firefighting Equipment at the Main School of Fire Service. He has authored several publications in the field of rescue and firefighting equipment. His professional interests focus on issues connected with fire pumps, fire vehicles, foam equipment, fixed firefighting equipment and chemical and ecological rescue.

BRIGADIER PIOTR CHUDY, M.ENG. – graduated from the Faculty of Fire Safety Engineering at the Main School of Fire Service in Warsaw. He is an experienced faculty member at the Institute of Applied Mechanics of the Faculty of Fire Safety Engineering at the Main School of Fire Service in Warsaw.

CAPTAIN MONIKA SUTUŁA, M.ENG. – graduated from the Faculty of Fire Safety Engineering at the Main School of Fire Service in Warsaw. Since 2011 she has been an assistant at the Institute of Applied Mechanics of the Faculty of Fire Safety Engineering at the Main School of Fire Service in Warsaw.

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Stworzenie anglojęzycznych wersji oryginalnych artykułów naukowych wydawanych w kwartalniku „BITP. Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza" – zadanie finansowane w ramach umowy 658/P- DUN/2018 ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych na działalność upowszechniającą naukę.

mł. kpt. mgr Małgorzata Ciuka-Witrylak[a)], st. kpt. mgr inż. Karina Jarosławska-Kolman[a)], nadbryg. w st. spocz. dr Ryszard Grosset, prof. SGSP[a)]*

[a)]*Szkoła Główna Służby Pożarniczej / the Main School of Fire Service*
**Autor korespondencyjny/Corresponding author: ryszard.grosset@gmail.com*

Nowoczesne rozwiązania w zakresie segregacji medycznej na przykładzie systemu EvaCopNet

Modern Solutions in the Field of Triage Illustrated by the Example of the EvaCopNet System

Современные решения в области медицинской сегрегации на примере системы EvaCopNet

ABSTRAKT

Cel: Celem artykułu jest przedstawienie koncepcji systemu EvaCopNet oraz wyników badań dotyczących zastosowanych rozwiązań automatycznego pomiaru podstawowych parametrów życiowych, transmisji otrzymanych pomiarów do jednostki obliczeniowej analizującej je pod kątem poziomu zagrożenia życia i wspomagania procesu ustalania kolejności ewakuacji medycznej.
Wprowadzenie: W przypadku zdarzeń masowych, w których liczba poszkodowanych przekracza możliwości ratownicze jednostek udzielających kwalifikowanej pierwszej pomocy, włączenie w proces ewakuacji i ratowania poszkodowanych urządzenia monitorującego (znakującego) funkcje życiowe i przesyłającego informacje w trybie on-line bezpośrednio lub za pośrednictwem bezzałogowego statku powietrznego (*unmanned aerial vehicle* – UAV) do stanowiska dowodzenia zwiększa poczucie bezpieczeństwa zarówno tych osób, jak i ratowników. W wielu krajach są tworzone i rozwijane systemy ewakuacji medycznej w trybie nagłego zagrożenia życia wszystkich osób poszkodowanych w zdarzeniu. Prezentowany system przeznaczony jest do wspierania procesu ewakuacji i ratowania poszkodowanych. Obejmuje on następujące obszary rozwiązań technicznych: mikromoduł oznakowania poszkodowanego FT (FlagTag), moduł radiowy i organizacji sieci Mesh z wykorzystaniem UAV, moduł lokalizacji poszkodowanych QFind oraz programowy moduł integratora danych. Autorzy opisali funkcje i kierunek rozwoju mikromodułu oznakowania poszkodowanego FT.
Wnioski: Analiza zdarzeń, w których można wykorzystać system EvaCopNet, oraz przeprowadzone badania poligonowe potwierdziły poprawność przyjętych rozwiązań z zakładaną funkcjonalnością systemu, a także uwidoczniły jego duży potencjał aplikacyjny. Opracowane rozwiązania i składowe systemu EvaCopNet zaprojektowane są tak, żeby można je było rozwijać wraz z postępem technicznym i technologicznym oraz zwiększającą się wiedzą o występujących lub mogących wystąpić zdarzeniach masowych.
Znaczenie dla praktyki: System EvaCopNet jest unikatowym rozwiązaniem technologicznym, na podstawie którego można opracować w pełni funkcjonalny system ewakuacji i ratowania z elementami monitorowania poszkodowanych podczas katastrof lub klęsk żywiołowych. Wykorzystanie systemu w realnych działaniach ratowniczych pozwoli na zmniejszenie liczby ratowników bezpośrednio zaangażowanych w obserwację poszkodowanych i w nadzór nad nimi, a kierującemu działaniem ratowniczym umożliwi skierowanie dodatkowych ratowników do bezpośrednich działań w strefie zagrożenia. System przeznaczony jest dla podmiotów Krajowego Systemu Ratowniczo-Gaśniczego – Państwowej Straży Pożarnej oraz Ochotniczej Straży Pożarnej.
Słowa kluczowe: elektronika biomedyczna, saturacja krwi, ratownictwo, sieci Mesh, czujniki wielkości biologicznych, tętno
Typ artykułu: doniesienie wstępne

Przyjęty: 03.03.2018; Zrecenzowany: 26.06.2018; Zatwierdzony: 05.07.2018;
Autorzy wnieśli jednakowy wkład merytoryczny w opracowanie artykułu;
Identyfikatory ORCID autorów: R. Grosset – 0000-0003-2107-014X; K. Jarosławska-Kolman – 0000-0003-4197-8622;
M. Ciuka-Witrylak – 0000-0002-4735-9438;
Proszę cytować: BiTP Vol. 50 Issue 2, 2018, pp. 74–89, doi: 10.12845/bitp.50.2.2018.6;
Artykuł udostępniany na licencji CC BY-SA 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

ABSTRACT

Aim: The purpose of this article is to present the concept of the EvaCopNet system and the results of research on the applied solutions for the automatic measurement of basic vital signs, transmission of received measurements to the calculating unit which analyses the level of threat to life and supports the process of determining the order of medical evacuation.
Introduction: In the case of mass events, where the number of victims exceeds the emergency rescue potential of qualified assistance units, increasing the sense of security for both the injured and the rescuers is possible through a monitoring device (marking) vital signs of the victim and sending information on-line directly or via the UAV to the command post included in the evacuation and rescue process.
In many countries, systems of medical emergency evacuation of all people injured in an event are being created and developed. The presented system is designed to support the process of evacuation and rescue of the injured. It includes the following technical solutions: a micromodule marking FT

(FlagTag), a radio and organisation module for the Mesh network using unmanned aerial vehicles and a Q-Find victim location module, as well as a software integrator module. The authors described the functions and direction of development of the micromodule marking the injured – FT.
Conclusions: An analysis of events in which the EvaCopNet system can be used as well as the conducted field tests confirm the validity of the systems' functionality and of the adopted solutions, and also demonstrate its great application potential. The developed solutions and components of the EvaCopNet system are designed in such a way that it can be developed along with technical and technological progress as well as knowledge of mass events that may occur.
Implications for the practice: The EvaCopNet system is a unique technological solution, on the basis of which a fully functional evacuation and rescue system can be developed with elements of monitoring of injured people during disasters or natural disasters. The use of the system in real rescue operations will make it possible to decrease the number of the rescuers directly involved in observation of and supervision over the injured; on the other hand, the rescue operation supervisor will be able to direct additional forces to proximate actions in the danger zone. The system is dedicated to entities of the National Firefighting and Rescue System – State Fire Service and the Volunteer Fire Service.
Keywords: biomedical electronics, blood saturation, rescue, Mesh networks, biometric sensors, heart rate
Type of article: short scientific report

Received: 03.03.2018; Reviewed: 26.06.2018; Approved: 05.07.2018;
The authors contributed equally to this article;
Authors' ORCID IDs: R. Grosset 0000-0003-2107-014X; K. Jarosławska-Kolman 0000-0003-4197-8622;
M. Ciuka-Witrylak 0000-0002-4735-9438;
Please cite as: BiTP Vol. 50 Issue 2, 2018, pp. 74–89, doi: 10.12845/bitp.50.2.2018.6;
This is an open access article under the CC BY-SA 4.0 license (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

АННОТАЦИЯ

Цель: Цель статьи – представление концепции системы EvaCopNet и результатов исследований прикладных решений для автоматического измерения основных жизненных параметров, передачи полученных измерений в пункт оценки данных, который анализирует их с точки зрения угрозы жизни и поддержки процесса определения последовательности медицинской эвакуации.
Введение: В случае массовых происшествий, в которых число жертв превышает спасательную способность подразделений, оказывающих квалифицированную помощь, включение в процесс эвакуации и спасения пострадавших устройства мониторинга (контроля) основных жизненных параметров и передачи информации в режиме онлайн непосредственно или с помощью беспилотного летательного аппарата (*unmanned aerial vehicle* – UAV) на командный пункт повышает чувство безопасности как этих людей, так и спасателей. Во многих странах создаются и развиваются медицинские системы экстренной эвакуации всех людей, пострадавших в результате инцидента. Представленная система предназначена для поддержки процесса эвакуации и спасения пострадавших. Она охватывает следующие области технических решений: микромодуль маркировки пострадавшего FT (FlagTag), радиомодуль и модуль организации сети Mesh с использованием UAV, модуль локализации пострадавшего Q-Find и программный модуль интегратора данных. Авторы описали функции и направление развития микромодуля маркировки пострадавшего FT.
Выводы: Анализ событий, в которых может использоваться система EvaCopNet, и проведенные полевые испытания подтвердили правильность принятых решений с предполагаемыми функциональными возможностями системы, а также продемонстрировали большой потенциал ее применения. Разработанные решения и компоненты системы EvaCopNet запроектированы таким образом, что их можно развивать вместе с техническим и технологическим прогрессом, а также возрастанием сведений о происходящих или потенциально происходящих массовых инцидентах.
Последствия для практики: Система EvaCopNet – это уникальное технологическое решение, на основе которого может быть полностью разработана функциональная система эвакуации и спасения с элементами мониторинга тех, кто пострадал во время катастроф или стихийных бедствий. Использование системы в реальных спасательных операциях позволит сократить количество спасателей, непосредственно участвующих в наблюдении за пострадавшими и опеке над ними, и поможет руководителю спасательной операции направить дополнительных спасателей для участия в прямых действиях в опасной зоне. Система предназначена для подразделений Национальной Спасательно-Гасящей Системы – Государственной Пожарной Службы и Волонтерской Пожарной Службы.
Ключевые слова: биомедицинская электроника, сатурация крови, служба спасения, сети Mesh, датчики измерения биологических показателей, частота сердечных сокращений
Ключевые слова: социальные медиа, Государственная противопожарная служба, Facebook, кризисное управление, служба спасения
Вид статьи: предварительный отчет

Принята: 03.03.2018; Рецензирована: 26.06.2018; Одобрена: 05.07.2018;
Авторы внесли одинаковый вклад в создание этой статьи;
Идентификаторы ORCID авторов: R. Grosset 0000-0003-2107-014X; K. Jarosławska-Kolman 0000-0003-4197-8622;
M. Ciuka-Witrylak 0000-0002-4735-9438
Просим ссылаться на статью следующим образом: BiTP Vol. 50 Issue 2, 2018, pp. 74–89, doi: 10.12845/bitp.50.2.2018.6;
Настоящая статья находится в открытом доступе и распространяется в соответствии с лицензией CC BY-SA 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Wprowadzenie

W Polsce od 1995 roku funkcjonuje Krajowy System Ratowniczo-Gaśniczy (KSRG). Głównym jego celem było stworzenie jednolitego systemu postępowania podczas działań o charakterze ratowniczym mającym na celu ratowanie życia, zdrowia, mienia

Introduction

The National Firefighting and Rescue System (KSRG) has been in operation in Poland since 1995. The main objective behind its establishment was to create a uniform procedural system for rescue activities aimed at saving lives, health,

oraz środowiska. Zadania te wypełniane są przez jednostki Państwowej Straży Pożarnej (PSP) oraz inne podmioty ratownicze, głównie przez jednostki Ochotniczej Straży Pożarnej (OSP). Wraz z upływem czasu zakres obowiązków wspomnianych podmiotów ewoluował i dzisiaj prócz gaszenia pożarów jednostki wykonują szereg zadań m.in. z zakresu ratownictwa: technicznego, drogowego, wodnego, wysokościowego, chemicznoekologicznego, poszukiwawczo-ratowniczego oraz medycznego w zakresie kwalifikowanej pierwszej pomocy (KPP) [1]. Ponieważ podmioty KRSG z założenia pojawiają się na miejscu zdarzenia jako pierwsze, więc duży nacisk kładzie się na ich szkolenie z zakresu udzielania kwalifikowanej pierwszej pomocy, problemów związanych z działaniami o charakterze mnogim, masowym oraz z zakresu klęsk żywiołowych.

Istotnym elementem każdego działania ratowniczego podejmowanego w warunkach zagrożenia życia i zdrowia jest kwalifikowana pierwsza pomoc, której celem jest ustalenie priorytetów ewakuacji, wyznaczenie kierunków działań ratowniczych i szybkie wyeliminowanie stanu zagrożenia życia. Poszczególne etapy pomocy poszkodowanym, zwane „łańcuchem przeżycia", zostały opracowane w latach 60-tych XX wieku przez E.W. Ahnefelda [2]. Zgodnie z założeniami autora wszystkie działania ratownicze, od powiadomienia służb ratowniczych do rozpoczęcia leczenia na szpitalnym oddziale ratunkowym (SOR), powinny być podejmowane w ciągu tzw. złotej godziny. W przypadku zdarzeń pojedynczych czy mnogich nie nastręcza to większych problemów systemowych. Problemy zaczynają się podczas zdarzeń masowych, w których potrzebny jest duży potencjał ratowniczy. Zarówno pierwotne, jak i wtórne skutki katastrof mogą okazać się trudne do usunięcia. W takich sytuacjach naczelną zasadą jest pomoc jak największej liczbie osób poszkodowanych. Zakłada się, że pewna liczba ofiar katastrofy zginie natychmiast po zaistnieniu zdarzenia, a pewna umrze jeszcze przed nadejściem pomocy. Na miejscu pozostaną jednak poszkodowani, których życie będzie zagrożone w różnym stopniu.

Będą osoby, których zgon możne nastąpić w ciągu kilku minut (np. przy niedrożności dróg oddechowych), osoby z krwotokiem wewnętrznym wymagającym podjęcia interwencji w ciągu godziny, osoby z lekkimi obrażeniami oraz osoby ogarnięte strachem lub paniką. W takich przypadkach niezbędna jest umiejętność szybkiej selekcji ludzi, którzy mają szansę na przeżycie. W ten sposób kwestia poprawy skuteczności działania służb ratowniczych bazujących na możliwości monitorowania poszkodowanych oraz działania zespołów ratowniczych przebywających w strefie zagrożenia stała się głównym celem projektu *System ewakuacji i ratowania poszkodowanych podczas klęsk żywiołowych – EvaCopNet* [3]. W toku prac stworzono koncepcję rozwiązań automatycznego pomiaru podstawowych parametrów życiowych osób poszkodowanych, transmisji otrzymanych pomiarów do jednostki obliczeniowej analizującej je pod kątem poziomu zagrożenia życia oraz wspomagania procesu ustalania kolejności ewakuacji medycznej prowadzonej przez Państwową Straż Pożarną i Ochotniczą Straż Pożarną.

Przegląd systemów segregacji medycznej (*triage*) stosowanych na świecie

Najczęściej stosowanymi systemami segregacji medycznej są te opracowane w latach 90. XX wieku i te opracowane

property and the environment. These tasks are implemented by State Fire Service (PSP) units and other rescue entities, mainly by Voluntary Fire Service (OSP) units. With the passage of time, the scope of duties of these entities has evolved and today, apart from firefighting, the units perform a number of tasks, including in the field of technical, road, water, high altitude, chemical and ecological rescue, search and rescue and medical rescue in respect of advanced first aid (KPP) [1]. As the KSRG entities are by definition the first to appear on site, there is a strong emphasis on their training in advanced first aid, problems related to disasters, mass incidents and natural disasters.

Advanced first aid is an important element of every rescue action taken in the event of life and health being at risk. Its purpose is to establish the priorities of evacuation, determine the directions of rescue actions and quickly eliminate any threats to life. The individual stages of aiding victims referred to as the *chain of survival* were developed in the 1960s by E.W. Ahnefeld [2]. According to the author's principles, all rescue actions, from rescue services being notified to the commencement of treatment at the hospital emergency department (SOR), should be carried out within the so-called golden hour. In the case of single incidents or disasters, this poses no major systemic problems. Problems start to appear during mass incidents, when large rescue capacity is needed. Primary as well as secondary effects of catastrophes can be difficult to remove. In such situations, the principal rule is to provide aid to as many victims as possible. It is assumed that some victims will die immediately after the incident, and some will die before first rescuers arrive. On the other hand, some victims will remain on site, with their lives being at various risk.

There will be people who can perish within minutes (e.g. in the case of airway obstruction), people with internal haemorrhages requiring intervention be made within an hour, people with light injuries and those who have succumbed to fear or panic. In such cases, it is necessary to be able to quickly select those people who have a chance to survive. Therefore, the issue of improving the effectiveness of rescue services based on the ability to monitor the victims and the operation of rescue teams present in the danger zone became the main objective of the project entitled *EvaCopNet – system for evacuation and rescue of victims of natural disasters* [3]. In the course of work, the developed concept covered solutions for automatic measurement of basic vital signs of victims, transmitting the measurements to a calculation unit to analyse them in terms of the life threat level, and supporting the process of determining the sequence of medical evacuation conducted by the State Fire Service and the Volunteer Fire Service.

A review of triage systems used around the world

The most commonly used triage systems are those developed in the 1990s and contemporary ones. The systems used

współcześnie. Spośród nich rozpowszechnione na całym świecie są: Australian Triage Scale (ATS), Manchester Triage Scale (MTS), Canadian Emergency Department Triage i Acuity Scale (CTAS) oraz Emergency Severity Index (ESI). Metody triage'u polegają na systematycznym ustalaniu priorytetów pacjentów w zależności od tego, jak pilnie potrzebują opieki. Należy zaznaczyć, że większość systemów segregacji medycznej dotyczy szpitalnych oddziałów ratunkowych lub izb przyjęć, gdzie triage'em poszkodowanych bądź pacjentów zajmują się osoby mające wykształcenie medyczne. Jako przykład można podać wdrożony w wielu krajach na świecie, również w Polsce, wspomniany Manchester Triage System (System Manchester), oparty na 154 algorytmach opisujących możliwe scenariusze objawów klinicznych. Niezależnie od tego, jak pacjent trafił do szpitala, zawsze zostaje zakwalifikowany do grupy oznaczonej kodem kolorystycznym. Na podstawie kart z algorytmem osoba zajmująca się triage'em przydziela pacjenta do jednej z kategorii ściśle powiązanych z czasem oczekiwania na lekarza, którymi są:

- kategoria czerwona: pomoc natychmiastowa, czas oczekiwanie na lekarza – 0 min;
- kategoria pomarańczowa: czas oczekiwania na lekarza – do 10 min;
- kategoria żółta: czas oczekiwania na lekarza – do 60 min;
- kategoria zielona: czas oczekiwania na lekarza – do 120 min;
- kategoria niebieska: czas oczekiwania na lekarza – do 240 min.

Pacjent jest informowany o przewidywanym czasie oczekiwania na lekarza. Ważne jest to, że sam pacjent nie jest znakowany kolorem, znakowana jest jedynie dokumentacja pacjenta (kolor teczki). Aby *triage* był wiarygodny, liderami w zakresie triage'u mogą być osoby mające minimum 3-letnie doświadczenie medyczne i odpowiednie predyspozycje psychiczne [4].

W ratownictwie przedszpitalnym w zdarzeniach mnogich bądź masowych stosowanie triage'u jest priorytetem. Ratownicy niemający wykształcenia medycznego rzadko dokonują segregacji, choć zależy to od organizacji systemu ratownictwa w danym kraju. Wiele państw Europy, w tym kraje skandynawskie, nie ma krajowej obowiązkowej skali segregacji. W tych krajach wdrażane systemy segregacyjne są rozważane pod kątem tego, jak mogą pasować do lokalnych warunków, np. pod kątem populacji, wielkości szpitala, zasobów personelu medycznego i sprzętowego, topografii terenu [5]. Dla przykładu model angloamerykański opiera się na zasadzie „Ładuj i jedź" (*Scoop and run/Load and go*). W amerykańskim systemie wyróżnia się aż cztery poziomy wykształcenia ratowników. Najważniejsi są wykwalifikowani ratownicy medyczni – paramedycy. Są oni uprawnieni do wykonywania wielu zaawansowanych czynności, włącznie z wkłuciem dożylnym, podawaniem wybranych leków, intubacją, konikotomią i defibrylacją. Zakres kompetencji amerykańskich paramedyków jest podobny do zakresu medycznych czynności ratunkowych polskich ratowników medycznych. Z kolei w systemie francusko-niemieckim osobom poszkodowanym pomocy udzielają lekarze specjaliści różnych dziedzin medycyny. Lekarzowi towarzyszy sanitariusz lub ratownik medyczny mający ograniczone kompetencje medyczne. Ten model ratownictwa opiera się na zasadzie „Zostań i ratuj" (*Stay and play*) [6, 7].

globally include: Australian Triage Scale (ATS), Manchester Triage Scale (MTS), Canadian Emergency Department Triage and Acuity Scale (CTAS) and Emergency Severity Index (ESI). The triage methods involve systematically prioritising patients according to how urgently they require aid. It should be noted that most of the triage systems apply to hospital emergency departments or admission rooms, where the victims' or patients' triage is carried out by persons with medical training. One example is the Manchester Triage System which has been implemented in a number of countries worldwide, including in Poland, which is based on 154 algorithms describing the possible scenarios of clinical symptoms. Irrespective of the way the patient was admitted to hospital, he/she is always classified in the group marked with a colour code. Based on algorithm cards, a person responsible for triage classifies the patient into one category, which is strictly connected with care wait times, i.e.:

- red: immediate aid, care wait time – 0 min;
- orange: care wait time – up to 10 min;
- yellow: care wait time – up to 60 min;
- green: care wait time – up to 120 min;
- blue: care wait time – up to 240 min.

The patient is informed about the expected care wait time. The important thing is that the patient is not marked with any colour, only the patient's documentation is labelled (the colour of the file). In order for triage to be reliable, triage leaders must be individuals with a minimum of 3 years of medical experience and an appropriate mental aptitude [4].

The application of triage in pre-hospital rescue in disasters or mass incidents is a priority. Rescuers with no medical education rarely perform triage activities. This, however, depends on the organisation of the rescue system in a given country. In many European countries, including in Scandinavia, there is no nationwide applicable triage scale. In these countries the implemented triage systems are considered in terms of their suitability for the local conditions as regards the population, hospital size, medical staff and equipment resources, and topography [5]. For example, the Anglo-American is based on the *Scoop and run /Load and go* principle. In the American system, there are four levels of rescuers' education. The most important group is composed of qualified paramedical practitioners – paramedics. They are authorised to perform many advanced activities, including venipuncture, administration of selected drugs, intubation, cricothyrotomy and defibrillation. The scope of competence of American paramedics is similar to the scope of medical rescue activities undertaken by Polish paramedical practitioners. On the other hand, in the French-German system, victims are provided with aid by doctors specialising in various fields of medicine. The doctors are accompanied by medics or paramedical practitioners with limited medical competencies. This model of rescue is based on the *stay and play* principle [6, 7].

In Poland, the legal regulations on the triage system are specified rather imprecisely in the Law on the National Medical Emergency Service of 8 September 2006 [8]. The Law obliges hospitals with hospital emergency departments to ensure that, if necessary, they can provide immediate sanitary

W Polsce prawne uregulowania dotyczące systemu segregacji są określone dość nieprecyzyjnie w ustawie z dnia 8 września 2006 r. o Państwowym Ratownictwie Medycznym [8]. Ustawa zobowiązała szpitale, w których znajdują się szpitalne oddziały ratunkowe, do tego, by w razie konieczności zapewniły niezwłoczny transport sanitarny do najbliższej placówki udzielającej świadczeń w odpowiednim zakresie (np. do sąsiedniego szpitala mającego odpowiedni oddział).

Zgodnie z zaleceniami Europejskiej Rady Resuscytacji [9] w przypadku zdarzenia o charakterze masowym w celu ustalenia priorytetów leczenia i transportu należy zastosować system segregacji, np. START (*Simple Triage and Rapid Transport*) lub SALT (*Sort*, *Assess*, *Lifesaving Inteventions*, *Treat/Transport*). Od stworzenia algorytmu START kilkakrotnie zmieniły się wytyczne dotyczące resuscytacji. Zmiany związane z rozwojem medycyny zdarzeń mnogich (*Disaster Medicine*) spowodowały stworzenie oraz wdrożenie w USA, zarekomendowanego 8 lutego 2013 roku, nowego systemu segregacji wstępnej – SALT. Jest to skala segregacji, która powstała jako zapotrzebowanie na prosty i zunifikowany system oparty na wcześniejszych doświadczeniach. W ramach tego systemu istnieją dwa poziomy oceny – ogólna oraz jednostkowa, w związku z czym jest on nieco bardziej skomplikowanym, dwuetapowym algorytmem. Najpierw zaleca się dokonanie ogólnej segregacji wszystkich osób poszkodowanych w zdarzeniu:

- Poszkodowany, który chodzi, będzie oceniany w trzeciej kolejności;
- Poszkodowany, który się porusza, będzie oceniany w drugiej kolejności;
- Poszkodowany, który jest cichy bądź ewidentnie znajduje się w stanie zagrożenia życia, będzie oceniany w pierwszej kolejności.

Następnie, na podstawie ogólnej segregacji, dokonywana jest segregacja indywidualna każdego poszkodowanego [10]. Polega ona na przeprowadzeniu najpierw procedur ratujących życie (np. tamowanie krwotoków, odbarczenie odmy prężnej, udrożnienie dróg oddechowych), a dopiero potem – na ocenie oddechu. Jeśli poszkodowany nie oddycha, nadawany jest mu priorytet IV (kolor czarny).

Stwierdzenie oddechu pozwala przejść do dalszego etapu, w którym ocenia się spełnienie jednocześnie kilku parametrów:

- zdolność do wykonywania poleceń,
- obecność tętna na tętnicy promieniowej (tętna obwodowego),
- brak niewydolności oddechowej,
- prawidłowość tamowania krwotoków.

Osoby, których stan zdrowia rokuje poprawę, otrzymują priorytet I (kolor czerwony), natomiast poszkodowani, których stan zdrowia nie rokuje poprawy, określani są mianem oczekujących. Gdy wszystkie parametry są spełnione, a więc gdy poszkodowany oddycha samodzielnie, wykonuje polecenia oraz ma stwierdzone tętno na obwodzie oraz nie stwierdza się niewydolności oddechowej, wówczas następuje ocena obecności obrażeń. Osoby z niewielkimi urazami otrzymują priorytet II (kolor żółty); osoby bez obrażeń – priorytet III (kolor zielony).

Inaczej jest w przypadku segregacji przedszpitalnej dokonywanej przez podmioty Krajowego Systemu Ratowniczo-Gaśniczego. Państwowa Straż Pożarna i Ochotnicza Straż Pożarna opierają

transport to the nearest healthcare facility providing appropriate services (e.g. to a neighbouring hospital with an appropriate department).

As recommended by the European Resuscitation Council [9], in the case of a mass incident, a triage system should be used to determine treatment and transport priorities, e.g. START (*Simple Triage and Rapid Transport*) or SALT (*Sort*, *Assess*, *Lifesaving Interventions*, *Treat/Transport*). Since the development of the START algorithm, the resuscitation guidelines have changed several times. Changes related to the development of disaster medicine resulted in the creation and implementation in the USA of a new triage system – SALT, which was recommended on 8 February 2013. It is a scale of triage which was created due to demand for a simple and unified system based on previous experience. Within the system, there are two levels of evaluation, general and individual, making it a slightly more complex two-step algorithm. It is first recommended to perform a general triage of all victims involved in the incident:

- victims who can walk should be triaged third;
- victims who move should be triaged second;
- victims who are quiet or clearly with a life-threatening condition should be triaged first.

Next, based on the general triage, every victim is triaged individually [10]. It consists of first performing life-saving procedures (e.g. control of bleeding, decompression of tension pneumothorax, opening the airways), and next of breathing evaluation. If the victim is not breathing, priority 4 is given (black).

After determining that the victim is breathing, one can go to the next stage, which involves the simultaneous examination of several parameters:

- the ability to follow commands,
- the presence of radial pulse (peripheral pulse),
- no respiratory failure,
- normal bleeding control.

Priority 1 (red) is given to victims whose health is likely to improve, while those whose health is not likely to improve are referred to as expectant. When all parameters are met, i.e. when the victim breathes on their own, follows commands and has a peripheral pulse, and no respiratory failure is established, the injuries are evaluated. Victims with minor injuries are given priority 2 (yellow); and those with no injuries receive priority 3 (green).

This is not the case for pre-hospital triage performed by the entities of the National Firefighting and Rescue System. The State Fire Service and the Voluntary Fire Service follow the procedures specified in *The Rules for medical emergency service organisation in KSRG,* approved in 2013 by the Chief Commandant of the State Fire Service, which present, among other things, the manner of triage in line with the START system and its paediatric version JumpSTART [11]. One tremendous advantage of the START algorithm is its simplicity and speed of evaluation, which makes it possible to use it even by people with no medical background, after short training. Secondary triage, conducted in a medical facility is extended to include a set of data obtained, for example from the Glasgow Coma Scale or

 ISSN 1895-8443

się na procedurach zawartych w *Zasadach organizacji ratownictwa medycznego w KSRG*, zatwierdzonych w 2013 roku przez Komendanta Głównego PSP, w których ustanowiono m.in. sposób prowadzenia segregacji zgodny z systemem START oraz z jego pediatryczną modyfikacją – systemem JumpSTART [11]. Olbrzymim atutem algorytmu START jest jego prostota oraz szybkość dokonywania oceny, która umożliwia jego stosowanie nawet przez osoby bez wykształcenia medycznego, po krótkim przeszkoleniu. Segregacja wtórna prowadzona w punkcie medycznym jest poszerzona o szereg danych uzyskanych np. ze skali Glasgow czy skali oceny ciężkości urazów (*Revised Trauma Score* – RTS). Stąd też system START służy wyłącznie ustaleniu priorytetu, zgodnie z którym poszkodowany powinien być w pierwszej kolejności ewakuowany do punktu medycznego i poddany segregacji wtórnej.

Obecnie w szeregach formacji służy coraz więcej osób mających wykształcenie medyczne. Są to najczęściej ratownicy medyczni. Jednakże brak jednolitych procedur, a co za tym idzie – brak uregulowania ich statusu w PSP wiąże się z prowadzeniem działań wyłącznie na poziomie kwalifikowanej pierwszej pomocy. Należy zaznaczyć, że obecne standardy KPP obowiązujące strażaków-ratowników opierają się na wytycznych Europejskiej Rady Resuscytacji z 2010 roku. Procedury KPP nie były aktualizowane od momentu opublikowania. Obecnie odbywają się spotkania grup roboczych koordynatorów ratownictwa medycznego PSP, podczas których opracowywane są aktualne wersje procedur dla strażaków-ratowników, oraz trwają prace nad dostosowaniem algorytmów z zakresu medycznych czynności ratunkowych dla ratowników medycznych zatrudnionych w podmiotach Krajowego Systemu Ratowniczo-Gaśniczego.

Segregacja medyczna poszkodowanych według KSRG

Segregacja medyczna [12] polega na badaniu i klasyfikacji osób poszkodowanych pod kątem priorytetów ewakuacji, ratowania i leczenia, co zapewnia maksymalne korzyści jak największej liczbie osób w warunkach danego zdarzenia [13]. Przy właściwym postępowaniu ok. 40% rannych ma szansę na przeżycie bez pomocy, natomiast przy dobrze zorganizowanej akcji ratowniczej szanse takie ma aż 90% poszkodowanych. Szczególnie istotnym elementem łańcucha przeżycia jest więc udzielenie pomocy bezpośrednio po doznanym urazie, chorobie lub zatruciu, gdy występuje największe zagrożenie życia [9]. W organizmie poszkodowanego występują zagrażające życiu zaburzenia funkcji życiowych, dochodzi do destabilizacji układów regulacji, co w konsekwencji prowadzi do stanu krytycznego. Udzielenie kwalifikowanej pierwszej pomocy w jak najkrótszym czasie od zaistnienia urazu ratuje poszkodowanemu życie, przyczynia się do zapobiegnięcia zabiegom resuscytacyjnym lub skraca ich czas, a także zmniejsza ciężkość i liczbę powikłań. Segregacja poszkodowanych jest więc jednym z najważniejszych elementów działań ratowniczych przy zdarzeniach o charakterze klęski żywiołowej, zdarzeń masowych i mnogich. Decyzja o rozpoczęciu czynności klasyfikacyjnych powinna być jedną z pierwszych decyzji podjętych po przybyciu na miejsce zdarzenia. Najczęściej dokonuje się jej na podstawie wstępnego rozpoznania sytuacji. W przypadku gdy na miejscu

Revised Trauma Score (RTS). Therefore, the START system only serves to establish the priority according to which the victim should first be evacuated to a medical facility and subjected to secondary triage.

Nowadays, more and more people with medical education are in the Fire Service. These are usually paramedical practitioners. However, the lack of uniform procedures and the resulting lack of regulation of their status in PSP, means that they can only operate at the level of advanced first aid. It is worth noting that the present KPP standards binding on firefighters-rescuers are based on the 2010 guidelines of the European Resuscitation Council. They have not been updated since their publication. Currently, meetings of working groups of PSP medical rescue coordinators are being organised, during which updated versions of procedures for firefighter-rescuers are developed, and work is underway on adjusting algorithms in the field of medical rescue operations for paramedical practitioners employed in the entities of the National Firefighting and Rescue System.

Triage of victims according to KSRG

Triage [12] consists of examining and classifying victims in terms of evacuation, rescue and treatment priorities, which ensures maximum benefits to as many people as possible in the conditions of a given incident [13]. With proper treatment, about 40% of people injured in an incident have a chance to survive without aid, on the other hand, with a well-organised rescue operation, as many as 90% of the inured can survive. Providing aid immediately after the victim was injured, diseased or poisoned, when the threat to life is the greatest, is an exceptionally important element of the chain of survival [9]. Life-threatening disruptions in life functions occur in the body of the injured person, and regulation systems are becoming destabilised, which in turn leads to a critical condition. Providing advanced first aid as soon as possible after the injury has occurred saves the victim's life, contributes to preventing or shortening the time of resuscitation procedures, and reduces the severity and number of complications. Therefore, the triage of the victims is one of the most important elements of rescue operations in the case of natural disasters and mass incidents. The decision to start the triage should be one of the first decisions made on the incident site. Such decisions are usually made on the basis of a preliminary reconnaissance. When the number of casualties on site exceeds the rescue capacity, carrying out triage is mandatory. Making a decision on

zdarzenia liczba poszkodowanych przewyższa potencjał ratowniczy, przeprowadzenie triage'u jest niezbędne. Podjęcie decyzji o wprowadzeniu procedur zdarzenia masowego porządkuje cały proces dowodzenia, ratowania i ewakuacji poszkodowanych. Ratownicy mają jasno określone priorytety, działają zgodnie z systemem START oraz prowadzą skoordynowane działania mające na celu wyszczególnienie poszkodowanych w stanie bezpośredniego zagrożenia życia. Warto zauważyć, że zgodnie z algorytmem postępowania systemu START strażak-ratownik przyznający kolor czarny poszkodowanemu dokonuje tego tylko na podstawie oceny oddechu, bez potwierdzenia zatrzymania akcji serca. Nie stwierdza zatem zgonu, lecz jedynie podejmuje decyzję, że w danej sytuacji pacjent nie ma szans na przeżycie.

Każdy z poszkodowanych powinien być monitorowany przez ratowników. Jakakolwiek oznaka pogorszenia stanu zdrowia osób, które ucierpiały w wyniku zdarzenia, wymaga podjęcia skutecznych działań zgodnych z procedurami obowiązującymi w KSRG. Liczbę ratowników potrzebnych do obserwacji stanu zdrowia można zmniejszyć dzięki wprowadzeniu nowatorskiego systemu kwalifikacji poszkodowanych, który bazuje na zdalnym przesyłaniu wartości parametrów życiowych tych osób.

System EvaCopNet

Próby budowania systemów „wspomagających" działania segregacyjne, a zwłaszcza opracowanie koncepcji zdalnego nadzoru nad parametrami życiowymi poszkodowanych, od dawna były przedmiotem zainteresowania środowiska naukowego związanego z ratownictwem. Jednym z tego rodzaju działań jest, zakończony niedawno, prowadzony w ramach Programu Badań Stosowanych PBS3 (PBS3/B9/37/2015), współfinansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBiR) projekt systemu EvaCopNet. Projekt został zrealizowany przez konsorcjum naukowe, którego liderem była Szkoła Główna Służby Pożarniczej w Warszawie (SGSP). Kierownikiem projektu został dr Ryszard Grosset, a wśród wykonawców znalazły się m.in.: mgr inż. Małgorzata Ciuka-Witrylak i mgr inż. Karina Jarosławska-Kolman. W skład konsorcjum naukowego wchodziły ponadto: Wojskowa Akademia Techniczna, Wojskowy Instytut Medycyny Lotniczej, WB Electronics oraz Robotics Inventions. Zadaniem osób realizujących projekt było zbadanie możliwości monitorowania wybranych parametrów życiowych osób poszkodowanych w przypadku ich rozproszenia oraz podjęcie próby opracowania algorytmu sygnalizującego zaistnienie krytycznych zmian parametrów życiowych tych osób. Wziąwszy pod uwagę konieczność miniaturyzacji systemów pomiarowych (opaski), w które zaopatrywani byliby poszkodowani, a co za tym idzie – ograniczenia zasięgu transmisji wyników pomiaru, postanowiono rozwiązać ten problem, budując wirtualną sieć łącznościową Mesh opartą na wiropłatach pełniących funkcje „przęseł łącznościowych" (węzłów) całej sieci. Założono także, że zbudowane zostaną specjalne moduły naprowadzające Q-Find służące do doprowadzenia roty ratowniczej realizującej ewakuację medyczną do konkretnego poszkodowanego wskazanego przez koordynatora medycznego akcji (będącego również operatorem systemu), a następnie prowadzących ratowników z poszkodowanym do

the introduction of mass incident procedures organises the whole process of command, rescue and victim evacuation. Rescuers have clear priorities, operate in accordance with the START system and conduct coordinated actions to identify people directly affected by a life-threatening condition. It is worth noting that according to the START algorithm, a firefighter-rescuer who assigns black colour to a victim does it only on the basis of breathing evaluation, without confirming cardiac arrest. Therefore, he/she does not pronounce the victim dead, but merely makes the decision that the patient has no chance of survival in a given situation.

Each victim should be monitored by a rescuer. Any sign of health deterioration of the casualties of the incident requires effective action to be taken in accordance with the KSRG procedures. The number of rescuers required for health monitoring can be reduced by introducing an innovative victim qualification system based on the remote transfer of their vital signs.

The EvaCopNet system

Attempts to build systems that would "support" triage activities, in particular the development of a concept of remote supervision over the vital signs of the victims, have long been the subject of interest of scientists dealing with rescue actions. One of such activities is the EvaCopNet system project, recently completed under the Applied Research Programme PBS3 (PBS3/B9/37/2015), co-funded by the National Centre for Research and Development. It was implemented by a scientific consortium led by the Main School of Fire Service in Warsaw (SGSP). Ryszard Grosset, PhD, was the Project Manager, and the team performing the project included Małgorzata Ciuka-Witrylak, M.Eng. and Karina Jarosławska-Kolman, M.Eng. The scientific consortium also included: The Military University of Technology in Warsaw, the Military Institute of Aviation Medicine, WB Electronics and Robotics Inventions. The task of the individuals implementing the project was to examine the possibility of monitoring selected vital signs of people injured in an incident in the case of their dispersion and to make an attempt at developing an algorithm signalling the occurrence of critical changes in the vital signs of such people. Taking into account the need to miniaturise the measurement systems (wristbands) with which the victims would be equipped, and thus to limit the transmission range of the measured results, a decision was made to solve this problem by building a virtual Mesh network based on rotorcraft acting as "communication links" (nodes) for the entire network. It was also assumed that special Q-Find guiding modules will be constructed to bring the rescue troops carrying out medical evacuation to the specific victim indicated by the medical coordinator of the operation (also acting as the system operator), and then to guide the rescuers with the victim to the point designated by the coordinator (e.g. to a helipad of the Medical Air Rescue (LPR)).

ISSN 1895-8443

punktu wyznaczonego przez koordynatora (np. do lądowiska śmigłowca Lotniczego Pogotowia Ratunkowego – LPR).

Po licznych konsultacjach i wykonaniu analizy możliwości technicznych zdecydowano, że badanymi parametrami życiowymi będą: tętno, temperatura ciała oraz poziom nasycenia krwi tlenem (saturacja SpO2) [14]. Założono przy tym, że podczas pierwotnego triage'u poszkodowanemu przyznawany będzie status oznaczany kolorem (zgodnie z systemem START) [15].

Głównym elementem systemu jest komputer centralny (laptop) z oprogramowaniem dającym możliwość obserwacji na zaimplementowanym podkładzie mapowym siatki zbudowanej na podstawie danych z opasek, punktów oznaczających poszkodowanych (oznakowanych kolorem przydzielonym podczas pierwotnej segregacji), znaczników ratowników wraz z numerami, usytuowanie stanowiska dowodzenia (SD) oraz wielkość pola monitorowanego przez multikoptery.

Zgodnie z założeniami systemu stanowisko dowodzenia ma wszystkie niezbędne informacje do wspierania działań ratowniczych prowadzonych przez dowodzącego akcją w sytuacji zagrożenia życia:

- Na ekranie głównym terminalu początkowo wyświetla się pozycja stanowiska dowodzenia zlokalizowana na środku mapy. Mapa wyskalowana jest na długość przekątnej odzwierciedlającej odległość np. 500 m.
- Pozycja każdego elementu zalogowanego do sieci jest zaznaczona i widoczna w aplikacji (np. informacja o zalogowaniu się urządzeń jest wyświetlona w oknie obok zobrazowania mapowego). Urządzenia, które nie przesyłają pozycji lub przesyłają błędną pozycję (np. 0,0), pojawiają się z adnotacją o oczekiwaniu na pozycję GPS.
- Zalogowane urządzenie, po ustaleniu pozycji, przesyła swoje koordynaty do SD. W aplikacji pojawia się wówczas informacja, że dane urządzenie odczytało swoją pozycję (przez wypełnienie kolorem figury reprezentującej urządzenie).
- Dowódca poinfomowany o tym, które urządzenia mają ustaloną pozycję, wysyła do tych urządzeń komendę cyklicznego przesyłania pozycji z określonym interwałem (po zaznaczeniu kształtu rozwija się lista ze statusem i możliwością wyboru cyklicznego wysyłania pozycji co 5, 10, 15, 20 s w zależności od potrzeb i dynamiki zmian postępowania ratowniczego). Odświeżanie pozycji pozwala na stałą aktualizację pozycji poszczególnych elementów systemu oraz umożliwia dowódcy zdalne lub automatyczne (do najbliższego punktu) przypisywanie ratownikom poszczególnych poszkodowanych.
- Elementy systemu takie jak opaska , Q-Find i wiropłat mają określony unikalny znak, kształt. Wiropłat – koło, Q-Find – krzyżyk, opaska – romb. Kształty określające Q-Find i opaskę przypisane kolejno do poszczególnych ratowników i poszkodowanych mogą przybierać różne kolory informujące o ich aktualnym statusie. Zielony krzyżyk informuje, że ratownik wolny, czarny migający krzyżyk – że ratownik jest naprowadzany na poszkodowanego, czarny krzyżyk w rombie – że ratownik ewakuuje poszkodowanego. Statusy poszkodowanych określane są zgodnie z oznakowaniem triage'u (zielony,

Following numerous consultations and an analysis of technical capacity, it was decided that the following vital signs will be evaluated: heart rate, body temperature and blood oxygen level (SpO2) [14]. It was also assumed that during the original triage the victim will be granted a colour-coded status (according to the START system) [15].

The main element of the system is a central computer (laptop) with software facilitating the observation, on the implemented background map with a grid built on the basis of data from the bands, of the points marking the victims (marked with a colour assigned during the initial triage), rescue markers with numbers, location of the command post (CP), and the size of the field monitored by multi-copters.

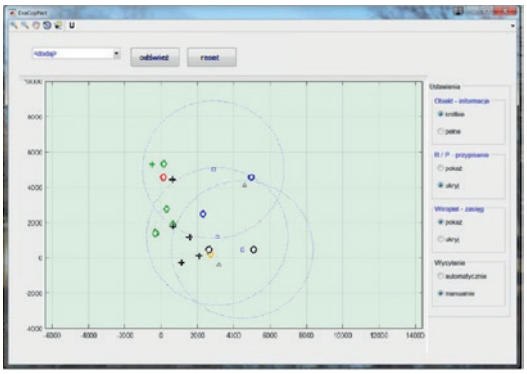
As assumed for the system, the command post holds all the necessary information to support rescue operations conducted by the commander in life-threatening circumstances:

- The position of the command post is initially displayed in the centre of the map on the main screen of the terminal. The map is scaled to the length of the diagonal reflecting a distance of e.g. 500 m.
- The position of every element logged into the network is marked and visible in the application (e.g. information about devices logging in is displayed in the window next to the map view). Devices that do not transmit their position or send an incorrect position (e.g. 0.0) are displayed with a note informing that they are waiting for the GPS position.
- Logged-in devices, after determining their position, send their coordinates to the CP. Then, the application displays information that a given device has specified its position (by colour filling the figure representing the device).
- The commanding officer, informed which devices have fixed positions, sends to these devices a command to regularly transmit their positions at a specified interval (after marking the shape, the list with the status is expanded, facilitating the selection of a 5-, 10-, 15-, or 20-second cycle depending on the needs and dynamics of rescue operations). Refreshing the positions allows constant updating of the position of individual elements of the system and makes it possible for the commanding officer to remotely or automatically (to the nearest point) assign individual victims to the rescuers.
- The system elements, such as the band, Q-Find and rotorcraft have their unique signs and shapes. Rotorcraft – circle, Q-Find – cross, band – diamond. The shapes of the Q-Find and the band, assigned in order to individual rescuers and victims, can have various colours informing of their present status. A green cross indicates a free rescuer, a black flashing cross informs that the rescuer is being guided to the victim, while a black cross in the diamond means that the rescuer is evacuating the victim. Victims statuses are specified in line with triage markings (green, yellow, red and black). If the victim's status changes, the diamond starts to flash.

żółty, czerwony, czarny). W przypadku zmiany statusu poszkodowanego romb zaczyna migać.

Wygląd ekranu głównego terminalu koordynatora (bez warstwy mapowej) z fazy testów laboratoryjnych przedstawia ryc. 1.

The coordinator terminal's main screen appearance (without the map layer) from the laboratory test phase is presented in Figure 1.



Rycina 1. Wygląd ekranu głównego terminalu koordynatora (bez warstwy mapowej) z fazy testów laboratoryjnych
Figure 1. The coordinator terminal's main screen appearance (without the map layer) from the laboratory test phase
Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.

Opracowany system poddano szeregowi testów zrealizowano w różnych warunkach. Wykonano testy laboratoryjne, a także testy na otwartym terenie w obiektach SGSP w Warszawie. Testy podsumowujące działanie systemu przeprowadzono na poligonie SGSP w Nowym Dworze Mazowieckim.

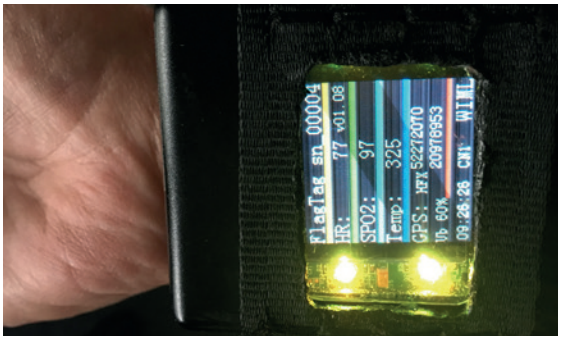
Wyniki obserwacji pracy systemu i uwagi formułowane na temat funkcjonowania jego poszczególnych elementów były po każdym teście poddawane dyskusji i przyczyniały się do zmian konstrukcyjnych, przede wszystkim do optymalizacji opasek i zmian oprogramowania prowadzących do optymalizacji funkcjonowania systemu.

Na potrzeby testu zbudowano 10 opasek. Ich wielkość, ostateczny kształt i wygląd były modyfikowane wielokrotnie, w miarę kolejnych adaptacji systemu. Na ryc. 2 i 3 widać pierwsze wersje testowe opasek, a na ryc. 4 – opaski przygotowane w wersji do testów poligonowych. Oprócz lokalizowania poszkodowanych opaski w sposób ciągły przesyłają do stanowiska SD informacje na temat podstawowych funkcji życiowych poszkodowanych oraz pokazują bieżący status triage'u. Rozdzielczości parametrów pomiarowych, które przypisano opaskom, przedstawiono w tabeli 1.

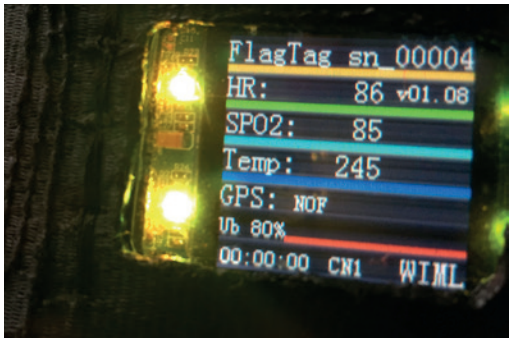
The developed system was subjected to a number of tests conducted in various conditions. Laboratory tests were carried out, as well as outdoor tests at the SGSP facilities in Warsaw. Tests summarising the operation of the system were carried out in a testing ground of SGSP in Nowy Dwór Mazowiecki.

After each test, the results of the observation of the system's operation and comments on the functioning of its individual components were discussed and contributed to structural changes, first and foremost, in the optimisation of wristbands and software changes leading to the optimisation of the system's operation.

10 wristbands were produced for the test. Their size, final shape and appearance were modified many times, following the subsequent iterations of the system. Figures 2 and 3 present the initial test versions of the bands, and Figure 4 shows those prepared for the field tests. In addition to locating the victims, the wristbands continuously send information to the CP about the victim's vital signs and show the current status of the triage. The resolutions of the measurement parameters assigned to the bands are demonstrated in Table 1.



Rycina 2. Opaska – wersja prototypowa
Figure 2. Wristband – prototype version
Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.



Rycina 3. Opaska – wersja prototypowa
Figure 3. Wristband – prototype version
Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.

ISSN 1895-8443

Rycina 4. Zespół opasek pomiarowych w wersji do testów poligonowych
Figure 4. Wristbands in the version for field tests
Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.

Tabela 1. Zakres rozdzielczości parametrów pomiarowych mierzonych za pomocą opasek
Table 1. The range of resolutions of measurement parameters measured using the bands

Nazwa/Sign	Zakres/Scope	Rozdzielczość/ Resolution	Jednostka/Unit of measure
HR/Heart rate	0–300	0.1	Bpm
SpO2/Saturation	0–100	0.1	%
Temperatura ciała/Body temperature	from –15 to +60	0.1	°C
Temperatura otoczenia/Ambient temperature	from –15 to +60	0.1	°C
Stopień triage'u/Triage degree	0–3	1	-
RSSI/Received Signal Strength Indication	0–255	1	-
Poziom baterii/Battery charging	0–5	0.1	V
Wilgotność względna/Relative humidity	0–100	1	%
Status/Status	0–255	1	-
Pozycja GPS/GPS position	nieustalone (not determined)		
Dane z czujnika inercjalnego (axgyromag)/Data from the inertial sensor (axgyromag)	nieustalone (not determined))		
Dane z czujnika lawinowego/Data from the avalanche sensor	nieustalone (not determined)		
Numer seryjny/Serial number	16 bitów/bits	1	-
Ciśnienie atmosferyczne/Atmospheric pressure	0–150 000	1	Pa

Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.

W odniesieniu do terminalu ratownika (Q-Find) zastosowano wyróżnienie dwóch trybów pracy: rozdawanie opasek (tryb znakowania poszkodowanych) i ustawianie celu (tryb ewakuacji poszkodowanych). Rozróżnienie dwóch trybów pracy jest konieczne do tego, żeby działania ratownicze były prowadzone sprawnie. W pierwszej fazie ratownicy, po odnalezieniu poszkodowanych, dokonują segregacji medycznej, zakładają każdemu poszkodowanemu opaskę i oznaczają na niej odpowiedni kolor triage'u zgodnie z klasyfikacją przyjętą w systemie START. Informacje z opasek przesyłane są na bieżąco do terminalu SD. Na tej podstawie dowódca ma informację o stanie zlokalizowanych poszkodowanych oraz możliwość wytypowania samodzielnie lub automatycznie ratowników, którzy będą kierowani do poszkodowanych wymagających ewakuacji w pierwszej kolejności.

As regards the rescuer terminal (Q-Find), two modes of operation are distinguished: handing over the bands (victim marking mode) and objective setting (victim evacuation mode). Distinguishing between the two modes is necessary for effective rescue. In the first stage, after finding the victims, the rescuers triage them and put bands on each victim, on which they mark the appropriate triage colour in line with the START classificiation. Information from the bands is sent continuously to the CP terminal. On this basis, the commanding officer obtains information about the condition of the located victims and the possibility of automatic or independent selection of the rescuers who will be directed to the victims with evacuation priority.

Moduł Q-Find składa się z dwóch współpracujących elementów – modułu GPS oraz tzw. zegarka. Zegarek ma za zadanie zdalnie (dane wysyłane z terminala SD) doprowadzić ratownika do konkretnego poszkodowanego i/lub punktu medycznego. Naprowadzanie odbywa się za pomocą diod określających kierunek marszu. Dodatkowo wyświetlana jest przybliżona odległość do celu. W trakcie testów ze stanowiska dowodzenia wysłano ratownika do najbardziej odległej opaski, ratownik za pomocą terminalu prawidłowo dotarł do opaski i powrócił do punktu medycznego [16]. Moduł Q-Find w wersji roboczej przedstawiono na ryc. 5.

The Q-Find Module is composed of two elements which function together – a GPS module and a so-called watch. The watch is designed to guide the rescuer remotely (data are sent from the CP terminal) to a specific victim and/or medical facility. The guiding takes place using diodes indicating the walking direction. In addition, an estimate distance to the destination is displayed. During the tests, a rescuer was sent from the command post to the most remote band. The rescuer reached the wristband correctly using the terminal and returned to the medical facility [16]. A working version of the Q-Find module is presented in Figure 5.

Rycina 5. Moduł Q-find
Figure 5. Q-find module
Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.

W trakcie testów sprawdzano możliwości tworzenia się sieci z wykorzystaniem zarówno wiropłatów, jak i samych opasek. Podczas badań wykonywanych bez udziału wiropłatów zasięg sieci mieścił się w zakresie 120-130m (połączenie punkt – punkt). W przypadku większych dystansów na trasie rzeczywiście realizowanej sieci Mesh pojawiały się budynki bądź konstrukcje metalowe, które silnie tłumiły sygnał radiowy. Stwierdzono jednak, że w przypadku zastosowania wiropłatów możliwe jest zwiększenia zasięgu jej działania przez retransmisję sygnału. Na potrzeby projektu we wszystkich fazach testów do tworzenia sieci Mesh używano 2 wiropłatów zaopatrzonych w moduły komunikacyjne zaprojektowane dla systemu. Wiropłat wykorzystywany w badaniach jest widoczny na ryc. 6.

During the tests, the ability of network formation using rotorcraft or bands alone, was evaluated. In the tests conducted with no rotorcraft, the network coverage was within 120-130m (point-to-point connection). In the case of greater distances, the route of the actually implemented Mesh network featured buildings or metal structures, which strongly suppressed the radio signal. It was, however, established that when rotorcraft are used, it is possible to increase the coverage by retransmitting the signal. For the purpose of the project, 2 rotorcraft equipped with communication modules designed for the system were used to create the Mesh network in all test stages. The rotorcraft used in the test is demonstrated in Figure 6.

Rycina 6. Wiropłat
Figure 6. Rotorcraft
Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.

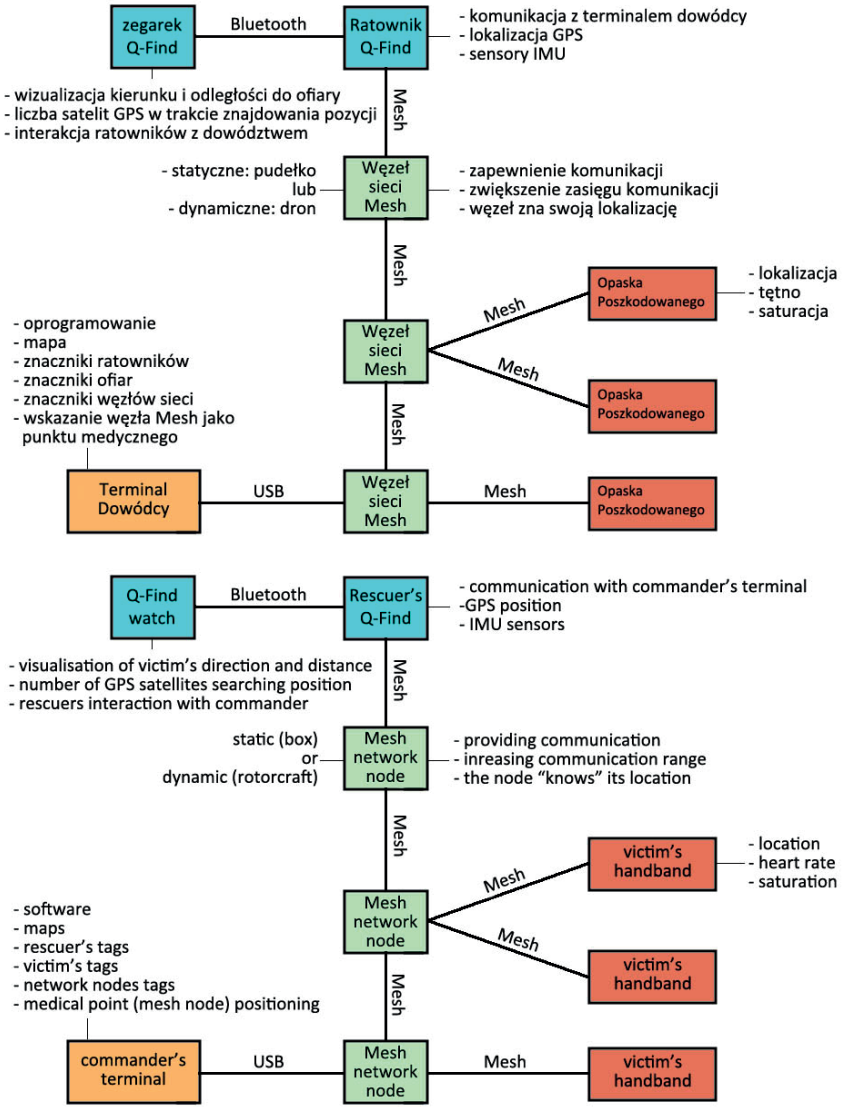
ISSN 1895-8443

Rzeczywisty maksymalny (wyznaczony doświadczalnie) zasięg sieci z zastosowaniem pojedynczego wiropłatu, zapewniający niezawodną transmisję sygnału wynosi około 500 m, a w przypadku zastosowania kilku wiropłatów znacznie się zwiększa [17]. Dowodzi to przydatności zastosowanego rozwiązania w przypadku znacznego rozproszenia lokalizacji poszkodowanych, które zdarza się w warunkach rzeczywistych zdarzeń masowych (np. katastrofa kolejowa pod Szczekocinami czy zawalenie się hali targowej w Katowicach). Ponadto wiropłaty umożliwiają ponowne nawiązanie połączenia z opaskami poszkodowanych, którzy przemieścili się poza zasięg działania sieci Mesh. W przypadku utraty połączenia opaski nie są widoczne w sieci (za pomocą aplikacji SD). Po zmianie położenia wiropłatów (zmiana zasięgu) i znalezieniu „zaginionych" opasek wiropłaty automatycznie przekazały ich status do aplikacji SD.

W czasie testów poligonowych systemu przyjęto jego konstrukcję przedstawioną na ryc. 7.

The actual maximum (experimentally determined) network coverage using a single rotorcraft, facilitating reliable signal transmission, is about 500 m, and, in the case of using several rotorcraft, it increases significantly [17]. This proves the usefulness of the applied solution in the case of considerable scattering of the victims' locations, which is often the case in real mass incidents (e.g. the Szczekociny rail crash or Katowice trade hall collapse). Furthermore, rotorcraft make it possible to restore connection to the bands of the victims which left the area covered by the Mesh network. If the connection is lost, the bands are not visible in the network (using the CP application). After changing rotorcraft location (coverage change) and finding the "lost" bands, the rotorcraft automatically transmit their status to the CP application.

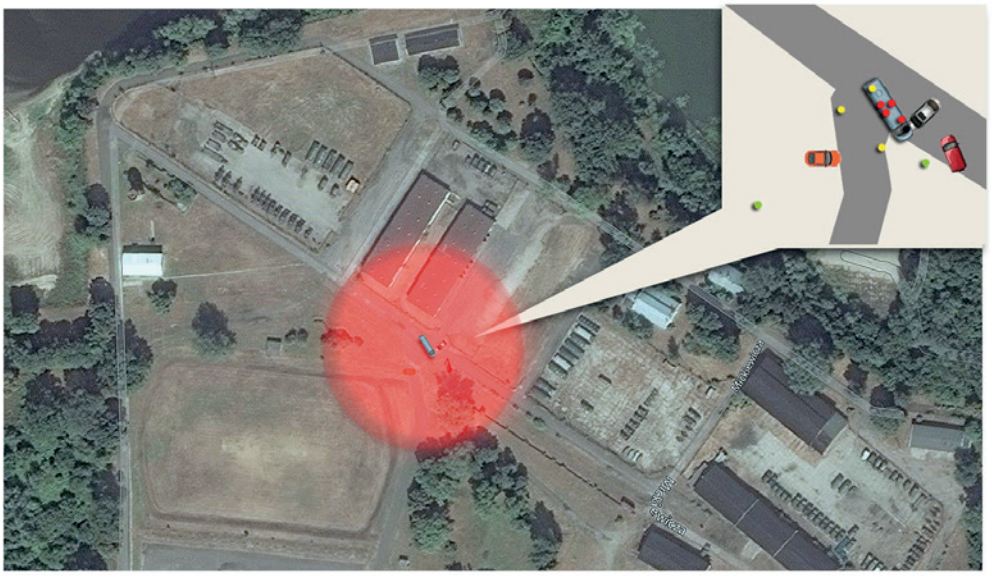
During system tests on the testing ground, its design was as shown in Figure 7.



Rycina 7. Architektura systemu
Figure 7. System architecture
Źródło: Robotics Inventions.
Source: Robotics Inventions.

Testy przeprowadzano na bazie dwóch scenariuszy zdarzeń masowych. Pierwszy z nich przewidywał karambol drogowy z udziałem autokaru oraz samochodów osobowych, drugi – zdarzenie o charakterze wielkoobszarowym z rozproszeniem lokalizacji poszkodowanych na dużej przestrzeni. Pole operacyjne i rozmieszczenie poszkodowanych dla opracowanych scenariuszy przedstawiono na ryc. 8 i 9.

The tests were conducted based on two mass incident scenarios. The first was a pileup involving a coach and passenger cars, while the other was a large-area incident with the locations of victims scattered over a large space. The operational field and distribution of the victims for the devised scenarios are presented in Figures 8 and 9.



Rycina 8. Pole operacyjne i rozmieszczenie poszkodowanych w pierwszej części testów poligonowych
Figure 8. The operational field and distribution of the victims in the first part of field tests
Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.

Rycina 9. Pole operacyjne i rozmieszczenie poszkodowanych w drugiej części testów poligonowych
Figure 9. Operational field and distribution of the victims in the second part of field tests
Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.

 ISSN 1895-8443

Podsumowanie

Przeprowadzone badania potwierdziły zakładaną funkcjonalność poszczególnych modułów systemu, tj.:

- sprawność logowania poszczególnych elementów składowych i uruchamiania systemu jako całości;
- sprawność systemów pomiarowych opasek oraz algorytmu sygnalizacji anomalii odczytu (zmiany parametrów życiowych oraz położenia opaski – np. przemieszczanie się poszkodowanego) [18];
- sprawność budowania sieci Mesh;
- możliwość wysyłania ratownika do wskazanej opaski za pomocą aplikacji SD;
- w przypadku przemieszczenia opasek poza zasięg działania sieci Mesh możliwość ponownego nawiązania z nimi połączenia za pomocą modułów komunikacyjnych zamontowanych na wiropłatach.

To uwiarygodniło badania całego systemu EvaCopNet.

Summary

The carried-out tests corroborated the assumed functionality of the individual system modules, i.e.:

- the efficiency of logging in of the individual components and of the system launch as a whole;
- the efficiency of band measurement systems and the algorithm signalling readout anomalies (changes in vital signs and band placement – e.g. the victim's location being changed) [18];
- the efficiency of Mesh network building;
- the possibility of dispatching a rescuer to the indicated band using the CP application;
- the possibility of reconnecting to the bands should they leave the area covered by the Mesh network, using communication modules installed on the rotorcraft.

This lent credibility to the tests of the entire EvaCopNet system.

Wnioski

Wyniki badań wykazały, że opracowany system EvaCopNet ma duży potencjał aplikacyjny. Badania poligonowe potwierdziły poprawność przyjętych rozwiązań technicznych i technologicznych, co zapewniło zakładaną funkcjonalność systemu. Rozwiązania i składowe systemu EvaCopNet są zaprojektowane tak, aby można było je rozwijać wraz z postępem technicznym i technologicznym oraz zwiększającą się wiedzą o występujących lub mogących wystąpić zdarzeniach masowych [19].

System ma duże szanse na komercjalizację, ponieważ jego produkcja nie wymaga inwestowania w nowy park technologiczny, lecz jedynie wykonania prac związanych z miniaturyzacją sprzętu i uodpornieniem systemu na czynniki środowiskowe oraz błędy wynikające z nieprawidłowej eksploatacji. Wykonanie opasek (modułów FT) przez zewnętrznego przedsiębiorcę na podstawie opracowanej dokumentacji prototypu wykazało, że opracowane rozwiązanie może już być wdrożone do produkcji.

W przypadku kontynuacji prac można się spodziewać – po rozwiązaniu kilku problemów technicznych, tj. możliwej długości pracy opasek bez doładowania akumulatorów, oraz przeprowadzeniu prób i korekt programu sterującego w kierunku maksymalizacji liczby opasek w systemie – osiągnięcia siódmego lub *ósmego* poziomu gotowości technologii opracowanego rozwiązania w dziewięciostopniowej skali zdefiniowanej przez NCBiR oraz przygotowania wniosków patentowych w zakresie:

- zasad konstrukcji i rozwiązań technicznych systemu,
- konstrukcji opaski pomiarowej,
- konstrukcji modułu Q-Find.

System EvaCopNet jest unikatowym rozwiązaniem technologicznym, na podstawie którego można opracować w pełni funkcjonalny system ewakuacji i ratowania z elementami monitorowania poszkodowanych podczas katastrof lub klęsk żywiołowych, przeznaczony dla podmiotów KSRG. Państwowa Straż Pożarna i Ochotnicza Straż Pożarna z założenia pojawiają się jako pierwsze na miejscu zdarzenia. W przypadku zdarzeń masowych

Conclusions

The test results have demonstrated that the developed EvaCopNet system has substantial application potential. The field tests corroborated the correctness of the adopted technical and engineering solutions, which ensured the assumed system functionality. EvaCopNet solutions and components are designed in a way facilitating their development following technical and technological progress and increased knowledge about actual or possible mass incidents [19].

The system offers high commercialisation potential, as its production requires no investment in a new technology park, but only the performance of works associated with equipment miniaturisation and immunisation of the system to environmental factors and errors resulting from incorrect operation. The bands (FT modules) manufactured by an external enterprise based on the prepared prototype documentation demonstrated that the developed solution can be already produced.

If work is continued, one can expect – after some technical problems are solved, e.g. extending the battery life of bands, and conducting tests and adjustments of the control program to maximise the number of bands operated in the system – that the 7th or 8th technology readiness level, on a nine-point scale defined by the National Centre for Research and Development, will be reached and that patent applications will be filed. These will concern the following:

- system design rules and technical solutions,
- measurement band design,
- Q-Find module design.

The EvaCopNet system is a unique technological solution, intended for KSRG entities, on the basis of which a fully functional evacuation and rescue system can be developed with elements of monitoring of people injured during disasters. The State Fire Service and Voluntary Fire Service, as a rule, are the first to arrive at the incident site. In the case of mass incidents or natural disasters affecting extensive areas, a system

lub klęsk żywiołowych obejmujących duże obszary system wspomagania ewakuacji w początkowej fazie działań, gdy siły i środki z reguły są niewystarczające, znacząco wpłynąłby na jakość działań medycznych. Początkowo ratownicy musieliby, tak jak dotychczas, wykonać triage poszkodowanych zgodnie z systemem START/JumpSTART, określając pierwotne priorytety ewakuacji, jednak później system EvaCopNet w czasie rzeczywistym korygowałby stan poszkodowanych zgodnie z zadanym algorytmem. Zmiana statusu kwalifikacji poszkodowanego wraz z jego aktualną lokalizacją przesyłane są on-line na panel stanowiska dowodzenia. Dzięki temu kierujący działaniem ratowniczym uzyskuje dane umożliwiające mu skuteczniejsze zarządzanie akcją ratowniczą. Jest to niezmiernie ważne szczególnie w tych sytuacjach, w których dostęp do poszkodowanych jest utrudniony i konieczne jest wykonania dostępu w celu ich ewakuacji (karambole na autostradach, zderzenia pociągów, osoby odcięte od cywilizacji, np. w wyniku powodzi, wichury). Wykorzystanie systemu EvaCopNet w realnych działaniach ratowniczych pozwoli znacząco zmniejszyć liczbę ratowników bezpośrednio zaangażowanych w obserwację poszkodowanych i nadzór nad nimi. Kierującemu działaniem ratowniczym system ten umożliwi skierowanie dodatkowych ratowników do bezpośrednich działań w strefie zagrożenia, a tym samym zwiększy szanse na przeżycie poszkodowanych w warunkach katastrofy lub zdarzenia masowego.

supporting evacuation in the initial stage of operation, when the forces and resources are usually insufficient, would significantly improve the quality of medical activities. Initially, rescuers would have to, as it is the case today, triage the victims using the START/JumpSTART system, determining the primary evacuation priorities. After that, however, the EvaCopNet system would adjust in real time the data on the condition of the victims in line with the set algorithm. Changes in the classification status of victims, along with their present location, are sent online to the command post panel. Owing to this, the person managing the rescue activities obtains data facilitating a more effective management of the rescue operations. This is especially important in situations where access to victims is difficult and it is necessary to gain it in order to evacuate them (pileups on motorways, train crashes, castaway individuals, e.g. as a result of floods or storms). The utilisation of the EvaCopNet system in actual rescue activities will make it possible to considerably decrease the number or rescuers directly engaged in the observation of and supervision over the victims. The system will allow the person managing the rescue activities to dispatch additional rescuers to act directly in the danger zone, and will thereby increase the chances of survival of the victims of a catastrophe or a mass incident.

Wykaz skrótów

KSRG – Krajowy System Ratowniczo-Gaśniczy
PSP – Państwowa Straż Pożarna
OSP – Ochotnicza Straż Pożarna
KPP – kwalifikowana pierwsza pomoc
SOR – Szpitalny Oddział Ratunkowy
START – prosta segregacja i szybkie leczenie
SALT – segregacja, ocena, zabiegi ratujące życie, leczenie/transport
FT – FlagTag
UAV – bezzałogowy statek powietrzny
LPR – Lotnicze Pogotowie Ratunkowe
SpO2 – saturacja
SD – stanowisko dowodzenia
GPS – system nawigacji satelitarnej

List of abbreviations

KSRG – National Firefighting and Rescue System
PSP – State Fire Service
OSP – Voluntary Fire Service
KPP – advanced first aid
SOR – hospital emergency department
START – Simple Triage and Rapid Transport
SALT – Sort, Assess, Lifesaving Interventions, Treat/Transport
FT – FlagTag
UAV – unmanned aerial vehicle
LPR – Medical Air Rescue
SpO2 – saturation
CP – command post
GPS – Global Positioning System

Literatura/Literature

[1] *Organizacja KSRG*, Komenda Główna Państwowej Straży Pożarnej, Warszawa 2018 [dostęp: 9.07.2018, http://www.straz.gov.pl/panstwowa_straz_pozarna/krajowy_system_ratowniczo_gasniczy].
[2] Zawadzki A., *Medycyna ratunkowa i katastrof*, wyd. II, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2015.
[3] *System ewakuacji i ratowania poszkodowanych podczas klęsk żywiołowych – EvaCopNet*, projekt nr PBS3/B9/37/2015, Program Badań Stosowanych PBS3 współfinansowany ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju.
[4] Widgren B.R., Jourak M., *Medical Emergency Triage and Treatment System (METTS): A New Protocol in Primary Triage and Secondary Priority Decision in Emergency Medicine*, „The Journal of Emergency Medicine" 2011, 40(6), 623–628.
[5] Lidal I. B., Holte H.H., Vist G.E., *Triage systems for pre-hospital emergency medical services – a systematic review*, „Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine" 2013, 21(1), 28.
[6] Kunikowski G., Rostek K., *Analiza porównawcza modeli systemów ratownictwa w Polsce i w wybranych krajach*, „Zeszyty Naukowe UEK" 2016, 11(959), 93–108.

 ISSN 1895-8443

[7] Dragan A., Krasnowolski A., Woronowicz S., *Organizacja służb ratownictwa medycznego w wybranych państwach*, Biuro Analiz i Dokumentacji, Kancelaria Senatu, Warszawa 2013.
[8] Ustawa z dnia 8 września 2006 r. o Państwowym Ratownictwie Medycznym (Dz. U. Nr 191, poz. 1410 z późn. zm.).
[9] *Wytyczne resuscytacji 2015 Europejskiej Rady Resuscytacji*, http://www.prc.krakow.pl/podreczniki/Wytyczne2015/spis2015.pdf [dostęp: 9.07.2018].
[10] Lerner E.B., Schwartz R.B., McGovern J.E., *Prehospital triage for mass casualties*, „Medical Oversight of EMS" 2015, 2, 11–15.
[11] *Zasady organizacji ratownictwa medycznego w KSRG*, Komenda Główna Państwowej Straży Pożarnej, Warszawa 2013 [dostęp: 9.07.2018 http://www.straz.gov.pl/panstwowa_straz_pozarna/wykaz_waznijszych_zasad_obowiazujacych_w_ksrg] [link bezpośredni www.straz.gov.pl/download/1854].
[12] Youngson R.M., *Collins:* słownik encyklopedyczny. *Medycyna*, Wydawnictwo RTW 1997.
[13] Mackway-Jones K., Marsden J., Windle J., *Triage. Ratunkowa segregacja medyczna*, Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 2012.
[14] Estrada E.G., *Triage systems*, „Nursing Clinics of North America" 1981, 16(1), 13–24.
[15] Romig L.E., *Pediatric triage: A system to Jump START your triage of young patients at MCIs*, „Journal of Emergency Medical Services" 2002, 27(7), 52–8, 60–3.
[16] Rahimi M., Pon R., Kaiser W.J., Sukhatme G.S., Estrin D., Srivastavan M., *Adaptive sampling for environmental robotics*, IEEE International Conference Robotics and Automation, 2004, 3537–3544.
[17] La H.M., Sheng W., *Dynamic target tracking and observing in a mobile sensor network*, „Robotics and Autonomous Systems" 2012, 60, 996-1009.
[18] Gelda R., Effler S., *Metabolic rate estimates for a eutrophic lake from diel dissolved oxygen signals*, „Hydrobiologia" 2002, 485(16), 51–66.
[19] La H.M., Sheng W., Chen J., *Cooperative and Active Sensing in Mobile Sensor Networks for Scalar Field Mapping*, „IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems" 2015, 45, 1–12.

MŁ. KPT. MGR INŻ. MAŁGORZATA CIUKA-WITRYLAK – w 2005 roku ukończyła studia na Wydziale Inżynierii, Chemii i Fizyki Technicznej Wojskowej Akademii Technicznej (specjalność: ratownictwo chemiczne, monitoring i ochrona środowiska). W latach 2004-2012 pracowała w Jednostce Ratowniczo-Gaśniczej nr 6 na stanowisku ratownika specjalisty. Od 2012 roku pracuje na stanowisku asystenta w Zakładzie Ratownictwa Chemicznego i Ekologicznego Wydziału Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego Szkoły Głównej Służby Pożarniczej.

ST. KPT. MGR INŻ. KARINA JAROSŁAWSKA-KOLMAN – w 2002 roku ukończyła studia na Wydziale Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego Szkoły Głównej Służby Pożarniczej. Pracuje na stanowisku starszego wykładowcy w Zakładzie Ratownictwa Technicznego Wydziału Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego tej uczelni. Ponadto pełni funkcję kierownika pracowni ratownictwa medycznego. W lipcu 2018 roku uzyskała uprawnienia ratownika medycznego.

NADBRYG. W ST. SPOCZ. DR **RYSZARD GROSSET** – w 1978 roku ukończył studia na Wydziale Chemii Uniwersytetu Warszawskiego. Karierę zawodową zaczynał jako wykładowca na Wydziale Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego Szkoły Głównej Służby Pożarniczej. Następnie pełnił funkcję głównego specjalisty ds. ratownictwa chemicznego w Komendzie Głównej PSP. W 2000 roku został powołany na stanowisko zastępcy Komendanta Głównego PSP. Od 2005 roku pełnił funkcję rektora-komendanta Szkoły Głównej Służby Pożarniczej. W latach 2009-2010 był doradcą w Rządowym Centrum Bezpieczeństwa. Obecnie pracuje jako profesor wizytujący na Wydziale Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego Szkoły Głównej Służby Pożarniczej.

JUNIOR CAPTAIN MAŁGORZATA CIUKA-WITRYLAK, M. ENG. – graduated in 2005 from the Faculty of Engineering, Technical Physics and Chemistry, Military University of Technology (specialising in: chemical rescue, environmental monitoring and protection). Between 2004 and 2012 she worked in Firefighting and Rescue Unit No. 6 as a rescue specialist. Since 2012, she has been employed as Assistant at the Chemical and Ecological Rescue Department of the Faculty of Fire Safety Engineering, Main School of Fire Service.

SENIOR CAPTAIN KARINA JAROSŁAWSKA-KOLMAN, M. ENG. – graduated in 2002 from the Faculty of Fire Safety Engineering, Main School of Fire Service. Employed in the position of Senior Lecturer at the University's Technical Rescue Department, Faculty of Fire Safety Engineering. Furthermore, she acts as the Head of the medical emergency service laboratory. In July 2018, she obtained the licence of a paramedical practitioner.

CHIEF BRIGADIER EMERITUS RYSZARD GROSSET, P.HD. – graduated in 1978 from the Faculty of Chemistry, University of Warsaw. He started his career as a lecturer at the Faculty of Fire Safety Engineering, Main School of Fire Service. Next, he was the Main Chemical Rescue Specialist at the National Headquarters of the State Fire Service. In 2000, he was appointed the Deputy Chief Commandant of the State Fire Service. Since 2005 he has acted as the Rector Commandant of the Main School of Fire Service. In 2009-2010 he served as an advisor in the Government Centre for Security. At present, he works as a visiting professor at the Faculty of Fire Safety Engineering, Main School of Fire Service.

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Stworzenie anglojęzycznych wersji oryginalnych artykułów naukowych wydawanych w kwartalniku „BITP. Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza" – zadanie finansowane w ramach umowy 658/P- DUN/2018 ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych na działalność upowszechniającą naukę.

mgr inż. Iwona Orłowska[a)], prof. dr hab. inż. Marek Dziubiński[a)]*

[a)]Wydział Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska, Politechnika Łódzka / Faculty of Process and Environmental Engineering, Lodz University of Technology
**Autor korespondencyjny / Corresponding author: ivona2005@wp.pl*

Stochastyczny charakter procesu ewakuacji ludzi z budynków

The Stochastic Nature of the Fire Evacuation of People from Buildings

Стохастический характер процесса эвакуации людей из зданий

ABSTRAKT

Cel: Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie stochastycznego, a więc przypadkowego, zależnego od wielu zmiennych, charakteru procesu ewakuacji ludzi z budynków. Proces ten zależy od zachowania się i prędkości przemieszczania się ewakuujących się ludzi.
Wprowadzenie: W artykule opisano wymagany czas bezpiecznej ewakuacji, na który składają się: czas detekcji, czas alarmowania, czas wstępnych reakcji użytkowników obiektu i czas przejścia. Ponadto korzystając z literatury przedmiotu, przedstawiono najczęściej obserwowane zachowania ludzi po ogłoszeniu alarmu pożarowego, którymi są: kończenie rozpoczętych czynności; pakowanie i zabieranie rzeczy osobistych; szukanie członków rodziny; próby gaszenia pożaru; przyglądanie się temu, co się dzieje; wykorzystywanie panującego zamieszania do podejmowania prób kradzieży i wiele innych. Zachowania te wydłużają czas ewakuacji, a tym samym negatywnie wpływają na poziom bezpieczeństwa ludzi. Dodatkowo zebrano przedstawione w literaturze przedmiotu prędkości przemieszczania się ludzi zależne od: zagęszczenia użytkowników budynku na drogach ewakuacyjnych; sposobu ich przemieszczania się; warunków panujących w obiekcie; typu miejsca, z którego należy się ewakuować; charakterystyki osób ewakuujących się (ich płci, gabarytów ciała, kondycji fizycznej) oraz geometrii drogi ewakuacyjnej. Wykonano też eksperyment potwierdzający stochastyczny charakter nie tylko zachowania się ludzi podczas ewakuacji, ale także prędkości, z jaką się oni przemieszczają.
Wnioski: Przegląd dostępnej literatury przedmiotu pozwolił na stwierdzenie, że całkowity czas oraz przebieg ewakuacji w znacznej mierze zależą nie tylko od zachowania się ludzi, lecz także – gdy w obiekcie jest zainstalowany system wczesnego wykrywania pożaru i alarmowania o nim – od prędkości, z jaką się oni przemieszczają. Potwierdzono, że proces ten ma charakter stochastyczny.
Znaczenie dla praktyki: Eksperyment przeprowadzony z udziałem strażaków jednostki ratowniczo-gaśniczej Komendy Powiatowej Państwowej Straży Pożarnej w Pabianicach (KP PSP w Pabianicach) potwierdza, że nawet ta sama osoba w tych samych warunkach za każdym razem porusza się z inną prędkością, przez co niemożliwe jest, żeby ewakuacja z obiektu była powtarzalna. Eksperyment porównano z symulacją komputerową wykonaną w programie Pathfinder, jednym z najpopularniejszych narzędzi inżynierii bezpieczeństwa pożarowego.
Słowa kluczowe: ewakuacja, zachowanie się ludzi, prędkość przemieszczania się, eksperyment
Typ artykułu: oryginalny artykuł naukowy

Przyjęty: 19.02.2018; Zrecenzowany: 29.06.2018; Zatwierdzony: 05.07.2018;
Procentowy wkład merytoryczny: I. Orłowska – 80%; M. Dziubiński – 20%;
Identyfikatory ORCID autorów: I. Orłowska – 0000-0002-7134-0542; M. Dziubiński – 0000-0002-0208-3570;
Proszę cytować: BiTP Vol. 50 Issue 2, 2018, pp. 90–106, doi: 10.12845/bitp.50.2.2018.7;
Artykuł udostępniany na licencji CC BY-SA 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

ABSTRACT

Aim: The purpose of this article is to present the stochastic nature of the process of evacuating people from buildings. This process depends on the behaviour of the group of evacuees, as well as the speed of their movement.
Introduction: The article enumerates the elements involved in the estimated safe evacuation time, such as detection time, notification, the initial reactions of the people inside the building, and movement time. The most common reactions to fire alarms such as: trying to finishing the already started activities, packing and collecting personal belongings, looking for missing family members, attempts to extinguish the fire, trying to investigate the situation, theft attempts, etc., have been shown. These extends the evacuation time and results in lower safety levels for the evacuees. What is more, the article features human movement speed data which has been obtained from academic sources and which takes into consideration such circumstances as human traffic congestion on the escape routes, the types of movement, the specific conditions in the building, the type of place from which people are evacuating, the individual characteristics of the evacuees (such as gender, body weight and fitness levels) and finally the features of the escape route. An experiment has been carried out that not only showed the changing nature of human behaviour during evacuation but also proved the changeability of evacuation speeds of the same people in similar circumstances.
Conclusions: A review of the available academic sources has been used to estimate the total evacuation time and analyse the progress of evacuation, which in turn has revealed that it is not only human behaviour that matters during evacuation but also the existence of the fire alarm systems in the

building. as well as the speed of evacuation of every individual. It has been proven that the process is stochastic in nature, i.e. random, and depends on many variables.
Practical significance: the experiment that has been carried out with the help from the firefighters from the local unit in Pabianice has confirmed that even the same person, in similar circumstances, can move at very different speeds, which means that it is impossible to perform exactly the same evacuation operation twice. The experiment was compared with a computer simulation made in the Pathfinder program, one of the most popular tools for fire safety engineering.
Keywords: evacuation, human behaviour, speed of movement, experiment
Type of article: original scientific article

Received: 19.02.2018; Reviewed: 29.06.2018; Accepted: 05.07.2018;
Percentage contribution: I. Orłowska – 80%; M. Dziubiński – 20%;
Authors' ORCID IDs: I. Orłowska – 0000-0002-7134-0542; M. Dziubiński – 0000-0002-0208-3570;
Please cite as: BiTP Vol. 50 Issue 2, 2018, pp. 90–106, doi: 10.12845/bitp.50.2.2018.7;
This is an open access article under the https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/.

АННОТАЦИЯ

Цель: Целью этой статьи является представление стохастического и, следовательно, случайного, зависящего от многих переменных, характера процесса эвакуации людей из зданий. Этот процесс зависит от поведения и скорости движения эвакуированных.
Введение: В статье описывается время, необходимое для безопасной эвакуации, которое состоит из: времени обнаружения, времени тревоги, времени первоначальных реакций пользователей объекта и времени выхода. Кроме того, на основе использованной по этому вопросу литературы, представлены наиболее часто наблюдаемые виды поведения людей после объявления пожарной тревоги, которые включают: завершение начатых действий; упаковку и вынос личных вещей; поиск членов семьи; попытки потушить огонь; наблюдение за происходящим; использование хаоса для попыток совершения кражи и так далее. Такое поведение продлевает время эвакуации и, таким образом, отрицательно влияет на уровень безопасности людей. Кроме того, скорости перемещения людей, описанные в литературе по этому предмету, были систематизированы в зависимости от: плотности пользователей здания на маршрутах эвакуации; способа их перемещения; условий на объекте; типа места, подлежащего эвакуации; характеристик эвакуированных (их пол, размеры тела, физическое состояние) и геометрии пути эвакуации. Был также проведен эксперимент, подтверждающий стохастический характер не только поведения людей во время эвакуации, но и скорости их перемещения.
Выводы: Обзор имеющейся литературы позволил установить, что общее время и ход эвакуации в значительной степени зависят не только от поведения людей, но и – если на объекте установлена система раннего обнаружения пожара и сигнализации - от скорости, с которой они перемещаются. Было подтверждено, что этот процесс является стохастическим.
Значение для практики: Эксперимент, который проводился с участием пожарной спасательной бригады районного штаба Государственной противопожарной службы в Пабяницах (РШ ГПС в Пабяницах) подтверждает, что даже один и тот же человек при тех же условиях, каждый раз движется с другой скоростью, поэтому невозможно, чтобы эвакуация с объекта была одинаковой. Эксперимент был сопоставлен с компьютерным симулятором, сделанным в программе Pathfinder, одним из самых популярных инструментов для обеспечения пожарной безопасности.
Ключевые слова: эвакуация, поведение людей, скорость движения, эксперимент
Вид статьи: оригинальная научная статья

Принята: 19.02.2018; Рецензирована: 29.06.2018; Одобрена: 05.07.2018;
Процентное соотношение участия в подготовке статьи: I. Orłowska – 80%; M. Dziubiński – 20%;
Идентификаторы ORCID авторов: I. Orłowska – 0000-0002-7134-0542; M. Dziubiński – 0000-0002-0208-3570;
Просим ссылаться на статью следующим образом: BiTP Vol. 50 Issue 2, 2018, pp. 90–106, doi: 10.12845/bitp.50.2.2018.7;
Настоящая статья находится в открытом доступе и распространяется в соответствии с лицензией CC BY-SA 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Wprowadzenie

Współczesny świat niesie wiele zagrożeń. Jednym z nich jest powstanie pożaru, który stwarza realne niebezpieczeństwo dla zdrowia, życia i mienia ludzi. W przypadku jego powstania konieczne jest przeprowadzenie ewakuacji osób z budynku ze względu na występowanie w nim warunków, które mogą zagrażać ich życiu. Biorąc pod uwagę właściwości dymu, można stwierdzić, że podstawowymi czynnikami negatywnie wpływającymi na ludzi są: ograniczenie widzialności, toksyczne produkty spalania, niedostatek tlenu, temperatura gazów powstających w trakcie pożaru, płomienie i ich oddziaływanie. Ważne jest, żeby ludziom zapewnić bezpieczne warunki podczas ewakuacji.

Introduction

The contemporary world is fraught with threats, including the potential occurrence of fires. A fire is a real danger to health, life and property. When it occurs, it is necessary to carry out an evacuation operation for people to leave the building due to the emergence of life-threatening conditions inside. Taking into consideration the effects of smoke, it can be stated that the primary factors adversely affecting people are: reduced visibility, toxic combustion products, oxygen deficiency, the temperature of gases emitted during fire, and flames and their effects. It is important to ensure safe conditions for evacuation.

Wymagany czas bezpiecznej ewakuacji

Polskie regulacje prawne określają, że z pomieszczeń przeznaczonych na pobyt ludzi powinna być zapewniona możliwość ich ewakuacji w bezpieczne miejsce na zewnątrz budynku lub do sąsiedniej strefy pożarowej, bezpośrednio albo drogami komunikacji ogólnej [1]. Warunki techniczne [1] dokładnie określają parametry i wymagania dla dróg ewakuacyjnych, a zapewnienie bezpiecznej ewakuacji z obiektu w przypadku powstania pożaru jest priorytetem działań w zakresie ochrony przeciwpożarowej [2]. Z tego względu w procesie budowlanym coraz częściej analizowane są:

- dostępny czas bezpiecznej ewakuacji – *DCBE* (Available Safe Evacuation Time – *ASET*), który zgodnie z definicją oznacza wyliczony czas pomiędzy zainicjowaniem pożaru a momentem, w którym tolerowane, graniczne kryteria bytowe, np. wydzielenia pożarowe ścian gwarantujące bezpieczeństwo na drogach ewakuacyjnych, są przekroczone w określonej przestrzeni w budynku;
- wymagany czas bezpiecznej ewakuacji – *WCBE* (Required Safety Egress Time – *RSET*), czyli obliczony czas pomiędzy zainicjowaniem pożaru a momentem, w którym użytkownicy w określonych przestrzeniach w budynku są w stanie osiągnąć bezpieczne miejsce, gdy warunki krytyczne na drogach ewakuacyjnych nie zostaną jeszcze przekroczone [3–5].

W celu wyznaczenia wymaganego czasu bezpiecznej ewakuacji posługujemy się następującym równaniem (1) [3–7]:

$$WCBE = \Delta t_{\text{det}} + \Delta t_a + \Delta t_{pre} + \Delta t_{przej} \quad (1)$$

gdzie:

WCBE – wymagany czas bezpiecznej ewakuacji, s;

Δt_{det} – czas detekcji, czas od zainicjowania pożaru do jego wykrycia przez system sygnalizacji pożarowej lub przez użytkowników budynku, *s*;

Δt_a – czas alarmowania, czas od momentu detekcji do ogłoszenia alarmu, *s*;

Δt_{pre} – czas wstępnych reakcji użytkowników obiektu, który składa się z czasu rozpoznania i reakcji, *s*;

Δt_{przej} – czas przejścia użytkowników budynku od wyjścia do bezpiecznego miejsca lub na zewnątrz budynku, *s*.

Jeśli *WCBE* jest krótszy od *DCBE* należy uznać, że kryterium bezpiecznej ewakuacji zostało spełnione. W praktyce przy ocenie *DCBE* bierze się głównie pod uwagę parametry zagrożenia, takie jak: zadymienie, wzrost temperatury oraz utratę parametrów ognioodporności ogniowej przez elementy budowlane. Istotną kwestią jest ustalenie granicznych wartości temperatury oraz parametrów dotyczących zadymienia.

W literaturze przedmiotu [8–10] jako graniczne parametry bezpiecznej ewakuacji określono wystąpienie na wysokości mniejszej od 1,8 m lub równej 1,8 m:

- temperatury 60°C,
- zadymienia ograniczającego widzialność krawędzi elementów budowlanych i drzwi poniżej 10 m.

Podczas obliczania czasu ewakuacji należy zwrócić uwagę na zachowanie się ludzi, na czynniki warunkujące ich pierw-

The required safe egress time

Polish legal regulations provide that rooms intended for people should provide options for evacuation to a safe place outside the building or in the neighbouring fire compartment zone, either directly or by using general transport routes [1]. The technical specifications [1] contain a detailed description of the parameters and requirements for escape routes, and ensuring safe evacuation from a building in the case of fire is the priority of firefighting actions [2]. Due to this, the construction process increasingly often includes an analysis of the following aspects:

- the Available Safe Egress Time (*ASET*), which is defined as the time measured between fire ignition and the moment at which the tolerated limit values for vital criteria, e.g. fire partitions of walls guaranteeing safety on escape routes are exceeded in a specific area inside the building;
- the Required Safe Egress Time (*RSET*), which is the time measured between fire ignition and the moment at which users in specific areas of the building are able to reach a safe place, when the critical conditions have not been exceeded yet along the escape routes [3–5].

The required safe egress time is calculated using the following formula (1) [3–7]:

$$WCBE = \Delta t_{\text{det}} + \Delta t_a + \Delta t_{pre} + \Delta t_{przej} \quad (1)$$

where:

WCBE (*RSET*) – Required Safe Egress Time, s;

Δt_{det} – detection time, time from fire ignition to detection by a fire alarm system or by occupants, *s*;

Δt_a – alarm time, time from detection to sounding the alarm, s;

Δt_{pre} – time from early responses of occupants, which consists of recognition and response time, *s*;

Δt_{przej} – the time during which occupants move from the exit to the safe place or outside the building, *s*.

If *RSET* is shorter than *ASET*, the criterion of safe evacuation should be considered fulfilled. In practice, when assessing *ASET*, the main parameters taken into account are those related to the present threats, such as smoke level, increased temperature and loss of fire-resistance parameters by construction elements. An important issue is to determine the threshold values of temperature and parameters connected with smoke levels.

In the literature [8–10] the threshold parameters of safe evacuation were defined as the occurrence at the height of 1.8 m or less of:

- a temperature of 60°C,
- smoke levels reducing the visibility of construction element edges and doors to less than 10 m.

In calculating evacuation time, attention should be paid to the behaviour of people, the factors determining their first reactions, as the studies described in the available literature on the subject have shown that this time can be an important element of *ASET* [11, 12]. During the recognition stage (the first stage of the initial reactions of occupants), occupants usually

ISSN 1895-8443

sze reakcje, ponieważ badania opisane w dostępnej literaturze przedmiotu wykazały, że czas ten może być ważnym elementem *DCBE* [11–12]. W czasie trwania rozpoznania (pierwszej fazie czasu wstępnych reakcji użytkowników obiektu) użytkownicy budynku najczęściej kontynuują wcześniej rozpoczęte czynności. Czas rozpoznania zależy od typu budynku, natury użytkowników obiektu oraz systemu alarmowania i zarządzania budynkiem. W pewnych okolicznościach – np. gdy ludzie nie śpią, biorą udział w próbnych ewakuacjach, są zaznajomieni z systemem alarmowym – czas rozpoznania może wynosić tylko kilka sekund. Jednak gdy ludzie śpią, nie są zaznajomieni z systemem alarmowym lub nie mogą uzyskać pomocy od personelu, czas ten może wynosić nawet kilka minut [13–14]. Czas rozpoznania kończy się w momencie, w którym użytkownicy budynku uświadamiają sobie konieczność reakcji na alarm pożarowy. Wtedy rozpoczyna się czas reakcji, a więc czas, w którym ludzie reagują, ale jeszcze nie rozpoczynają ewakuacji. Może on wynosić od kilku sekund do kilku minut w zależności od okoliczności, w jakich znajdują się użytkownicy obiektu. W tym czasie użytkownicy budynku przerywają swoje normalne czynności i rozpoczynają działania zależne od rozwoju zagrożenia. Mogą to być: zachowania badawcze obejmujące czynności zmierzające do określenia źródła zagrożenia, szukanie dzieci i innych członków rodziny, wracanie się po pozostawione rzeczy, próby kradzieży, próby gaszenia pożaru, szukanie dróg wyjścia, alarmowanie innych o pożarze, wchodzenie w interakcje z osobami znajdującymi się w otoczeniu, czekanie na krewnych i znajomych, zbieranie swoich rzeczy itp. [15–21].

Obecnie badania nad niepewnością czasu pierwszych reakcji opierają się głównie na matematycznej analizie statystycznej, czyli cechy behawioralne ludzi są badane dzięki pomiarowi czasu wstępnych reakcji w celu ustalenia odpowiedniej funkcji rozkładu prawdopodobieństwa wstępnych reakcji podczas ewakuacji [13]. Zatem na czasy te wpływa bardzo wiele zmiennych, które są trudne do przewidzenia, w związku z czym dokładne określenie czasu trwania ewakuacji jest trudne.

continue the actions they were doing. Recognition time depends on the type of building, the nature of occupants and the building alarm and management system. In certain circumstances – for example when people are not asleep, they have taken part in evacuation drills and know the alarm system, the recognition time might last only a few seconds. However, when occupants are asleep and they do not know the alarm system or they are unable to ask the personnel for help, this might take several minutes [13–14]. The recognition time ends when the occupants become aware that they need to react to the fire alarm. Reaction time begins in which occupants react but still do not begin to evacuate. This might take from a few seconds to a few minutes depending on the circumstances of the occupants. During that time, the occupants interrupt their normal activities and take action depending on the type of threat. These could be investigative behaviour involving activities aimed at finding the source of the threat, looking for children and other family members, returning for things left behind, attempts at theft, extinguishing the fire, looking for an exit, alarming others about the fire, interacting with persons located in the vicinity, waiting for relatives and friends, gathering one's belongings, etc. [15–21].

Currently, studies on the uncertainty of the time of first reaction are mainly based on mathematical statistical analysis, i.e. the behavioural traits of people are studied by measuring the time of initial response to determine the specific function of the probability distribution of the initial reactions during evacuation [13]. This means that these times are determined by a very large number of variables, which are hard to predict, which is why it is difficult to precisely determine the evacuation time.

Ewakuacja ludzi z budynków

Ewakuacja to przemieszczanie ludzi, zwierząt i dobytku z terenów zagrożonych wojną lub nawiedzonych klęską żywiołową, np. pożarem [22]. Zainteresowanie kwestią ewakuacji ludzi zaczęło się po serii spektakularnych pożarów. Przykładowe pożary przedstawiono w tabeli 1.

Tragiczne zdarzenia przyczyniają się do podejmowania badań mających określić, co wpływa na zachowanie się osób podczas pożaru i jak zapewnić tym osobom bezpieczne warunki ewakuacji. Szczególną uwagę zwraca się na potrzebę zapewnienia ludziom bezpieczeństwa w wymaganym czasie, a także na odpowiednie środki gwarantujące bezpieczną ewakuację wszystkich osób przebywających w budynku objętym pożarem [24].

Evacuation of people from buildings

Evacuation is the movement of people, animals and belongings from areas endangered by war or struck by a disaster or fire [22]. Interest in the issue of emergency evacuation began after a series of spectacular fires. The standard is presented in Table 1.

When tragic events occur, they contribute to initiating studies aimed at determining what influences the behaviour of people in a fire and how safe evacuation conditions can be provided. Particular attention is paid to the need to ensure safety in a required time and to the appropriate measures guaranteeing the safe egress of all occupants of the building under fire [24].

Tabela 1. Wybrane pożary wraz z liczbą ofiar i rannych [23]
Table 1. Selected fires along with the number of victims and injured people [23]

Rok zdarzenia/ Year of the event	Miejsce zdarzenia/Location	Ofiary, ranni/Killed, injured
1903	teatr Iroquois w Chicago, USA/Iroquois Theatre in Chicago, USA	zginęły 602 osoby/602 people died
1927	kino Laurier Palace w Montrealu, Kanada/Laurier Palace cinema in Montreal, Canada	zginęło 78 dzieci, z których tylko jedno spłonęło, a pozostałe zmarły w wyniku zaczadzenia (52) i stratowania (25); rannych zostało 30 dzieci/78 children died, of which only one was burned and the others died of carbon monoxide poisoning – (52) or were trampled to death (25); 30 children were injured.
1928	teatr Novedades w Madrycie, Hiszpania/Novedades Theatre in Madrid, Spain	zginęło 110 osób, a ok. 350 zostało rannych/110 people died and about 350 were injured
1930	więzienie w Columbus, USA/prison in Columbus, USA	zginęły 322 osoby/322 people died
1942	klub nocny Cocoanut Grove w Bostonie, USA/Cocoanut Grove nightclub in Boston, USA	zginęły 492 osoby, a rannych zostało kilka tysięcy osób/492 people died and several thousand people were injured
1955	świetlica w Wielopolu Skrzyńskim, Polska/a common room in Wielopole Skrzyńskie, Poland	zginęło 58 (wg niektórych źródeł – 56) osób, w tym 38 dzieci; rany odniosło 20 osób/58 people died (according to some sources – 56), including 38 children, 20 people were injured
1958	kopalnia Makoszowy w Zabrzu, Polska/"Makoszowy" mine in Zabrze, Poland	zginęły 52 osoby/52 people died
1974	klub nocy w Port Chester, USA/night club in Port Chester, USA	zginęły 24 osoby/24 people died
1977	klub nocy w Southgate, USA/night club in Southgate, USA	zginęły 164 osoby/164 people died
1980	szpital psychiatryczny w Górnej Grupie, Polska/psychiatric hospital in Górna Grupa, Poland	zginęło 55 pacjentów, a 26 zostało rannych/55 patients died and 26 were injured
1985	stadion w Bradford, Wielka Brytania/stadium in Bradford, United Kingdom	zginęło 56 osób, a 300 zostało rannych/56 people died and 300 were injured
1994	hala widowiskowa Stoczni Gdańskiej, Polska/entertainment arena of the Gdańsk Shipyard, Poland	zginęło 7 osób/7 people died
1998	dyskoteka w Goeteborgu, Szwecja/disco in Gothenburg, Sweden	zginęło 60 osób, a 173 zostały ranne/60 people died and 173 were injured
2009	klub nocny Santika w Bangkoku, Tajlandia/night club "Santika" in Bangkok, Thailand	zginęło 66 osób, a 207 zostało rannych/66 people died and 207 were injured
2009	hotel socjalny w Kamieniu Pomorskim, Polska/social hotel in Kamień Pomorski, Poland	zginęły 23 osoby/23 people died
2009	żłobek w Hermosillo, Meksyk/nursery in Hermosillo, Mexico	zginęło 47 dzieci/47 children died
2011	kamienica w Świętochłowicach, Polska/tenement house in Świętochłowice, Poland	zginęło 5 osób/5 people died
2016	dom w Ryczywole, Polska/house in Ryczywół, Poland	zginęło 5 osób/5 people died
2017	wieżowiec Grenfell Tower w Londynie, Wielka Brytania/Grenfell Tower skyscraper in London, United Kingdom	zginęło 71 osób, a ranne zostały 74 osoby/71 people died and 74 people were injured

Na podstawie dostępnej literatury przedmiotu można przyjąć, że najczęściej spotykanymi zachowaniami ludzi w czasie ewakuacji są:

- przyspieszenie kroku, zwiększenie prędkości poruszania się;
- odpychanie się, potrącanie innych, wpadanie na siebie, wzajemne oddziaływanie;
- poruszanie się w sposób chaotyczny;
- wracanie się po zapomniane rzeczy, szukanie dzieci;
- czekanie na znajomych w celu ewakuowania się razem z nimi;
- tworzenie zatorów, zwłaszcza na zwężeniach poziomych dróg ewakuacyjnych przy drzwiach;
- spowalnianie ruchu przez osoby poszkodowane i potykające się lub na skutek pojawiających się przeszkód;
- ślepe podążanie za innymi, ignorowanie alternatywnych wyjść;
- wyprzedzanie wolniejszych uczestników ruchu [24, 25].

W przypadku ewakuacji z budynku objętego pożarem możemy spodziewać się wszystkich wyżej wymienionych zachowań. Wszystkie one negatywnie wpływają na przebieg ewakuacji. Znajomość zależności występujących pomiędzy

On the basis of the available literature it can be assumed that the most frequent behavioural patterns of people during evacuation are:

- walking faster, increasing movement speed;
- pushing others, bumping into each other, mutual interactions;
- chaotic movement;
- going back for forgotten belongings, looking for children;
- waiting for colleagues to evacuate jointly with them;
- congestion, especially in narrow passages of horizontal evacuation routes near doors;
- slowing down by people with injuries or stumbling on the obstacles;
- blindly following others, ignoring alternative exits;
- overtaking slower evacuees [24, 25].

In the case of an evacuation from a building under fire, we can expect all of the above behavioural patterns. They all have a negative effect on the progress of the evacuation. Knowing the interrelations between people making up the crowd is essential when building a safety system and developing evacuation procedures [24].

ludźmi tworzącymi tłum jest niezbędna podczas budowania systemu bezpieczeństwa i opracowywania procedur ewakuacyjnych [24].

Prędkości przemieszczania się ludzi

W literaturze przedmiotu określono, że prędkość przemieszczania się ludzi zależy od: ich zagęszczenia na danym obszarze; sposobu przemieszczania się; warunków panujących na drogach ewakuacyjnych; typu miejsca, z którego należy się ewakuować; charakterystyki osób ewakuujących się [26] (ich płci, gabarytów ciała [27] i kondycji fizycznej [28]). To potwierdza stochastyczny charakter procesu ewakuacji. Dodatkowo trzeba brać pod uwagę to, że w większości obiektów ich użytkownicy się zmieniają, a nawet gdy są nimi te same osoby, nie gwarantuje to powtarzalności przebiegu ewakuacji, co potwierdził eksperyment opisany w dalszej części artykułu.

Przy niezakłóconym ruchu pieszych po poziomych drogach ewakuacyjnych zwykle przyjmuje się średnią prędkość przemieszczania poniżej 1,4 m/s, najczęściej 1,2 m/s [29–31]. Prędkość ta jest określona jako stosunek długości przebytej drogi ewakuacyjnej przez osobę do czasu ewakuacji [32, 33]. W literaturze zostały wskazane także inne wartości prędkości, np.:

– 1,25 m/s według Paulsa – w budynkach biurowych,
– 1,19 m/s według Nelsona i Mowrera,
– 1,7 m/s dla mężczyzn i 0,8 m/s dla kobiet według Thompsona i Marchanta [3, 6].

Natomiast jeśli chodzi o prędkość poruszania się po drogach pionowych, to według Ando [3] niezakłócona prędkość poruszania się po schodach w dół wynosi 0,8 m/s, a po schodach w górę – 0,7 m/s. Zakres prędkości poruszania się po schodach przedstawiany przez Fruina [3] jest uzależniony od wieku i płci. W przypadku poruszania się po schodach w dół prędkość wynosi od 1,01 m/s dla mężczyzn w wieku poniżej 30 lat do 0,595 m/s dla kobiet w wieku powyżej 50 lat. W przypadku poruszania się po schodach w górę zakres ten wynosi odpowiednio od 0,67 m/s do 0,485 m/s. Określono, że zgodnie ze wskazaniami Fruina najlepiej przyjmować zakres prędkości od 0,36 do 0,76 m/s [34]. Nelson i Mowrer [3] określili, że prędkość poruszania się po schodach wynosi od 0,85 do 1,05 m/s, a co ważniejsze – w ich ocenie nie jest ona zależna od kierunku poruszania się.

Na początku XXI wieku zaczęto szczegółowo analizować wpływ ruchu ludzi po schodach na czas ewakuacji. Zaobserwowano, że wchodzenie jest wolniejszy od schodzenia [35, 36]. Zwrócono uwagę, że są dwa istotne elementy wpływające na prędkość pieszego na schodach: jego charakterystyka oraz cechy schodów. Charakterystyka schodów zależy od: stopnia ich nachylenia, widoczności, wymiarów (w tym szerokości, wysokości oraz głębokości), rodzaju, obecności i położenia poręczy, zagęszczenia ludzi na schodach [36, 37]. Badacze sugerowali, że szersze schody umożliwiają pieszym szybsze zejście lub przejście obok siebie, natomiast wąskie schody mogą prowadzić do powstawania zatorów [36, 38]. Ponadto badacze wykazali, że istnieje wyraźny związek pomiędzy prędkością przemieszczania się i zagęszczeniem osób ewakuujących się. Analizy pokazały, że prędkość zmniejsza się

Speed of movement

According to the literature, the factors that impact on the movement speed of people are: their density in a given area; the method of movement; the conditions along the escape routes; the type of place from which the evacuation is carried out; the characteristics of evacuees [26] (their gender, body size [27] and fitness [28]). This confirms the stochastic nature of the evacuation process. In addition, it should be taken into account that the occupants of most buildings change, and even if they are the same people, this does not guarantee the reproducibility of evacuation, as confirmed by the experiment described in the further part of the article.

With unhindered movement of pedestrians along horizontal escape routes, the average movement speed is usually assumed to be below 1.4 m/s, most often 1.2 m/s [29-31]. This speed is defined as the ratio between the length of the escape route covered by the person until evacuation [32, 33]. Various authors also indicate other walking speed values, such as:

– 1.25 m/s according to Pauls – in office buildings,
– 1.19 m/s according to Nelson and Mowrer,
– 1.7 m/s for men and 0.8 m/s for women according to Thompson and Marchant [3, 6].

In the case of the movement speed along vertical routes, according to Ando [3] the unhindered movement speed down the stairs is 0.8 m/s and up the stairs – 0.7 m/s. The range of movement speeds on the stairs presented by Fruin [3] depends on age and gender. For downward movement, the speed ranges from 1.01 m/s for men under 30 years of age to 0.595 m/s for women over 50. In the case of upward movement, this range is from 0.67 m/s to 0.485 m/s, respectively. It was determined that, in accordance with the observations made by Fruin, it is best to assume the speed range of 0.36 to 0.76 m/s [34]. Nelson and Mowrer [3] found that movement speed on the stairs is from 0.85 to 1.05 m/s, and, more importantly, it does not depend on the direction of movement.

Early into the 21st century, the impact of the movement of people on the stairs on evacuation time began to be analysed in more detail. It was observed that ascending is slower than descending the stairs [35,36]. It was found that there were two important elements affecting the movement speed of a pedestrian on the stairs: the nature of the person and the features of the stairs. The features of the stairs include: slope, visibility, dimensions (width, height and depth), type, the presence and location of railings, and crowd density [36, 37]. It was suggested that wider stairs facilitate quicker descent or passing in opposite directions, while narrow stairs may lead to congestion [36, 38]. Furthermore, it was demonstrated that there was a clear connection between movement speed and density of evacuees. A number of analyses have shown that speed decreases as density increases [36, 39, 40]. The behaviour of people on

wraz ze wzrostem tego zagęszczenia [36, 39, 40]. Na zachowanie się ludzi na klatkach schodowych wpływa wiele czynników, np. płeć, wiek i zdolności fizyczne tych osób oraz nachylenie schodów. Ponadto określono, że prędkość wchodzenia lub schodzenia po schodach zależy do odległości przebytej przez pieszego (im wyżej ktoś wszedł, tym wolniej się porusza) [38, 41]. Stwierdzono dodatkowo, że zdolność do intensywnego wysiłku fizycznego zmniejsza się stopniowo wraz z wiekiem – osoby starsze poruszają się na schodach z mniejszą prędkość niż ludzie młodzi [36]. Co ważne, określono, że średnia prędkość ewakuacji jest zawsze mniejsza od normalnej prędkości przemieszczania, co jest spowodowane ograniczeniami wyjścia i przejścia [42].

Dla porównania w tabeli 2 i 3 przedstawiono prędkości przemieszczania się użytkowników budynków podane w dostępnej literaturze przedmiotu. Prędkości te są zależne od wielu czynników, takich jak: typ chodzenia, warunki na drogach ewakuacyjnych, typ użytkowników, rodzaj miejsca, sposób dokonywania pomiaru.

staircases is affected by a number of factors, e.g. the gender, age and physical fitness of people and the slope of the stairs. Moreover, it was determined that the speed of ascent or descent depends on the distance already covered by the person (the longer the ascent, the slower the movement) [38, 41]. It was also found that the ability to sustain heavy physical exertion is reduced gradually with age – older people are slower on the stairs than young people [36]. Importantly, it was determined that the average movement speed during evacuation is always smaller than the movement speed in normal conditions, which is caused by restricted entry and passage [42].

For comparison, Tables 2 and 3 present the movement rates of occupants of buildings provided in the available literature on the subject. The speeds depend on numerous factors, such as gait, conditions along escape routes, occupant type, area type, measurement method.

Tabela 2. Wartości prędkości przemieszczania się użytkowników budynków [15, 43–51]
Table 2. Movement rates of occupants [15, 43–51]

Rodzaj użytkowników/Occupant type		**Prędkość/Speed [m/s]**	
– dziecko/child		0,4–1,08	
– kobieta w podeszłym wieku/elderly woman		1,04	
– mężczyzna w podeszłym wieku/elderly man		1,05	
– starsi/elderly		1,04	
– dorosła kobieta/adult woman		1,24	
– dorosły mężczyzna/adult man		1,3	
– dorośli/adults		1,27	
Rodzaj ruchu/Traffic type		**Prędkość/Speed [m/s]**	
– normalny/normal		1,2–1,8	
– wyjścia/egress		0,8–1,5	
Warunki przemieszczania się po korytarzu/Conditions for moving around the corridor		**Prędkość/Speed [m/s]**	
– niezatłoczonym/unobstructed		1,4	
– optymalnie zatłoczonym/optimally crowded		0,7	
– umiarkowanie zatłoczonym/moderately crowded		0,39	
– zatłoczonym/ crowded		0,1	
Rodzaj budynku/Type of building		**Prędkość/Speed [m/s]**	
– użyteczności publicznej/public building		0,51–1,27	
– wieżowiec/high–rise		0,57–1,20	
– apartament/apartment building		0,52–1,12	
Po schodach o wymiarach (wysokość, szerokość)/Stairs with dimensions (height, width)		**Prędkość/Speed [m/s]**	
0,20; 0,25 m		0,85	
0,18; 0,25 m		0,95	
0,17; 0,30 m		1,00	
0,17; 0,33 m		1,05	
Po schodach o stopniu nachylenia/Stairs with the following slopes		**Prędkość/Speed [m/s]**	
20°		0,9	
25°		0,8	
30°		0,7	
35°		0,6	
40°		0,5	
45°		0,4	
Rodzaj użytkowników/Type of occupant:		**Prędkość/Speed [m/s]**	
		po schodach/ascent ↑	ze schodów/descent ↓
Mężczyźni/Men	Wiek/Age		
	<30	0,67	1,01
	30–50	0,63	0,86
	>50	0,51	0,67
Kobiety/Women			
	<30	0,635	0,755
	30–50	0,59	0,655
	>50	0,485	0,595
– dziecko/child		0,29	0,31
– kobieta w podeszłym wieku/elderly woman		0,27	0,26
– mężczyzna w podeszłym wieku/elderly man		0,29	0,29
– starsi/elderly		0,28	0,28
– dorosła kobieta/ adult woman		0,3	0,36
– dorosły mężczyzna/ adult man		0,32	0,42
– dorośli/adults		0,31	0,38

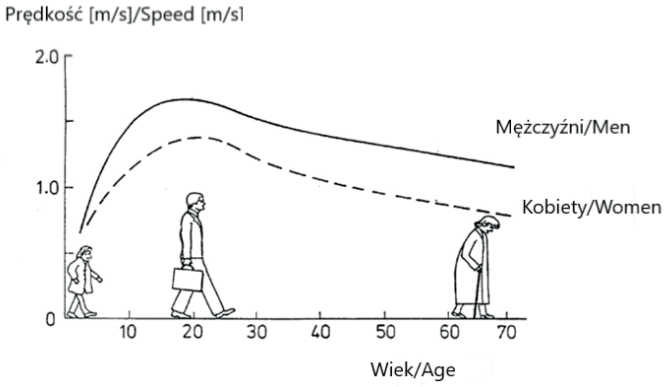
ISSN 1895-8443

Tabela 3. Wartości prędkości przemieszczających się ludzi w zależności od ich wieku oraz rodzaju drogi ewakuacyjnej [52]
Table 3. Speed values of moving people depending on their age and type of escape route [52]

Rodzaj drogi ewakuacyjnej/Type of escape route	Przedział wiekowy/ Age range	Prędkość/Speed [m/s]
Poziome drogi ewakuacyjne/Horizontal escape routes	18–29	1,2–1,6
Pionowe drogi ewakuacyjne, w górę/Vertical escape routes, up	18–29	0,216–0,6
Pionowe drogi ewakuacyjne, w dół/Vertical escape routes, down	18–29	0,78–1,3
Poziome drogi ewakuacyjne/Horizontal escape routes	30–50	1,2–1,5
Pionowe drogi ewakuacyjne, w górę/Vertical escape routes, up	30–50	0,18–0,5
Pionowe drogi ewakuacyjne, w dół/Vertical escape routes, down	30–50	0,6–0,97
Poziome drogi ewakuacyjne/Horizontal escape routes	>50	0,91–1,25
Pionowe drogi ewakuacyjne, w górę/Vertical escape routes, up	>50	0,144–0,4
Pionowe drogi ewakuacyjne, w dół/Vertical escape routes, down	>50	0,39–0,93

Na ryc. 1 przedstawiono zależność prędkości przemieszczania się ludzi od ich wieku i płci. Z danych wynika, że osoby mające 18–29 lat poruszają się najszybciej, przy czym wraz z wiekiem zdolność szybkiego przemieszczania się maleje [53, 54]. Przedstawiona zależność mieści się w przedziałach prędkości wskazanych w tabeli 2 i 3.

Fig. 1 presents the dependence of the movement rate of people on their age and gender. The data show that people between 18 and 29 years of age move faster, and the ability to move quickly decreases with age [53, 54]. The presented dependence is within the speed range provided in Tables 2 and 3.



Rycina 1. Zmiana prędkości przemieszczania się osób w zależności od ich wieku [53]
Figure 1. Changes in the movement speed of people depending on their age [53]

Podczas analizy warunków ewakuacji zdefiniowano zależność, zgodnie z którą na prędkość przemieszczania się ewakuujących się ludzi wpływa ich zagęszczenie, co zestawiono w tabeli 4.

In analysing the evacuation conditions, it was found that the movement speed of evacuees is affected by their density, as shown in Table 4.

Tabela 4. Parametry prędkości przemieszczania się i zagęszczenia ludzi otrzymane przez różnych badaczy [55]
Table 4. Parameters of movement speeds and densities of evacuees obtained by different researchers [55]

Badacz/ Researcher	Prędkość/Speed [m/s]	Zagęszczenie [osoby/m^2]/Density [people/m^2]
Fruin (1971)	1,3	6,6
Hankin i/and Wright (1958)	1,61	6,46
Johansson i inni/et al. (2008)	0,6	10,79
Möri and Tsukaguchi (1987)	1,4	9,00
Polus (1983)	1,25	7,18
Seyfried (2005)	1,34	5,55

W literaturze przedmiotu jedne źródła podają, że gdy zadymienie jest małe – widzialność 10–12 m – ludzie poruszają się z prędkością 0,8–0,9 m/s, a gdy zadymienie jest duże

In the literature on the subject, some sources suggest that when the smoke level is low, with the visibility of 10–12 m, people move at the speed of 0.8–0.9 m/s, and when the smoke level

– widzialność 3–5 m – z prędkością 0,6–0,8 m/s [56, 57]. Inne źródła podają, że przy widzialności 5–10 m prędkość przemieszczania się po poziomych drogach ewakuacyjnych wynosi 0,96 m/s, a po schodach – 0,62 m/s. Przy widzialności 3–7 m prędkości te wynoszą odpowiednio 0,64 m/s oraz 0,53 m/s [26].

Reasumując, trzeba zauważyć, że podczas wyznaczania całkowitego czasu ewakuacji konieczne jest uwzględnienie czasu zwłoki jej rozpoczęcia, ponieważ stanowi on znaczny procent całkowitego czasu i może mieć znaczący wpływ na jego długość, zwłaszcza w obiektach, w których brak jest urządzeń przeciwpożarowych alarmujących o powstaniu pożaru. Natomiast w budynkach, w których poziom zarządzania bezpieczeństwem pożarowym jest wysoki (znajdują się urządzenia rozgłaszające alarm pożary skracające czas zwłoki), wymagany czas ewakuacji w znacznej mierze zależeć będzie od czasu przejścia ludzi do miejsca bezpiecznego.

Badanie czasu ewakuacji ludzi z budynku KP PSP w Pabianicach

Charakterystyka pożarowa obiektu

Obiekt będący przedmiotem badań to budynek użyteczności publicznej, niepodpiwniczony, mający dwie kondygnacje nadziemne. Zgodnie z warunkami technicznymi [1] obiekt zalicza się do grupy budynków niskich.

Budynek przedstawiony na ryc. 2 znajduje się przy ul. Kilińskiego 4 w Pabianicach. Mieści się w nim KP PSP w Pabianicach oraz jednostka ratowniczo–gaśnicza.

is high, with the visibility of 3–5 m, at the speed of 0.6–0.8 m/s [56, 57]. Other sources indicate that at the visibility of 5–10 m, the movement speed along horizontal escape routes is 0.96 m/s and on the stairs – 0.62 m/s. With the visibility of 3–7 m, these speeds are 0.64 m/s and 0.53 m/s, respectively [26].

In conclusion, it should be pointed out that in determining the total evacuation time, it is necessary to take into account the time of delay before it is initiated, as it covers a considerable percentage of the total time and might significantly affect its length, especially in buildings, where there are no fire alarms in place. As for buildings with a high level of fire safety management (equipped with fire alarms, which reduce the time of delay), the required evacuation time largely depends on the time of passage of people to a safe place.

Evacuation time studies at the KP PSP building in Pabianice

The building's fire specifications

The examined structure is a two-storeyed public utility building without a basement. In accordance with the technical conditions [1], the building is classified as a low building.

The building presented in Fig. 2 is located at ul. Kilińskiego 4 in Pabianice. It houses the District Headquarters of the State Fire Service (KP PSP) in Pabianice and a firefighting and rescue unit.

Rycina 2. Widok frontu budynku KP PSP w Pabianicach
Figure 2. View of the front of the fire brigade building in Pabianice
Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.

Budynek ma konstrukcję żelbetowo-murowaną. Główne elementy konstrukcyjne obiektu spełniają wymagania dla klasy „D" odporności pożarowej. W budynku znajdują się dwie klatki schodowe, w których szerokość biegów schodów wynosi 1,2 m, a szerokość spoczników – 1,5 m. Największy wpływ na przebieg ewakuacji ma zainstalowany w obiekcie system powiadamiania o pożarze.

The building structure is made of reinforced concrete and brick. Its main structural elements fulfil the requirements of fire resistance class "D". The building features two staircases with the flight width of 1.2 m and landing width of 1.5 m. The progress of evacuation is largely determined by the fire notification system installed in the building.

Metodyka badania przebiegu ewakuacji ludzi

Zgodnie z przyjętą metodyką badań ewakuację rozpoczęto po jej ogłoszeniu przez radiowęzeł. Do rejestracji przebiegu

The study methodology of evacuation

In accordance with the adopted study methodology, evacuation began right after it was announced via the public address

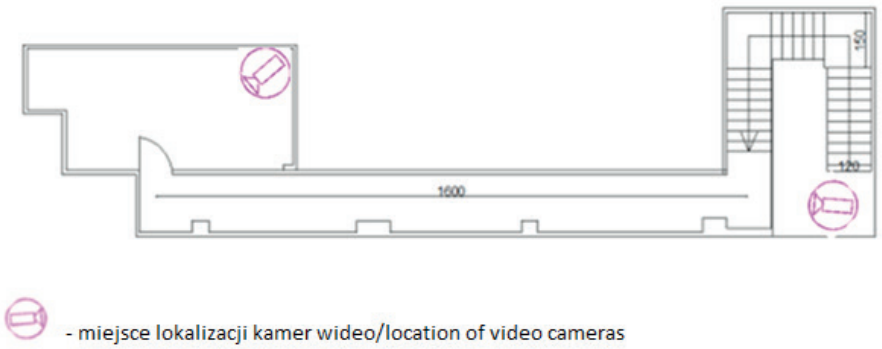
 ISSN 1895-8443

eksperymentu użyto czterech kamer wideo Canon LEGRIA HF M406. Zgodnie z ryc. 3 i 4 punkty obserwacyjne umieszczone były:

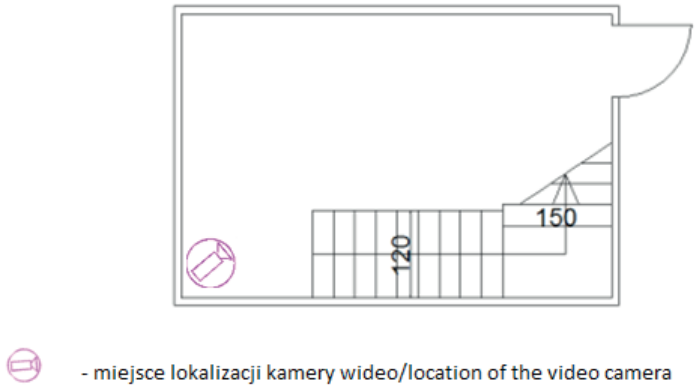
– na parterze, dzięki czemu możliwa była rejestracja ruchu po pionowej i poziomej drodze ewakuacyjnej;
– na piętrze: w pomieszczeniu, z którego ewakuowali się strażacy, oraz na korytarzu, dzięki czemu możliwa była rejestracja przemieszczających się osób po poziomej i pionowej drodze ewakuacyjnej.

system. Four Canon LEGRIA HF M406 video cameras were used to record the experiment. In accordance with Figs. 3 and 4, the observation points were located:

– on the ground floor, allowing the recording of movement along the vertical and horizontal escape routes;
– on the first floor: in the room, from which firefighters evacuated and in the corridor, which allowed the recording of movement along the vertical and horizontal escape routes.



Rycina 3. Lokalizacja kamer wideo na piętrze: w pomieszczeniu oraz na korytarzu
Figure 3. Location of video cameras on first floor: in the room and in the corridor
Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.



Rycina 4. Lokalizacja kamery wideo na parterze jednostki ratowniczo-gaśniczej
Figure 4. Location of the video camera on the ground floor level of the Firefighting and Rescue Unit
Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.

Kamery obsługiwane były przez osoby wyznaczone do pomocy przy rejestracji przebiegu eksperymentów i znajdowały się na wysokości umożliwiającej swobodną ich obsługę przez operatora, czyli na wysokości klatki piersiowej.

The video cameras were operated by individuals assigned to help record the course of the experiments and were located at a height allowing their free operation, i.e. at chest height.

Dane z przebiegu ewakuacji

Skromnym wkładem do zbadania powtarzalności wyników badań dotyczących czasu ewakuacji z budynku jest wykonanie kilku ewakuacji dla tego samego obiektu i tych samych osób biorących udział w ewakuacji. Autorzy zdają sobie sprawę z tego, że wykonane pomiary są jedynie wstępem do dyskusji na temat powtarzalności przebiegu ewakuacji. Kompleksowe podejście do tego zagadnienia wymagałoby przeprowadzenia

Evacuation data

A small contribution to the analysis of the reproducibility of results of studies on the evacuation time from buildings can be made by carrying out several evacuations for the same building and for the same occupants. The authors are aware that the performed measurements only serve as an introduction to the discussion on the reproducibility of evacuation. A thorough approach to this subject would require carrying out a large number

bardzo wielu ewakuacji dla różnych obiektów, o identycznych, a także różnych składach osobowych ewakuowanych. Należy wspomnieć, że w dostępnej literaturze przedmiotu nie znaleziono opublikowanych danych doświadczalnych na temat powtarzalność otrzymanych czasów ewakuacji, czyli uzyskanych po przeprowadzeniu kilku eksperymentów z tą samą grupą ludzi w tych samych warunkach.

Eksperyment dotyczący powtarzalności ewakuacji przeprowadzono wśród strażaków jednej ze zmian w jednostce ratowniczo-gaśniczej przy KP PSP w Pabianicach. Badanie zakładało, że ewakuacja z pomieszczenia, w którym znajdowało się dziesięć osób, rozpocznie się po usłyszeniu przez nie komunikatu głosowego „Uwaga, ogłaszam ewakuację" nadawanego z głośnika radiowęzła. Po tych słowach strażacy wychodzili z zamkniętego pokoju, co ilustruje ryc. 5.

of evacuations for a variety of buildings with identical, and also different, compositions of occupants. It should be mentioned that no published experimental data have been found in the available literature on the subject relating to the reproducibility of the observed evacuation times, i.e. data obtained after several experiments with the same group of people under the same conditions.

The experiment concerning the reproducibility of evacuation was carried out among the firefighters on one shift at the firefighting and rescue unit of KP PSP in Pabianice. The study assumed that evacuation from a room with ten occupants begins after the voice message "Attention, please evacuate" is heard from the public address system. After hearing the message, the firefighters started leaving the room, as illustrated in Fig. 5.

Rycina 5. Strażacy wychodzący z pomieszczenia
Figure 5. View of firefighters leaving the room
Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.

Kolejnym etapem ewakuacji było przejście korytarzem o długości 16 m, co przedstawiono na ryc. 6.

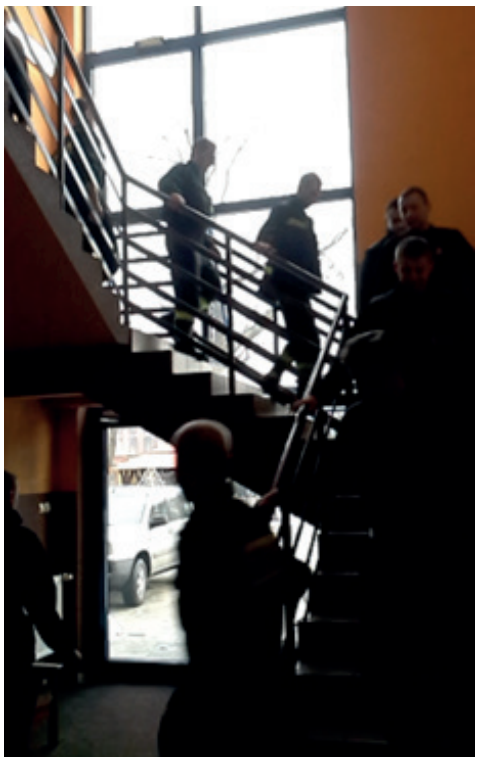
The next stage of evacuation was to traverse a 16 m long corridor, as shown in Fig. 6.

Rycina 6. Ruch na poziomej drodze ewakuacyjnej
Figure 6. Movement on a horizontal escape route
Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.

ISSN 1895-8443

Po pokonaniu korytarza strażacy schodzili pionową drogą ewakuacyjną, czyli klatką schodową, w której szerokość biegów schodów wynosiła 1,2 m, a szerokość spoczników – 1,5 m, zgodnie z ryc. 7.

After traversing the corridor, firefighters descended a vertical escape route, i.e. a staircase, with the flight width of 1.2 m and landing width of 1.5 m, as shown in Fig. 7.



Rycina 7. Zejście po schodach oraz wyjście na zewnątrz budynku
Figure 7. Going down the stairs and going outside the building
Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.

Po zejściu po schodach strażacy fragmentem poziomej drogi ewakuacyjnej udali się na zewnątrz budynku. W momencie, w którym ostatni uczestnik badań przeszedł przez zewnętrzne drzwi ewakuacyjne, kończono pomiar czasu ewakuacji. Wykonano trzy próby eksperymentu w odstępach 20-minutowych. Za każdym razem strażacy mieli przemieszczać się z „normalną" prędkością.

Po przeanalizowaniu zapisu z kamer wideo stwierdzono, że całkowity czas ewakuacji wszystkich strażaków z budynku podczas pierwszego eksperymentu wynosił 39,1 s, podczas drugiego – 37,3 s, a podczas trzeciego – 41,5 s. Różnica w otrzymanych czasach między najkrótszym i najdłuższym czasem ewakuacji wyniosła 10,1%. W ewakuacji brało udział 10 osób.

Analiza zapisu przebiegu ewakuacji pozwoliła określić następujące zachowania przemieszczających się ludzi:

1. W trakcie ewakuacji nie występował czas zwłoki; ewakuacja następowała natychmiastowo po ogłoszeniu komunikatu.
2. Przed drzwiami stanowiącymi wyjście z pomieszczenia powstało zagęszczenie powodujące wydłużenie czasu ewakuacji zależne od przepustowości drzwi, co ilustruje ryc. 5.
3. Strażacy przemieszczali się ruchem uporządkowanym, jeden za drugim, co ilustrują ryc. 6 i 7.
4. Zgodnie z ryc. 7 strażacy, schodząc po schodach, trzymali się poręczy.

After descending the stairs, the firefighters used a fragment of the horizontal escape route to leave the building. As soon as the last study participant passed the external escape door, the evacuation time measurement was stopped. The experiment was repeated three times with 20-minute intervals. Each time the firefighters were instructed to walk at a "normal" pace.

After analysing the video camera recordings it was found that the total evacuation time of all firefighters from the building during the first experiment was 39.1 s, during the second – 37.3 s, during the third – 41.5 s. The difference in the obtained times between the shortest and the longest evacuation time was 10.1%. 10 people participated in the evacuation.

An analysis of the recording of the evacuation process allowed to determine the following behaviour of evacuees:

1. During evacuation there was no delay time; the evacuation started immediately after the message was announced.
2. A congestion formed in front of the exit door from the room, which extended the evacuation time depending on the crowd flow capacity of the door, which is illustrated in Fig. 5.
3. Firefighters moved in an orderly fashion, one after another, which is illustrated in Figs. 6 and 7.
4. As shown in Fig. 7, the firefighters held the handrail when descending the stairs.

Wykonany eksperyment potwierdza, że przeprowadzenie ewakuacji tego samego dnia z tymi samymi użytkownikami budynku nie gwarantuje stuprocentowej powtarzalności otrzymanych czasów ewakuacji. Eksperyment potwierdza również, że na czas ewakuacji wpływa zachowanie ludzkie, które jest trudne do przewidzenia i powtórzenia w kolejnej, identycznej ewakuacji, co oznacza, że ten aspekt również należy brać pod uwagę.

Komputerowy model symulacji ewakuacji wykonany w programie Pathfinder

W celu porównania rzeczywistych i symulacyjnych czasów ewakuacji z budynku wykorzystano program Pathfinder [58, 59]. Pathfinder jest specjalnym typem symulatora, w którym każdy zdefiniowany użytkownik ma szereg indywidualnych cech mogących wpływać na jego ruchy i decyzje podczas symulacji niezależnie od innych osób. Każdej osobie mogę być przypisane jego indywidualne cechy, takie jak: rozmiar, wygląd, prędkość przemieszczania się, opóźnienie w podejmowaniu decyzji o ucieczce. Pathfinder używa algorytmów z zakresu sztucznej inteligencji, gdyż każda osoba opisana w systemie ma swoje cele, poglądy oraz cechy osobowościowe [60]. Takie podejście do problemu pozwala zaobserwować, jak w danym środowisku grupy ludzi organizują się do ewakuacji. Również dzięki temu na podglądzie możemy zobaczyć jako rezultaty płynny i realistyczny przepływ ludzi na drodze ewakuacji. W programie Pathfinder ludzie są przedstawiani wizualnie jako osoby w przestrzeni 3D. Tak prowadzone obliczenia pozwalają na lepszą reprezentację drogi ewakuacji. Osoba, która przemieszcza się podczas ewakuacji, za każdym razem bierze wirtualnie pod uwagę całe otaczające ją środowisko.

Technika poruszania się użyta w programie Pathfinder (zmienno-sterująca) jest wariantem w oryginalnej technice sterowania, która pozwala modelom uciekających ludzi wybierać takie cząstkowe kierunki poruszania się, aby ich indywidualny czas ewakuacji był jak najkrótszy. W każdym kolejnym kroku czasowym każdy ewakuujący się użytkownik budynku wybiera najkorzystniejszą dla siebie drogę ucieczki. Aktualizacja modelu zmienno-sterującego następuje po 0,1 s. Uwzględnia on możliwość kolizji i bezwładność. Pathfinder zawiera również alternatywny model poruszania się tłumu bazujący na równaniach opisanych w literaturze przedmiotu [61]. W tym trybie pracy Pathfinder odtwarza w pierwszej kolejności ręczne obliczenia, używając do tego założeń i wytycznych SFPE Handbook (*Society of Fire Protection Engineers Handbook*) [61]. To pozwala na szybkie określenie czasu ewakuacji dla modelu budynku, a nawet dla modelu dużego kompleksu budynków. W programie domyślne ustawienie generuje postać ludzką o szerokości ramion 0,4558 m, która porusza się z prędkością 1,19 m/s.

Podczas wykonywania symulacji komputerowych zastosowano domyślne ustawienia programu przypisane poszczególnym użytkownikom obiektu i wykonano symulacje dla dwóch przypadków zachowań ludzi: dla modelu SFPE, co przedstawiono na ryc. 8–11, oraz dla modelu zmienno-sterującego.

The performed experiment proves that conducting the evacuation on the same day with the same users does not guarantee full reproducibility of the obtained evacuation times. This experiment also confirms that evacuation time is affected by human behaviour, which is difficult to predict and reproduce in another identical evacuation procedure, so this aspect should also be taken into account.

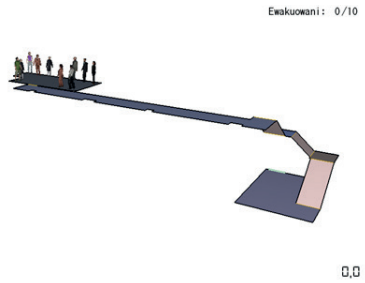
A computer model of simulated evacuation prepared using Pathfinder software

The computer programme Pathfinder was used to compare the actual and simulated evacuation times from the building [58, 59]. Pathfinder is a special-purpose simulator which allows setting a number of individual features of each defined user, that might affect movement and decisions during the simulation, regardless of other people. Each person can have individual features such as size, appearance, movement speed, decision delay. Pathfinder uses artificial intelligence algorithms and every person described in the system has its goals, views and personality traits [60]. This approach to the problem allows observing how in a given environment groups of people organise their evacuation. The software also provides visual information showing the flow of people along the escape route in a smooth and realistic way. Pathfinder presents people visually in 3D space. Such calculations facilitate better representation of the escape route. Each person moving along the escape route takes into account the whole environment at every point on the way.

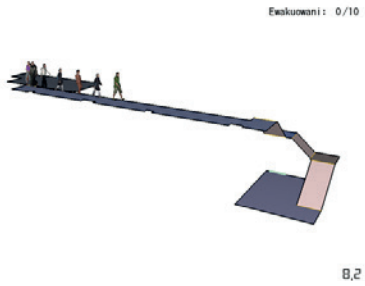
The movement technique used in Pathfinder software (reactive steering mode) is a variant of the original steering mode, which allows the models of evacuees to choose partial directions of movement to make their individual evacuation time as short as possible. At every successive time step, each evacuating occupant model selects the route of escape which is the most advantageous for itself. The reactive steering mode is updated after 0.1 s. It supports collisions and inertia. Pathfinder also features an alternative crowd behaviour mode based on the equations described in the literature [61]. In this mode, Pathfinder first recreates manual calculations using the assumptions and guidelines of the SFPE Handbook (*Society of Fire Protection Engineers Handbook*) [61]. This facilitates quickly determining evacuation time for the model of a building and even for the model of a large complex of buildings. The default setting generates human models with a shoulder width of 0.4558 m, moving at a speed of 1.19 m/s.

In creating computer simulations, the software's default settings assigned to occupants were used and simulations were performed using two behaviour modes: the SFPE mode, as shown in Figs. 8-11 and the reactive steering mode.

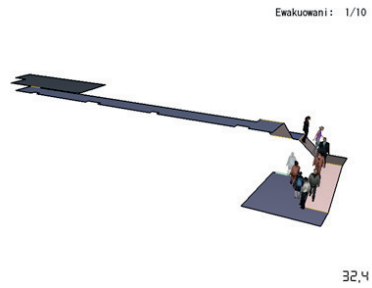
ISSN 1895-8443



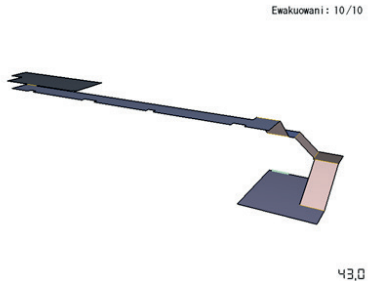
Rycina 8. Rozpoczęcie ewakuacji
Figure 8. Starting the evacuation
Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.



Rycina 9. Przebieg symulacji ewakuacji. Czas *t* = 8,2 s od momentu rozpoczęcia ewakuacji
Figure 9. The course of evacuation simulation. Time *t* = 8,2 s from the beginning of the evacuation
Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.



Rycina 10. Ruch po pionowej drodze ewakuacyjnej (końcowy etap ewakuacji). Czas *t* = 32,4 s od momentu rozpoczęcia ewakuacji
Figure 10. Movement on a vertical escape route (the final stage of evacuation). Time *t* = 32.4 s from the moment of the evacuation started
Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.



Rycina 11. Zakończenie ewakuacji. Czas *t* = 43 s od momentu rozpoczęcia ewakuacji
Figure 11. The end of the evacuation. Time *t* = 43 s since the beginning of the evacuation
Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.

Zgodnie z przeprowadzoną symulacją komputerową przy wykorzystaniu modelu zachowania SFPE czas ewakuacji 10 osób z budynku wynosi 43 s, a przy wykorzystaniu modelu zmienno-sterującego – 40,3 s. Wyniki uzyskane przy zastosowaniu dwóch różnych modeli dla analizowanego przypadku można uznać za bardzo zbliżone, co zapewne wynika z prostej geometrii drogi ewakuacyjnej i małej liczby ewakuujących się ludzi.

As determined in the computer simulation using the SFPE behaviour mode, the time of evacuation of 10 people from the building is 43 s, and using the reactive steering mode – 40.3 s. The results obtained using two different modes for the analysed case are highly similar, which probably results from the simple geometry of the escape route and the small number of evacuees.

Podsumowanie

Przegląd dostępnej literatury przedmiotu pozwala stwierdzić, że przebieg ewakuacji w znacznej mierze zależy od ludzi biorących w niej udział [3–7, 10–21, 24–55, 61] oraz od zagrożenia występującego w obiekcie [62]. W tracie badań potwierdzono stochastyczny charakter procesu ewakuacji. Pokazał to eksperyment z udziałem strażaków, w którym trzy ewakuacje wykonane w dwudziestominutowych odstępach za każdym razem dały inny czas, mimo że ewakuacje te przeprowadzano w tych samych warunkach i z tymi samymi osobami. Otrzymane czasy różniły się od siebie o ok. 10%. Należy jednak mieć na uwadze to, że strażacy biorący udział w eksperymencie nie wykonywali żadnych prac, lecz jedynie czekali na rozpoczęcie ewakuacji. Tak przeprowadzone badanie potwierdza, że nawet ta sama osoba w tych samych warunkach za każdym razem porusza się z inną prędkością, przez co niemożliwe jest, żeby ewakuacja z obiektu była powtarzalna.

Summary

A review of the available literature on the subject leads to the conclusion that the progress of evacuation largely depends on the evacuees [3-7, 10-21, 24-55, 61] and the kind of danger occurring in the building [62]. The study confirmed the stochastic nature of the evacuation process. This was shown by the experiment involving firefighters who took part in three evacuations in twenty-minute intervals. The evacuation time was different in each case, even though the evacuations were carried out under the same conditions and with the same participants. The obtained times differed from each other by approx. 10%. It should be noted, howev er, that the firefighters participating in the experiment were not performing any work, but waited for the evacuation to begin. This type of study confirms that even the same person under the same conditions can move at a different pace each time, which makes it impossible to ensure the reproducibility of evacuation from a building.

Wnioski

Ze względu na stochastyczny charakter opisanego zjawiska do otrzymanych czasów ewakuacji należy podchodzić z pewnym dystansem, ponieważ nie jesteśmy w stanie przewidzieć, jaka grupa osób będzie się ewakuować, która z płci będzie w niej przeważać, jaki będzie wiek tych osób ani jaka będzie ich kondycja fizyczna. Dlatego ważne jest, żeby podczas projektowania warunków ewakuacji zapewnić pewien margines bezpieczeństwa przy określaniu wymaganego czasu bezpiecznej ewakuacji.

Conclusion

Due to the stochastic nature of the described phenomenon, the obtained evacuation times should be approached as approximate, as we are unable to accurately predict the groups of evacuees, the gender and age distribution and physical fitness of its members. For this reason, it is important to keep a certain safety margin in determining the required safe egress time.

Literatura/Literature

[1] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2015 r. poz. 1422 z późn. zm).

[2] *Procedury organizacyjno-techniczne w sprawie spełnienia wymagań w zakresie bezpieczeństwa pożarowego w inny sposób, niż to określono w przepisach techniczno-budowlanych, w przypadkach wskazanych w tych przepisach, oraz stosowania rozwiązań zamiennych*, Komenda Główna PSP, Warszawa 2008.

[3] Małolepszy R., *Wymagany i dostępny czas bezpiecznej ewakuacji – metodyka obliczania*, Zakopane 2010.

[4] BS 7974:2001 *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)*, załącznik PD 7974-6:2004.

[5] Gwynne S.M.V., Purser D., Boswell D.L., *Pre-warning staff delay: A forgotten Component in ASET/RSET calculations*, w: *Pedestrian and Evacuation Dynamics*, R.D. Peacock, E.D. Kuligowski, J.D. Averill (red.), Springer, Londyn 2010, s. 243–253.

[6] Cłapa I., Porowski R., Dziubiński M., *Wybrane modele obliczeniowe czasów ewakuacji*, „Safety & Fire Technique" 2011, 24(4).

[7] Cłapa I., *Analysis of selected calculation models for evacuation times*, w: *Emergency Evacuation of People from Buildings*, Redaktorzy: Kępka P., Jaskółowski W., BEL Studio, Warszawa 2011, s.71–81.

[8] *Podręcznik projektanta systemów sygnalizacji pożaru, Część I i II*, w: *Działanie instalacji przeciwpożarowej wynikającej z założeń scenariusza pożarowego*, J. Sawicki (red.), Izba Rzeczoznawców SITP, Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 2010.

[9] Skulich J., *Procedury*, Biuro Rozpoznawania Zagrożeń Komenda Główna PSP, Warszawa 2008.

 ISSN 1895-8443

[10] Chołuj Ł., *Bezpieczna ewakuacja a założenia scenariusza pożarowego*, „Safety & Fire Technique" 2013, 3, 127–130.
[11] Lovreglio R., Ronchi E., Nilsson D., *A model of the decision-making process during pre-evacuation*, „Fire SafetyJournal" 2015, 78, 168–179.
[12] Kobes M., Helsloot K., Vries B. de, Post J.G., *Building safety and human behaviour in fire: A literature review*, „Fire Safety Journal" 2010, 45, 1–11.
[13] Guowei Z., Di H., Guoqing Z., Guanglin Y., *Probabilistic model for safe evacuation under the effect of uncertain factors in fire*, „Safety Science" 2017, 93, 222–229.
[14] Rogsch C., Galster R., Luthardt T., Mohr D., *The effect of pedestrian placement and pre-movement times on evacuation simulation*, „Transportation Research Procedia" 2014, 2, 291–299.
[15] Proulx G., *Evacuation time and movement in apartment buildings*, „Fire Safety Journal" 1995, 24, 229–246.
[16] Mu H.L., Wang J.H. , Mao Z.L., Sun J.H., Lo S.M., Wang Q.S., *Pre-evacuation Human Reactions in Fires: An Attribution Analysis Considering Psychological Process*, „Procedia Engineering" 2013, 52, 290–296.
[17] D'Orazio M., Longhi S., Olivetti P., Bernardini G., *Design and experimental evaluation of an interactive system for pre-movement time reduction in case of fire*, „Automation in Construction" 2015, 52, 16–28.
[18] Purser D.A., Bensilum M., *Quantification of behaviour for engineering design standards and escape time calculations*, „Safety Science" 2001, 38, 157–182.
[19] Mawson A.R., *Mass Panic and Social Attachment: The Dynamics of Human Behavior*, Ashgate Publishing, Brookfield (VT), 2007.
[20] Nilsson D., Johansson A., *Social influence during the initial phase of a fire evacuation – analysis of evacuation experiments in a cinema theatre*, „Fire Safety Journal" 2009, 44, 71–79.
[21] Kuligowski E.D. i Hoskins B.L., *Analysis of occupant behavior during a high-rise office building fire*, w: *Pedestrian and Evacuation Dynamics*, R.D. Peacock, E.D. Kuligowski, J.D. Averill (red.), Springer, Londyn 2010, s. 685–697.
[22] http://sjp.pwn.pl/szukaj/ewakuacja.html, [dostęp: 30.05.2015].
[23] http://www.ekologia.pl/srodowisko/specjalne/najwieksze-pozary-w-polsce-i-na-swiecie,16873,1.html, [dostęp: 30.05.2015].
[24] Cłapa I., Dziubiński M., *Human behavior as one of the factors determining the course of the evacuation process*, BiTP Issue 3, 2013, 149–158.
[25] Wang J., Zhang L., Shi Q, Yang P., Hu X, *Modeling and simulating for congestion pedestrian evacuation with panic*, „Physica A: Statistical Mechanics and its Application" 2015, 428, 396–409.
[26] Jeon G.J., Kim J.Y., Hong W.H., Augenbroe G., *Evacuation performance of individuals in different visibility conditions*, „Building and Environment" 2011, 46, 1094–1103.
[27] Kady R.A., Davis J., *The effect of occupant characteristics on crawling speed in evacuation*, „Fire Safety Journal" 2009, 44, 451–457.
[28] Spearpoint M., MacLennan H.A., *The effect of an ageing and less fit population on the ability of people*, „Safety Science" 2012, 50, 1675–1684.
[29] Kosiński R., Grabowski A., *Matematyczne modelowanie i badania symulacyjne zachowania się ludzi podczas ewakuacji z budynków*, „Bezpieczeństwo Pracy" 2013, 1, 20–25.
[30] Chattaraj U., Chakroborty U., Subhashini A., *Empirical studies on impacts of obstacle inside corridor on pedestrian flow*, „Procedia – Social and Behavioral Sciences" 2013, 104, 668–677.
[31] Ko S., Spearpoint M., Teo A., *Trial evacuation of an industrial premises and evacuation model comparison*, „Fire Safety Journal" 2007, 42, 91–105.
[32] Fang Z.M., Song W.G., Li Z.J., Tian W., Lv W., Ma J., Xiao X., *Experimental study on evacuation process in a stairwell of a high-rise building*, „Building and Environment" 2012, 47, 316–321.
[33] Ma J., Song W.G., Tian W., Lo S.M., Liao G.X., *Experimental study on an ultra high-rise building evacuation in China*, „Safety Science" 2012, 50, 1665–1674.
[34] Yang L., Rao P., Zhu K., Liu S., Zhan X, *Observation study of pedestrian flow on staircases with different dimensions under normal and emergency conditions*, „Safety Science" 2012, 50, 1173–1179.
[35] Shi L., Xie QY, Cheng X.D., Chen L., Zhou Y., Zhang R.F., *Developing a database for emergency evacuation models*, „Building Environment" 2009, 44, 1724–1729.
[36] Lam J.H.T., Yuen J.K.K., Lee E.W.M., Lee R.Y.Y., Experimental study on upward movement in a high-rise building, „Safety Science" 2014, 70, 397–405.
[37] Fujiyama T., Tyler N., *Predicting the walking speed of pedestrians on stairs*, „Transportation Planning and Technology" 2010, 33, 177–210.
[38] Peacock R.D., Averill J.D., Kuligowski E.D., *Stairwell Evacuation from Buildings: What We Know We Don't Know*, NIST Technical Note 1624, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg 2009.
[39] Frantzich H., *Study of movement on stairs during evacuation using video analysing techniques*, Report 3079, Lund Institute of Technology, Lund University, 1996.
[40] Peacock R.D., Hoskins B.L., Kuligowski E.D., *Overall and local movement speeds during fire drill evacuations in buildings up to 31 stories*, „Safety Science" 2012, 50, 1655–1664.
[41] Kretz T., Grunebohm A., Kessel A., Klupfel H., Meyer-Konig T., Schreckenberg M., *Upstairs walking speed distributions on a long stairway*, „Safety Science" 2008, 46, 72–78.
[42] Cheng H., Yang X.K., *Emergency evacuation capacity of subway stations*, „Procedia – Social and Behavioral Sciences" 2012, 43, 339–348.
[43] Bosina E., Weidmann U., *Estimating pedestrian speed using aggregated literature data*, „Physica A: Statistical Mechanics and its Application" 2017, 468, 1–29.
[44] Łozowicka D., *Metody szacowania prędkości przemieszczania się ludzi w modelach ewakuacji ze szczególnym uwzględnieniem specyfiki ewakuacji ze statków pasażerskich*, „Logistyka" 2010, 6, 2031–2040.
[45] Fang Z., Wang P., Chen D., Chen D.H., Duan J.X., Hu Z.R., *The development of evaluation software of safety evacuation for high buildings*, „Fire Science and Technology" 2004, 23, 439–442.
[46] Yeo S.K. i He Y., *Commuter characteristics in mass rapid transit in Singapore*, „Fire Safety Journal" 2009, 44, 183–191.
[47] Lee D., Kim H., Park B.J., Park J.H., *The current status and future issue in human evacuation from ships*, „Safety Science" 2003, 41, 861–876.
[48] Li Y.Q., *Building fire protection engineering*, Chemistry Industry Press, Pekin 2004.
[49] Fruin J.J., *Designing for pedestrians: a lever-of-service*, Highway Research Record, Number 355, Pedestrian, Highway Research Board, Washington, DC 1971.
[50] Larusdottir A.R., Dederichs A.S., *Evacuation of children: Movement on stairs and on horizontal plane*, „Fire Technology" 2012, 48, 43–53.
[51] Qu Y., Gao Z., Xiao Y., Li X., *Modeling the pedestrian's movement and simulating evacuation dynamics on stairs*, „Safety Science" 2014, 70, 189–201.
[52] Lord J., Meacham B., Moore A., Guide for evaluating the predictive capabilities of computer egress models, National Institute of Standards and Technology, NIST GCR 06–886, 2005.
[53] Thompson P., Nilsson D., Boyce K., McGrath D., *Evacuation models are running out of time*, „Fire Safety Journal" 2015, 78, 251–261.

[54] Bosina E., Weidmann u., *Estimating pedestrian speed using aggregated literature data*, „Physica A: Statistical Mechanics and its Application" 2017, 468, 1–29.
[55] Vermuyten H., Beliën J., Boeck L.D., Reniers G., Wauters T., *A review of optimisation models for pedestrian evacuation and design problems*, „Safety Science" 2016, 87, 167–178.
[56] Mizieliński B., *Systemy oddymiania budynków wentylacja*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1999.
[57] Mizieliński B., Kubicki G., *Wentylacja pożarowa. Oddymianie*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2012.
[58] http://www.pyrosim.pl/pathfinder-symulacja-ewakuacji-z-budynku/budownictwo-ogrzewnictwo.html, [dostęp: 04.05.2015].
[59] *Pathfinder 2011, instrukcja obsługi – wersja 2011.2*, Thunderhead Engineering, Stigo.
[60] Thornton C., O'Konski R., Hardeman B. Swenson D., *Pathfinder: An Agent-Based Egress Simulator*, w: *Pedestrian and Evacuation Dynamics*, R. Peacock, E. Kuligowski, J. Averill (red.), Springer, Londyn 2011, s. 889–892.
[61] *Engineering guide to human behavior in fire*, SFPE, 2003.
[62] Helbing D., Farkas I., Vicsek T., *Simulating dynamical features of escape panic*, „Nature" 2000, 407, 487–490.

MGR INŻ. IWONA ORŁOWSKA – absolwentka Wydziału Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego Szkoły Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie, funkcjonariusz Państwowej Straży Pożarnej. Obecnie jest doktorantką na Wydziale Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska Politechniki Łódzkiej. Jako przedmiot swoich zainteresowań naukowych wybrała modelowanie numeryczne procesów ewakuacji oraz inżynierię bezpieczeństwa pożarowego.

PROF. DR HAB. INŻ. MAREK DZIUBIŃSKI – pracownik naukowy Politechniki Łódzkiej. Na tej uczelni obecnie pełni funkcję kierownika Katedry Inżynierii Chemicznej na Wydziale Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska. Naukowo interesuje się: przepływami wielofazowymi ze szczególnym uwzględnieniem przepływów dwufazowych ciecz – gaz cieczy newtonowskich i nienewtonowskich, reologią i reometrią techniczną, elementami ryzyka i bezpieczeństwa procesowego (wypływy jedno- i dwufazowe z rurociągów i zbiorników) oraz utrzymywaniem emulsji i ich właściwościami.

IWONA ORŁOWSKA, M.ENG. – she graduated from the Faculty of Fire Safety Engineering at the Main School of Fire Service in Warsaw. She is an officer of the State Fire Service. Currently a Ph.D. student at the Faculty of Process and Environmental Engineering of the Lodz University of Technology. Her principal research interests involve the numerical modelling of evacuation processes and fire safety engineering.

PROF. MAREK DZIUBIŃSKI, D.SC. ENG. – a research fellow at the Lodz University of Technology, currently serves as the Head of the Department of Chemical Engineering at the Faculty of Process Engineering and Environmental Protection. His scientific interests revolve around multiphase flows, with particular emphasis on Newtonian and non-Newtonian liquid-gas liquid flows, rheology and technical rheometry, risk and process safety elements (single- and two-phase outflows from pipelines and reservoirs), and the maintenance of emulsions and their properties.

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Stworzenie anglojęzycznych wersji oryginalnych artykułów naukowych wydawanych w kwartalniku „BITP. Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza" – zadanie finansowane w ramach umowy 658/P- DUN/2018 ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych na działalność upowszechniającą naukę.

CNBOP-PIB

TWÓJ PARTNER W
BEZPIECZEŃSTWIE

SZKOLENIA SPECJALISTYCZNE

Ponad 20 lat doświadczenia
na rynku usług szkoleniowych
z zakresu ochrony przeciwpożarowej,
zarządzania kryzysowego oraz ochrony ludności

Szkolenia dla projektantów, instalatorów i konserwatorów

- ✓ Systemy sygnalizacji pożarowej
- ✓ Systemy wentylacji pożarowej w obiektach budowlanych
- ✓ Hydranty zewnętrzne i wewnętrzne
- ✓ Podręczny sprzęt gaśniczy
- ✓ Oświetlenie awaryjne
- ✓ Projektowanie systemów różnicowania ciśnienia w budynkach wielokondygnacyjnych

Szkolenie dla rzeczoznawców ds. zabezpieczeń przeciwpożarowych

Dyrektywa ATEX

Ocena ryzyka związanego z możliwością wystąpienia atmosfer wybuchowych – podejście praktyczne

- ✓ Stałe urządzenia gaśnicze gazowe w ochronie przeciwpożarowej
- ✓ Stałe urządzenia tryskaczowe w ochronie przeciwpożarowej
- ✓ Dobór, montaż, przegląd i konserwacja drzwi i innych zamknięć przeciwpożarowych
- ✓ Szkolenie: Analiza numeryczna w wentylacji pożarowej

PEŁNA OFERTA I ZAPISY NA WWW.CNBOP.PL

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 inż. Iwona Orłowska[a)]; prof. dr hab. inż. Marek Dziubiński[a)]*

[a)]*Wydział Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska, Politechnika Łódzka / Faculty of Process and Environmental Engineering, Lodz University of Technology*
**Autor korespondencyjny / Corresponding author: ivona2005@wp.pl*

Porównanie modelowych czasów ewakuacji z przeprowadzonymi eksperymentami

A comparison between model-based evacuation times and experimental data

Сравнение расчетного времени эвакуации с проведенными экспериментами

ABSTRAKT

Cel: Celem niniejszego artykułu było porównanie otrzymanych czasów ewakuacji z budynków użyteczności publicznej za pomocą wybranych modeli matematycznych z czasami eksperymentalnie przeprowadzonych ewakuacji.
Wprowadzenie: W artykule przedstawiono wybrane modele matematyczne do szacowania czasu ewakuacji. Należą do nich: model krytycznego czasu ewakuacji, model Togawy, model Melinek i Booth, model Galbreatha oraz model Paulsa. W celu porównania poprawności obliczania czasów ewakuacji ludzi z budynków w czasie pożaru za pomocą modeli matematycznych opisanych w dostępnej literaturze przedmiotu przeprowadzono i przeanalizowano ewakuacje z budynków: Instytutu Chemii Przemysłowej w Warszawie, Telewizji Polskiej SA Oddział w Łodzi, Urzędu Marszałkowskiego w Łodzi oraz Jednostki Ratowniczo-Gaśniczej Komendy Powiatowej Państwowej Straży Pożarnej w Pabianicach. Uzyskane eksperymentalnie czasy ewakuacji porównano z czasami obliczonymi za pomocą wybranych modeli matematycznych oraz czasami otrzymanymi dzięki symulacji komputerowej wykonanej za pomocą programu Pathfinder.
Wnioski: Opisane w dostępnej literaturze równania matematyczne dają możliwość szybkiego szacowania czasu przemieszczania się ewakuujących się ludzi. Jednak ze względu na prostotę tych równań otrzymane za ich pomocą czasy ewakuacji obarczone są błędem w porównaniu z czasami rzeczywistymi uzyskanymi podczas przeprowadzonych eksperymentów. Występujące różnice między modelowymi czasami ewakuacji a czasami otrzymanymi eksperymentalnie mogą wynikać z tego, że autorzy modeli nie wymagali podzielenia drogi ewakuacyjnej na odcinki poziomych i pionowych dróg ewakuacyjnych, na których ludzie poruszają się z różnymi prędkościami. Wskazane modele nie odnoszą się do konieczności uwzględnienia zagęszczenia ludzi na drogach ewakuacyjnych, gdzie wraz z jego wzrostem prędkość przemieszczania się osób maleje. Modele te pozwalają swobodnie założyć prędkość, z jaką mają poruszać się ewakuujące się osoby, co można zrobić na podstawie dostępnej literatury.
Znaczenie dla praktyki: Przeprowadzone eksperymenty umożliwiły porównanie poprawności otrzymanych czasów ewakuacji obliczonych za pomocą modeli matematycznych, co pozwoliło na określenie wiarygodności tak otrzymanych wyników. Dodatkowo uzyskane czasy ewakuacji porównano z czasami otrzymanymi za pomocą symulacji komputerowych wykonanych w programie Pathfinder. Z przeprowadzonej analizy porównawczej wynika, że do czasów ewakuacji uzyskanych eksperymentalnie najbardziej zbliżone były te czasy ewakuacji otrzymane dzięki symulacji komputerowej, które obliczono przy wykorzystaniu modelu zmienno-sterującego.
Słowa kluczowe: ewakuacja, zachowanie się ludzi, prędkość przemieszczania się, eksperyment
Typ artykułu: doniesienie wstępne

Przyjęty: 19.02.2018; Zrecenzowany: 29.06.2018; Zatwierdzony: 05.07.2018;
Procentowy wkład merytoryczny: I. Orłowska – 80%; M. Dziubiński – 20%;
Identyfikatory ORCID autorów: I. Orłowska – 0000-0002-7134-0542; M. Dziubiński – 0000-0002-0208-3570;
Proszę cytować: BiTP Vol. 50 Issue 2, 2018, pp. 108–119, doi: 10.12845/bitp.50.2.2018.8;
Artykuł udostępniany na licencji CC BY-SA 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

ABSTRACT

Purpose: The aim of this article was to compare the evacuation times obtained from public buildings, using selected mathematical models, with times of evacuations carried out experimentally.
Introduction: In the article, various mathematical models are presented in order to prove their use in fire evacuation time estimates. These include the critical evacuation time model, the Togava model, the Melenik and Booth model, the Galbreath model and the Pauls model. In order to compare the accuracy of the fire evacuation time estimates obtained by means of the above-mentioned methods, which are meticulously described in professional sources, a variety of real-life evacuations have been analysed, including evacuations from the Institute of Industrial Chemistry in Warsaw, the Public Television building in Lodz, the Marshal's Office in Lodz, and the Local Fire Rescue Unit in Pabianice. The time checks obtained experimentally during the abovementioned fire drills have been set against the estimates obtained through mathematical analysis and the Pathfinder software computer simulation.

Conclusions: professional literature on the subject-matter provides various mathematical formulas which can be put into use to quickly estimate the movement time of evacuees. However, the simplicity of the formulas and, therefore, the simplicity of both the analysis and results, can often lead to calculation errors, especially when compared with real-life time checks. The discrepancy between the model-based time estimates and the estimates obtained through real-life experimentation can be rooted in the ignorance displayed by mathematicians as to the necessity of incorporating several critical parameters into their models, such as the structure of vertical/horizontal escape routes and the volume of human traffic within them. Different escape routes and traffic levels may result in highly varied movement speeds and can deeply affect the evacuation time estimates. The mathematical models are, for the most part, oblivious of such detailed aspects of evacuation and only take into consideration the general assessments which can be found in professional printed sources.
Practical significance: Evacuation experiments which have been carried out in real life have given us the chance to juxtapose the time checks obtained through mathematical simulation with the factual data, which in turn enabled the critical review of the reliability of the models. What is more, the time estimates have been re-processed with the use of Pathfinder software. In conclusion, the comparative analysis has proven that the Pathfinder software, which incorporates the variable-control mathematical model, provides the most accurate and true to life evacuation time estimates.
Keywords: evacuation, human behaviour, speed of movement, experiment
Type of article: short scientific report

Received: 19.02.2018; Reviewed: 29.06.2018; Accepted: 05.07.2018;
Percentage contribution: I. Orłowska – 80%; M. Dziubiński – 20%;
Authors' ORCID IDs: I. Orłowska – 0000-0002-7134-0542; M. Dziubiński – 0000-0002-0208-3570;
Please cite as: BiTP Vol. 50 Issue 2, 2018, pp. 108–119, doi: 10.12845/bitp.50.2.2018.8;
This is an open access article under the CC BY-SA 4.0 license (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

АННОТАЦИЯ

Цель: Целью данной статьи является сравнение времени эвакуации из общественных зданий, с использованием отобранных математических моделей со временем эвакуаций, проведенных экспериментально.
Введение: В статье представлены отдельные математические модели для оценки времени эвакуации. К ним относятся: модель критического времени эвакуации, модель Тогавы, модель Мелинека и Бута, модель Галбрета и модель Паулса. Чтобы сравнить правильность расчета времени эвакуации людей из зданий во время пожара с помощью математических моделей, описанных в доступной литературе, эвакуации из зданий: Института промышленной химии в Варшаве, филиала Телевидения Польши СА в Лодзи, Администрации Маршалка в Лодзи и спасательного подразделения Противопожарного районного штаба Государственной пожарной службы в Пабьянице. Полученное экспериментально время эвакуации сравнивались со временем, рассчитанным с помощью выбранных математических моделей, а иногда и с помощью компьютерного моделирования, выполняемого с использованием программы Pathfinder.
Выводы: Математические уравнения, описанные в доступной литературе, дают возможность быстро оценить время эвакуации людей. Однако из-за простоты этих уравнений время эвакуации, полученное с их использованием, подвержено ошибкам по сравнению с результатами реального времени, полученного в ходе экспериментов. Различия между расчетным временем эвакуации и полученным экспериментально, могут быть результатом того, что авторам моделей не требовалось разделять маршрут эвакуации на секции горизонтальных и вертикальных маршрутов эвакуации, где люди движутся с разной скоростью. В указанных расчетах не учитывается плотность людей на маршрутах эвакуации, где в связи с ее увеличением скорость движения людей уменьшается. Эти модели позволяют свободно предположить скорость перемещения эвакуированных, что может быть сделано на основе доступной литературы.
Значение для практики: Проведенные эксперименты позволили сравнить правильность времени эвакуации, полученное по математическим расчетным моделям, что позволило определить надежность полученных результатов. Кроме того, полученное время эвакуации сравнивались со временем, полученным с помощью компьютерного моделирования, проведенного в программе Pathfinder. Сравнительный анализ показывает, что время эвакуации, полученное экспериментально, было наиболее близким ко времени эвакуации, полученному благодаря компьютерному моделированию, которое было рассчитано с использованием модели с переменным управлением.
Ключевые слова: эвакуация, поведение людей, скорость движения, эксперимент
Вид статьи: предварительный отчет

Принята: 19.02.2018; Рецензирована: 29.06.2018; Одобрена: 05.07.2018;
Процентное соотношение участия в подготовке статьи: I. Orłowska – 80%; M. Dziubiński – 20%;
Идентификаторы ORCID авторов: I. Orłowska – 0000-0002-7134-0542; M. Dziubiński – 0000-0002-0208-3570;
Просим ссылаться на статью следующим образом: BiTP Vol. 50 Issue 2, 2018, pp. 108–119, doi: 10.12845/bitp.50.2.2018.8;
Настоящая статья находится в открытом доступе и распространяется в соответствии с лицензией CC BY-SA 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Wstęp

Jednym z podstawowych wymagań dotyczących bezpieczeństwa pożarowego jest zapewnienie ludziom możliwości ewakuacji z pomieszczenia objętego pożarem [1]. Warunki techniczne szczegółowo określają parametry, jakim muszą odpowiadać powierzchnia, szerokość i wysokość pomieszczeń oraz dróg

Introduction

One of the essential requirements for fire safety is to make it possible for people to evacuate from rooms on fire [1]. Technical conditions determine the detailed parameters of the area, width and height of both rooms and escape routes in order to satisfy the minimum requirements for fire safety, ensuring safe

ewakuacyjnych, aby spełnione zostały minimalne wymagania z zakresu ochrony przeciwpożarowej zapewniające bezpieczną ewakuację. Mimo to dziedzina, jaką jest inżynieria bezpieczeństwa pożarowego, ciągle rozwija się bardzo dynamicznie, ponieważ bezpieczeństwo ludzi w niespotykanej dotąd skali zależy od zainstalowanych w budynkach urządzeń technicznych wykorzystywanych w ochronie przeciwpożarowej. Ich liczba, rodzaj, sposób zastosowania oraz – co niezwykle ważne – stan techniczny decydują o naszym zdrowiu, życiu i mieniu w przypadku wystąpienia zagrożenia pożarowego. Zabezpieczenia stosowane w budynku zależą od jego przeznaczenia i sposobu użytkowania. W przypadku zmiany sposobu jego użytkowania lub przebudowy, rozbudowy, nadbudowy obiekt istniejący należy dostosować do obowiązujących przepisów techniczno-budowlanych.

W artykule do celów porównawczych wykorzystano następujące modele matematyczne: model krytycznego czasu ewakuacji, model Togawy, model Melinek i Booth, model Galbreatha oraz model Paulsa. Modele te poddano analizie po kątem poprawności otrzymanych czasów w porównaniu z rzeczywistymi czasami ewakuacji uzyskanymi podczas przeprowadzonych badań doświadczalnych.

evacuation. Nonetheless, fire safety engineering continues to form a dynamically developing domain, considering that human safety depends on the technical fire safety devices installed in buildings to such a large extent as never before. The number, type, application and, what is exceptionally important, technical condition of such devices are crucial to our health, life and property when it comes to fire risk. The actual protective measures employed in a building depend on its purpose and use. In the case of modifying the building's purpose, or performing its reconstruction or extension, the existing building should be adjusted to the binding technical and construction regulations.

The following mathematical models have been used in the article for comparison purposes: the critical evacuation time model, Togava model, Melenik and Booth model, Galbreath model and Pauls model. The models were analysed in terms of the accuracy of the obtained evacuation times when compared with real-life evacuation times based on experimental data.

Porównanie modelowych czasów ewakuacji z przeprowadzonymi eksperymentami

W celu porównania poprawności obliczania czasów ewakuacji ludzi z budynków w czasie pożaru za pomocą modeli matematycznych opisanych w dostępnej literaturze przedmiotu przeprowadzono i przeanalizowano ewakuacje z budynków:

- Instytutu Chemii Przemysłowej w Warszawie (IChP w Warszawie) – cztery warianty ewakuacji po pionowej drodze ewakuacyjnej,
- Telewizji Polskiej SA Odział w Łodzi (TVP w Łodzi) – ewakuacja całego siedemnastokondygnacyjnego budynku,
- Urzędu Marszałkowskiego w Łodzi (UM w Łodzi) – ewakuacja całego siedemnastokondygnacyjnego obiektu,
- Jednostki Ratowniczo-Gaśniczej Komendy Powiatowej Państwowej Straży Pożarnej w Pabianicach (JRG KP PSP) (ewakuacja zmiany służbowej, budynku dwukondygnacyjnego).

Czasy ewakuacji uzyskane eksperymentalnie porównano z czasami ewakuacji obliczonymi za pomocą wspomnianych modeli oraz czasami otrzymanymi dzięki symulacji komputerowej wykonanej w programie Pathfinder.

Przykładowy eksperyment. Charakterystyka obiektu

Budynek IChP w Warszawie, przedstawiony na rycinie 1, jest dziesięciopiętrowym biurowcem zakwalifikowanym do kategorii zagrożenia ludzi ZL III.

A comparison between model-based evacuation times and experimental data

In order to compare the accuracy of the fire evacuation time estimates obtained by means of the mathematical models described in professional sources, a variety of real-life evacuations have been conducted and analysed, including evacuations from:

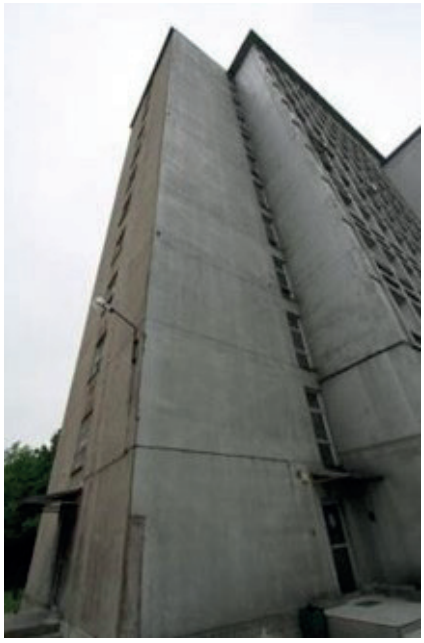
- The Institute of Industrial Chemistry in Warsaw (IChP in Warsaw) – four evacuation variants of along a vertical escape route,
- Telewizja Polska S.A. – the Public Television building in Lodz (TVP in Lodz) – evacuation of the entire seventeen-floor building,
- Marshal's Office in Lodz (UM in Lodz) – evacuation of the entire seventeen-floor building,
- Local Fire Rescue Unit of the District Headquarters of the State Fire Brigade in Pabianice (JRG KP PSP) – evacuation of the shift from a two-floor building.

The evacuation times obtained in the experiments were compared with the evacuation time estimates based on the abovementioned models, and with times obtained through computer simulation performed using Pathfinder software.

An experiment – building characteristics

The IChP building in Warsaw, as shown in Figure 1, is a ten-floor office building classified in human threat category ZL III.

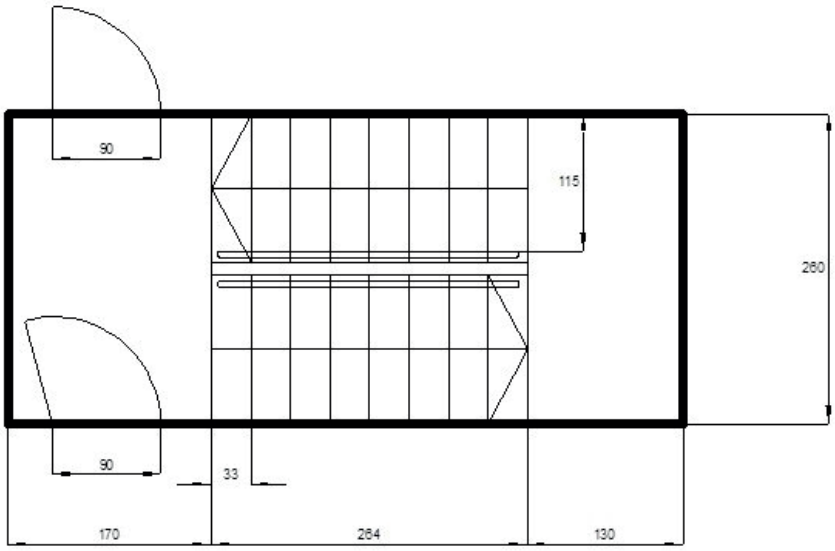
ISSN 1895-8443



Rycina 1. Widok budynku IChP w Warszawie z zewnątrz [2, 3]
Figure 1. A view of the Institute's building from the outside [2, 3]

Doświadczenia przeprowadzono poza godzinami pracy instytutu w jednej z dwóch klatek schodowych, której widok przedstawiono na rycinie 2.

The experiments were conducted outside the Institute's working hours in one of two staircases, the view of which is shown in Figure 2.



Rycina 2. Widok rzutu poziomego badanej klatki schodowej [2, 3]
Figure 2. A view of the horizontal projection of the staircase under investigation [2, 3]

Metodyka badania przebiegu ewakuacji ludzi

Zgodnie z przyjętą metodyką badań ewakuację rozpoczęto po usłyszeniu sygnału dźwiękowego. Całkowity czas ewakuacji mierzono od momentu jej rozpoczęcia do czasu przekroczenia wyjścia ewakuacyjnego przez ostatniego uczestnika ewakuacji.

A method of analysing the evacuation route

In line with the adopted method, the evacuation started after hearing an acoustic signal. The total evacuation time was measured from the evacuation start to the moment of the last evacuee passing the emergency exit.

W celu rejestracji danych zainstalowano specjalnie przygotowaną aparaturę pomiarową. Składała się ona z czujnika IR przy drzwiach wyjściowych podłączonego wraz z jednostką liczącą do komputera z odpowiednim oprogramowaniem, co przedstawiono na rycinie 3. Czujnik był zamontowany w górnej części ramy drzwi. Przy każdym przejściu osoby w kierunku zewnętrznym podawał impuls do licznika. Był on wyskalowany w taki sposób, żeby notować tylko przypadki przejścia obiektu o wysokości większej niż 1,4 m i żeby nawet przy dużym zagęszczeniu wszyscy ludzie zostali policzeni.

With a view to recording the data, specially prepared measuring apparatus was installed, comprising an IR sensor at the exit door which was connected, together with a counting unit, to a computer with the appropriate software, as shown in Figure 3. The sensor was installed in the upper part of the door frame. With each person's leaving the building through the door, it sent an impulse to the counting unit. It was calibrated to record all passages of objects higher than 1.4 m, which ensured that all people were counted despite the substantial volume of human traffic.

Rycina 3. Aparatura pomiarowa składająca się czujnika zamontowanego w górnej części ramy drzwi podłączonego wraz z jednostką liczącą do komputera z odpowiednim oprogramowaniem [2, 3]

Figure 3. Measuring apparatus consisting of a sensor mounted in the upper part of the door frame connected, together with the counting unit, to the computer with the appropriate software [2, 3]

Dodatkowo – w celu rejestracji zachowań ludzi podczas przemieszczania się pionowymi drogami ewakuacyjnymi – wykorzystano kamerę, którą umieszczono na pierwszym piętrze. Kamera ta była obsługiwana przez wyznaczoną osobę i znajdowała się na wysokości jej klatki piersiowej, co pozwalało na swobodną obsługę urządzenia.

In addition, with the aim of recording human behaviours while moving along the escape routes, a camera installed on the first floor was used. It was operated by a person appointed for that purpose, who held it at chest height, which enabled a convenient operation of the device.

Dane z przebiegu obserwacji ewakuacji

W eksperymencie uczestniczyły 73 osoby. Była to grupa studentów ze Szkoły Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie. Osoby te można uznać za wiarygodne, gdyż poza pełnieniem funkcji strażaka nie były specjalnie przygotowane i nie uczestniczyły w podobnych ewakuacjach.

W każdym badaniu przeprowadzonym w IChP w Warszawie (4 warianty) uczestniczyło tyle samo studentów. Zajmowali oni segmenty schodów w celu uzyskania odpowiedniego zagęszczenia ludzi na schodach. Im mniejsze zagęszczenie było badane, tym więcej segmentów schodów było zajętych, co przedstawiono na rycinie 4.

Start każdej próby ewakuacji był sygnalizowany głośnym gwizdkiem słyszalnym dla wszystkich ludzi na klatce schodowej. Osoby uczestniczące w badaniu miały poruszać się normalnym, spokojnym krokiem. W przypadku pozostałych eksperymentów ewakuacja rozpoczynała się po zadziałaniu systemu sygnalizacji pożarowej lub nadaniu komunikatu głosowego.

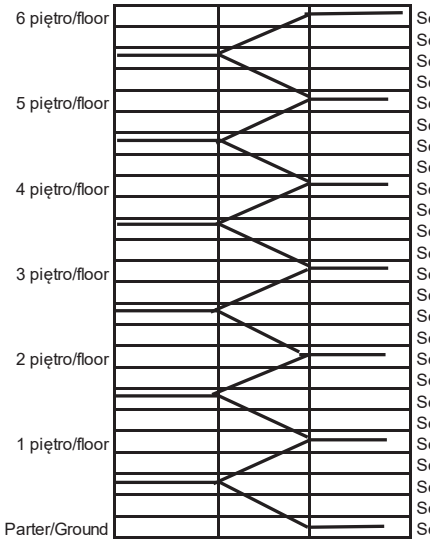
Evacuation observation data

The experiment was attended by 73 people – students of the Main School of Fire Service in Warsaw. They can be treated as constituting a reliable group, given the fact that, apart from serving as fire-fighters, they were not specially prepared for, and had not taken part in, similar evacuations.

The same number of students participated in each analysis performed in IChP in Warsaw (four variants). They occupied various segments in the staircase in order to ensure the adequate volume of human traffic on the stairs. The lower the volume, the more staircase segments were occupied, as shown in Figure 4.

The start of each evacuation was signalled with a loud whistle that was heard by all people in the staircase. The participants were requested to move at their normal (calm) pace. In the case of the remaining experiments, evacuations started after triggering a fire detection system or sending a voice message.

ISSN 1895-8443



	Liczba studentów na poszczególnych segmentach/Number of students in segments			
	4 osoby/m^2 4 persons/m^2	3 osoby/m^2 3 persons/m^2	2 osoby/m^2 2 persons/m^2	1 osoba/m^2 1 person/m^2
Segment 25				
Segment 24				
Segment 23				
Segment 22				
Segment 21				5
Segment 20				4
Segment 19				4
Segment 18				4
Segment 17				5
Segment 16				4
Segment 15				4
Segment 14			4	4
Segment 13			9	5
Segment 12			7	4
Segment 11		4	7	4
Segment 10		10	7	4
Segment 9	15	14	9	5
Segment 8	13	10	7	4
Segment 7	14	11	7	4
Segment 6	13	10	7	4
Segment 5	18	14	9	5
Segment 4				
Segment 3				
Segment 2				
Segment 1				
	73	73	73	73

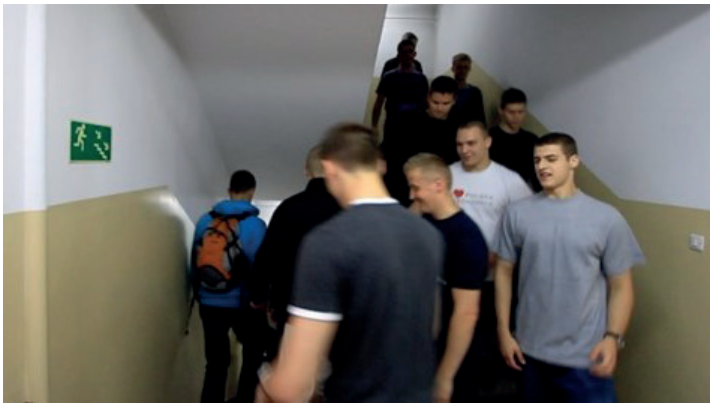
Rycina 4. Widok ustawienia studentów na poszczególnych segmentach klatki schodowej [2, 3]
Figure 4. A view of students' arrangements in individual staircase segments [2, 3]

Przebieg eksperymentu

Eksperyment I zakładał ustawienie studentów w sposób gwarantujący powstanie na schodach zagęszczenia ludzi wynoszącego 1 osoba/m^2. Kolejne eksperymenty zakładały, że zagęszczenie ludzi na schodach będzie wynosić kolejno 2, 3 i 4 osoby/m^2. Ewakuacja rozpoczęła się na sygnał dźwiękowy, a jej przebieg przedstawiono na przykładowej rycinie 5.

The course of the experiment

The first experiment assumed arranging students in such a way to ensure the volume of human traffic in the staircase amounting to 1 person/m^2. The subsequent experiments assumed the following volumes: 2, 3 and 4 people/m^2. The evacuation started after hearing an acoustic signal, and its course is exemplified in Figure 5.



Rycina 5. Uczestnicy badania poruszający się po pionowej drodze ewakuacyjnej
Figure 5. A view of the movement along a vertical escape route
Źródło: opracowanie własne.
Source: Own elaboration.

Analiza poklatkowa zebranego materiału z przebiegu eksperymentu I pozwoliła na określenie całkowitego czasu ewakuacji pionową drogą ewakuacyjną, który – z piątego piętra klatki schodowej – wyniósł 67 s.

The stop-motion analysis of the material collected during the first experiment made it possible to determine the total time of evacuation along a vertical escape route which amounted – from the fifth floor – to 67 s.

Komputerowa symulacja ewakuacji wykonana w programie Pathfinder

W celu porównania obliczeniowych (modele ewakuacji), rzeczywistych i symulacyjnych (otrzymanych za pomocą modeli komputerowych) czasów ewakuacji z budynku wykorzystano program Pathfinder [4, 5]. Program ten jest specjalnym typem symulatora, w którym każdy zdefiniowany użytkownik ma szereg indywidualnych cech mogących wpływać na jego ruchy i decyzje podczas symulacji niezależnie od innych osób.

Technika poruszania się użyta w programie Pathfinder (zmienno-sterująca) jest wariantem w oryginalnej technice sterowania, która pozwala modelom uciekających ludzi wybierać takie cząstkowe kierunki poruszania się, żeby ich indywidualny czas ewakuacji był jak najkrótszy. W każdym kolejnym kroku czasowym każdy ewakuujący się użytkownik budynku wybiera najkorzystniejszą dla siebie drogę ucieczki. Aktualizacja modelu zmienno-sterującego następuje po 0,1 s. Model ten uwzględnia możliwość kolizji i bezwładność. Pathfinder zawiera również alternatywny model poruszania się tłumu bazujący na równaniach opisanych w literaturze przedmiotu [6]. Pozwala to na szybkie określenie czasu ewakuacji dla modelu budynku, a nawet dla modelu dużego kompleksu budynków. W programie domyślne ustawienie generuje postać ludzką, która porusza się z prędkością 1,19 m/s i której szerokość ramion wynosi 0,4558 m.

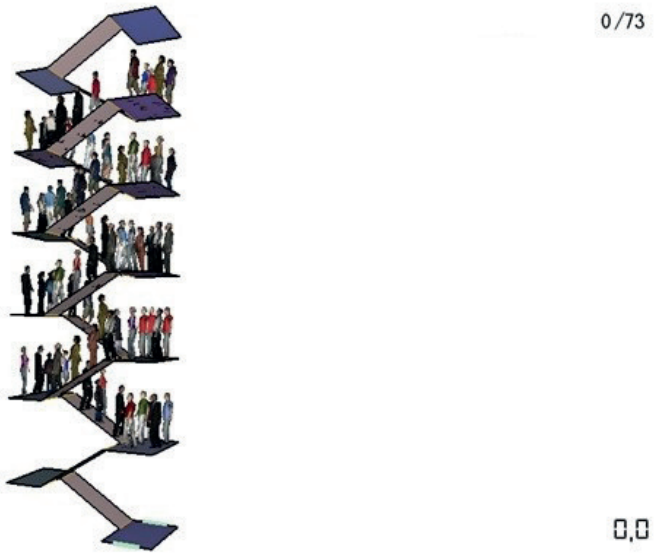
W celu przeprowadzenia symulacji eksperymentu 1 wykonanego w IChP w Warszawie zbudowano podesty spoczników, które połączono schodami. Następnie rozmieszczono poszczególne osoby zgodnie z ryciną 4. Dla każdego eksperymentu wykonano dwie symulacje komputerowe: jedną z wykorzystaniem modelu SFPE (ryc. 6-8) oraz drugą z wykorzystaniem modelu zmienno-sterującego.

A computer simulation of the evacuation, performed using Pathfinder software

With the aim of comparing the calculated (based on evacuation models), real and simulated (obtained through computer models) times of evacuations from buildings, Pathfinder software was used [4, 5]. The software is a special-type simulator in which all pre-defined users are assigned a range of individual features that may influence their movements and decisions in the simulation, independently of other people.

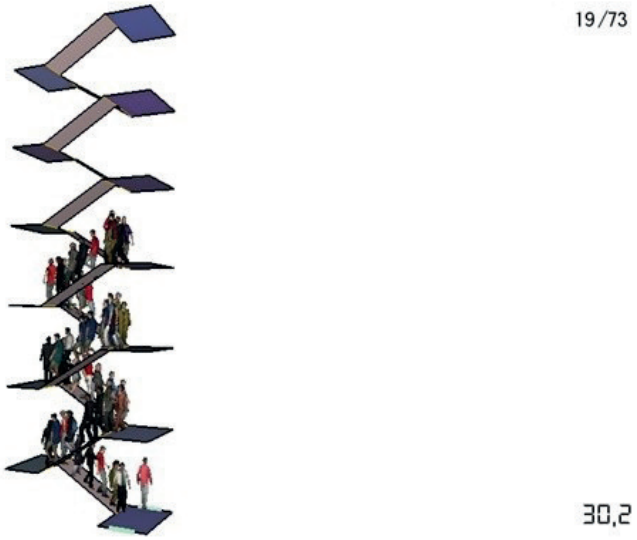
The (variable-control) movement technique used in the software is a variant of an original control technique which enables the evacuee models to choose such partial movement directions that keep their individual evacuation times as short as possible. With each subsequent step, the user evacuating from the building chooses the most convenient escape route. The variable-control model is updated at 0.1-second intervals, taking into account potential collisions and inertia. Pathfinder also comprises an alternative model of movement, based on the formulas described in literature on the subject-matter [6]. It enables a prompt determination of the evacuation time for a model building, including a large building complex. Based on default settings, a human model is generated that moves with a speed of 1.19 m/s and has a shoulder width of 0.4558 m.

In order to perform the simulation for experiment I in IChP in Warsaw, landings were constructed and connected to one another with stairs. Then, individual people were arranged as shown in Figure 4. For each experiment, two computer simulations were performed – one using the SFPE model (Figs. 6–8) and the other based on the variable-control model.

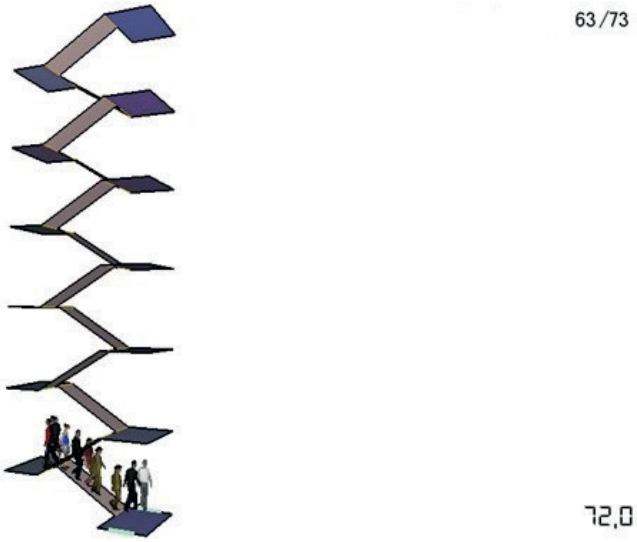


Rycina 6. Rozpoczęcie symulacji ewakuacji – eksperyment I w IChP w Warszawie
Figure 6. Starting the evacuation simulation – experiment I in IChP in Warsaw
Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.

 ISSN 1895-8443



Rycina 7. Widok przebiegu ewakuacji. Czas t = 30,2 s od momentu rozpoczęcia ewakuacji – eksperyment I w IChP w Warszawie
Figure 7. A view of the evacuation route. Time t = 30.2 s from the beginning of the evacuation– experiment I in IChP in Warsaw
Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.



Rycina 8. Końcowy etap ewakuacji. Czas t = 72 s od momentu rozpoczęcia ewakuacji– eksperyment I w IChP w Warszawie
Figure 8. Final stage of the evacuation. Time t = 72 s from the beginning of the evacuation – experiment I in IChP in Warsaw
Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.

Zgodnie z przeprowadzoną symulacją eksperymentu I w IChP w Warszawie przy wykorzystaniu modelu zachowania SFPE czas ewakuacji 73 osób po pionowej drodze ewakuacyjnej wyniósł 81,5 s, natomiast przy wykorzystaniu modelu zmienno-sterującego – 64,3 s. Dla pozostałych eksperymentów postąpiono analogicznie.

Based on the simulation for experiment I in IChP in Warsaw, the evacuation time for 73 people moving along a vertical escape route amounted to 81.5 s using the SFPE model, and to 64.3 s using the variable-control model. Identical procedures were performed for the remaining experiments.

Skrócony opis pozostałych eksperymentów

Jak już wspomniano, przeprowadzono symulacje ewakuacji także z budynków: TVP w Łodzi, UM w Łodzi oraz JRG KP PSP w Pabianicach.

W budynkach TVP w Łodzi oraz UM w Łodzi ewakuacja rozpoczynała się po uruchomieniu sygnalizatorów akustycznych systemu sygnalizacji pożarowej, natomiast w budynku JRG KP PSP w Pabianicach – po ogłoszeniu komunikatu głosowego przez głośniki. W ewakuacji uczestniczyło odpowiednio 136 (TVP w Łodzi), 226 (UM w Łodzi) i 10 osób (JRG KP PSP w Pabianicach). Osoby te przemieszczały się z pomieszczeń korytarzami o szerokości 1,4 m, następnie zaś klatkami schodowymi, w których szerokość biegu schodów wynosiła 1,2 m, a szerokość spoczników na zewnątrz budynków – 1,5 m.

W celach porównawczych, podobnie jak w przypadku eksperymentów przeprowadzonych w IChP w Warszawie, wykonano symulacje komputerowe w programie Pathfinder. W zbudowanych modelach rozmieszczano poszczególnych uczestników ewakuacji zgodnie z listą obecności osób uczestniczących w eksperymencie, przyporządkowując ich do wskazanych miejsc pracy.

Porównanie czasów ewakuacji uzyskanych z wykorzystaniem wybranych modeli matematycznych i symulacji komputerowej

Czasy ewakuacji ludzi z budynków otrzymane eksperymentalnie porównano z czasami analogicznych ewakuacji z budynków obliczanymi teoretycznie za pomocą wybranych, dostępnych w literaturze modeli:

- krytycznego czasu ewakuacji [7, 8],
- Togawy [7, 9–12],
- Melinek i Booth [12, 13],
- Galbreatha [7, 14],
- Paulsa [7, 11, 12, 14] oraz
- symulacji komputerowej wykonanej w programie Pathfinder.

W celu sprawdzenia, za pomocą którego modelu otrzymano najbardziej zbliżone wyniki czasu ewakuacji, do przeprowadzonych badań wykorzystano obliczenie odchylenia wyniku [15], które wyznaczono zgodnie z równaniem (1):

$$O_x = \frac{\left|x_{rz} - x_p\right|}{x_{rz}} \times 100\% \qquad (1)$$

gdzie:
O_x – odchylenie wyniku,
x_{rz} – wartość rzeczywista (w naszym przypadku – czas ewakuacji uzyskany w badaniach),
x_p – wartość zmierzona (w naszym przypadku – czas ewakuacji uzyskany za pomocą modeli obliczeniowych).

Czasy ewakuacji otrzymane za pomocą modeli matematycznych opisanych w dostępnej literaturze oraz za pomocą symulacji komputerowych wykonanych w programie Pathfinder wraz z wyznaczonymi odchyleniami wyników w stosunku do czasów eksperymentalnych przedstawiono w tabeli 1.

A brief description of the remaining experiments

As mentioned above, evacuation simulations were also performed for the following buildings: the Public Television building in Lodz, the Marshal's Office building in Lodz and the building of the Local Fire Rescue Unit in Pabianice.

In the Public Television and Marshal's Office buildings in Lodz, the evacuations started after triggering acoustic signalling devices, forming part of the fire signalling systems, whereas in the building of the Local Fire Rescue Unit in Pabianice it began after sending a voice message through loudspeakers. The evacuations were attended by 136, 226 and 10 people, respectively, in the Public Television building in Lodz, the Marshal's Office building in Lodz and the building of the Local Fire Rescue Unit in Pabianice. These people moved along 1.4-metre-wide corridors, and then on staircases with the flight width of 1.2 m and the external landing width of 1.5 m.

For comparative purposes, as in the case of the experiments conducted in IChP in Warsaw, computer simulations were performed using Pathfinder software. In the constructed models, individual participants of the evacuation were arranged in line with the attendance lists of people taking part in the experiment, by assigning them to their indicated work posts.

A comparison of the evacuation times obtained by means of selected mathematical models and computer simulations

The times of evacuating people from buildings, obtained through experimentation, were compared with the corresponding evacuation times calculated theoretically by means of the selected models described in literature, including:

- the critical evacuation time model [7, 8],
- the Togava model [7, 9–12],
- the Melinek and Booth model [12, 13],
- the Galbreath model [7, 14],
- the Pauls model [7, 11, 12, 14], and
- computer simulations performed using Pathfinder software.

With the aim of verifying which model provided the most accurate evacuation times, the result deviation was applied [15], which was determined as follows (1):

$$O_x = \frac{\left|x_{rz} - x_p\right|}{x_{rz}} \times 100\% \qquad (1)$$

where:
O_x – deviation of the result,
x_{rz} – the actual value (in our case – the evacuation time obtained through experimentation),
x_p – the estimated value (in our case – the evacuation time obtained by means of mathematical models).

The evacuation times obtained by means of the mathematical models described in professional literature as well as through computer simulations performed using Pathfinder software are presented in Table 1, together with the result deviations determined in relation to the experimental times.

ISSN 1895-8443

Tabela 1. Porównanie czasów ewakuacji uzyskanych eksperymentalnie z czasami ewakuacji otrzymanymi za pomocą modeli matematycznych

Table 1. A comparison of the evacuation times obtained through experimentation with the evacuation times obtained by means of mathematical models

Miejsce eksperymentu/ Place of the experiment	Czas ewakuacji – eksperyment [s]/ Time of the evacuation – experiment [s]	Model krytycznego czasu ewakuacji/ The critical evacuation time model		Model Togawy/ The Togava model		Model Melinek i Booth/The Melenik and Booth model		Model Galbreatha/ The Galbreath model		Model Paulsa/ The Pauls model		Symulacja w programie Pathfinder – model SFPE/Simulation in Pathfinder software – the SFPE model		Symulacja w programie Pathfinder – model zmienno-sterujący/ Simulation in Pathfinder software – the variable-control model	
		Czas ewakuacji [s]/ Evacuation time [s]	Odchylenie wyniku [%]/ Deviation of the result [%]	Czas ewakuacji [s]/ Evacuation time [s]	Odchylenie wyniku[%]/ Deviation of the result [%]	Czas ewakuacji [s]/ Evacuation time [s]	Odchylenie wyniku [%]/ Deviation of the result [%]	Czas ewakuacji [s]/ Evacuation time [s]	Odchylenie wyniku [%]/ Deviation of the result [%]	Czas ewakuacji [s]/ Evacuation time [s]	Odchylenie wyniku [%]/ Deviation of the result [%]	Czas ewakuacji [s]/ Evacuation time [s]	Odchylenie wyniku[%]/ Deviation of the result [%]	Czas ewakuacji [s]/ Evacuation time [s]	Odchylenie wyniku[%]/ Deviation of the result [%]
Instytut Chemii Przemysłowej w Warszawie (1 osoba/m^2)/The Institute of Industrial Chemistry in Warsaw (1 person/m^2)	**67.0**	40.5	**39.5**	39.9	**40.4**	74.2	**10.7**	58.5	**12.6**	171.0	**155.2**	81.5	**21.6**	64.3	**4.0**
Instytut Chemii Przemysłowej w Warszawie (2 osoby/m^2)/The Institute of Industrial Chemistry in Warsaw (2 persons/m^2)	**61.0**	40.5	**33.6**	26.6	**56.3**	70.7	**15.9**	49.5	**18.8**	171.0	**180.3**	100.0	**63.9**	64.8	**6.2**
Instytut Chemii Przemysłowej w Warszawie (3 osoba/m^2)/The Institute of Industrial Chemistry in Warsaw (3 persons/m^2)	**60.0**	40.5	**32.5**	21.6	**64.0**	92.4	**54.0**	80.4	**34.0**	171.0	**185.0**	102.0	**70.0**	64.3	**7.1**
Instytut Chemii Przemysłowej w Warszawie (4 osoby/m^2)/The Institute of Industrial Chemistry in Warsaw (4 persons/m^2)	**51.0**	40.5	**20.5**	17.8	**65.0**	136.2	**167.0**	107.2	**110.1**	171.0	**235.2**	100.0	**96.0**	64.3	**26.0**
Budynek Telewizji Polskiej SA Odział w Łodzi/ The Public Television building in Lodz	**292.0**	158.3	**45.7**	159.2	**45.4**	360.6	**23.4**	82.7	**71.6**	215.4	**26.2**	177.0	**39.3**	179.5	**38.5**
Urząd Marszałkowski w Łodzi/ The Marshal's Office building in Lodz	**434.0**	170.8	**60.6**	172.5	**60.2**	365.2	**15.8**	221.8	**48.8**	278.4	**35.8**	239.5	**44.8**	197.8	**54.4**
Komenda Powiatowa Państwowej Straży Pożarnej w Pabianicach/ The District Headquarters of the State Fire Brigade in Pabianice	**41.5**	25.4	**38.7**	26.2	**36.8**	48.7	**17.3**	15.3	**63.1**	126.0	**203.6**	43.0	**3.6**	40.3	**2.8**

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Z przedstawionego zestawienia można wywnioskować, że czasy ewakuacji obliczone za pomocą modeli matematycznych są obarczone różnej wielkości błędem w porównaniu z czasami ewakuacji uzyskanymi podczas przeprowadzonych eksperymentów. Do czasów ewakuacji uzyskanych eksperymentalnie najbardziej zbliżone były te czasy ewakuacji otrzymane dzięki symulacji komputerowej wykonanej za pomocą programu Pathfinder, które obliczono przy wykorzystaniu modelu zmienno-sterującego. W ten sposób uzyskane czasy ewakuacji były obarczone błędem w stosunku do wszystkich przeprowadzonych doświadczalnie ewakuacji – od 2,8% (badanie w JRG KP PSP w Pabianicach) do 54,4% (badanie w UM w Łodzi). Najmniejsze odchylenia wyników w stosunku do czasów rzeczywistych otrzymano w przypadku symulacji wykonanych dla obiektów, które miały nieskomplikowaną geometrię i w których zagęszczenie osób znajdujących się na drogach ewakuacyjnych było małe.

Największe odchylenia wyników – od 26,2% dla czasu ewakuacji z budynku TVP w Łodzi aż do 235,2% dla czasu ewakuacji z budynku IChP w Warszawie, przy zagęszczeniu osób na drodze ewakuacyjnej wynoszącym 4 osoby/m^2 – uzyskano za pomocą modelu Paulsa. Może to wynikać z założeń modelowych dotyczących liczby ludzi ewakuujących się z budynku przypadającej na metr efektywnej szerokości drogi ewakuacyjnej.

Analizując tabelę 1, można zauważyć tendencję, że wraz ze wzrostem zagęszczenia osób na drogach ewakuacyjnych otrzymane za pomocą równań matematycznych czasy ewakuacji obarczone są większym błędem. Podobnie jest z geometrią układu ewakuacyjnego – im prostszy układ i mniejsza liczba ewakuujących się osób, tym czasy ewakuacji są obarczone są mniejszym błędem w stosunku do czasów uzyskanych podczas eksperymentów.

Based on the presented compilation, a conclusion can be drawn that the evacuation times calculated using the mathematical models are flawed to various degrees, when compared to the evacuation times obtained through experimentation. The evacuation times obtained through computer simulations performed using Pathfinder software, which were based on the variable-control model, proved to be the most consistent with the evacuation times obtained through experimentation. The evacuation times obtained through simulations were affected by errors, in relation to all evacuations performed experimentally, ranging from 2.8% (for the experiment conducted in the Local Fire Rescue Unit in Pabianice) to 54.4% (for the experiment conducted in the Marshal's Office building in Lodz). The smallest deviations of the results, in relation to actual values, were obtained for the simulations performed for the buildings which had non-complex geometry, and for which the volume of human traffic along the escape paths was low.

The largest deviations of the obtained results – ranging from 26.2% for the time of evacuation from the Public Television building in Lodz to 235.2% for the time of evacuation from the Institute's building in Warsaw, with the volume of human traffic along the escape route amounting to 4 people/m^2 – were obtained using the Pauls model. This may result from the model assumptions regarding the number of people escaping from the building per 1 metre of an effective width of the escape route.

By analysing the data presented in Table 1, it can be noted that the increasing volume of human traffic along the escape routes, as determined using the mathematical formulas, leads to evaluation times affected by larger errors. A similar trend is observed for the evacuation system geometry – simpler arrangements and lower numbers of evacuees result in less biased evaluation time estimates, in relation to the actual values obtained through experimentation.

Wnioski

Opisane w dostępnej literaturze równania matematyczne pozwalają szybko oszacować czas przejścia ewakuujących się ludzi. Jednak ze względu na prostotę tych równań otrzymane za ich pomocą czasy ewakuacji obarczone są znacznym błędem w porównaniu z czasami rzeczywistymi uzyskanymi podczas eksperymentów.

Występujące różnice między modelowymi czasami ewakuacji a czasami otrzymanymi eksperymentalnie mogą wynikać z tego, że autorzy modeli nie wymagali podzielenia drogi ewakuacyjnej na odcinki poziomych i pionowych dróg ewakuacyjnych, na których ludzie poruszają się z różnymi prędkościami. Wskazane wcześniej modele nie odnoszą się do konieczności uwzględnienia zagęszczenia ludzi na drogach ewakuacyjnych, gdzie wraz z jego wzrostem prędkość przemieszczania się osób maleje. Modele te pozwalają swobodnie założyć prędkość, z jaką mają poruszać się ewakuujący się ludzie, co można zrobić na podstawie dostępnej literatury.

Conclusions

The mathematical formulas described in the available literature enable quick estimations of the movement times of evacuees. However, given the simplicity of these formulas, the evacuation times obtained in this way are significantly flawed, when compared with the actual time checks obtained through experimentation.

The discrepancy between the model-based evacuation times and the times obtained through experimentation can result from the fact that the authors of the models failed to employ a division into horizontal and vertical escape routes, along which people move with different speeds. In addition, the above-mentioned models do not recognise the necessity of incorporating the volume of human traffic, and the fact that the movement speed tends to decrease with increased volume. However, the models allow for making straightforward assumptions of the movement speed of evacuees, based on the available literature.

ISSN 1895-8443

Ze względu na stochastyczny charakter zjawiska do otrzymanych czasów ewakuacji należy podchodzić z pewnym dystansem, ponieważ nie jesteśmy w stanie przewidzieć, jaka grupa ludzi będzie się ewakuować, która z płci będzie w niej dominować, jaki będzie wiek osób czy ich kondycja fizyczna.

Due to the stochastic nature of the phenomenon, the obtained evaluation time estimates should be approached with caution, as we are not able to foresee the evacuation patterns of a specific group of people, and their prevalent gender, age or physical condition.

Literatura

[1] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz. 690 z późn zm).

[2] Cłapa I., Cisek M., Tofiło P., Dziubiński M, *Firefighters ascending and evacuation speeds during counter flow on staircase*, „Safety Science" 2015, 78, 35–40.

[3] Tofiło P., Cisek M., Lacki K., *The study on the effects of the counter-flow on the evacuation of people from tall buildings*, w: *Pedestrian and Evacuation Dynamics 2012*, Edytorzy: Peacock R., Kuligowski E., Averill J., Springer, Londyn 2014, 509–520.

[4] http://www.pyrosim.pl/pathfinder-symulacja-ewakuacji-z-budynku/budownictwo-ogrzewnictwo.html [dostęp: 4.05.2015].

[5] *Pathfinder 2011, instrukcja obsługi – wersja 2011.2*, Thunderhead Engineering, Stigo.

[6] *Engineering guide to human behavior in fire*, SFPE, 2003.

[7] Cłapa I, Porowski R. Dziubiński M., *Wybrane modele obliczeniowe czasów ewakuacji*, BiTP Vol. 24 Issue 4, 2011.

[8] Shih N.J., Lin C.Y., Yang C.H., *A virtual-reality-based feasibility study of evacuation time compared to the traditional calculation metod*, „Fire Safety Journal" 2000(34), 377–391.

[9] Mizieliński B., *Systemy oddymiania budynków wentylacja*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1999.

[10] *Procedury organizacyjno-techniczne w sprawie spełnienia wymagań w zakresie bezpieczeństwa pożarowego w inny sposób, niż to określono w przepisach techniczno-budowlanych, w przypadkach wskazanych w tych przepisach, oraz stosowania rozwiązań zamiennych*, Komenda Główna PSP, Warszawa 2008.

[11] Cote A.E., *Fire Protection Handbook*, National Fire Protection Association, Quincy, MA 2003.

[12] Cłapa I., *Analysis of selected calculation models for evacuation times*, w: *Emergency Evacuation of People from Buildings*, P. Kępka, W. Jaskółowski (red.), BEL Studio, Warszawa 2011, 71–81.

[13] Siikonen M.L., Hakonen H., *Efficient evacuation methods in tall buildings*, „Elevator World" 2003, 8, 117–123.

[14] Pauls J., *Calculating evacuation times for tall buildings*, „Fire Safety Journal" 1987, 12.

[15] http://www.wstt.edu.pl/pliki/materialy/fizyka/pomiarfizyczny.pdf [dostęp: 12.03.2017].

MGR INŻ. IWONA ORŁOWSKA – absolwentka Wydziału Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego Szkoły Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie, funkcjonariusz Państwowej Straży Pożarnej. Obecnie jest doktorantką na Wydziale Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska Politechniki Łódzkiej. Jako przedmiot swoich zainteresowań naukowych wybrała modelowanie numeryczne procesów ewakuacji oraz inżynierię bezpieczeństwa pożarowego.

PROF. DR HAB. INŻ. MAREK DZIUBIŃSKI – pracownik naukowy Politechniki Łódzkiej. Na tej uczelni obecnie pełni funkcję kierownika Katedry Inżynierii Chemicznej na Wydziale Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska. Naukowo interesuje się: przepływami wielofazowymi ze szczególnym uwzględnieniem przepływów dwufazowych ciecz – gaz cieczy newtonowskich i nienewtonowskich, reologią i reometrią techniczną, elementami ryzyka i bezpieczeństwa procesowego (wypływy jedno- i dwufazowe z rurociągów i zbiorników) oraz utrzymywaniem emulsji i ich właściwościami.

IWONA ORŁOWSKA, M.ENG. – she graduated from the Faculty of Fire Safety Engineering at the Main School of Fire Service in Warsaw. She is an officer of the State Fire Service. Currently a Ph.D. student at the Faculty of Process and Environmental Engineering of the Lodz University of Technology. Her principal research interests involve the numerical modelling of evacuation processes and fire safety engineering.

PROF. MAREK DZIUBIŃSKI, D.SC. ENG. – a research fellow at the Lodz University of Technology, currently serves as the Head of the Department of Chemical Engineering at the Faculty of Process Engineering and Environmental Protection. His scientific interests revolve around multiphase flows, with particular emphasis on Newtonian and non-Newtonian liquid-gas liquid flows, rheology and technical rheometry, risk and process safety elements (single- and two-phase outflows from pipelines and reservoirs), and the maintenance of emulsions and their properties.

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Stworzenie anglojęzycznych wersji oryginalnych artykułów naukowych wydawanych w kwartalniku „BITP. Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza" – zadanie finansowane w ramach umowy 658/P- DUN/2018 ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych na działalność upowszechniającą naukę.

mgr inż. Vladimir Bakanov[a)]*; mgr inż. Julia Mazur[b)]

[a)] *ЧП „Артон" / ARTON company*
[b)] *Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego – Państwowy Instytut Badawczy/ Scientific and Research Centre for Fire Protection – National Research Institute*
**Autor korespondencyjny / Corresponding author: technical@arton.com.ua*

Nowe wymogi dla autonomicznych czujek dymu

New Requirements for Smoke Alarm Devices

Новые требования к пожарным сигнализаторам дыма

ABSTRAKT

Cel: Celem artykułu jest przedstawienie opóźnienia procesu standaryzacji w zakresie autonomicznych czujek dymu w stosunku do obecnego poziomu technologicznego tych urządzeń, a także identyfikacja błędów i nieścisłości w zapisach projektu normy prEN 14604. Dodatkowo celem artykułu jest zaproponowanie kierunków oceny ilościowej szeregu parametrów czujek dymu.
Wprowadzenie: W artykule krótko przedstawiono historię rozwoju autonomicznych czujek dymu (od pierwszej jonizacyjnej czujki dymu typu 710 do miniaturowej autonomicznej czujki dymu i czujki multidetektorowej), a także historię międzynarodowych norm w tym zakresie (od pierwszej normy międzynarodowej ISO 12239 do projektu normy prEN 14604:2016).
Metody: Omówiono główne założenia projektu normy prEN 14604, które są inne niż występujące w obecnie stosowanej normie EN 14604:2005. Zwrócono uwagę na niedopuszczalne używanie różnej terminologii w dokumencie normatywnym dla tego samego pojęcia. Ujawniono błędy techniczne w materiałach graficznych. Zaproponowano treść niektórych rozdziałów normy oraz uzupełnienie wymagań technicznych dla autonomicznych czujek dymu o parametry ilościowe. Zarekomendowano metodę sprawdzenia mechanizmu kompensacji zmian czułości autonomicznych czujek dymu poprzez utrzymanie wysokiej stabilności i niezbędnej prędkości wzrostu określonej gęstości optycznej powietrza w ograniczonej objętości.
Wyniki: Zaproponowano wprowadzenie skrótu literowego SAD (*Smoke Alarm Devices*) i używanie go w całym tekście. Przedstawiono błędy w rysunkach znajdujących się w załącznikach G oraz I. Zaprezentowano nowe brzmienie rozdziału 3.1.6. Wystąpiono z propozycją dokonania zmian w rozdziałach 4.2.1.1 i 4.2.1.5. Zalecono uzupełnienie rozdziału 3.1.7. Przytoczono dowody na nietożsamość pojęć *response value* i *sensitivity*. Zasygnalizowano możliwość stworzenia stanowiska do sprawdzenia mechanizmu kompensacji zmian czułości autonomicznych czujek dymu. Potwierdzono konieczność wprowadzenia ilościowej oceny siły działającej na podzespoły urządzenia w celu ujednoznacznienia wniosków z badań. Wskazano na potrzebę zmiany wymagań technicznych w zakresie instalacji czujek autonomicznych na ścianie.
Wnioski: Uwzględnienie przedstawionych propozycji zmian w normach zarówno europejskich, jak i krajowych pozwoli opracować dokumenty normatywne, które będą jednoznacznie interpretowane podczas prowadzenia badań autonomicznych czujek dymu w laboratoriach badawczych oraz w warunkach produkcyjnych.
Słowa kluczowe: prEN 14604, autonomiczne czujki dymu, wymagania dla funkcji fakultatywnych, kompensacja zmian czułości
Typ artykułu: artykuł przeglądowy

Przyjęty: 29.03.2018; Zrecenzowany: 29.06.2018; Zatwierdzony: 05.07.2018;
Procentowy wkład merytoryczny: V. Bakanov – 75%; J. Mazur – 25%;
Identyfikatory ORCID autorów: V. Bakanov – 0000-0002-4098-9277; J. Mazur – 0000-0002-9124-3424;
Proszę cytować: BiTP Vol. 50 Issue 2, 2018, pp. 120–131, doi: 10.12845/bitp.50.2.2018.9;
Artykuł udostępniany na licencji CC BY-SA 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

ABSTRACT

Objective: The objective of this article is to present delays in the standardisation of smoke alarm devices in relation to the present technological advancement of such devices, and to identify errors and irregularities in draft prEN 14604 standard. In addition, the project aims at proposing directions for the quantitative evaluation of a number of parameters of smoke alarm devices.
Background: The article presents a brief history of the development of smoke alarm devices (from the first type 710 ionisation smoke detector to ASD-10QR miniature autonomous smoke detector and Nest Protect multi-sensor detector), along with the history of the relevant international standards (from the first ISO 12239 to draft rEN 14604:2016).
Methods: The main principles of the draft standard prEN 14604, which differ from those present in the currently binding EN 14604:2005, are discussed. Attention is drawn to the unacceptable use of various terms for one concept in the reference standard. Technical errors in images are demonstrated. The content of specific clauses of the standard is suggested, along with the proposed addition of quantitative parameters for the technical requirements for

smoke alarm devices. A method of checking the mechanism of sensitivity fluctuation compensation in smoke alarm devices is proposed by retaining a high stability and the necessary rate of optical air density rise in a limited volume.
Results: The abbreviation SAD (*Smoke Alarm Devices*) is proposed and used in the entire text. Errors in figures included in Annexes G and I are demonstrated, and the new wording of Clause 3.1.6 is proposed. A suggestion is also made to introduce changes to Clause 4.2.1.1 and 4.2.1.5, along with adding a new content to Clause 3.1.7. Evidence proving the non-equivalence of *response value* and *sensitivity* is presented. The possibility of creating a station for checking the mechanism of sensitivity fluctuation compensation in smoke alarm devices is indicated. The necessity of introducing the quantitative evaluation of the forces impacting on the device components is confirmed, in order to make the study results unambiguous. Finally, the need to change the technical requirements for wall-mounting smoke alarm devices is indicated.
Conclusions: Taking into consideration the proposed changes to the European and national standards will make it possible to develop standards which will be unambiguously interpreted during smoke alarm device tests carried out in research laboratories and in production environment.
Key words: prEN 14604, smoke alarm devices, requirements for optional functions, sensitivity fluctuation compensation
Article type: review article

Received: 29.03.2018; Reviewed: 29.06.2018; Accepted: 05.07.2018;
Percentage contribution: V. Bakanov – 75%; J. Mazur – 25%;
Authors' ORCID IDs: V. Bakanov – 0000-0002-4098-9277; J. Mazur – 0000-0002-9124-3424;
Please cite as: BiTP Vol. 50 Issue 2, 2018, pp. 120–131, doi: 10.12845/bitp.50.2.2018.9;
This is an open access article under the CC BY-SA 4.0 license (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

АННОТАЦИЯ

Цель: Целью статьи является показать запаздывание процесса стандартизации в области пожарных сигнализаторов дыма от реального уровня техники в этом направлении; выявить ошибки и неточности в тексте проекта стандарта prEN 14604; дать предложения по количественной оценке ряда параметров.
Введение: В статье была представлена краткая история развития пожарных сигнализаторов дыма (от первого серийного ионизационного сигнализатора дыма модели 710 до самого миниатюрного радиоканального сигнализатора дыма и комбинированного интеллектуального сигнализатора), а также история международных стандартов в этой области (от первого международного стандарта ISO 12239 до проекта стандарта prEN 14604:2016).
Методы: Выделены основные положения проекта стандарта prEN 14604, которые являются новыми относительно действующего нормативного документа. Отмечена недопустимость использования в нормативном документе нескольких терминов для одного и того же понятия. Выявлены технические ошибки в графических материалах. Представлены рекомендованные формулировки нескольких разделов. Дополнены технические требования к пожарным сигнализаторам дыма количественными характеристиками. Предложен метод проверки механизма компенсации дрейфа чувствительности путем поддержания с высокой стабильностью и обеспечения роста с необходимой скоростью удельной оптической плотности воздуха в ограниченном объеме для пожарного сигнализатора дыма.
Результаты: Предложено ввести буквенную аббревиатуру S. A. D. – Smoke Alarm Devices и использовать ее во всем тексте. Показаны ошибки в графических материалах приложений G и I. Представлена новая формулировка раздела 3.1.6. Предложены изменения в разделах 4.2.1.1 и 4.2.1.5. Рекомендовано дополнить раздел 3.1.7. Приведены доказательства не тождественности понятий "response value" и "sensitivity". Показана техническая возможность построения установки для проверки механизма компенсации дрейфа чувствительности пожарных сигнализаторов дыма. Доказана необходимость введения количественной оценки усилий прилагаемых к компонентам изделия для однозначных выводов по результатам испытаний. Показана необходимость изменения технических требований при установке пожарных сигнализаторов на стене.
Выводы: Учет указанных недостатков и представленных предложений, как в европейских, так и в национальных стандартах позволит получить нормативные документы, которые будут однозначно трактоваться при проведении испытаний пожарных сигнализаторов дыма в сертификационных центрах и в производственных условиях.
Ключевые слова: prEN 14604, пожарный сигнализатор дыма, обязательные требования для необязательных функций, компенсация дрейфа чувствительности
Вид статьи: обзорная статья

Принята: 29.03.2018; Рецензирована: 29.06.2018; Одобрена: 05.07.2018;
Процентное соотношение участия в подготовке статьи: V. Bakanov – 75%; J. Mazur – 25%;
Идентификаторы ORCID авторов: V. Bakanov – 0000-0002-4098-9277; J. Mazur – 0000-0002-9124-3424;
Просим ссылаться на статью следующим образом: BiTP Vol. 50 Issue 2, 2018, pp. 120–131, doi: 10.12845/bitp.50.2.2018.9;
Настоящая статья находится в открытом доступе и распространяется в соответствии с лицензией CC BY-SA 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Wprowadzenie

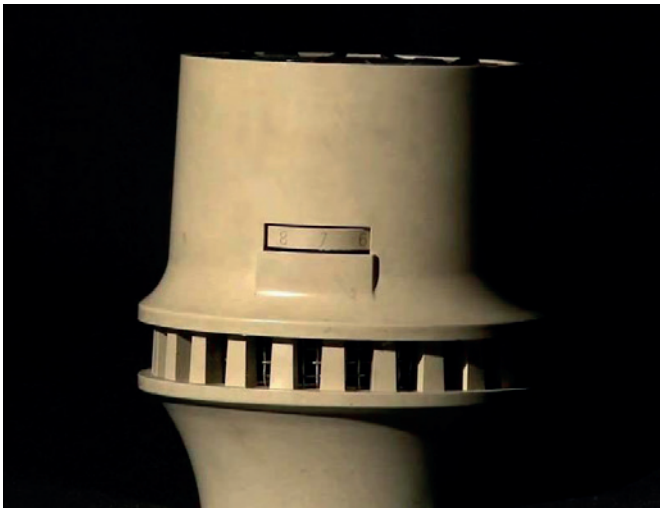
Obecnie autonomiczna czujka dymu jest jednym z najbardziej skutecznych urządzeń zapobiegających występowaniu ofiar śmiertelnych podczas pożarów [1–5]. Zgodnie ze statystyką międzynarodową większość pożarów odnotowywana jest w domach i mieszkaniach [6–7]. Dlatego w postępowych

Background

Nowadays, smoke alarm devices are among the most effective devices when it comes to preventing fatalities during fires [1–5]. In accordance with international statistics, most fires are recorded in houses and flats [6–7]. For this reason, the progressive countries introduced guidelines for the

państwach już dawno wprowadzono obowiązkowe wytyczne dotyczące instalowania autonomicznych czujek dymu w pomieszczeniach mieszkalnych. Od czasu wyprodukowania w 1965 r. pierwszej seryjnej czujki dymu (ryc. 1) wyrób ten był wielokrotnie modyfikowany [8].

installation of smoke alarm devices on residential premises a long time ago. Since the inception of the first mass-produced smoke alarm (Fig. 1) in 1965, this product has been repeatedly modified [8].



Rycina 1. Pierwsza autonomiczna czujka dymu z 1965 r. [8]
Figure 1. The first smoke alarm device of 1965 [8]

Zastosowane w czujkach innowacyjne rozwiązania techniczne miały swoje odzwierciedlenie w dokumentach normatywnych określających wymagania dla tych urządzeń. Pierwszą normą międzynarodową dotyczącą czujek dymu był dokument ISO 12239 [9], który ukazał się w 2003 roku. Oprócz typowych wymagań dla detektora dymu, które były analogiczne do wymogów dla punktowych czujek dymu, wyżej wymieniony dokument zawierał wymagania specjalne dotyczące sygnalizacji akustycznej o pożarze (zasilanej zarówno z baterii, jak z sieci elektroenergetycznej), urządzenia do testowania czujki oraz szereg dodatkowych funkcji fakultatywnych.

W 2005 r. ukazała się obecnie obowiązująca norma EN 14604 [10], która w 2008 r. została częściowo zmieniona.

The innovative technical solutions used in smoke alarm devices were reflected in the normative documents determining the requirements for such devices. ISO 12239 [9], published in 2003, was the first international standard concerning smoke alarm devices. In addition to the requirements typical of smoke detectors, which corresponded to those for point detectors, the aforementioned document included special requirements concerning fire alarm sounders (powered by batteries or from mains), detector testing devices and a range of additional optional functions.

The currently binding standard EN 14604 [10] was published in 2005 and then partly amended in 2008.

Nowoczesne czujki dymu a zapisy normatywne

Przy projektowaniu nowego wyrobu w pierwszej kolejności należy skupić się na wymaganiach technicznych jego dotyczących, a opisanych w normie. Należy jednak zauważyć, że wymagania są określane nie tylko w normach. Powinno się uwzględnić również ogólny poziom wiedzy technicznej i popyt rynkowy.

Współcześnie poziom technologiczny co 5–7 lat znacząco się zmienia. W takiej sytuacji naturalne jest to, że normy nie odzwierciadlają obecnego poziomu rozwoju technologicznego wyrobów głównych światowych producentów.

Za przykłady innowacyjnych rozwiązań mogą posłużyć chociażby miniaturowe autonomiczne czujki dymu zawierające jedną baterię. Bateria taka może zapewnić poprawną pracę urzą-

Modern smoke alarm devices vs. provisions of the standard

When preparing a new product, one should first focus on the relevant technical requirements described in the standard. These requirements, however, are not specified exclusively in the standards. The general level of technical knowledge and market demand should also be taken into account.

Nowadays, the technological level is changing significantly every 5–7 years. Considering that, it is natural that the standards do not reflect the present level of technological development of the products offered by leading producers around the world.

Examples of innovative solutions include small smoke alarm devices with only one battery. Such a battery can ensure the normal operation of the device for 10 years of use. A multi-de-

ISSN 1895-8443

dzenia przez 10 lat jego użytkowania. Innym przykładem jest czujka multidetektorowa z sygnalizacją akustyczną i transmisją komunikatów do telefonu.

Zmiany w normie EN 14604

Międzynarodowa norma EN 14604 już nie zaspokaja w pełni potrzeb użytkownika czujek dymu. To doprowadziło m.in. do pojawienia się wymagań VdS 3131 [11] oraz VdS 3515 [12], a następnie – projektu nowej wersji normy prEN 14604 [13].

Wymagania zawarte w normie VdS 3131 nie zostały jednak uwzględnione w obecnej wersji projektu normy. Wersja ta nie zawiera bardziej rygorystycznych wymagań obejmujących cały okres eksploatacji czujek z wbudowaną na stałe baterią. W ten sposób badanie czujki autonomicznej z wbudowaną na stałe baterią, przeprowadzane w celu otrzymania certyfikatu zgodności Q [14], będzie traktowane jako osobny proces, wymagany tylko w niektórych krajach, na przykład w Niemczech.

Należy wspomnieć, że w projekcie normy EN 14604 nie zawarto również w pełnym zakresie tych wymagań dotyczących czujek radiowych, które znajdują się w normie VdS 3515. Wprowadzone wymagania w tym obszarze są bardzo ograniczone w porównaniu z wymaganiami zawartymi w normie EN 54-25 [15].

Z dokonanej przez autorów analizy wynika, że nowe parametry zawarte w projekcie normy EN 14604 zostały wymienione w rozdziale wprowadzającym *Przedmowa europejska*. EN 14604:2016 zawiera nowe rozdziały i załączniki oraz następujące zmiany:

a) wymagania dla bezpieczeństwa elektrycznego autonomicznych czujek dymu zasilanych z sieci elektroenergetycznej oraz czujek z niskim poziomem napięcia podano w tabeli (EN 14604:2005, 4.12.1 i 5.12.1);
b) zgodnie z wymaganiami mandatu przeanalizowano rozdział 4 w celu zapisania w tym rozdziale wszystkich wymagań. Rozdział 5 przeanalizowano w celu zapisania wszystkich badań zgodnie z rozdziałem 4;
c) dodano wymagania dla badań wytrzymałości na wilgotne gorąco stałe przez 21 dni;
d) uzupełniono wymogi dotyczące stopnia ochrony obudowy IP;
e) zmieniono metody badania sygnalizacji akustycznej;
f) dodano wymagania dla czujek dymu wykorzystujących łączność radiową;
g) dodano wymagania dotyczące sygnalizacji optycznej;
h) dodano zapis, że czujki z wbudowanymi bateriami powinny być automatycznie podłączone do źródła zasilania, gdy są zainstalowane w gnieździe (rozdział 8.3 w nowym wydaniu normy);
i) w rozdziałach 4.2.2.3, 5.2.3.2 i w załączniku M przeanalizowano wymagania dotyczące pojemności baterii. Obecnie w autonomicznych czujkach wymagane są baterie, których żywotność wynosi minimum 3 lata. Procedura szacowania żywotności baterii została przedstawiona w normie;
j) czujki zasilane z sieci elektroenergetycznej muszą mieć wbudowane zasilanie rezerwowe;

tector device with an alarm sounder and message transmission to a telephone can serve as another example.

Changes to EN 14604

EN 14604 no longer fully satisfies the needs of smoke alarm device users. This has led, among other things, to the emergence of VdS 3131 [11] and VdS 3515 [12], and then to an amended draft version of prEN 14604 [13].

The requirements of VdS 3131 were not taken into account in the present version of the standard. This version does not include the stricter requirements covering the entire period of use of smoke alarm devices with built-in batteries. As a result, the testing of smoke alarm devices with built-in batteries, conducted with a view to obtaining the Q certificate of conformity [14], will be treated as a separate process, required only in selected countries, e.g. in Germany.

It is worth noting that the draft EN 14604 also does not include all the requirements for radio detectors, which are provided for in VdS 3515. The requirements introduced in this respect are very limited in comparison with those in EN 54-25 [15].

As analysed by the authors, the new parameters included in the draft EN 14604 are enumerated in the introductory chapter *European foreword.* EN 14604:2016 includes new clauses and annexes as follows:

a) Electrical safety requirements for mains powered smoke alarms and extra low voltage smoke alarms have been revised and clarified by adding a table (EN 14604:2005, 4.12.1 and 5.12.1);
b) as required by the mandate, Clause 4 has been revised to state all the requirements. Clause 5 has been revised to state all the corresponding tests;
c) additional requirements for 21 day humidity (endurance) have been included;
d) additional requirements for ingress for foreign bodies have been included;
e) the sound output test method has been modified;
f) requirements for smoke alarms using radio links have been added;
g) requirements for visual alarm indication have been added;
h) alarms with built-in batteries are to be automatically connected to their power source on installation (8.3 in the revised standard);
i) battery capacity requirements in 4.2.2.3, 5.2.3.2 and Annex M revised and now require primary battery powered smoke alarms to have a minimum of 3 years battery service life. Details of the assessment of battery service life are included;
j) mains powered smoke alarms are required to have an integral backup power supply;

k) funkcję wyciszania alarmu i funkcję testowania przeanalizowano i zastąpiono tymczasowym odłączeniem i wyciszaniem sygnału alarmowego;
l) dodano rozdział 6 Ocena i weryfikacja stałości użytkowych wyrobów (AVCP);
m) dodano rozdział 7 Klasyfikacja i oznaczenie;
n) dodano rozdział 8 Znakowanie, etykiety i opakowanie;
o) rozdział 8 uzupełniono o wykaz wytycznych;
p) dodano załączniki L, M, N i R.

Zasadniczo nowe są parametry techniczne sygnalizacji akustycznej i metody jej weryfikacji.

Wymagania dotyczące czujki dymu bardziej przypominają wymagania dla sygnalizatora akustycznego, które są określone w normie EN 54-3 [16], a które zakładają sprawdzenie charakterystyki kątowej w dwóch osiach oraz przeprowadzenie wielu pomiarów i obliczeń. Byłoby lepiej dla użytkowników danej normy, gdyby została ona uzupełniona o materiały graficzne i wyjaśnienia, tak jak to jest w normie dla sygnalizatorów akustycznych.

Nowy dokument zawiera również wymagania obowiązkowe dotyczące funkcji opcjonalnych. Można to zauważyć właściwie od pierwszych stron dokumentu.

Na przykład sygnalizacja optyczna zadziałania czujki, która jest opcjonalna dla jednej czujki dymu, powinna obowiązkowo znajdować się w kilku połączonych ze sobą autonomicznych czujkach dymu, z których można m.in. stworzyć sieć lokalną. Wymóg ten wynika z tego, że w sieci lokalnej czujka, która jako pierwsza wykryje pożar, wyda sygnał nie tylko akustyczny, ale także optyczny.

Pozostałe czujki będą przekazywać tylko sygnał akustyczny.

W nowym dokumencie są poza tym dodatkowe wymagania dotyczące tymczasowych trybów działania takiej sygnalizacji optycznej (czego nie ma w obecnie obowiązującej normie), zgodnie z którymi:

– w trybie alarmu pożarowego sygnalizacja optyczna powinna świecić w sposób ciągły lub migać z częstotliwością 1 Hz;
– w każdym innym trybie pracy można użyć tego samego sygnalizatora, ale przy częstotliwościach nie wyższych niż 0,2 Hz.

k) alarm silence facility test function has been revised and replaced by temporary disablement and alarm muting;
l) Clause 6, “Assessment and verification of constancy of performance (AVCP)”;
m) Clause 7, “Classification and designation”;
n) Clause 8, “Marking, labelling and packaging”;
o) content of the technical manual added in Clause 8;
p) Annex L, M, N and R have been added.

In principle, the new items include the technical parameters of sound output and the methods of its verification.

The requirements for smoke alarms resemble those for alarm sounders, which are described in EN 54-3 [16], and which provide for checking the angle-dependant characteristics in two axes, and conducting many measurements and calculations. Users of the given standard would benefit from its being supplemented with graphical elements and explanations, as it is the case in the standard for alarm sounders.

The new document also includes compulsory requirements for optional functions. This is noticeable practically from the initial pages of the document.

For example, the optical signalling of the smoke alarm operation, which is optional for one such alarm, should be compulsory for several interconnected smoke alarm devices which are used, e.g., as a local network. This requirement results from the fact that in a local network, the smoke alarm which first detects the fire will sound the alarm and indicate it visually.

Other alarm devices will only transfer the audio signal.

The new document also includes additional requirements concerning temporary modes of operation of such visual signalling (which is not covered by the standard in force), in accordance with which:

– in the fire alarm mode, the visual signalling should be lit continuously or flash with a frequency of 1 Hz;
– in all other modes of operation, the same signaller may be used, with frequencies up to 0.2 Hz.

Analiza krytyczna projektu normy

Podobnie jak w każdym nowym dokumencie, tak i w analizowanym projekcie normy można znaleźć błędy i nieścisłości, które należałoby poprawić.

1. Mimo że w tytule omawianego dokumentu oraz w rozdziale 3.1.16 zawierającym definicję pojęcia „wyrób” nazwa wyrobu jest ściśle określona, a mianowicie *smoke alarm devices*, w tekście dokumentu oprócz tego terminu stosowane są też inne terminy oznaczające ten sam wyrób, m.in. *smoke alarm* i *unite*. Na podstawie prowadzonych analiz autorzy proponują zastosować w rozdziale 3.2 skrót literowy, na przykład SAD (*Smoke Alarm Devices*), i używać go w całym tekście.

A critical analysis of the draft standard

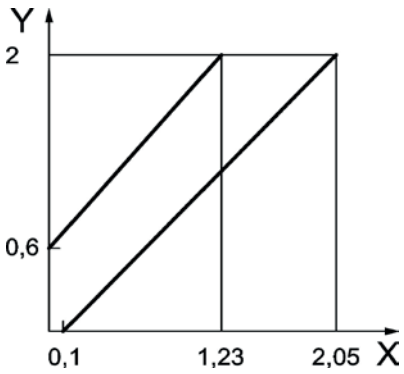
As it is the case with every new document, the draft standard in question has errors and irregularities worth amending.

1. Despite the name of the product being precisely determined as *smoke alarm devices* in the title of the analysed document and its Clause 3.1.16 including the definition of “product”, the body of the document also includes other terms for the same product, such as *smoke alarm* and *unit*. Based on the conducted analysis, the authors of this paper suggest the introduction of an abbreviation, for example SAD (*Smoke Alarm Devices*), and its consistent use throughout the standard.

ISSN 1895-8443

2. W rozdziale 4.2.2.2 d, 4.2.2.3 i 4.2.2.3 d podane są nieprawidłowe odesłania do innych rozdziałów normy. Zdaniem autorów odesłania powinny dotyczyć rozdziału 4.2.1.2 i 4.2.6.
3. Zapis współrzędnych na rysunkach w załączniku G nie odpowiada podpisom – w jednym miejscu jest X i Y, a w drugim – 1 i 2 (ryc. 2):

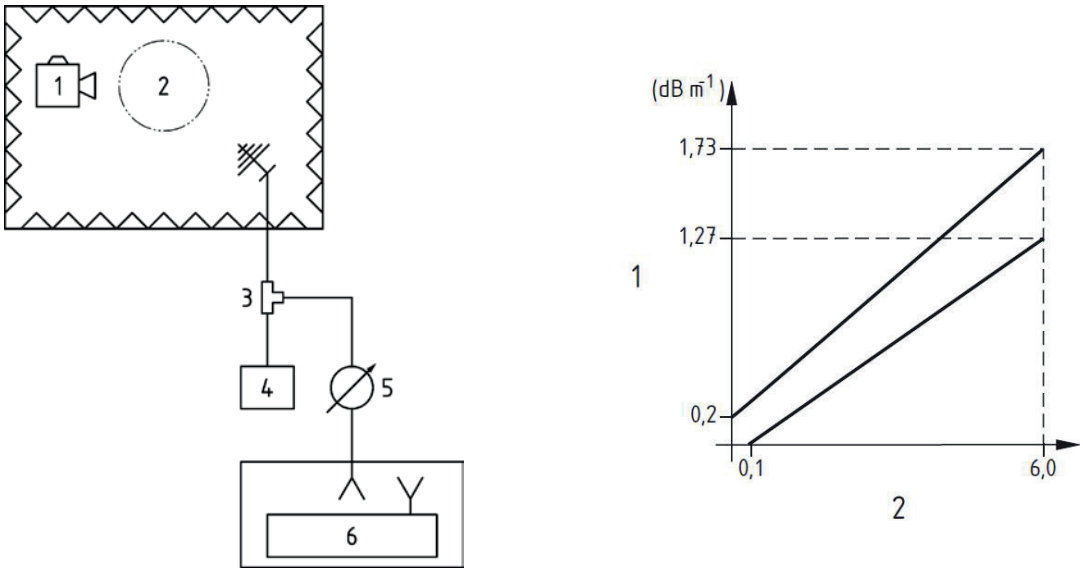
2. Clauses 4.2.2.2 d, 4.2.2.3 and 4.2.2.3 d include incorrect references to other clauses of the standard. According to the authors, these references should concern Clauses 4.2.1.2 and 4.2.6.
3. The coordinates in images in Annex G are inconsistent with the captions - X and Y in one case, and 1 and 2 in the other case (Fig. 2):



Rycina 2. Legenda 1 m – wartość (dB/m) 2y – wartości [2]
Figure 2. Key 1 m – value (dB/m) 2y – values [13]

4. Załącznik I zawiera rysunki I.1 oraz I.2 pochodzące z załącznika, dotyczącego komunikacji radiowej – zamiast rys. 3 powinien być rys. 4.

4. Annex 1 includes Figures I.1 and I.2 which originate from the annex concerning radio communications - there should be Fig. 4 instead of Fig. 3.



Rycina 3. Błędnie zamieszczone rysunki I.1 oraz I.2. Poprawny rysunek po prawej
Figure 3. Erroneously placed Figures I.1 and I.2. The correct figure is on the right
Źródło: pr EN 14604:2016 Smoke alarm devices.
Source: pr EN 14604:2016 Smoke alarm devices.

5. W rozdziale 4.2.1.1 niejednoznacznie określono miejsca obserwacji sprawności sygnalizacji optycznej (ewentualnie wskaźniki świetlne): „All mandatory indicators shall be visible from a distance of at least 1 m from a line perpendicular to the mounting sufrace of the smoke alarm device, in an ambient light intensity up to 500 lx".

5. In Clause 4.2.1.1 the place of observation of visual signalling (or light indicators) is determined ambiguously: "All mandatory indicators shall be visible from a distance of at least 1 m from a line perpendicular to the mounting surface of the smoke alarm device, in an ambient light intensity up to 500 lx".

Odległość 1 m należy mierzyć wzdłuż prostopadłej linii przechodzącej przez środek czujki. Wymagana jest więc niewielka korekta treści rozdziału 4.2.1.1: „...at least 1 m on a line...".

6. W punkcie 4.2.1.5 podano przykład urządzeń (element do wyciszania alarmu i nadajnik), które nie muszą być połączone z czujką dymu. Bardziej praktyczne będzie rozważenie możliwości podłączenia czujki autonomicznej i urządzenia nadawczo-odbiorczego (*transceiver*).
7. Rozdział 3.1.6 *Detachable* nie jest związany z definicją samego wyrobu (zob. 3.1.16), dlatego autorzy proponują następujące brzmienie:
   „Zdejmowalna pożarowa czujka dymu to autonomiczna czujka dymu (zob. rozdział 3.1.16) składająca się z dwóch elementów: głowicy i gniazda, które mogą być rozłączane między sobą w celu przeprowadzenia konserwacji bez uszkodzenia żadnego elementu".
8. Rozdział 3.1.7 *Fault condition* wymaga doprecyzowania samej definicji. Na przykład wskazane jest podanie przykładów możliwych uszkodzeń, np.: za niski poziom baterii, znaczące zabrudzenie detektora.
9. W projekcie EN 14604 użyto kilka terminów, dla których brak jest definicji w normie:
   – fire sensivity (czułość pożarowa) (4.7; tabela 1; 5.7.1; 5.7.1.2.1l; tabela 5; tabela ZA.1; treść);
   – smoke alarm's sensivity (czułość czujki) (4.4; 5.1.1.5);
   – *initial sensivity (czułość początkowa)* (treść; 5.8.3.2.4; 4.3.3; 5.8.2.2.2.2; 5.1.1.6; 5.8.4.1.2.2; tabela 1; 5.8.4.2.2.5; 5.3.3; 5.8.4.3.2.5; 5.3.3.2; 5.8.4.4.2.4; 5.8.1.1.2; 5.8.5.2.3; 5.8.1.2.2; tabela 5; 5.8.2.1.2.2; tabela ZA.1).

The distance of 1 m should be measures along the perpendicular line going through the centre of the SAD. Therefore, a small change should be introduced to Clause 4.2.1.1: "...at least 1 m on a line...".

6. Point 4.2.1.5 gives an example of devices (an alarm muting element and a transmitter) which do not have to be connected to the SAD. Considering the possibility of connecting the SAD and a transceiver would be more practical.
7. Clause 3.1.6 *Detachable* is not related to the definition of the product (see 3.1.16), and, therefore, the authors suggest amending it so it has the following wording:
   "A detachable smoke alarm device is a smoke alarm device (see Clause 3.1.16) composed of two components: a head and a socket, which can be detached from each other for maintenance without any damage to either component".
8. Clause 3.1.7 Fault condition requires a more specific definition. For example, it is recommended to provide examples of possible damage, e.g. battery being too low or considerable soiling of the detector.
9. Draft EN 14604 includes several terms which are not defined in the standard:
   – *fire sensitivity* (4.7; Table 1; 5.7.1; 5.7.1.2.1l; Table 5; Table ZA.1; Contents);
   – smoke alarm's sensitivity (4.4; 5.1.1.5);
   – initial sensitivity (Contents; 5.8.3.2.4; 4.3.3; 5.8.2.2.2.2; 5.1.1.6; 5.8.4.1.2.2; Table 1; 5.8.4.2.2.5; 5.3.3; 5.8.4.3.2.5; 5.3.3.2; 5.8.4.4.2.4; 5.8.1.1.2; 5.8.5.2.3; 5.8.1.2.2; Table 5; 5.8.2.1.2.2; Table ZA.1).

Jeśli te trzy pojęcia charakteryzują tę samą właściwość autonomicznej czujki dymu dotyczącą wykrycia dymu, to nazwa powinna być jedna. Nie można jednak mylić terminu *sensitivity* z nowym terminem *response value*. Obecny termin *response threshold* ma takie samo znaczenie jak nowo wprowadzony *response value* (zob. rozdział 3.1.14 w prEN 14604 i rozdział 3.8 w EN 14604:2005). Jednocześnie nie jest tożsamy z terminem *sensitivity*, a wręcz jest jego przeciwieństwem. Wraz ze wzrostem czułości czujki jej próg zadziałania maleje. Podobną zależność obserwujemy w przypadku materiałów i ich właściwości elektrycznych, takich jak przewodnictwo i oporność.

Nowością w projekcie normy jest również rozdział 4.4 *Response to slowly developing fires*. Wzmianka o nim powinna znaleźć się w rozdziale *Przedmowa europejska*, ponieważ opisywany w nim parametr dotyczy podwyższonych wymagań dotyczących jakości wyrobu i jest bezpośrednio związany z funkcją kompensacji zmian czułości czujek dymu. Nowa procedura może w praktyce pozwolić na wydłużenie odstępów czasowych pomiędzy kolejnymi konserwacjami technicznymi wyrobów. O przeprowadzeniu takiej konserwacji będzie przypominać sama czujka. Jest to ważne, ponieważ oddziaływanie pyłu osadzającego się wewnątrz komory czujki może doprowadzić do fałszywego alarmu, jeśli nie zostanie on odpowiednio skompensowany. Na ryc. 4 pokazano pokrywę komory czujki dymu ze śladami pyłu, który powoduje wzrost poziomu rozproszenia promieni podczerwonych.

If these three terms characterise the same property of a SAD in terms of smoke detection, then there should be only one term. However, one should not mistake *sensitivity* for the newly introduced *response value*. It is the present *response threshold* which has the same meaning as the newly introduced *response value* (see Clause 3.1.14 of prEN 14604 and Clause 3.8 of EN 14604:2005). At the same time, it is not identical, but opposite, to *sensitivity*. The higher the sensitivity, the lower the response threshold. A similar correlation can be observed in the case of materials and their electrical properties, such as conductivity and resistance.

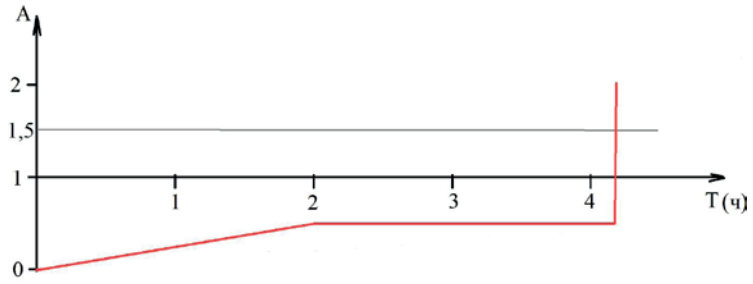
Clause 4.4 *Response to slowly developing fires* constitutes another addition in the draft standard. This should be indicated in the *European foreword*, as the parameter discussed concerns higher product quality requirements, and is directly related to the SAD sensitivity fluctuation compensation function. The new procedure can practically result in longer intervals between the subsequent instances of technical maintenance of products. The SAD itself will remind the user of the need for such maintenance. This is important as the impact of dust sediment inside the SAD chamber can lead to a false alarm, if not compensated for correctly. Figure 4 presents a SAD chamber cover with traces of dust, which results in increased IR dispersion.

 ISSN 1895-8443

Rycina 4. Pokrywa komory czujki dymu ze śladami kurzu
Figure 4. SAD chamber cover with traces of dust
Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.

Jednakże zestawienie wymagań w rozdziale 4.4 jest bardzo skrócone, nawet w odniesieniu do normy EN 54-7 [17], w której znajduje się odpowiadający mu rozdział 4.8 i odpowiadający mu załącznik L. W tym rozdziale brakuje również załącznika wyjaśniającego i odpowiednich materiałów graficznych. O ile w ostatnim stuleciu można było stwierdzić, że „praktycznie niemożliwe jest wykonywanie badań w warunkach bardzo powolnego wzrostu stężenia dymu", o tyle nowoczesne urządzenia techniczne tworzone na bazie mikrokontrolerów pozwalają nie tylko zastosować w autonomicznej czujce dymu funkcję opartą na takim badaniu, lecz także konstruować sprzęt, na którym można monitorować działanie tej funkcji. W celu technicznego wdrożenia takiego sprzętu potrzebna jest jedynie wola osoby opracowującej normę wprowadzenia odpowiednich zmian. Możliwe jest zapewnienie powolnego wzrostu właściwej gęstości powietrza w kanale dymowym z prędkością poniżej 0,25 A na godzinę (gdzie *A* – wartość nominalna progu zadziałania czujki) do wartości 0,5 A. Następnie należy ustabilizować na tym poziomie określoną gęstość optyczną powietrza w ciągu dwóch godzin. Ponadto konieczne jest zapewnienie wzrostu zadymienia z prędkością od 0,015 do 0,1 dB/m na minutę. Zadziałanie czujki z kompensacją wahań czułości powinno nastąpić już na poziomie 1,5 A. Ryc. 5 przedstawia zależność jednostkowej gęstości powietrza w funkcji czasu, na podstawie której można zbadać działanie mechanizmu kompensacji wahań czułości czujki dymu.

On the other hand, the list of requirements in Clause 4.4 is very short, even in relation to EN 54-7 [17], which includes the corresponding Clause 4.8 and the corresponding Annex L. The Clause also lacks an explanatory annex and the relevant graphic materials. While in the last century it was possible to state that "it is practically impossible to perform tests in the conditions of a very slow increase in smoke concentration", modern technical devices based on microcontrollers facilitate not only the use of functions based on such a test in a smoke alarm device, but also the construction of equipment for monitoring this function. The technical implementation of such equipment is conditional only on the willingness of the person responsible for preparing the standard to introduce such changes. It is, therefore, possible to ensure a slow increase in the characteristic air density in the smoke stack, with a speed lower than 0.25 A per hour (where A - the nominal value of SAD alarm threshold) to 0.5 A. Then, a specific optical air density should be stabilised at this level over a period of two hours. Furthermore, it is necessary to ensure accumulation of smoke rising at 0.015 to 0.1 dB/m per minute. A SAD with sensitivity fluctuation compensation should activate as early as at 1.5 A. Fig. 5 presents the interrelation between the unit air density as a function of time, based on which one can test the operation of the SAD sensitivity fluctuation compensation mechanism.



Rycina 5. Jednostkowa gęstość powietrza w funkcji czasu
Figure 5. Unit air density as a function of time
Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.

W podobny sposób lub przez symulację zapylenia (na przykład za pomocą talku) możliwe jest sprawdzenie rzeczywistej wartości maksymalnego poziomu kompensacji wahań czułości z uwzględnieniem wymagań zawartych w rozdziale 4.4. Stworzenie systemu weryfikowania czujek dymu w warunkach zadymienia powstałego wskutek wolno rozwijającego się pożaru nie sprawiałoby szczególnych trudności, jednak producenci i laboratoria badawcze sprzęt do takich badań będą wprowadzać dopiero po pojawieniu się wymogów regulacyjnych w normie dla tego rodzaju wyrobów.

Wskazane jest, żeby niektóre rozdziały projektu normy zawierały konkretne wartości liczbowe dla parametrów, a nie tylko opis tych parametrów. Dotyczy to np. rozdziału 4.2.4 *Routine test facility*. Przycisk testujący wykorzystuje się, by sprawdzić funkcjonowanie czujki (zwłaszcza po długotrwałyych badaniach odporności i wytrzymałości na czynniki zewnętrzne). Bez wątpliwości brakuje w tym aspekcie przeprowadzenia wystarczającej oceny ilościowej wpływu na urządzenie badań środowiskowych. Podczas sprawdzania funkcjonowania ręcznych ostrzegaczy pożarowych zgodnie z EN 54-11 [18] takie kryterium ilościowe skuteczności zadziałania przycisku określa norma EN 894-3 [19]. Jeśli dla przycisku testowego zostaną zastosowane minimalne wartości działania siły lub momentu obrotowego, to poziomy będą spełniać warunki określone w punkcie 5.2.3 normy EN 894-3, mianowicie:

– dla siły – <10 N;
– dla momentu obrotowego – <0,5 Nm.

Zatem po zakończeniu badania odporności lub wytrzymałości na działanie czynników zewnętrznych sprawdzenie zadziałania powinno rozpocząć się od oceny wpływu badań środowiskowych na urządzenie z siłą 10 N lub momentu obrotowego 0,5 Nm. Kryterium poprawności działania jest przejście czujki na tryb alarmu pożarowego i wyemitowanie sygnału dźwiękowego na określonym poziomie w określonej odległości od urządzenia.

Także w rozdziale 4.2.2.5 *Battery missing prevention* oraz rozdziale w 5.2.2.5, który ustanawia metody weryfikacji, nie określono ilościowo wartości siły. Kontrola wzrokowa i ocena techniczna na podstawie dokumentacji producenta – bez wymogów normatywnych dotyczących wartości siły podczas instalowania głowicy czujki w jej podstawie – nie mogą być podstawą do obiektywnej oceny zgodności wyrobu z normą.

Rozdział 4.2.2.5 należy uzupełnić o wymóg następującej treści: „…przy tym siła lub przyłożony moment obrotowy nie powinny przekraczać maksymalnych wartości granicznych określonych w rozdziale 5.2.3 normy EN 894-3, odpowiednio <120 N lub <50 Nm, a części wyrobu po takich działaniach nie powinny mieć widocznych wad".

Dlatego jeżeli można zastosować siłę, która nie ma ograniczeń normowych, wówczas wymagania zawarte w rozdziale 4.2.2.5 mogą być spełniane albo nie. Jeśli bateria jest zainstalowana, to element obudowy informujący o braku baterii nie blokuje możliwości umieszczenia głowicy czujki w jej podstawie. Jeśli baterii nie ma, to przy pewnych czynnościach element obudowy przeszkadza w zamocowaniu czujki. Użycie dużej siły może spowodować deformację elementu (skierowanie go w innym kierunku, jak pokazano na ryc. 10, co pozwala zamocować czujkę na podstawie bez baterii zasilającej).

In a similar way or by dust simulation (for example using talcum), it is possible to evaluate the actual value of the maximum level of sensitivity fluctuation compensation, taking into account the requirements of Clause 4.4. Creating a system of verifying SADs in the conditions of accumulation of smoke resulting from a slowly developing fire would not be particularly difficult; however, the producers and testing laboratories prefer to test such equipment only after regulatory requirements appear in the standard concerning such products.

It is recommended that some clauses of the draft standard included specific numbers for given parameters, rather than being limited to descriptions of these parameters. This applies, for example, to Clause 4.2.4 *Routine test facility*. The test button is used to check the function of the SAD (especially after long-term strength tests and tests of resistance to external factors). Undoubtedly, a sufficient quantitative assessment of the impact of environmental testing on the equipment has not been carried out in this respect. During the evaluation of the operation of manual call points, in accordance with EN 54-11 [18], such quantitative criterion of effective operation of buttons is specified in EN 894-3 [19]. If minimum values of force or torque are applied on the test button, then the levels will meet the conditions specified in point 5.2.3 of EN 894-3, which are:

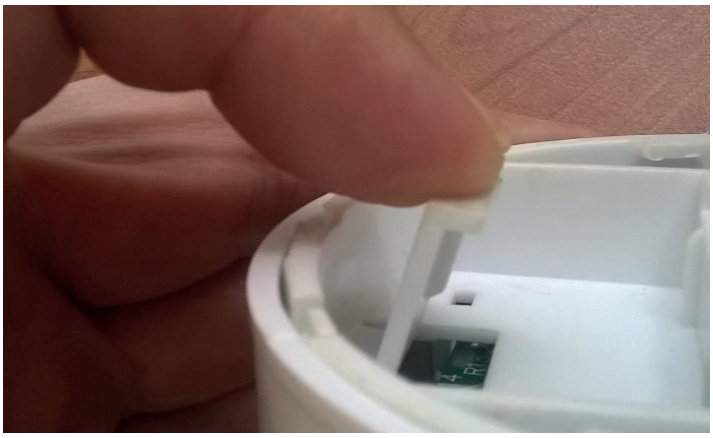
– for force – <10 N;
– for torque – <0,5 Nm.

Therefore, after testing the strength or resistance to external factors, operation testing should start with an evaluation of the impact of environmental tests on the device, with a force of 10 N and a torque of 0.5 Nm. SAD transitioning into the fire alarm mode and sounding the audio signal at a specific level, and in a specific distance to the device, is the criterion of correct operation.

Also Clause 4.2.2.5 *Battery missing prevention* and Clause 5.2.2.5 which determines verification methods fail to specify the force in quantitative terms. Visual inspection and technical assessment based on the manufacturer's documentation – without normative requirements concerning the force when installing the device head in its base – cannot form the basis for objective assessment of the product's conformity with the standard.

Clause 4.2.2.5 should be supplemented with the following content: "…however, the force or torque should not exceed the maximum limits specified in Clause 5.2.3 of EN 894-3, equal to <120 N or <50 Nm respectively, and components of the product should not have any visible defects after such actions".

Therefore, if a force can be applied without standard limits, the requirements included in Clause 4.2.2.5 may be either met or not. If the battery is installed, the part of the chassis informing the user on a missing battery does not block the possibility of placing the device head in its base. If there is no battery, the part of the chassis hinders device installation. Using substantial force can result in component deformation (redirecting it, as shown in Fig. 10, which allows device installation without the battery).



Rycina 6. Przykład deformacji elementu obudowy informującego o braku baterii
Figure 6. An example of the deformation of the chassis component informing the user on the missing battery
Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.

Zatem bez wyznaczenia wartości sił dla tego samego rozwiązania technicznego można uzyskać zupełnie przeciwne wnioski.

Błędy występują również w metodyce badania na olśnienie przedstawionej w rozdziale 5.5.2. Zdaniem autorów nie jest zasadne „oślepianie" czujki, która została już wprowadzona w stan alarmowy, ani monitorowanie wymagań zawartych w rozdziale 5.5.2.3 stanowiących, że „podczas sekwencji uruchamiania oraz włączania wszystkich lamp na co najmniej 1 minutę próbka nie powinna emitować ani alarmu, ani sygnału błędu".

Rozwiązanie tego problemu jest możliwe po uzupełnieniu rozdziału 5.1.1.5 o następującą treść: „Przed rozpoczęciem każdego pomiaru i po zakończeniu pomiaru kanał dymowy należy przewietrzyć w celu usunięcia pozostałości testowego aerozolu w samym kanale oraz w próbce".

W rozdziale 5.5.2.2 po słowach: „Potem przeprowadzić następujące badanie. Zmierzyć wartość progu zadziałania zgodnie z rozdziałem 5.1.1.5" należy dopisać zdanie: „Sprawdzić, czy czujka znajduje się w trybie gotowości".

Tabelę 1 *Plan badań* należałoby uzupełnić o jeszcze jedną uwagę: „Badań zgodnie z rozdziałem 5.2.2.7 *Battery reversal* nie przeprowadza się w przypadku czujek z wbudowanym niewymiennym źródłem zasilania".

Szczegółowego uzupełnienia wymagają metody prowadzenia badań według rozdziału *5.8.3 Corrosion resistance – Sulphur Dioxide (SO2) corrosion* oraz rozdziału 5.8.3.2.2. Opis należy uzupełnić o zdanie: „Autonomiczne czujki dymu z wbudowanym niewymiennym źródłem zasilania są odłączane od zasilania zgodnie z instrukcją producenta". Ponadto rozdział 5.8.3.2.4 trzeba uzupełnić o podobne zdanie: „Autonomiczne czujki dymu z wbudowanym niewymiennym źródłem zasilania należy podłączyć do źródła zasilania zgodnie z instrukcją producenta".

Podpis do rysunku F1 zanjdującego się w załączniku F zawiera odniesienie do pozycji nr 3, jednak na rysunku F1 pozycja ta nie jest zaznaczona.

Poza tym uwaga: „may be on either wall" jest sprzeczna z tym, co widać na rys. F3, który pokazuje możliwe rozmieszczenie czujek tylko na długiej ścianie pomieszczenia do pożarów testowych.

Therefore, without force values being specified for the same technical solution, one can make strikingly opposite conclusions.

Also the methodology of testing dazzling, presented in Clause 5.5.2, is flawed. According to the authors "dazzling" of a device which has been already put in an alarm state is not warranted, nor is the monitoring of the requirements included in Clause 5.5.2.3 so that "[d]uring the periods when the switching sequences are being conducted and when the lamps are all on for at least 1 min, the specimen shall emit neither an alarm nor fault signal".

This problem can be resolved by adding the following to Clause 5.1.1.5: "Before the start of and after every measurement, the smoke duct should be ventilated to remove the test aerosol within the duct and sample".

In Clause 5.5.2.2 after: "Then carry out the following test. Measure the activation threshold as per Clause 5.1.1.5," the following sentence should be added: "Check whether the SAD is in the standby mode".

The following note should be added to Table 1 *Test plan*: The testing provided for in Clause 5.2.2.7 *Battery reversal* is not conducted in respect of SADs with built-in power sources".

The testing methods as per *5.8.3 Corrosion resistance – Sulphur Dioxide (SO2) corrosion* and 5.8.3.2.2 require detailed supplementation. The following sentence should be added to the description: "Smoke alarm devices with built-in power sources are disconnected from power supply as instructed by the manufacturer". Furthermore, the following sentence should be added to Clause 5.8.3.2.4: "Smoke alarm devices with built-in power sources should be connected to power supply as instructed by the manufacturer".

The caption under Figure F1 in Annex F refers to item No. 3; however, no such item is marked in Figure F1.

Moreover, the note: "may be on either wall" is inconsistent with Figure F3, which demonstrates the possible arrangement of SADs only on the longer wall of the room for fire tests.

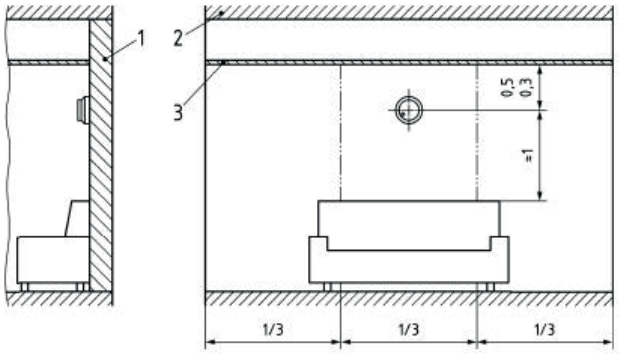
In the test section of Annex F there is no reference to Figure F3, and in Figure F3 itself, the aforementioned arrangement

W części testowej załącznika F nie ma odniesienia do rysunku F3, a na samym rys. F3 powyższy układ czujek na ścianie jest sprzeczny z prawami fizyki: czujki znajdujące się w odległości h_{max} od sufitu będą faktycznie zacieniały czujki znajdujące się w odległości h_{min} od sufitu. Różnica pomiędzy h_{max} i h_{min} rzeczywiście może być mniejsza niż 0,5 m. W związku z powyższym 4 czujki powinny być rozmieszczone w układzie szachownicy.

Ponadto podczas takich badań najlepiej nie korzystać z zaleceń producenta, tylko z wymogów dotyczących rozmieszczenia czujek w pomieszczeniach, na przykład tych przedstawionych w DIN 14676 [20] (ryc. 7).

of SADs on the wall violates the laws of physics: SADs at a distance of h_{max} to the ceiling will, in fact, cast shade on the ones at a distance of h_{min} to the ceiling. In fact, the difference between h_{max} and h_{min} may be lower than 0.5 m. Therefore, the four SADs should be arranged in the chequered pattern.

Furthermore, during such tests, manufacturer's recommendations should be disregarded, and those concerning in the arrangement of SADs in rooms and included, for example, in DIN 14676 [20] (Fig. 7) should be used instead.



Legende
1 Wand
2 Decke
3 Zwischendecke, z. B. textiles Flächengebilde ohne Befestigungsmöglichkeiten für Rauchwarnmelder

Rycina 7. Wymogi dotyczące rozmieszczenia czujek w pomieszczeniach zgodnie z DIN 1467

Figure 7. Requirements for the arrangement of SADs in rooms as per DIN 14676 [20]

Źródło: DIN 14676 Czujki dymu przeznaczone do stosowania w budynkach mieszkalnych, mieszkaniach i pomieszczeniach o podobnym zastosowaniu – Instalacja, użytkowanie i konserwacja.

Source: DIN 14676 Smoke alarm devices for use in residential buildings, apartments and rooms with similar purposes – Installation, use and maintenance.

Poprawienie tych niedociągnięć, zarówno w normach europejskich, jak i w normach krajowych, umożliwi uzyskanie dokumentów normatywnych, które zostaną jednoznacznie zinterpretowane podczas badania autonomicznych czujek dymu w centrach certyfikacji oraz w warunkach produkcyjnych.

Correcting the shortcomings in question, both in European and national standards, will make it possible to come up with standards which can be unambiguously interpreted during the tests of smoke alarm devices in certification centres and in production environment.

Literatura

[1] http://www.straz.czestochowa.pl/images/czad/czujka-dymu.pdf [dostęp: 29.03.2018].

[2] https://www.straz.pl/aktualnosci/czujka-dymu-w-ka%C5%BCdym--domu [dostęp: 29.03.2018].

[3] http://kppspbedzin.pl/index.php/inne/czujki-dymowe/ [dostęp: 29.03.2018]

[4] Nowak R., *Zasady postępowania na wypadek różnych zagrożeń*, Wydawnictwo i Drukarnia NOVA SANDEC, Nowy Sącz 2011, s. 32, http://www.nowysacz.pl/content/resources/aktualnosci/2011/12/ZAGROZENIA_BOOK.pdf [dostęp: 29.03.2018].

[5] Szydło M., *Akcja „Czujka w każdym domu"*, http://zakopiec.info/zakopane/akcja-czujka-w-kazdym-domu/ [dostęp: 29.03.2018].

[6] https://www.ctif.org/sites/default/files/ctif_report22_world_fire_statistics_2017.pdf, s. 22, tabela 4, 5, [dostęp: 29.03.2018].

[7] *Stan bezpieczeństwa pożarowego w domach i mieszkalniach*, KW PSP w Warszawie, Warszawa 2015, https://www.straz.pl/aktualnosci/czujka-dymu-w-ka%C5%BCdym-domu [dostęp: 29.03.2018].

[8] Sygnalizacja pożarowa. *Z historii wynalazków i wdrożenia w USA*, http://engineering-ru.livejournal.com/32232.html?page=1 [dostęp: 2.01.2018].

[9] ISO 12239: 2003 Fire detection and fire alarm systems – Smoke alarms.

[10] EN 14604: 2005/AC: 2008 *Smoke alarm devices*.

[11] VdS 3131: 2010 Guidelines for Smoke Alarm Devices.

[12] VdS 3515: 2007 Smoke Alarm Devices using Radio Links.

[13] prEN 14604:2016 Smoke alarm devices.

[14] Das „Q" http://www.qualitaetsrauchmelder.de/das-q [dostęp: 2.01.2018].

[15] EN 54-25:2008 Fire detection and fire alarm systems Part 25: Components using radio links.
[16] EN 54-3:2001/A1:2002/A2:2006 Fire detection and fire alarm systems – Part 3:Fire alarm devices – Sounders.
[17] FprEN 54-7:2015 Fire detection and fire alarm systems – Part 7: Smoke detectors – Point detectors using scattered light, transmitted light or ionization.
[18] EN 54-11:2001 Fire detection and fire alarm systems – Part 11. Manual call points.
[19] EN 894-3:2000+A1:2008* Safety of machinery. Ergonomics requirements for the design of displays and control actuators. Part 3. Control actuators.
[20] DIN 14676 Smoke alarm devices for use in residential buildings, apartments and rooms with similar purposes – Installation, use and maintenance.
[21] PN-EN 54-7:2004 Systemy sygnalizacji pożarowej – Część 7: Czujki dymu – Czujki punktowe działające z wykorzystaniem światła rozproszonego, światła przechodzącego lub jonizacji.

MGR INŻ. VLADIMIR BAKANOV – absolwent Wydziału Fizyki Uniwersytetu Narodowego w Czerniowcach (Ukraina), autor ponad 100 wynalazków i ponad 100 artykułów naukowo-technicznych. Ma tytuł mistrza radiokonstruktora i wynalazcy ZSRR, medale zdobyte na Wystawie Osiągnięć Gospodarki Krajowej Związku Socjalistycznych Republik Radzieckich. Pracuje jako główny konstruktor w firmie ARTON na Ukrainie.

MGR INŻ. JULIA MAZUR – absolwentka Wydziału Informatyki Wyższej Szkoły Przedsiębiorczości i Nauk Społecznych w Otwocku i Wydziału Administracji na Uczelni Łazarskiego w Warszawie. Autorka i współautorka artykułów naukowo-technicznych w czasopismach krajowych i zagranicznych.

VLADIMIR BAKANOV, MSC ENG – a graduate of the College of Physics, Chernivtsi National University (Ukraine) and author of more than 100 inventions and more than 100 scientific and technical articles. He holds the title of USSR Master Radio Constructor and Inventor, medals won at the Exhibition of the Achievements of the National Economy of the Union of Soviet Socialist Republics. He works as the Chief Constructor at ARTON in Ukraine.

JULIA MAZUR, MSC ENG. – a graduate of the Faculty of Computer Studies, Warsaw Higher School in Otwock and the Faculty of Administration, Lazarski University in Warsaw. She is an author and co-author of scientific and technical articles published in Polish and foreign journals.

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Stworzenie anglojęzycznych wersji oryginalnych artykułów naukowych wydawanych w kwartalniku „BITP. Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza" – zadanie finansowane w ramach umowy 658/P- DUN/2018 ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych na działalność upowszechniającą naukę.

bryg. dr n. med. Mariusz Chomoncik[a), b)], bryg. lek. Jacek Nitecki[c), d)] *

[a)] *Szkoła Aspirantów PSP w Krakowie / Fire Service College of the State Fire Service in Kraków*
[b)] *Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Nowym Sączu / State University of Applied Sciences in Nowy Sącz*
[c)] *Komenda Wojewódzka PSP w Krakowie / Małopolska Headquarters of the State Fire Service*
[d)] *Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum w Krakowie Zakład Medycyny Katastrof i Pomocy Doraźnej / Department of Disaster and Emergency Medicine of the Jagiellonian University Medical College*
**Autor korespondencyjny/Corresponding author: jnitecki@straz.krakow.pl*

Jakie są granice kwalifikowanej pierwszej pomocy?

What are the limits of advanced first aid?

Каковы границы компетенции при оказании квалифицированной первой помощи потерпевшим?

ABSTRAKT

Cel: Obowiązujące zasady dotyczące udzielania pomocy poszkodowanym skłoniły autorów artykułu do postawienia tezy o konieczności rozszerzenia zakresu czynności ratowniczych wykonywanych przez ratowników, a więc osoby, które ukończyły kurs kwalifikowanej pomocy (KPP). Jest to o tyle istotne, że stale przybywa sytuacji, w której pomoc jest udzielana przez osoby niemające wykształcenia medycznego.
Wprowadzenie: Przeanalizowawszy aktualne piśmiennictwo, akty prawne i procedury, autorzy dostrzegli w nich niekonsekwencje. W niektórych przypadkach dopuszczono szerszy zakres pomocy realizowanej przez laików tzw. pierwszej pomocy niż pomocy udzielanej przez szkolonych na kursach KPP ratowników. W opinii autorów potrzebne jest uporządkowania tej sytuacji.
Wyniki: W *Wytycznych resuscytacji 2015 Europejskiej Rady Resuscytacji* po raz pierwszy znalazł się rozdział dotyczący pierwszej pomocy. Przedstawione w nim zagadnienia zostały oparte na badaniach naukowych, a więc zaproponowane postępowanie jest bardzo wiarygodne. Badania w tym obszarze nie są łatwe i mogą być obarczone pewnym błędem, jednak wynikające z nich informacje nie mogą pozostać poza obszarem KPP. W zakresie pierwszej pomocy znalazły się zalecenia dotyczące stosowania opatrunków hemostatycznych oraz podawania aspiryny, adrenaliny i innych leków. W obszarze kwalifikowanej pierwszej pomocy nie ma procedur obejmujących takie działanie. Takie zalecenia w pierwszej pomocy były proponowane kilkanaście lat temu, ale dopiero teraz znalazły się w oficjalnych wytycznych dotyczących przede wszystkim resuscytacji na różnych poziomach kwalifikacji. Wytyczne z zakresu resuscytacji coraz obszerniej omawiają kwestię postępowania z poszkodowanymi, u których może dojść do zatrzymania krążenia w tzw. sytuacjach szczególnych (urazy, zatrucia, tonięcie i wiele innych). Dla przykładu w przypadku np. wstrząsu anafilaktycznego osoba działająca w ramach pierwszej pomocy może bardziej wykorzystać współcześnie dostępne środki niż ratownik działający w ramach KPP. Obecnie dla większości ratowników nie jest oczywiste, że mają wykonać iniekcję leku, który ma pacjent.
Znaczenie dla praktyki: Konieczne są zmiany w programach kursów KPP. Ratownicy po takich kursach działają dziś w licznych instytucjach związanych z ratownictwem, takich jak: straże pożarne, ochotnicze pogotowia ratunkowe, Wojsko Polskie, Policja oraz instytucje oparte na wolontariacie medycznym. W celu usunięcia niespójności pomiędzy pierwszą pomocą a kwalifikowaną pierwszą pomocą konieczne jest dokonanie zmian w odpowiednich zapisach prawnych i procedurach ratowniczych dotyczących KPP, zakresu posiadanego sprzętu, co będzie kolejnym krokiem do zwiększenia umiejętności i skuteczność ratowników KPP.
Słowa kluczowe: ratownictwo, pierwsza pomoc, kwalifikowana pierwsza pomoc
Typ artykułu: artykuł przeglądowy

Przyjęty: 27.02.2018; Zrecenzowany: 02.07.2018; Zatwierdzony: 05.07.2018;
Autorzy wnieśli równy wkład merytoryczny w opracowanie artykułu;
Identyfikatory ORCID autorów: M. Chomoncik – 0000-0002-2535-488X; J. Nitecki – 0000-0003-2836-3930;
Proszę cytować: BiTP Vol. 50 Issue 2, 2018, pp. 132–140, doi: 10.12845/bitp.50.2.2018.10;
Artykuł udostępniany na licencji CC BY-SA 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

ABSTRACT

Aim: The applicable rules related to providing assistance to the injured person led the authors to a conclusion that indicated a need to extend the range of rescue operations performed by rescuers who have completed a course in advanced first aid (Polish: *kwalifikowana pierwsza pomoc*, KPP). This is crucial because there is a growing number of situations in which help is provided by people who do not have proper medical education. In authors' opinion there is a need to set situation in order.

Introduction: Having analysed the current literature, legal acts, and procedures, the authors have noticed inconsistencies in these documents. In some cases, a wider range of aid provided by laymen – the so-called 'first aid' – is allowed, rather than the help provided by trained rescuers.
Results: The 2015 CPR Guidelines was the first document to feature a section on first aid. The issues presented in that section had been based on scientific research, so the proposed procedure is very reliable. Research in this area is not easy and may be subject to some errors; however, the information resulting from this research cannot remain outside the area of KPP. In the area of first aid, recommendations were offered on the use of haemostatic dressings, and the administration of aspirin, adrenaline and other medicines. In the area of advanced first aid, there are no procedures for such actions. Such first aid recommendations were proposed over a decade ago, but it was only recently that they have appeared in official guidelines devoted primarily to resuscitation at various levels of qualification. Resuscitation guidelines are increasingly seen to discuss the treatment of victims at risk of cardiac arrest in so-called 'special situations' (injuries, poisoning, drowning and many others). How to prevent such situations and how to perform a proper first aid procedure? For example, in the case of anaphylactic shock, a first aid rescuer may make a broader use of the currently available resources than in the procedure applicable to KPP rescuers. Nowadays, the need to inject a medicine (possessed by the patient) is not so obvious for the majority of rescuers.
Practical meaning: Changes in the programmes of KPP courses are necessary. Nowadays, rescuers at this level of training work in many institutions associated with rescue services such as fire brigades, Volunteer Ambulance Service, Polish Army, Police and other institutions based on medical volunteering. This situation requires a change in the relevant legal acts and rescue procedures regarding the KPP and the scope of the equipment owned, which will be the next step in improving the skills and effectiveness of KPP rescuers.
Keywords: emergency, first aid, advanced first aid
Type of article: review article

Received: 27.02.2018; Reviewed: 02.07.2018; Accepted: 05.07.2018;
The authors contributed equally to this article;
Authors' ORCID IDs: M. Chomoncik – 0000-0002-2535-488X; J. Nitecki – 0000-0003-2836-3930;
Please cite as: BiTP Vol. 50 Issue 2, 2018, pp. 132–140, doi: 10.12845/bitp.50.2.2018.10;
This is an open access article under the CC BY-SA 4.0 license (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

АННОТАЦИЯ

Цель: действующие правила оказания помощи потерпевшим побудили авторов выдвинуть тезис о необходимости расширения сферы проведения спасательных операций, выполняемых спасателями, то есть лицами, которые прошли курс оказания квалифицированной помощи (ОКП). Это важно, потому что постоянно растет количество ситуаций, когда помощь предоставляется людьми, которые не имеют медицинского образования.
Введение: Анализируя текущую литературу, правовые акты и процедуры, авторы заметили в них несоответствия. В некоторых случаях допускается более широкий спектр оказания помощи, предоставляемой обычными гражданами, чем помощи, оказываемой спасателями, обученными на курсах ОКП. По мнению авторов, эта ситуация требует реорганизации.
Результаты: В *Руководстве по реанимации Совета Европы 2015 года* впервые появилась глава о оказании первой помощи. Представленные в нем вопросы были основаны на научных исследованиях, поэтому предлагаемая процедура является очень надежной. Исследования в этой области непросты и могут быть подвергнуты некоторым неточностям, однако полученная информация не может оставаться за пределами ОКП. В области оказания первой помощи были представлены рекомендации по использованию гемостатических перевязочных материалов и применению аспирина, адреналина и других лекарств. В области оказания квалифицированной первой помощи нет описания процедур для таких действий. Такие рекомендации по оказанию первой помощи были предложены около десяти лет назад, но только теперь они оказались в официальных руководствах, касающихся главным образом реанимации на различных уровнях квалификации. Руководства для реанимации шире обсуждают проблему обращения с жертвами, у которых может произойти остановка кровообращения в так называемых особых ситуациях (травмы, отравления, утопления и многое другое). Например, в случае анафилактического шока, человек, который работает в рамках оказания первой помощи, может использовать текущие ресурсы более эффективно, чем спасатель, работающий в рамках ОКП. В настоящее время для большинства спасателей не является очевидным тот факт, что они должны вводить лекарство, которое имеет пациент.
Значение для практики: необходимы изменения в программах курсов ОКП. Спасатели после таких курсов действуют сегодня во многих учреждениях, связанных со спасением, таких как: пожарные бригады, добровольческие службы спасения, польская армия, полиция и учреждения, основанные на медицинской волонтерской деятельности. Чтобы устранить несоответствие между оказанием первой медицинской помощи и квалифицированной первой медицинской помощи, необходимо внести изменения в соответствующие правовые положения и процедуры спасения в отношении ОКП, сферу охвата оборудования, что станет следующим шагом к повышению квалификации и эффективности спасателей ОКП.
Ключевые слова: служба спасения, первая помощь потерпевшим, квалифицированная первая помощь
Вид статьи: обзорная статья

Принята: 27.02.2018; Рецензирована: 02.07.2018; Одобрена: 05.07.2018;
Авторы внесли одинаковый вклад в создание этой статьи;
Идентификаторы ORCID авторов: M. Chomoncik – 0000-0002-2535-488X; J. Nitecki – 0000-0003-2836-3930;
Просим ссылаться на статью следующим образом: BiTP Vol. 50 Issue 2, 2018, pp. 132–140, doi: 10.12845/bitp.50.2.2018.10;
Настоящая статья находится в открытом доступе и распространяется в соответствии с лицензией CC BY-SA 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Wstęp

Wytycznych resuscytacji 2015 Europejskiej Rady Resuscytacji (dalej: *Wytyczne resuscytacji 2015*) po raz pierwszy znalazł się rozdział dotyczący pierwszej pomocy. Przedstawione w nim zagadnienia z tego zakresu zostały opracowane na podstawie badań naukowych. W opracowaniu tym osoba udzielająca pierwszej pomocy jest definiowana jako ktoś, kto został przeszkolony w tym zakresie i w związku z tym powinien umieć rozpoznać, ocenić i określić priorytety w zakresie udzielania pierwszej pomocy, udzielić pomocy oraz mieć świadomość ograniczeń i w razie potrzeby wezwać odpowiednie służby ratownicze [1]. W zakresie niektórych omawianych zagadnień możliwości niesienia pomocy w ramach pierwszej pomocy są większe niż w ramach kwalifikowanej pierwszej pomocy udzielanej przez ratownika.

Introduction

The European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015 was the first document to include a section devoted to first aid. The matters addressed there were discussed on the basis of scientific research. In this paper a 'first aid provider' is defined as someone who has received training in this field, and who therefore should be able to recognise, assess and prioritise the need for first aid, provide care, as well as recognise limitations and, where needed, notify appropriate emergency services [1]. With regard to some of the issues discussed, the possibilities of providing first aid are greater than those of advanced first aid delivered by a rescuer.

Cel pracy

Celem pracy jest próba odpowiedzi na pytanie, w jakim stopniu należy poszerzyć zakres czynności wykonywanych przez ratownika w ramach kwalifikowanej pierwszej pomocy.

Aim of the paper

The aim of the paper is to answer the question to what extent the scope of activities performed by a rescuer as part of advanced first aid should be broadened.

Omówienie

Przez **kwalifikowaną pierwszą pomoc** należy rozumieć czynności podejmowane przez ratownika wobec osoby w stanie nagłego zagrożenia zdrowotnego. Ratownikiem jest osoba, która ma pełną zdolność do czynności prawnych oraz ważne zaświadczenie o ukończeniu kursu w zakresie kwalifikowanej pierwszej pomocy i której stan zdrowia pozwala na udzielanie KPP. Ponadto osoba taka jest zatrudniona lub pełni służbę w jednostkach współpracujących z systemem Państwowego Ratownictwa Medycznego (PRM). Jednostkami tymi są służby ustawowo powołane do niesienia pomocy osobom w stanie nagłego zagrożenia zdrowotnego, w szczególności: jednostki organizacyjne Państwowej Straży Pożarnej, jednostki ochrony przeciwpożarowej włączone do krajowego systemu ratowniczo-gaśniczego, podmioty uprawnione do wykonywania ratownictwa górskiego, podmioty uprawnione do wykonywania ratownictwa wodnego oraz inne jednostki podległe ministrowi właściwemu do spraw wewnętrznych i ministrowi obrony narodowej lub przez nich nadzorowane. Ponadto jednostkami współpracującymi z systemem mogą być społeczne organizacje ratownicze, które w ramach swoich zadań ustawowych lub statutowych są obowiązane do niesienia pomocy osobom w stanie nagłego zagrożenia zdrowotnego, jeżeli zostaną wpisane do rejestru jednostek współpracujących z systemem [2]. Ramowy program kursu w zakresie kwalifikowanej pierwszej pomocy przedstawiono w tabeli 1.

Discussion

Advanced first aid is to be understood as a set of activities administered by a rescuer to a person in a state of health emergency. A rescuer is a person with full legal capacity and a valid certificate of completion of a course in advanced first aid, whose general condition allows him/her to provide advanced first aid. Such a person is employed or serves at units cooperating with the National Medical Emergency Service (Państwowe Ratownictwo Medyczne, PRM). Under the applicable legislation, these units have been delegated the task of providing aid in cases of health emergencies and include, in particular, the organisational units of the State Fire Service, fire protection units operating under the national rescue & firefighting system, entities authorised to provide mountain rescue services and water rescue services, and other bodies reporting to or supervised by the minister competent for internal affairs and the minister of national defence. Furthermore, units cooperating with the system may include social rescue organisations which, as part of their duties set out in the law or their statutes, are obliged to provide aid in cases of health emergencies, if they have been entered in the register of such system units [2]. A framework programme of a course in qualified aid is presented in Table 1.

ISSN 1895-8443

Tabela 1. Ramowy program kursu w zakresie KPP
Table 1. Framework programme of a course in first aid

Lp./ No.	Temat/Zagadnienie Topic/issue	Liczba godzin Number of hours	
		teoria/theory	praktyka/practice
1	Organizacja ratownictwa medycznego – podstawy prawne/Organisation of medical emergency services – the legal grounds	1	–
2	Bezpieczeństwo własne, poszkodowanego, miejsca zdarzenia/ Safety of the rescuer and the victim, securing the scene	2	1
3	Zestawy ratownicze, dezynfekcja sprzętu/ Emergency kits, equipment disinfection/ Elements of anatomy and physiology; assessing the victim's condition; general and detailed examination	2	3
4	Elementy anatomii i fizjologii, ocena poszkodowanego, badanie wstępne oraz szczegółowe/Elements of anatomy and physiology; assessing the victim's condition; general and detailed examination	2	2
5	Poszkodowany nieprzytomny/Unconscious victim	1	1
6	Resuscytacja (dorosły, dziecko, niemowlę, noworodek, sytuacje szczególne)/Resuscitation (adult, child, infant, newborn, special cases)	2	8
7	Zasady defibrylacji poszkodowanego metodą półautomatyczną i automatyczną/Automatic and semi-automatic defibrillation	1	2
8	Wstrząs/Shock	2	–
9	Inne stany nagłe – drgawki, cukrzyca, zawał mięśnia sercowego, udar mózgowy, zatrucia, podtopienie/ Other emergencies – convulsions, diabetes, heart attack, cerebral stroke, poisoning, drowning	2	–
10	Urazy mechaniczne i obrażenia – złamania, zwichnięcia, skręcenia, krwotoki, obrażenia: klatki piersiowej, brzucha, kręgosłupa, głowy i kończyn/ Mechanical traumas and injuries – fractures, dislocations, sprains, haemorrhages, injuries of the chest, abdomen, spine, head and limbs	3	8
11	Urazy chemiczne, termiczne, elektryczne oraz obrażenia, zagrożenia środowiskowe, akty terroru/ Chemical, thermal, electric traumas and injuries; environmental hazards, acts of terror	2	1
12	Taktyka działań ratowniczych – zdarzenie masowe, mnogie, pojedyncze, segregacja wstępna, karta udzielonej pomocy, logistyka/ Rescue tactics – mass events, disasters, single events, initial triage, first aid checklist, logistics	2	4
13	Ewakuacja ze strefy zagrożenia/ Evacuation from the danger zone	2	2
14	Udzielanie kwalifikowanej pierwszej pomocy w sytuacjach symulowanych/ Delivering advanced first aid in simulated situations	–	7
15	Psychologiczne aspekty wsparcia poszkodowanych/ Psychological aspects of support for victims	1	2
	Razem/Total	**25**	**41**

Źródło: Na podstawie rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 19 marca 2007 r. w sprawie kursu z zakresu kwalifikowanej pierwszej pomocy (Dz. U. Nr 60, poz. 408).
Source: On the basis of the Ordinance of the Minister of Health dated 19 March 2007 on advanced first aid training (Journal of Laws No. 60, item 408).

Zakres czynności wykonywanych przez ratownika w ramach kwalifikowanej pierwszej pomocy obejmuje:

- resuscytację krążeniowo-oddechową, bezprzyrządową i przyrządową z podaniem tlenu oraz zastosowaniem – według wskazań – defibrylatora zautomatyzowanego;
- tamowanie krwotoków zewnętrznych i opatrywanie ran;
- unieruchamianie kości w przypadku zwichnięć i złamań lub ich podejrzenia;
- ochronę przed wychłodzeniem lub przegrzaniem;
- prowadzenie wstępnego postępowania przeciwwstrząsowego przez właściwe ułożenie osób w stanie nagłego zagrożenia zdrowotnego, ochronę termiczną osób w stanie nagłego zagrożenia zdrowotnego;
- stosowanie tlenoterapii biernej;
- ewakuację z miejsca zdarzenia osób w stanie nagłego zagrożenia zdrowotnego;
- wsparcie psychiczne osób w stanie nagłego zagrożenia zdrowotnego;
- prowadzenie wstępnej segregacji medycznej [2].

Działania ratownicze w zakresie ratownictwa medycznego podejmowane przez ratowników z podmiotów krajowego systemu ratowniczo-gaśniczego (KSRG) obejmują:

Advanced first aid activities performed by rescuers include:

- instrumented and non-instrumented cardiopulmonary resuscitation with the administration of oxygen and the use, where applicable, of automated defibrillator;
- stemming external haemorrhages and dressing wounds;
- immobilising bones in the case of actual or suspected dislocations and fractures;
- protecting a person from hypo- or hyperthermia;
- performing a preliminary anti-shock procedure by appropriately positioning persons in a state of health emergency, providing thermal protection to persons in a state of health emergency;
- performing passive oxygen therapy;
- evacuating persons in a state of health emergency from the site;
- providing psychological support to persons in a state of health emergency;
- performing an initial triage procedure [2].

Rescuers from the entities of the national firefighting & rescue system (KSRG) carry out the following medical rescue operations:

– rozpoznanie u osób poszkodowanych stanu nagłego zagrożenia zdrowotnego oraz prowadzenie segregacji pierwotnej i udział w segregacji wtórnej;
– zastosowanie technik i sprzętu niezbędnych do ratowania życia i zdrowia w zależności od rodzaju, skali i miejsca zdarzenia oraz liczby osób poszkodowanych;
– zapewnienie ciągłości procesu ratowania osób znajdujących się w stanie nagłego zagrożenia zdrowotnego na miejscu zdarzenia, w tym współpraca z jednostkami systemu PRM w czasie podejmowania medycznych działań ratowniczych przed przeprowadzeniem segregacji wtórnej, również w punkcie lub obszarze pomocy medycznej;
– określenie sposobu postępowania ze sprzętem medycznym [7].

Ratownicy KSRG wykonują czynności z zakresu kwalifikowanej pierwszej pomocy zgodnie z procedurami zawartymi w *Zasadach organizacji ratownictwa medycznego w krajowym systemie ratowniczo-gaśniczym* [7]. Procedury te wymieniono w tabeli 2.

– recognising a state of health emergency in victims, performing primary triage, and participating in secondary triage;
– using life- and health-saving techniques and equipment in line with the type, severity and location of the incident and the number of victims;
– ensuring uninterrupted rescue operations of persons in a state of health emergency on the scene, which should include cooperation with the units of the PRM system during the deployment of medical rescue actions prior to secondary triage, also within medical care points or areas;
– determining usage patterns for medical equipment [7].

The KSRG rescuers perform advanced first aid in accordance with the procedures laid down in the *Principles of the organisation of medical rescue in the national firefighting & rescue system* [7]. The procedures are listed in Table 2.

Tabela 2. Procedury ratownicze z zakresu kwalifikowanej pierwszej pomocy
Table 2. Rescue procedures in the field of advanced first aid

Numer procedury/ Procedure number	Procedura/Procedure
1	Sekwencja założeń taktycznych w ratownictwie medycznym/Sequence of tactical objectives in medical rescue
2	Sekwencja medycznych działań ratowniczych/Sequence of medical rescue operations
3	Postępowanie w zatrzymaniu krążenia u dorosłych (RKO)/Procedure in cases of cardiac arrest (CPR)
4	Postępowanie w zatrzymaniu krążenia u dzieci, niemowląt, noworodków (RKO)/Procedure in cases of cardiac arrest in children, infants, and newborns (CPR)
5	Obrażenia i podejrzenie obrażeń głowy/Actual and suspected head injuries
6	Obrażenia i podejrzenie obrażeń kręgosłupa/Actual and suspected spine injuries
7	Obrażenia i podejrzenie obrażeń klatki piersiowej/Actual and suspected chest injuries
8	Obrażenia i podejrzenie obrażeń brzucha/Actual and suspected abdomen injuries
9	Obrażenia i podejrzenie obrażeń miednicy/Actual and suspected pelvis injuries
10	Obrażenia i podejrzenie obrażeń narządu ruchu/Actual and suspected injuries of the organ of locomotion
11	Rany/Wounds
12	Wstrząs hipowolemiczny – postępowanie wstępne/Amputacja urazowa/Traumatic amputation
13	Hypovolemic shock – preliminary procedure
14	Oparzenie termiczne/Thermal burn
15	Oparzenie chemiczne/Chemical burn
16	Zatrucie wziewne/Inhalation poisoning
17	Tonięcie/Drowning
18	Wychłodzenie/Hypothermia
19	Zaburzenia krążeniowo-oddechowe w stanach nieurazowych/Cardiopulmonary disorders in non-traumatic states
20	Drgawki/Convulsions
21	Kobieta w widocznej ciąży w stanie zagrożenia życia/zdrowia/Heavily pregnant woman in a health-/life-threatening condition
22	Wsparcie psychiczne/Psychological support

Źródło: Opracowanie własne na podstawie *Zasad organizacji ratownictwa medycznego w krajowym systemie ratowniczo-gaśniczym*, Państwowa Straż Pożarna, Warszawa 2013 (załącznik 1).
Source: Own elaboration on the basis of *Principles of the organisation of medical rescue in the national firefighting & rescue system,* State Fire Service, Warsaw 2013 (Appendix 1).

Zgodnie z ustawą z dnia 8 września 2006 r. o Państwowym Ratownictwie Medycznym **pierwsza pomoc** to zespół czynności podejmowanych w celu ratowania osoby w stanie nagłego zagrożenia zdrowotnego, wykonywanych przez osobę znajdującą się w miejscu zdarzenia. Najczęściej jest ona realizowa-

Pursuant to the Law on National Medical Emergency Service of 8 September 2006, **first aid** is a set of actions taken in order to rescue a person in a state of health emergency, performed by a person present at the scene of the incident. Usually, the aid is delivered in the event of sudden or anticipated

na w przypadku nagłego lub przewidywanego pojawienia się w krótkim czasie objawów pogarszania zdrowia, czego bezpośrednim następstwem może być poważne uszkodzenie funkcji organizmu lub uszkodzenie ciała, lub utrata życia wymagające podjęcia natychmiastowych medycznych czynności ratunkowych i leczenia (stan nagłego zagrożenia zdrowotnego). W/w Ustawa określa również, że podczas udzielania pierwszej pomocy można wykorzystać wyroby medyczne i wyposażenie wyrobów medycznych. Wyrób medyczny jest to narzędzie, przyrząd, urządzenie, oprogramowanie, materiał lub inny artykuł, stosowany samodzielnie lub w połączeniu, w tym z oprogramowaniem przeznaczonym przez jego wytwórcę do używania specjalnie w celach diagnostycznych lub terapeutycznych i niezbędnym do jego właściwego stosowania, przeznaczony przez wytwórcę do stosowania u ludzi między innymi w celu diagnozowania, zapobiegania, monitorowania, leczenia, łagodzenia lub kompensowania przebiegu choroby, skutków urazu lub upośledzenia. Wyposażenie wyrobu medycznego to z kolei artykuł, który, nie będąc wyrobem medycznym, jest specjalnie przeznaczony przez wytwórcę do stosowania łącznie z wyrobem medycznym w celu umożliwienia jego używania zgodnie z przewidzianym zastosowaniem. Osoba udzielająca pierwszej pomocy może ponadto wykorzystać produkty lecznicze wydawane bez przepisu lekarza, a dopuszczone do obrotu na terytorium Rzeczpospolitej Polskiej. Produktem leczniczym jest substancja lub mieszanina substancji przedstawiana jako mająca właściwości zapobiegawcze lub lecznicze w przypadku chorób występujących u ludzi lub zwierząt albo podawana w celu postawienia diagnozy czy też w celu przywrócenia, poprawienia lub modyfikacji fizjologicznych funkcji organizmu przez działanie farmakologiczne, immunologiczne lub metaboliczne [2, 4, 5].

Zgodnie z *Wytycznymi resuscytacji 2015* pierwsza pomoc to „zachowania służące udzieleniu pomocy i wstępna opieka w nagłym zachorowaniu lub urazie". Osoba udzielająca pierwszej pomocy jest w tych wytycznych definiowana jako ktoś, kto został przeszkolony w tym zakresie i w związku z tym powinien umieć rozpoznać, ocenić i określić priorytety w zakresie udzielania pierwszej pomocy, udzielić pomocy oraz mieć świadomość ograniczeń i w razie potrzeby wezwać odpowiednie służby ratownicze [1]. Szkolenia z zakresu pierwszej pomocy są prowadzone przez różne podmioty szkolące zgodnie z własnymi programami nauczania. Dostępne w Internecie oferty dotyczące kursów z zakresu pierwszej pomocy najczęściej oferują szkolenia realizowana w czasie 8-16 godzin. Ogólne programy kursu są podobne i najczęściej obejmują tematykę zawartą w tabeli 3.

Optymalny czas trwania szkoleń nie jest określony. Różni się on w zależności od grupy uczestników, programu, stosunku liczby instruktorów do liczby uczestników, czasu trwania zajęć praktycznych i sposobu dokonywania oceny końcowej. Większość badań pokazuje, że umiejętności z zakresu resuscytacji krążeniowo-oddechowej (RKO) zanikają w ciągu 3-6 miesięcy od pierwszego szkolenia [1].

W *Wytycznych resuscytacji 2015*, w rozdziale 9 zatytułowanym *Pierwsza pomoc* znalazło się kilkanaście zagadnień z zakresu pierwszej pomocy opracowanych na podstawie dowodów naukowych. Zagadnienia te przedstawiono w tabeli 4.

deterioration of health, possibly resulting directly in severe damage to the organism's functions or a body injury, or in death, which requires immediate medical intervention and treatment (a state of health emergency). The above Act further specifies that in the provision of first aid medical devices and medical device accessories can be used. A medical device is a tool, instrument, device, software, material or other article used separately or in combination, including with software designed by its author specifically for diagnostic or therapeutic purposes, and necessary to ensure its proper use, intended by its manufacturer to be used in the diagnosis, prevention, monitoring, treatment, alleviation or compensation of the course of a disease, results of an injury or impairment. A medical device accessory is a piece of equipment which, while not a medical device itself, has been designed by its manufacturer specifically to be used in combination with said medical device so that it can be used in accordance with its intended purpose. The person providing first aid may also use over-the-counter medicinal products admitted to trading in the territory of Poland. A medicinal product is a substance or a mixture of substances presented as able to prevent or treat diseases occurring in humans and animals or administered to make a diagnosis or to restore, improve or modify the physiological functions of an organism through pharmacological, immunological or metabolic activity [2, 4, 5].

The *Resuscitation Guidelines 2015* define first aid as "helping behaviours and initial care provided for an acute illness or injury". A "first aid provider", according to the *Guidelines*, is someone who has been trained in first aid, and who therefore should be able to recognise, assess and prioritise the need for first aid, provide care using appropriate competencies as well as recognise limitations and seek additional care when needed [1]. Training courses in first aid are organised by various entities which provide instruction based on their own curricula. The first aid courses offered online usually include training delivered over 8-16 hours. Their overall programme frameworks are similar, generally covering the topics listed in Table 3.

The optimal duration of training is not specified and varies depending on the student group, the programme, the proportion between the number of instructors and the number of students, the duration of practical training, and the manner in which the final evaluation is carried out. Most studies show that cardiopulmonary resuscitation (CPR) skills disappear within 3-6 months of initial training [1].

In the *Resuscitation Guidelines 2015*, Section 9 titled *First aid* addresses more than ten first aid issues discussed on the basis of scientific evidence. These are listed in Table 4 below.

Tabela 3. Ogólny program kursu z zakresu pierwszej pomocy
Table 3. General programme of a course in first aid

Lp./No.	Zagadnienie/Topic
1	Podstawy prawne udzielania pierwszej pomocy/Legal basis of first aid
2	Bezpieczeństwo prowadzenia akcji ratunkowej/The safety of a rescue operation
3	Łańcuch przeżycia/Chain of survival
4	Ocena stanu przytomności/Assessing the affected person's consciousness,
5	Resuscytacja krążeniowo-oddechowa osoby dorosłej/Cardiopulmonary resuscitation of adults
6	Resuscytacja krążeniowo-oddechowa dziecka/Cardiopulmonary resuscitation of children
7	Pozycja bezpieczna/Safe position
8	Postępowanie w przypadku obecności ciała obcego w drogach oddechowych/Procedure in the case of a foreign body in the respiratory tract
9	Postępowanie ratownicze przy krwotokach/Rescue procedure in bleedings
10	Postępowanie ratownicze przy złamaniach/Rescue procedure in fractures
11	Postępowanie ratownicze przy amputacjach/Rescue procedure in amputations
12	Urazy kręgosłupa/Injuries of the spine
13	Postępowanie ratownicze przy oparzeniach/Rescue procedure in burn
14	Postępowanie ratownicze przy porażeniu prądem/Rescue procedure in electric shock
15	Postępowanie ratownicze przy wychłodzeniu i odmrożeniu/Rescue procedure in frostbite and hypothermia
16	Postępowanie ratownicze we wstrząsie/Rescue procedure in concussion
17	Omdlenie, napad drgawkowy, ból w klatce piersiowej, duszność/Fainting, convulsive seizure, chest pain, dyspnoea
18	Wypadki drogowe/Traffic accidents
19	Apteczka pierwszej pomocy/First aid kit

Źródło: Opracowanie własne na podstawie informacji uzyskanych z Internetu: pierwszapomoc.pck.org.pl, malta.med.pl, centrumratownictwa.com, www.prc.krakow.pl, kursyratownictwa.pl, fundacja.gopr.pl. [dostęp: 20.06.2018].
Source: Own elaboration on the basis of information available online: pierwszapomoc.pck.pl, malta.med.pl, centrumratownictwa.com, www.prc.krakow.pl, kursyratownictwa.pl, fundacja.gopr.pl. [accessed on 20.06.2018].

Tabela 4. Zagadnienia dotyczące pierwszej pomocy
Table 4. First aid issues

Lp./No.	Zagadnienie/Topic
1	Ułożenie osoby niereagującej z zachowanym oddeche/Positioning of a breathing but unresponsive victim
2	Optymalna pozycja dla poszkodowanych we wstrząsie/Optimal position for a shock victim
3	Podanie tlenu w ramach pierwszej pomocy Oxygen administration for first aid
4	Podanie leków rozszerzających oskrzela/Bronchodilator administration
5	Rozpoznanie udaru/Stroke recognition
6	Podanie aspiryny w przypadku bólu w klatce piersiowej/Aspirin administration for chest pain
7	Druga dawka adrenaliny w anafilaksji/Second dose of adrenaline for anaphylaxis
8	Postępowanie w hipoglikemii/Hypoglycaemia treatment
9	Odwodnienie związane z wysiłkiem fizycznym i postępowanie nawadniające/Exertion-related dehydration and rehydration therapy
10	Uraz oka spowodowany substancją chemiczną/Eye injury from chemical exposure
11	Kontrola krwawienia/Control of bleeding
12	Opatrunki hemostatyczne/Haemostatic dressing
13	Użycie opaski uciskowej/Use of a tourniquet
14	Stosowanie wyciągu przy złamaniach z przemieszczeniem/Straightening an angulated fracture
15	Pierwsza pomoc w otwartych ranach klatki piersiowej/First aid treatment for an open chest wound
16	Stabilizacja kręgosłupa w urazach/Spinal motion restriction
17	Rozpoznanie wstrząśnienia mózgu/Recognition of concussion
18	Chłodzenie oparzeń/Cooling of burns
19	Wilgotne i suche opatrunki na oparzenia/Burn dressings
20	Wybicie zęba/Dental avulsion
21	Nauczanie pierwszej pomocy i szkolenia/Education

Źródło: Opracowanie własne na podstawie *Wytycznych resuscytacji 2015 Europejskiej Rady Resuscytacji*, Polska Rada Resuscytacji, Kraków 2016.
Source: Own elaboration on the basis of *The European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015*, Polish Resuscitation Council, Kraków 2016.

Opisany w *Wytycznych resuscytacji 2015* zakres działania na poziomie pierwszej pomocy w odniesieniu do niektórych zagadnień jest szerszy niż możliwości ratownika na poziomie kwalifikowanej pierwszej pomocy. Różnice te przedstawiono w tabeli 5 pismem półgrubym.

The scope of action defined in the *Resuscitation Guidelines 2015* with regard to selected issues exceeds the rescuer's capabilities at the level of advanced first aid. These differences are shown in semi-bold in Table 5.

Tabela 5. Różnice w postępowaniu na poziomie pierwszej pomocy i kwalifikowanej pierwszej pomocy
Table 5. Differences in proceedings at the level of first aid and advanced first aid

Lp./No.	Zagadnienia/Issues	Zasady organizacji ratownictwa medycznego w krajowym systemie ratowniczo-gaśniczym (załącznik 1)/Principles of the organisation of medical rescue in the national firefighting & rescue system (Appendix 1)
1.	Rany/Wounds	– w miarę możliwości uniesienie kończyny do góry/if possible, lifting the limb – opatrunek uciskowy/compression dressing – ucisk na dużą tętnicę/applying pressure on a major artery – opaska zaciskowa/tourniquet – miejscowe uciśnięcie rany/topical pressure dressing for the wound – w miarę możliwości unieruchomienie uszkodzonej okolicy/if possible, immobilising the injured area
2.	Ból w klatce piersiowej/Chest pain	pozycja półsiedząca/half-seating position
3.	Duszność/Dyspnoea	pozycja półsiedząca/half-seating position
4.	Anafilaksja/Anaphylaxis	– postępowanie w zależności od stanu/procedure depending on the person's condition – decyzja o ewakuacji do szpitala/decision on evacuation to a hospital
5.	Hipoglikemia/Hypoglycaemia	postępowanie w zależności od stanu/procedure depending on the person's condition
6.	Odwodnienie związane z wysiłkiem fizycznym i postępowanie nawadniające/Exertion-related dehydration and rehydration therapy	postępowanie w zależności od stanu/procedure depending on the person's condition

Źródło: Opracowanie własne na podstawie *Zasad organizacji ratownictwa medycznego w krajowym systemie ratowniczo-gaśniczym*, Państwowa Straż Pożarna, Warszawa 2013 r. i *Wytycznych resuscytacji 2015 Europejskiej Rady Resuscytacji*, Polska Rada Resuscytacji, Kraków 2016.
Source: Own elaboration on the basis of *Principles of the organisation of medical rescue in the national firefighting & rescue system*, State Fire Service, Warsaw 2013, and T*he European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015,* Polish Resuscitation Council, Kraków 2016.

Wnioski

Jak widać, zakres dopuszczonych działań w przypadku osoby działającej w ramach pierwszej pomocy w pewnych obszarach daje większe możliwości niż w przypadku osoby działającej w ramach kwalifikowanej pierwszej pomocy. Aby uzyskać tytuł ratownika, trzeba ukończyć 66-godzinne szkolenie (kurs) realizowane przez uprawniony podmiot zgodnie z planem nauczania określonym w ramowym programie kursu w zakresie kwalifikacji pierwszej pomocy [6]. Zaświadczenie o posiadaniu tytułu jest ważne przez 3 lata od daty wydania tego dokumentu. W celu utrzymania tytułu ratownika należy przed upływem tego terminu przystąpić do egzaminu potwierdzającego umiejętności z zakresu kwalifikowanej pierwszej pomocy. Ponadto w ramach doskonalenia zawodowego można uczestniczyć w zajęciach z tego zakresu realizowanych w jednostkach współpracujących z systemem Państwowego Ratownictwa Medycznego. Pamiętając o wielkiej roli osób udzielających pierwszej pomocy, można stwierdzić, że ratownicy z podmiotów współpracujących z tym systemem są dobrze przygotowani do niesienia pomocy osobie będącej w stanie nagłego zagrożenia zdrowotnego. Zasadne zatem wydaje się, żeby zakres czynności wykonywanych przez ratownika w ramach kwalifikowanej pierwszej pomocy został poszerzony o te uwzględnione w rozdziale 9 *Wytycznych resuscytacji 2015*. Działania te wymagają dokonania zmian w obecnie obowiązujących przepisach i procedurach postępowania. W opinii autorów warto wprowadzić takie zmiany, które pozwolą ratownikom jak najlepiej udzielać pomocy osobom w stanie

Conclusions

As can be seen, the range of allowed operations in the case of a person who delivers first aid affords more options in certain areas, as compared to a person providing advanced first aid. The title of rescuer is awarded to a person who has completed a 66-hour training (course) organised by an authorised body in accordance with the curriculum set out in the framework programme of a first aid course [6]. The certificate of qualification as a rescuer is valid for 3 years from the date of issue. In order to retain the title, the rescuer must take an examination testing the skills in advanced first aid before the expiry of that period. In addition, as part of professional training, rescuers can attend classes on this topic offered by the units affiliated with the Emergency Medical Services system. Bearing in mind the enormously important role of those who provide first aid, it can be concluded that rescuers from the entities affiliated with this system are well prepared to help anyone finding him- or herself in a state of health emergency. It therefore seems justified to add to the standard range of rescuer's first aid activities those listed in Chapter 9 of the *Resuscitation Guidelines 2015.* These activities necessitate changes to the regulations and treatment procedures currently in force. In the authors' opinion, it is worth introducing changes that will allow rescuers to provide the best possible aid to people in emergency situations, instilling in them the feeling that nobody will question what they have done. As regards the administration of medicines, a recommended approach would be to allow the use of medicines possessed by

nagłego zagrożenia życia w poczuciu, że nikt nie zakwestionuje tego, co zrobili. W zakresie podawania leków dobrze byłoby dopuścić możliwość korzystania z tych, które ma pacjent do stosowania w przypadku wystąpienia stanu zagrożenia życia. Co roku nagłaśniane są sytuacje, w których padają stwierdzenia, że ratownicy nie podali czegoś, co mogło uratować komuś życie. Zmieniając zapisy prawa zgodnie z aktualną wiedzą medyczną, zwiększamy jakość w ratownictwie, a także możemy uporządkować aspekty prawne udzielania pomocy.

the patient in cases of health emergency. Every year, we hear reports of emergency situations in which rescuers supposedly failed to administer a medicine which might have saved someone's life. By amending the legislation to reflect the current medical knowledge, we can improve the quality of rescue services as well as put the legal aspects of aid in order.

Literatura

[1] *Wytyczne resuscytacji 2015 Europejskiej Rady Resuscytacji*, Polska Rada Resuscytacji, Kraków 2016.
[2] Ustawa z dnia 8 września 2006 r. o Państwowym Ratownictwie Medycznym (Dz. U. poz. 1868).
[3] *Zasady organizacji ratownictwa medycznego w krajowym systemie ratowniczo-gaśniczym*, Państwowa Straż Pożarna, Warszawa 2013.
[4] Ustawa z dnia 20 maja 2010 r. o wyrobach medycznych (Dz. U.
[5] Nr 107, poz. 679 oraz z 2011 r. Nr 102, poz. 586 i Nr 113, poz. 657).
[6] Ustawa z dnia 6 września 2001 r. – Prawo farmaceutyczne (Dz. U. z 2004 r. Nr 53, poz. 533 z późn. zm.).
[7] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 19 marca 2007 r. w sprawie kursu w zakresie kwalifikowanej pierwszej pomocy (Dz. U. Nr 60, poz. 408).
[8] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 3 lipca 2017 r. w sprawie szczegółowej organizacji krajowego systemu ratowniczo-gaśniczego (Dz. U. poz. 1319).

BRYG. DR N. MED. MARIUSZ CHOMONCIK – specjalista anestezjologii i intensywnej terapii. Jest koordynatorem ratownictwa medycznego w Szkole Aspirantów Państwowej Straży Pożarnej w Krakowie. Ponadto pracuje jako wykładowca w Państwowej Wyższej Szkole Zawodowej w Nowym Sączu.

BRYG. LEK. JACEK NITECKI – jeden z twórców ratownictwa medycznego w Państwowej Straży Pożarnej. Jest Wojewódzkim Koordynatorem Ratownictwa Medycznego w Małopolsce. Ponadto jest asystentem w Zakładzie Medycyny Katastrof i Pomocy Doraźnej Uniwersytetu Jagiellońskiego Collegium Medicum w Krakowie. Uczestniczył w przygotowaniu Komponentu Medycznego PSP.

BRIG. MARIUSZ CHOMONCIK M.D. PH.D. – a specialist in anaesthesiology and intensive care. He is a coordinator of the medical emergency services at the Fire Service College of the State Fire Service in Kraków. He also works as a lecturer at the State University of Applied Sciences in Nowy Sącz.

BRIG. JACEK NITECKI M.D. – one of the founders of the medical rescue system at the State Fire Service. He is a Voivodeship Coordinator of the Medical Emergency Services in the Małopolskie Voivodeship. He is also an assistant at the Department of Disaster and Emergency Medicine of the Jagiellonian University Medical College. Jacek Nitecki participated in the preparation of the Medical Component of the State Fire Service.

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Stworzenie anglojęzycznych wersji oryginalnych artykułów naukowych wydawanych w kwartalniku „BITP. Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza" – zadanie finansowane w ramach umowy 658/P- DUN/2018 ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych na działalność upowszechniającą naukę.

CNBOP-PIB

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.
kabli 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

dr hab. Henryk Wyrębek, prof. UPH[a)*], dr Paweł Szmitkowski[a)]

[a)]*Wydział Humanistyczny, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczy w Siedlcach / Faculty of Humanities, Siedlce University of National Sciences and Humanities*
**Autor korespondencyjny/Corresponding author: henryk.wyrebek@uph.edu.pl*

Koncepcja interaktywnego systemu ostrzegania i alarmowania ludności o zagrożeniach

A Concept of an Interactive Threat Warning System

Концепция интерактивной системы предупреждения и сигнализации о угрозах для людей

ABSTRAKT

Cel: Celem artykułu jest przedstawienie wyników badań wstępnych mających na celu poznanie opinii ludności cywilnej na temat potrzeby i możliwości wprowadzenia do powszechnego użytku aplikacji na smartfony oraz komputery stacjonarne pozwalającej przekazywać informacje o zagrożeniach w czasie rzeczywistym. Uzyskane dane, po uprzedniej weryfikacji i autoryzacji przez właściwe centrum dyspozycyjne, będą elementem systemu monitorowania zagrożeń oraz ostrzegania i alarmowania o zagrożeniach.
Projekt i metody: W badaniach posłużono się metodą sondażu diagnostycznego. Przy wykorzystaniu odpowiedniej techniki pozwala ona stosunkowo szybko i rzetelnie przeprowadzić badania w licznej grupie respondentów. W tym przypadku techniką była ankieta. Opracowane dla niej narzędzie składało się z siedmiu pytań merytorycznych, które posłużyły do zbadania opinii ludności cywilnej na temat potrzeby zaprojektowania aplikacji pozwalającej obywatelom aktywnie uczestniczyć w przekazywaniu informacji o zagrożeniach.
Wyniki: Uzyskane wyniki świadczą o zainteresowaniu respondentów projektowanym narzędziem oraz na względne zrozumienie istoty jego działania. Co oczywiste, pojawiają się rozbieżności w zakresie jego ostatecznego kształtu i przeznaczenia. Pewien niepokój budzą odpowiedzi wskazujące na to, że narzędzie będzie wykorzystywane przede wszystkim przez służby, inspekcje i straże, ale wydaje się, że te odpowiedzi wynikają z pewnej niewiedzy i nieświadomości badanych. Kampania społeczna oraz stosowne instrukcje będące elementem aplikacji powinny to zmienić.
Wnioski: Analizując wyniki przeprowadzonych badań, można wysnuć następujące wnioski:
– Istnieje bezsporna potrzeba opracowania interaktywnej aplikacji pozwalającej ludności cywilnej na czynny udział w procesie monitorowania zagrożeń.
– Niezbędne wydaje się powołanie komórek, które na szczeblach lokalnych, tj. w powiatach, będą weryfikować napływające informacje o zagrożeniach.
– Niezwykle ważne jest merytoryczne oraz wolicjonalne i etyczne przygotowanie ludności cywilnej do korzystania z aplikacji.
– Aplikacja musi mieć jasno zredagowaną instrukcję i samouczek. Zalecane jest opracowanie analogicznych i w pełni kompatybilnych wersji aplikacji na urządzenia przenośne oraz stacjonarne.
– Konieczne jest zaszczepienie w ludności cywilnej przekonania o potrzebie i celowości użycia aplikacji.
Słowa kluczowe: monitorowanie zagrożeń, zagrożenie, ostrzeganie, alarmowanie, system zarządzania kryzysowego
Typ artykułu: studium przypadku

Przyjęty: 19.02.2018; Zrecenzowany: 26.06.2018; Zatwierdzony: 05.07.2018;
Autorzy wnieśli równy wkład merytoryczny w opracowanie artykułu;
Identyfikatory ORCID autorów: H. Wyrębek – 0000-0001-9801-6905; P. Szmitkowski – 0000-0001-9288-9182;
Proszę cytować: BiTP Vol. 50 Issue 2, 2018, pp. 142–156, doi: 10.12845/bitp.50.2.2018.11;
Artykuł udostępniany na licencji CC BY-SA 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

ABSTRACT

Aim: The aim of this article is to present the results of the initial research aiming at gathering civilian population's opinions on whether it is necessary and possible to introduce into common use smart-phone and desktop applications for real-time threat warning. The data collected, following their verification and authorisation by the relevant dispatch centre, will become part of the system of monitoring, warning and alarming about possible threats.
Project and methods: In the research use was made of the diagnostic survey method for the collection of data. With an appropriate technique, this method makes it possible to survey a large group of respondents relatively fast and reliably. In this case, the technique employed was the questionnaire. The tool developed for this questionnaire consisted of seven content-related questions designed to investigate into people's opinions on whether there was a need for designing an app to provide a greater level of citizen involvement in disseminating information on threats.
Results: The results suggest that the respondents showed interest in the tool's being designed, and a relatively good understanding of how it should essentially work. Obviously, there were some discrepancies in the responses with regard to its final form and function. The responses indicating that this

tool will primarily be used by the services, inspections, brigades and guards might be a cause for concern, although it seems that these answers result from a lack of knowledge and awareness on the part of the respondents. A public awareness campaign and in-app instructions should be sufficient to change this perception.

Conclusions: An analysis of the survey results has led to the following conclusions:

- There is a need to develop an interactive app which would allow civilians to become actively involved in the process of monitoring threats;
- It seems necessary to establish units (dispatch centres), to verify the information received at the local level, i.e. in districts (powiat).
- An extremely important element in the process of implementing the application for general use is to prepare the public in terms of the relevant knowledge, and volitional and ethical aspects;
- The application should have a clear manual and tutorial. It is recommended to develop analogous and fully compatible versions of the app for mobile and stationary devices;
- It is also necessary to convince the public of the need and purposefulness of using the application.

Keywords: monitoring of threats, threat, warning, alarm, crisis management system

Type of article: case study

Received: 19.02.2018; Reviewed: 26.06.2018; Accepted: 05.07.2018;
The authors contributed equally to this article;
Authors' ORCID IDs: H. Wyrębek – 0000-0001-9801-6905; P. Szmitkowski – 0000-0001-9288-9182;
Please cite as: BiTP Vol. 50 Issue 2, 2018, pp.142–156, doi: 10.12845/bitp.50.2.2018.11;
This is an open access article under the CC BY-SA 4.0 license (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

АННОТАЦИЯ

Цель: Цель статьи – представить результаты предварительных исследований, направленных на ознакомление с мнениями гражданского населения о необходимости и возможности внедрения широко распространенных приложений для смартфонов и настольных компьютеров, позволяющих передавать информацию об угрозах в реальном времени. Данные, полученные после предварительной проверки и авторизации соответствующим располагаемым центром, будут частью системы мониторинга опасности, а также предупреждения и предупреждения об угрозах.

Дизайн и методы: В исследовании использовался метод диагностической съемки. Используя соответствующий метод, он позволяет относительно быстрые и надежные исследования у большой группы респондентов. В этом случае эта методика была анкетами. Разработанный для нее инструмент состоял из семи основных вопросов, которые были использованы для исследования гражданского мнения о необходимости разработки приложения, которое позволяет гражданам активно участвовать в передаче информации об угрозах.

Результаты: полученные результаты указывают на интерес респондентов в разработанном инструменте и относительное понимание сущности его функционирования. Очевидно, что есть расхождения в его окончательной форме и цели. Некоторое беспокойство вызвано ответами, свидетельствующими о том, что этот инструмент будет использоваться в первую очередь службами, инспекциями и охранниками, но, похоже, эти ответы являются результатом определенного невежества и незнания респондентов. Социальная кампания и соответствующие инструкции, которые являются частью приложения, должны изменить это.

Выводы. Анализируя результаты проведенных исследований, можно сделать следующие выводы:

- Существует неоспоримая необходимость в разработке интерактивного приложения, которое позволяет гражданским лицам активно участвовать в процессе мониторинга рисков.
- Кажется необходимым настроить ячейки, которые на местном уровне, то есть в повятах, будут проверять входящую информацию об угрозах.
- Существенная и волевая и этическая подготовка гражданского населения к использованию заявки чрезвычайно важна.
- Приложение должно иметь четко определенные инструкции и учебник. Рекомендуется разрабатывать аналогичные и полностью совместимые версии приложений для мобильных и стационарных устройств.
- Необходимо привить гражданскому населению убеждение в необходимости и желательности использования заявки.

Ключевые слова: мониторинг угроз, угроза, предупреждение, тревога, система управления кризисом

Вид статьи: исследование случая

Принята: 19.02.2018; Рецензирована: 26.06.2018; Одобрена: 05.07.2018;
Авторы внесли одинаковый вклад в создание этой статьи;
Идентификаторы ORCID авторов: H. Wyrębek – 0000-0001-9801-6905; P. Szmitkowski – 0000-0001-9288-9182;
Просим ссылаться на статью следующим образом: BiTP Vol. 50 Issue 2, 2018, pp. 142–156, doi: 10.12845/bitp.50.2.2018.11;
Настоящая статья находится в открытом доступе и распространяется в соответствии с лицензией CC BY-SA 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Wprowadzenie

Jednym z kluczowych elementów systemu zarządzania kryzysowego w Polsce w zakresie ochrony ludności cywilnej pozostaje ostrzeganie i alarmowanie społeczeństwa o zagrożeniach. Sposoby i algorytmy umożliwiające te przedsięwzięcia ewoluują wraz ze zmianami środków technicznych pozwalających na coraz peł-

Introduction

Public warning and alarm methods designed to protect civilians continue to be one of the key elements of the crisis management system in Poland. The approaches and algorithms underlying these efforts are evolving along with the technologies that allow us to issue communications and alarm signals in a more

niejsze i dokładniejsze przekazywanie komunikatów i sygnałów alarmowych. Analizując te sposoby, można zauważyć pewną prawidłowość. Dotyczą one zagrożeń noszących znamiona sytuacji nadzwyczajnych, a w pewnym okresie także sytuacji wojennych. Możliwości ostrzegania i alarmowania obywateli o zagrożeniach stają się coraz większe ze względu na niemal nieograniczony potencjał techniczny oraz wielorakość środków alarmowania. Aby jednak proces ten był skuteczny, niezbędne jest zebranie informacji o potencjalnych zagrożeniach. Odbywa się to według algorytmu: wykrycie zagrożenia, określenie jego skali i rodzaju oraz podjęcie ewentualnej decyzji o ostrzeganiu lub alarmowaniu.

Obecnie w Polsce funkcjonuje kilka systemów, których zadaniem jest zbieranie informacji o zagrożeniach. Jednym z pierwszych jest System Monitoringu i Osłony Kraju (SMOK), utworzony przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, a działający od 2005 roku. Powstał on w efekcie tragicznej powodzi w 1997 roku. SMOK ma za zadanie zbieranie informacji o zagrożeniach pogodowych. System ten składa się z:

- ośmiu radarów atmosferycznych POLRAD mających monitorować intensywność oraz rozmieszczenie chmur i opadów;
- systemu burzowego PERUN składającego się z dziewięciu czujników wykrywających i mierzących siłę wyładowań atmosferycznych docierających do ziemi oraz wewnątrz chmur;
- systemu blisko 1000 posterunków pomiarowych zbierających dane o: temperaturze powietrza, opadach, sile i kierunku wiatru oraz poziomie wody, i przekazujących te dane do 30 stacji meteorologiczno-hydrologicznych, a stamtąd – do sieci komputerowej IMGW.

SMOK jest uzupełniany i wspierany przez tworzony od 2010 roku Informatyczny System Osłony Kraju (ISOK), którego głównym zadaniem jest opracowanie map zagrożenia powodziowego i atmosferycznego na terenie Polski. Dzięki zastosowaniu mapowania satelitarnego system ten jest w stanie bardzo dokładnie odzwierciedlić wszelkie zagrożenia pogodowe. Uzyskane dane mogą być różnie wykorzystane przez wyspecjalizowane instytucje państwowe (np. Główny Urząd Geodezji i Kartografii – GUGiK), podmioty administracji publicznej wydające np. pozwolenia budowlane, a nawet zwykłych obywateli.

Scharakteryzowane pokrótce systemy sektorowe znacząco wspiera Krajowy System Wykrywania Skażeń i Alarmowania (KSWSiA). Powstał on na podstawie rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 7 stycznia 2013 r. w sprawie systemów wykrywania skażeń i powiadamiania o ich wystąpieniu oraz właściwości organów w tych sprawach (Dz. U. poz. 96)[1]. Ten akt normatywny reguluje funkcjonowanie KSWSiA, który tworzą:

- System Wykrywania Skażeń Sił Zbrojnych RP – nadzorowany przez Ministra Obrony Narodowej;
- sieci i systemy nadzoru epidemiologicznego i kontroli chorób zakaźnych w kraju oraz krajowe punkty kontaktowe dla międzynarodowych systemów nadzoru nad zagrożeniami zdrowia lub życia dużych grup ludności – nadzorowane przez ministra właściwego do spraw zdrowia;

[1] Rozporządzeniem tym zastąpiono rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 16 października 2006 r. w sprawie systemów wykrywania skażeń i właściwości organów w tych sprawach (Dz. U. Nr 191, poz. 1415).

comprehensive and detailed way. An analysis of these approaches and algorithms allows a certain pattern to be seen. Namely, they concern situations that can be at least partly viewed as emergencies, and also, at certain times, war situations. The ability to warn and alarm civilians about threats is expanding continuously due to the almost inexhaustible technological potential and the great diversity of alarm measures. However, in order for this process to be effective, it is necessary to collect information on potential threats. This is done according to the following algorithm – detect the threat, determine its scale and type, and make a decision on warming or alarming the population, if required.

Currently, Poland has several systems in place to collect information on threats. One of the oldest is the National Monitoring and Protection System (in Polish: System Monitoringu i Osłony Kraju – SMOK), developed by the Institute of Meteorology and Water Management and launched in 2005. It was established in response to the tragic flood of 1997. SMOK is aimed at collecting information on weather threats. It comprises:

- eight POLRAD weather radars designed to monitor the intensity and distribution of clouds and rainfall;
- the PERUN storm surveillance system which includes nine detectors for identifying and measuring the power of cloud-to-ground and cloud-to-cloud lightning;
- a system of almost 1,000 measurement stations collecting data on temperature, rainfall, strength and direction of wind and water levels, and providing these data to 30 weather and water monitoring stations, from where they are fed to the computer network of the Institute of Meteorology and Water Management.

SMOK is complemented and supported by the Computerised National Protection System (in Polish: System Osłony Kraju – ISOK), whose main task is to lay out flood-risk and weather-threat maps for the whole territory of Poland. Utilising satellite mapping, the system reflects all kinds of weather threats with high precision. The data collected with these systems can be used by specialised state institutions (e.g. the Central Office for Cartography and Geodesy – Główny Urząd Geodezji i Kartografii, GUGiK), public administration bodies issuing building permits and even by private individuals.

These sector-specific systems are substantially supported by the National Contamination Detection and Alarm System (in Polish: Krajowy System Wykrywania Skażeń i Alarmowania – KSWSiA). KSWSiA was developed under the Regulation of the Council of Ministers of 7 January 2013 on threat detection and warning systems, and the responsibility of authorities with regard thereto (Journal of Laws, item 96)[1]. This piece of legislation governs the functioning of KSWSiA, which comprises:

- the Contamination Detection System of the Armed Forces of the Republic of Poland, supervised by the Minister of National Defence;
- domestic epidemiological supervision and infectious disease management systems networks, as well as

[1] This Regulation replaced the Regulation of the Council of Ministers of 16 October 2006 on contamination detection systems and responsibility of authorities with regard thereto (Journal of Laws No. 191, item 1415).

- system stacji wczesnego wykrywania skażeń promieniotwórczych i placówek prowadzących pomiary skażeń promieniotwórczych, których działania koordynuje Prezes Państwowej Agencji Atomistyki;
- nadzorowane przez wojewodów wojewódzkie systemy wykrywania i alarmowania oraz wojewódzkie systemy wczesnego ostrzegania o zagrożeniach, o których mowa w art. 16 ust. 2 pkt 3 ustawy z dnia 26 kwietnia 2007 r. o zarządzaniu kryzysowym (Dz. U. Nr 89, poz. 590, z późn. zm.) i w § 3 pkt 6 rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 25 czerwca 2002 r. w sprawie szczegółowego zakresu działania Szefa Obrony Cywilnej Kraju, szefów obrony cywilnej województw, powiatów i gmin (Dz. U. Nr 96, poz. 850), w części dotyczącej skażeń;
- systemy nadzoru epizootycznego, fitosanitarnego, nadzoru nad bezpieczeństwem produktów pochodzenia zwierzęcego i nadzoru nad paszami oraz nadzoru nad produktami rolno-spożywczymi – nadzorowane przez ministrów właściwych do spraw rolnictwa i rynków rolnych oraz zdrowia [3].
- Rozporządzenie zawiera także opis obowiązujących na terytorium Rzeczpospolitej Polskiej sygnałów i komunikatów alarmowych. Są one przekazywane w postaci słownej oraz akustycznej przez stacjonarne syreny alarmowe, które dziś swoim zasięgiem obejmują około 76,6% powierzchni kraju [4].

KSWSiA nadaje sygnał alarmowy informujący o niebezpieczeństwie oraz trzy komunikaty alarmowe (uprzedzenia): o zagrożeniu skażeniami, o zagrożeniu zakażeniami oraz o klęskach żywiołowych i zagrożeniu środowiska. Regulacje zawarte w rozporządzeniu w znacznym stopniu ograniczają zakres zagrożeń, o których system może informować. Ponadto jego parametry techniczne sprawiają, że ma on charakter bierny – system przesyła informację w kierunku osoby zagrożonej, ale sam nie odbiera komunikatu od tej osoby.

Obecnie oprócz wyżej opisanego systemu istnieją inne, niemal nieograniczone możliwości techniczne alternatywnego informowania społeczeństwa o zagrożeniach. Jednym z nich jest Regionalny System Ostrzegania (RSO), który jest usługą umożliwiającą powiadamianie ludności cywilnej o zagrożeniach lokalnych. System ten działa wielotorowo. Informowanie odbywa się przede wszystkim za pomocą stron internetowych urzędów wojewódzkich. Ponadto, na podstawie umowy podpisanej 14 października 2013 roku pomiędzy Telewizją Polską S.A. a Ministerstwem Administracji i Cyfryzacji [5], możliwe jest wyświetlenie informacji o zagrożeniu w postaci tzw. paska w naziemnej telewizji cyfrowej, w naziemnym multipleksie cyfrowym MUX-3 (w programach regionalnych): w standardzie HbbTV, w telegazecie, z wykorzystaniem napisów DVB. Usługa dostępna jest także w postaci aplikacji na smartfon lub tablet [6]. Od 1 lipca 2015 roku ostrzeżenia przed najważniejszymi zagrożeniami otrzymujemy również SMS-em [6]. Za pomocą RSO rozpowszechniane są także poradniki postępowania w sytuacjach kryzysowych. Wszystkie komunikaty przygotowywane są przez właściwe terytorialnie wojewódzkie centrum zarządzania kryzysowego.

Dokonana charakterystyka systemów monitorowania zagrożeń oraz ostrzegania i alarmowania o zagrożeniach pozwala zauważyć ich pewien istotny mankament. Wszystkie one mają

- domestic contact points for international systems monitoring health and life threats for large groups of population, supervised by the Minister of Health;
- an early warning system for the detection of radioactive contamination, including facilities conducting measurements of radioactive contamination, coordinated by the National Atomic Energy Agency;
- provincial detection and alarm systems, and provincial early warning systems, supervised by provincial governors, as referred to in Article 16 (2) (3) of the Act of 26 April 2007 on crisis management (Journal of Laws No. 89, item 590, as amended) and § 3 (6) of the Regulation of the Council of Ministers of 25 June 2002 on the detailed scope of operations of the Chief of National Civil Defence, provincial, district and communal chiefs of civil defence (Journal of Laws No. 96, item 850), with regard to contamination;
- episootic, phytosanitary, animal product safety, fodder and agri-food product monitoring systems, supervised by ministers in charge of agriculture, agricultural markets and health [3].

The Regulation also contains a description of the alarm signals and communications applicable on the territory of Poland. They are issued in verbal and acoustic forms by stationary alarm sirens, whose current range covers about 76.6 percent of the country's area [4].

KSWSiA issues alarm signals to warn against a threat, and three alarm communications (warnings) to warn against contamination threats, natural disasters and environmental threats. The provisions of the Regulation substantially restrict the scope of threats against which the system may warn the population. Moreover, due to its technical characteristics, this is a passive system – that is, one which sends information to people exposed to the threat, but does not receive communications from the people.

Currently, in addition to the system described above, there are almost limitless technological possibilities for alternative solutions to notify the public about pending threats. One of them is the Regional Warning System (in Polish: Regionalny System Ostrzegania – RSO) – a solution designed to notify civilian population of local threats. The system operates on a multi-pronged basis. Notifications are sent primarily through the websites of provincial offices. Furthermore, under the Agreement of 14 October 2013, concluded between Telewizja Polska S.A. (Polish national television) and the Ministry of Administration and Digitisation [5], threat notifications may be displayed as "strips" on digital terrestrial television, on the MUX-3 digital terrestrial multiplex (on regional programmes): in the HbbTV standard, on tele-text and using DVB subtitles. This service is also available as an app for smartphones or tablets [6]. Starting from 1 July 2015, key warnings have also been issued by text messages [6]. RSO also disseminates emergency guides. All communications are prepared by the relevant provincial crisis management centres.

Notably, all the threat monitoring, warning and alarm systems described above have a major drawback. Namely, they send information to people exposed to the threat, but do not

charakter bierny, tzn. przesyłają informację w kierunku osoby zagrożonej, ale same nie odbierają komunikatu od tej osoby. A przecież przekazywane przez obywateli informacje o zaobserwowanych zagrożeniach mogłyby, po odpowiedniej weryfikacji i autoryzacji (np. przez powołane w tym celu stosowne centra weryfikacji danych będące elementem centrów zarządzania kryzysowego), znacząco zwiększyć sprawność i skuteczność działania systemów. W związku z powyższym należy rozważyć rozszerzenie działania istniejących lub opracowanie nowych aplikacji multimedialnych pozwalających na aktywny kontakt obywateli z podmiotami pozyskującymi informacje o niebezpieczeństwach. Oczywiście znacznie wygodniejsze i łatwiejsze do wprowadzenia byłyby rozwiązania będące swego rodzaju „wtyczkami" do rozwiązań już funkcjonujących. Nie wymagałoby to dokonywania daleko idących reform, lecz jedynie zwiększenia istniejących możliwości systemów wykrywania zagrożeń oraz ostrzegania i alarmowania o zagrożeniach.

Warto podkreślić, że podobne aplikacje funkcjonują już w innych krajach, a ich kształt i zastosowanie są bardzo zróżnicowane. Przykładem mogą być narzędzia: Rapid SOS [7], Rescuer [8] czy Emergency Plus [9]. Umożliwiają one kontakt ze służbami ratunkowymi i przekazywanie informacji o właściwych dla danej służby zagrożeniach lub też uzyskanie informacji o sposobie właściwego zachowania się. Projektowana aplikacja idzie o krok dalej i pozwala na przekazywanie większego zakresu danych do centrum dyspozycyjnego, które po weryfikacji i zakwalifikowaniu zgłoszenia może zadysponować nawet kilka służb, inspekcji lub straży.

Hipoteza

Powyższe spostrzeżenia pozwalają sformułować problem badawczy dla przedmiotowych badań w postaci pytania: Czy potrzebne jest zwiększenie interaktywności istniejących systemów monitorowania zagrożeń oraz ostrzegania i alarmowania o zagrożeniach tak, aby w systemach tych mogli brać czynny udział obywatele, oraz na czym powinna polegać ewentualna ich modernizacja zmierzająca w tym kierunku?

Wskazany problem badawczy pozwala na wysunięcie hipotezy będącej punktem wyjścia do dalszych badań. Należy przypuszczać, że można, a wręcz trzeba zwiększyć interaktywność systemów monitorowania zagrożeń oraz ostrzegania i alarmowania o zagrożeniach tak, aby w systemach tych mogli brać czynny udział obywatele. Niezbędna modernizacja powinna polegać na: powołaniu podmiotów weryfikujących i klasyfikujących napływające zgłoszenia, opracowaniu narzędzi (w postaci aplikacji na komputery i urządzenia przenośne) umożliwiających interaktywny kontakt w czasie rzeczywistym z danym podmiotem oraz wyrobieniu w społeczeństwie postawy odpowiedzialnego i racjonalnego korzystania z tych narzędzi.

Metodologia badań

Na potrzeby badań przyjęto, że projektowana aplikacja powinna umożliwiać: zgłaszanie zagrożeń bezpieczeństwa

receive communications from them. This is disadvantageous, as civilian information on observed threats, once verified and authorised (e.g. by dedicated data verification centres operating within crisis management centres), could make the systems work much more effectively and efficiently. Therefore, consideration should be given to expanding the existing, or developing new, multimedia apps which would allow civilians to actively communicate with the institutions that collect threat information. Obviously, the most convenient and easiest way to do this would be by introducing some sort of "plug-ins" to the existing solutions. Such a solution would not require extensive reforms – it would only expand the existing possibilities of threat detection, warning and alarm systems.

It should be mentioned that such apps – representing a great variety of uses and designs – are already in place in other countries. For example, these include such tools as Rapid SOS [7], Rescuer [8] and Emergency Plus [9]. They allow people to contact emergency services and provide information on threats relevant to these services, or to obtain information on what to do in emergency situations. The app being designed goes a step further, allowing people to provide a broader range of information to dispatch centres, which, following verification and qualification, may dispatch even several services, inspections, brigades or guards.

Hypothesis

Based on the above conclusions, a research problem can be formulated for the study, in the form of the following question: Is it necessary to make the existing threat monitoring, warning and alarm systems more interactive so that they could actively involve citizens, and what should such modernisation, if any, involve in order to achieve a greater level of interaction?

This research problem leads to a hypothesis which serves as the starting point for further study. It seems reasonable, if not necessary, to make threat monitoring, warning and alarm systems more interactive, in order to make citizens actively involved in these systems. The following should be done to modernise these systems: establishing authorities that would verify and classify incoming reports, developing tools (as apps for desktop computers or mobile devices) for real-time interaction with these authorities, and helping citizens become responsible and reasonable users of these tools.

Survey methodology

For the purposes of the survey, we assumed that the designed application should allow for reporting threats as texts

 ISSN 1895-8443

w formie tekst ze zdjęciem i lokalizacją na mapie, automatyczną lokalizację zgłaszającego za pomocą GPS, inteligentne rozpoznawanie rodzajów naruszeń bezpieczeństwa, wysyłanie użytkownikom alertów dotyczących zagrożeń w ich najbliższym otoczeniu, szacunkową ocenę ryzyka na wybranym terenie, generowanie lokalnych map ryzyka na podstawie przyjętych kryteriów, korzystanie z niej osobom niepełnosprawnym, oraz obsługę w wielu językach.

W celu przeprowadzenia badań terenowych umożliwiających poznanie opinii obywateli na temat potrzeby stworzenia oraz kształtu ewentualnego narzędzia pozwalającego zwiększyć możliwość uczestnictwa obywateli w procesie zbierania informacji o zagrożeniach oraz ostrzegania i alarmowania o nich posłużono się metodą sondażu diagnostycznego. Przy wykorzystaniu odpowiedniej techniki pozwala ona stosunkowo szybko i rzetelnie przeprowadzić badania w licznej grupie respondentów. W tym przypadku techniką była ankieta. Opracowane dla niej narzędzie składało się z siedmiu pytań merytorycznych, które posłużyły do zbadania opinii ludności cywilnej na temat potrzeby zaprojektowania aplikacji pozwalającej obywatelom aktywnie uczestniczyć w przekazywaniu informacji o zagrożeniach. W sześciu pytaniach zastosowano kafeterię zamkniętą, w jednym pytaniu – kafeterię otwartą.

Badaniami objęto 60 kobiet oraz 50 mężczyzn, pełnoletnich, podzielonych na grupy wiekowe: do 25 lat, 26–35 lat, 36–45 lat, 46–55 lat i powyżej 56 lat. Liczebność próby badawczej wynosząca 110 osób wynika z wielkości populacji generalnej (57 tysięcy) oraz przyjętego błędu maksymalnego (9%) [1]. Badani byli mieszkańcami Siedlec. Przyjęcie tak szerokiego spektrum badań wynika z tego, że obecnie dostęp do środków komunikacji elektronicznej jest powszechny.

Ponieważ w ankiecie znalazły się głównie pytania z kafeterią zamkniętą, więc można było pokusić się przede wszystkim o analizę ilościową zgromadzonego materiału empirycznego.

Jako kluczowe zmienne zależne przyjęto płeć oraz wiek badanych. Uznano bowiem, że mają one zasadnicze znaczenie w kontekście nie tyle sprawnego korzystania z aplikacji, ile odczuwania potrzeby pozyskiwania informacji o zagrożeniach, ich rzetelności i aktualności, a także chęci brania czynnego udziału w przekazywaniu danych o pojawiających się niebezpieczeństwach. Wzięto tutaj pod uwagę również zjawisko tzw. bariery technologicznej polegające na tym, że osoby starsze nie chcą lub boją się korzystać zarówno ze stacjonarnych, jak i mobilnych urządzeń komunikacji elektronicznej.

Na uwagę może zasługiwać także zmienna w postaci miejsca zamieszkania respondentów. Jednakże w metryczce badani zaznaczyli jednolicie miasto od 30 do 100 tys. mieszkańców, co w kontekście interpretacji wyników badań przestaje mieć znaczenie jako punkt odniesienia.

Na podstawie analizy materiału empirycznego uznano, że w kontekście prowadzony badań przedstawianie korelacji między innymi zmiennymi zależnymi, takimi jak miejsce zamieszkania i wykształcenie respondentów, nie rzutuje znacząco na uzyskane wyniki.

Poniżej zaprezentowano główne wyniki badań i wnioski płynące z analizy zgromadzonego materiału badawczego.

with pictures and map locations, automated GPS geolocation, smart threat-type recognition, sending alerts to users on threats in their area, risk estimation for an area, generating local risk maps based on predefined criteria, use by the disabled people, and use in multiple languages.

The diagnostic survey method was employed to conduct field surveys, in order to gather peoples' opinions on whether a tool providing greater citizen involvement in threat monitoring, warning and alarming processes is needed, and what it should possibly involve. With an appropriate technique, this method makes it possible to survey a large group of respondents relatively fast and reliably. In this case, the technique employed was the questionnaire. The tool developed for this questionnaire consisted of seven content-related questions designed to investigate into people's opinions on whether there was a need for designing an app to provide a greater level of citizen involvement in disseminating information on threats. The multiple-choice format was used in six questions, and one question had an open-ended format.

The survey covered 60 adult women and 50 adult men, grouped by age into the following categories: up to 25, 26–35, 36–45, 46–55 and over 56. The sample size of 110 is linked to the general population size (57,000) and the assumed maximum error (9%) [1]. The respondents were all citizens of Siedlce. This broad spectrum of the study is attributable to the current common availability of means of electronic communication.

Since the questionnaire contained mainly multiple-choice questions, the empirical material it provided was appropriate primarily for qualitative analysis.

The age and gender of the respondents were taken as dependent variables, due to their key significance not so much for the app-use efficiency, but for the perceived need to collect information on threats, the reliability and timeliness of such information, as well as the willingness to become actively involved in sharing data on pending threats. For the purposes of the survey, we took account of the "technological-barrier" phenomenon in which elderly people are reluctant or afraid to use both desktops and mobile devices for communication purposes.

Another notable variable involves respondents' place of residence. However, in the demographic information section, the respondents uniformly indicated a city of 30,000 to 100,000 inhabitants, which makes this variable irrelevant as a point of reference for the purposes of interpreting the results.

An analysis of the empirical material led to the conclusion that, in the context of the survey in question, the demonstration of correlations between other dependent variables, such as the place of residence and educational attainment of the respondents, would have little impact on the results.

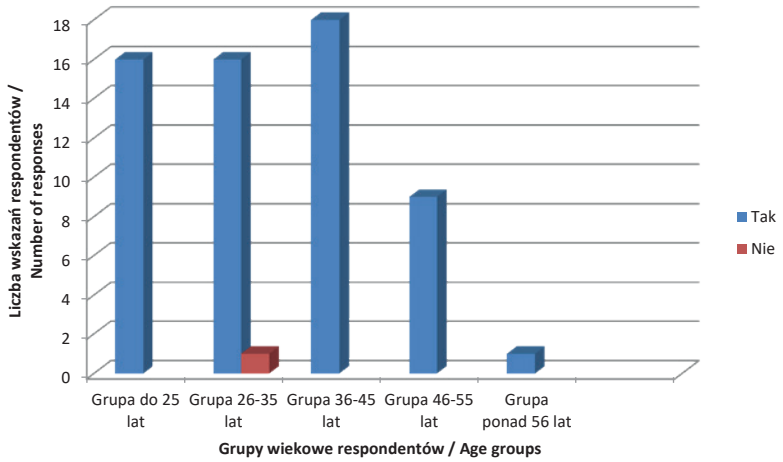
Below are the main results of our surveys and the conclusions drawn from the analysis of the empirical material collected.

Wyniki badań

Większość mężczyzn, niezależnie od grupy wiekowej, na pytanie 1: „Czy chcieliby Państwo być poinformowani o aktualnych zagrożeniach w okolicy?", odpowiedziała twierdząco. Przeczący odpowiedział tylko jeden respondent z grupy wiekowej 26–35 lat. Wydaje się to oczywiste w kontekście licznych kategorii i coraz większego zakresu pojawiających się zagrożeń.

Survey results

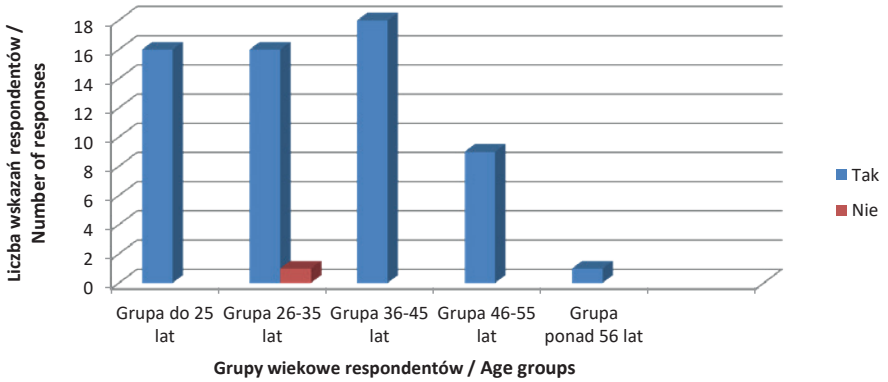
In Question 1: "Would you like to be updated on current threats in your area?", most men, regardless of the age group, gave an affirmative answer. Only one respondent from the group of 26–35-year-olds gave a negative answer to this question. This is hardly surprising, given the broad spectrum of threat categories and their growing range.



Rycina 1. Opinia respondentów na temat chęci bycia informowanym o zagrożeniach
Figure 1. Male respondents' opinion on whether they wished to be notified of threats
Tak – Yes; Nie – No; Grupa do 25 lat – up-to-25-year olds, 26-35-year-olds, 36-45-year-olds, over-56-year olds
Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.

Na pytanie 2: „Czy aplikacja mająca poniższe cechy będzie dla Państwa interesująca?" (Jako cechy aplikacji wskazano: prostotę i intuicyjność obsługi, powszechną dostępność oraz jasno określony katalog zagrożeń, które mogą być zgłaszane przez użytkownika), większość ankietowanych mężczyzn odpowiedziała twierdząco. Tylko jeden respondent z grupy wiekowej 26–35 lat wyraził dezaprobatę dla kształtu aplikacji.

In Question 2: "Would an app with the following characteristics be of interest to you?" (the app characteristics included simplicity and intuitiveness, common accessibility and a clearly defined catalogue of threats which could be reported), the majority of the male respondents answered "Yes". Only one respondent from the age group of 26–35-year-olds gave a "No" answer to this question.

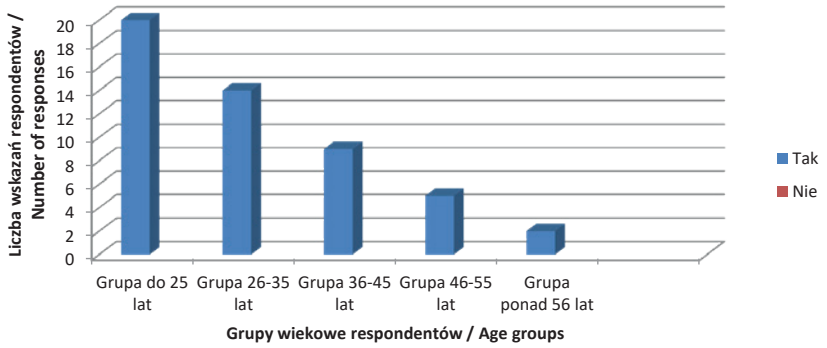


Rycina 2. Opinia respondentów na temat zainteresowania aplikacją
Figure 2. Male respondents' opinion on whether the app was of interest to them
Tak – Yes; Nie – No; Grupa do 25 lat – up-to-25-year olds, 26-35-year-olds, 36-45-year-olds, over-56-year olds
Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.

ISSN 1895-8443

Z kolei na pytanie 3: „Czy aplikacja powinna udostępniać informacje na temat najbardziej aktualnych zagrożeń?", wszyscy ankietowani mężczyźni odpowiedzieli twierdząco. Biorąc pod uwagę kształt i przeznaczenie aplikacji, trzeba stwierdzić, że jest to najbardziej logiczne i poprawne podejście do zagadnienia.

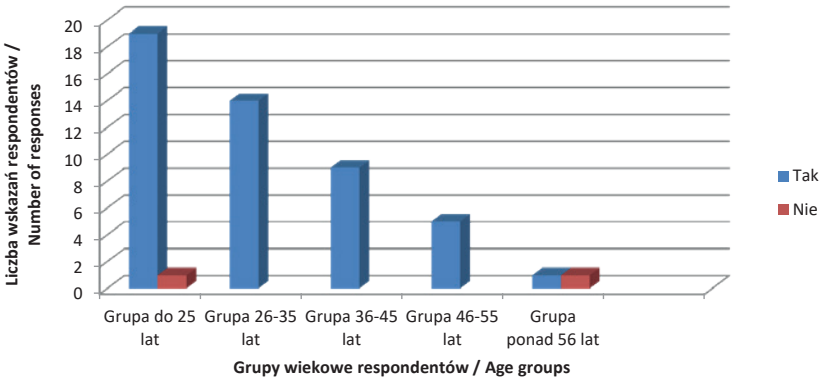
In Question 3: "Should the app provide information on the latest threats?", all the male respondents answered "Yes". Given the design and purpose of the app, this was clearly the most logical and appropriate answer.



Rycina 3. Opinia respondentów na temat udostępniania przez aplikację informacji o najbardziej aktualnych zagrożeniach
Figure 3. Male respondents' opinion on whether they wished to be notified of the latest threats
Tak – Yes; Nie – No; Grupa do 25 lat – up-to-25-year olds, 26-35-year-olds, 36-45-year-olds, over-56-year olds
Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.

Na pytanie 4: „Czy w aplikacji powinny być zamieszczone komunikaty, instrukcje oraz scenariusze reagowania na poszczególne zagrożenia?", większość badanej grupy mężczyzn odpowiedziała „Tak". Tylko dwie osoby: jedna z grupy wiekowej do 25 lat, a druga z grupy wiekowej powyżej 56 lat, odpowiedziały „Nie".

In Question 4: "Should the app provide communications, instructions and response scenarios for individual threats?", the majority of the male respondents answered "Yes". Only two respondents, one from the group of up-to-25-year-olds, the other from the over-56-year-olds, answered "No" to this question.



Rycina 4. Opinia respondentów na temat elementów aplikacji
Figure 4. Male respondents' opinion on what features the app should have
Tak – Yes; Nie – No; Grupa do 25 lat – up-to-25-year olds, 26-35-year-olds, 36-45-year-olds, over-56-year olds
Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.

Interpretacja takiego podejścia, ze względu na wielofunkcyjność aplikacji, pozostaje problematyczna. Podejście to może jednak wynikać z traktowania aplikacji wyłącznie jako informatora, nie zaś jako poradnika i narzędzia przydatnego wtedy, gdy zaistnieje konieczność samoochrony i samoobrony.

W przypadku pytania 5: „Kto powinien mieć dostęp do takiej aplikacji?", liczba i zakres odpowiedzi były zróżnicowane, co

Given the multi-functional character of the app, it is problematic to interpret these negative answers. One possible explanation for them would be that the app was viewed exclusively as a means of notification, rather than a guide and tool which could be useful for self-defence and self-protection.

In Question 5: "Who should have access to the app?", the answers and response rates varied, due to the multiple-response

wynika z zastosowania kafeterii z możliwością wielokrotnego wyboru. W pierwszej grupie wiekowej rozkład odpowiedzi był bardzo podobny. Według 12 respondentów dostęp do aplikacji powinna mieć administracja samorządowa, zdaniem 15 osób dostęp do niej powinny mieć służby, inspekcje i straże, a według 17 badanych dostęp ten powinni mieć cywile.

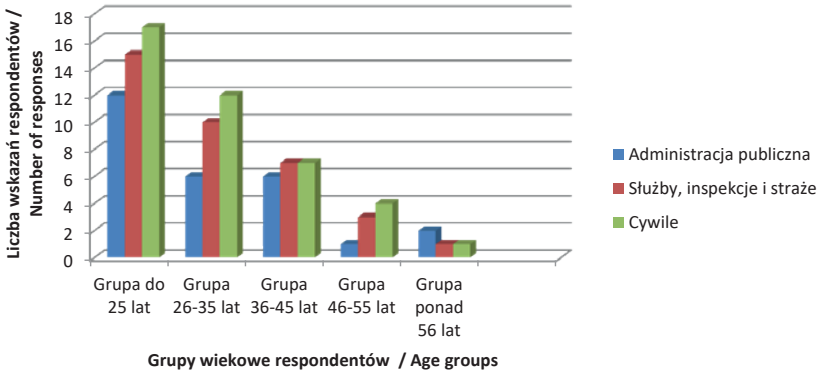
W grupie wiekowej 26–35 lat układ odpowiedzi jest, proporcjonalnie do liczby badanych, podobny. Na administrację publiczną wskazało 6 respondentów, na służby, inspekcje i straże – 10, a na cywilów – 12.

W przypadku grupy wiekowej 36–45 lat wyniki były nieco inne. Proporcjonalnie do próby badawczej na administrację publiczną wskazało 6 osób, a na służby, inspekcje i straże oraz na cywilów – po 7 osób.

format. The first age group had a very consistent distribution of answers. According to 12 respondents, the app should be available to government administration; 15 respondents said it should be available to services, inspections, brigades and guards while 17 respondents said the app should be available to civilians.

In the group of 26–35-year-olds, the answers were, proportionately to the number of the respondents, similar. Government administration was indicated by 6 respondents, services, inspections, brigades and guards were chosen by 10 respondents and civilians were mentioned by 12 respondents.

The results were slightly different for the group of 36–45-year-olds. Proportionately to the survey sample, government administration was indicated by 6 respondents, and services, inspections, brigades and guards and civilians were mentioned by 7 respondents, respectively.



Rycina 5. Opinia respondentów na temat tego, które podmioty powinny mieć dostęp do aplikacji
Figure 5. Male respondents' opinion on who should have access to the app
Tak – Yes; Nie – No; Grupa do 25 lat – up-to-25-year olds, 26-35-year-olds, 36-45-year-olds, over-56-year olds; Administracja publiczna – government administration;Służby, inspekcje i straże – services, inspections, brigades and guards
Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.

W grupie wiekowej 46–55 lat 1 respondent wskazał na administrację publiczną, 3 badanych wskazało na służby, inspekcje i straże, a 4 badanych – na cywilów.

Mężczyźni z najstarszej i jednocześnie najmniej licznej grupy wiekowej udzielili odpowiedzi podobnie jak mężczyźni z grupy wiekowej 36–45 lat. Na administrację publiczną wskazały 2 osoby, a zarówno na służby, inspekcje i straże, jak i na cywilów wskazała 1 osoba.

Na przykładzie pytania 6: „Na jakich urządzeniach aplikacja powinna być dostępna?", wyraźnie widać, że urządzenia mobilne są preferowane przez osoby młodsze, a komputery stacjonarne – przez osoby starsze. W trzech pierwszych grupach wiekowych udzielano odpowiednio odpowiedzi: 20:8, 14:6 oraz 9:6 na korzyść smartfonów. W dwóch najstarszych grupach odpowiedzi układały się odpowiednio 4:4 oraz 1:2 na korzyść komputerów stacjonarnych.

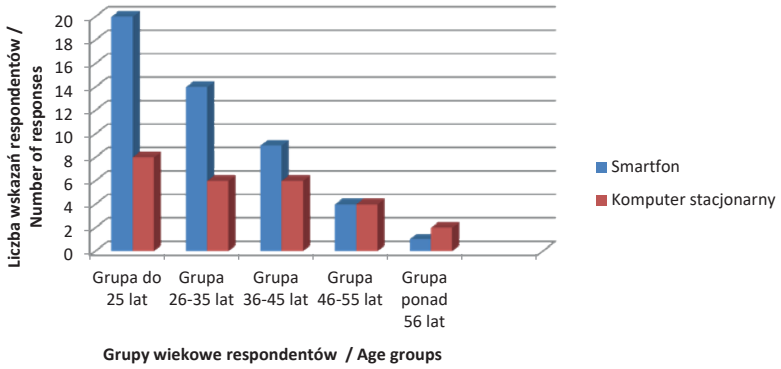
Można tu oczywiście zastanawiać się nad celowością opracowywania aplikacji na sprzęt stacjonarny, skoro aby mieć do niego dostęp, potrzebne jest stanowisko pracy, podczas gdy z urządzeniami mobilnymi kontakt jest w zasadzie permanentny. Jednak nawiązując do zasygnalizowanej wcześniej „barierą technologiczną", trzeba zauważyć, że osoby w starszym wieku mniej sprawnie korzystają ze smartfonów, preferując komputery stacjonarne, zwłaszcza w celu pozyskiwania różnego rodzaju informacji.

In the group of 46–55-year-olds, 1 respondent indicated government administration, 3 respondents mentioned services, inspections, brigades and guards and 4 respondents indicated civilians.

The answers of male respondents from the oldest and smallest age group were similar to the answers of the group of 36–45-year olds. Government administration was indicated by 2 respondents, and services, inspections, brigades and guards, and civilians were chosen by 1 respondent.

As shown by Question 6: "What kind of devices should the app be accessible on?", it was clear that mobile devices were preferred by younger respondents, while desktops were preferred by the older respondents. In the first three age groups, the answers were: 20:8, 14:6 and 9:6 in favour of smartphones. In the two oldest age groups, the responses to this question were 4:4 and 1:2, respectively, in favour of desktops.

It might be legitimately argued that there is no point in developing the app for desktops, since its use would be limited to the location where the desktop is installed, while mobile devices provide permanent access to the app. Hover, due the previously mentioned "technological barrier", older people are less apt at using smartphones, so they prefer desktops, especially as a means of obtaining various information.



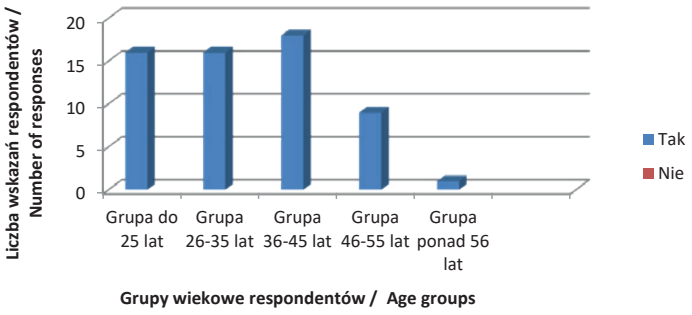
Rycina 6. Opinia respondentów na temat rodzajów urządzeń, na które aplikacja powinna być dostępna.
Figure 6. Male respondents' opinion on the types of devices the app should be accessible on.
Tak – Yes; Nie – No; Grupa do 25 lat – up-to-25-year olds, 26-35-year-olds, 36-45-year-olds, over-56-year olds; Smartfon – smartphone; Komputer stacjonarny – desktop
Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.

Ostatnie pytanie ankietowe: „Co by Państwa skłoniło do pobrania takiej aplikacji?", miało charakter otwarty, wymagało więc przeprowadzenia analizy zarówno ilościowej, jak jakościowej. Należy podkreślić, że odpowiedzi na to pytanie udzieliła stosunkowo niewielka grupa respondentów. Wśród pojawiających się komentarzy można zauważyć znaczny rozdźwięk tematyczny mogący wynikać z rozmaitych przesłanek, które skłoniłyby potencjalnych użytkowników do skorzystania z aplikacji. Są tutaj wskazania typu „darmowy dostęp" i „ciekawość", które sugerują brak należytego przygotowania merytorycznego do wykorzystania programu. Ale pojawiają się również odpowiedzi „informacja o zagrożeniach", „poczucie bezpieczeństwa swojego i bliskich", które wskazują na przeświadczenie o użyteczności potencjalnego produktu. Jednak znamienne wśród udzielonych odpowiedzi jest także, być może instynktowne i wynikające z dotychczasowych braków, wskazanie na wykorzystanie aplikacji jako „odbiornika" komunikatów, nie zaś jako narzędzia interaktywnego pozwalającego na aktywne informowanie o pojawiających się niebezpieczeństwach.

W grupie kobiet na pytanie 1: „Czy chcieliby Państwo być poinformowani o aktualnych zagrożeniach w okolicy?", wszystkie osoby odpowiedziały twierdząco. Żadna z osób nie wyraziła swojej dezaprobaty w tym zakresie.

The last question: "What would prompt you to download such an app?" had an open-ended format, thus requiring both qualitative and quantitative analysis. It should be stressed that the question was answered by a relatively small group of respondents. The comments made by the respondents span a broad range of subjects due to the diverse reasons which would prompt them to use the app. Answers like "free access" and "curiosity" suggest that the respondents were ill-prepared to use the software. But there were also answers such as "information on threats" or "a sense of safety of the family and close ones", which suggested a belief that the product could be useful. What was characteristic in the answers, however, was that the respondents viewed the app as being useful for receiving communications, rather than as an interactive tool designed to actively provide information on pending threats – this could be explained by the unavailability and, by extension, lack of experience with interactive tools.

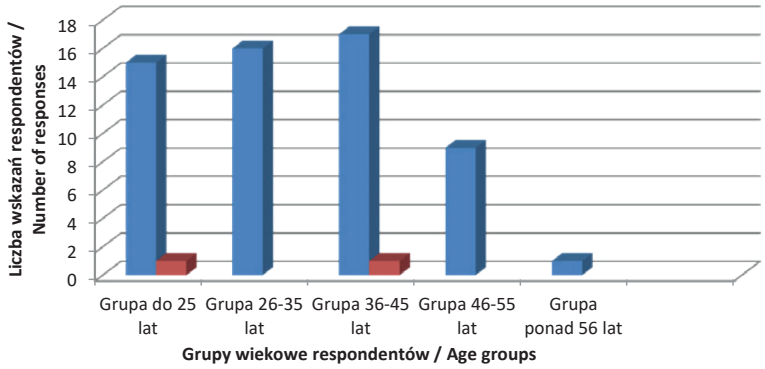
In the group of the female respondents, Question 1: "Would you like to be updated on current threats in your area?", all the respondents gave an affirmative answer.



Rycina 7. Opinia respondentów na temat chęci bycia informowanym o zagrożeniach
Figure 7. Female respondents' opinion on whether they wished to be notified of threats
Tak – Yes; Nie – No; Grupa do 25 lat.. – up-to-25-year olds, 26-35-year-olds, 36-45-year-olds, over-56-year olds
Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.

W odpowiedziach na pytanie 2: „Czy aplikacja mająca poniższe cechy będzie dla Państwa interesująca?", można zaobserwować pewne rozbieżności. Mimo zasadniczej zgodności badanych i pozytywnego wyrażania się o aplikacji jedna kobieta z grupy wiekowej do 25 lat oraz jedna z grupy wiekowej 36–45 lat wyraziły się negatywnie na temat kształtu i możliwych opcji aplikacji.

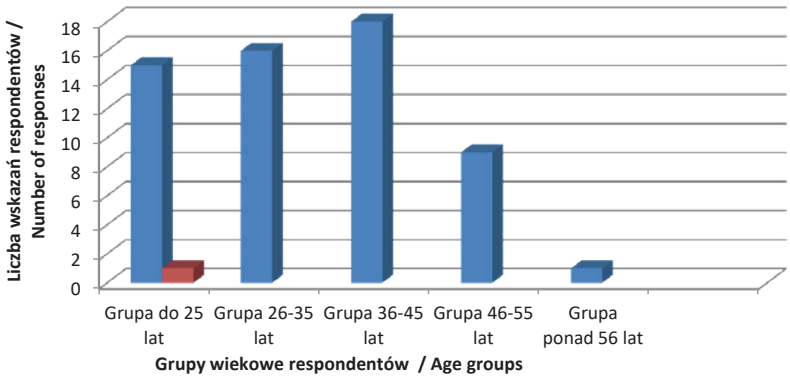
In Question 2: "Would an app with the following characteristics be of interest to you?" a certain discrepancy could be noticed. Although the female respondents were generally consistent in their positive answers regarding the app, one respondent from the group of up-to-25-year-olds and one respondent from the group of 36–45-year olds gave negative answers as to the design and possible options of the app.



Rycina 8. Opinia respondentów na temat zainteresowania aplikacją
Figure 8. Female respondents' opinion on whether the app was of interest to them
Tak – Yes; Nie – No; Grupa do 25 lat – up-to-25-year olds, 26-35-year-olds, 36-45-year-olds, over-56-year olds
Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.

W swoich odpowiedziach na pytanie 3: „Czy aplikacja powinna udostępniać informacje na temat najbardziej aktualnych zagrożeń?", kobiety były niemal w pełni zgodne – wyrażały aprobatę dla tego rozwiązania. Tylko jedna osoba z grupy najmłodszej odpowiedziała na pytanie przecząco.

In Question 3: "Should the app provide information on the latest threats?", almost all the female respondents answered "Yes". Only one respondent, from the youngest age group, answered "No" to this question.



Rycina 9. Opinia respondentów na temat udostępniania przez aplikację informacji o najbardziej aktualnych zagrożeniach
Figure 9. Female respondents' opinion on whether they wished to be notified of the latest threats
Tak – Yes; Nie – No; Grupa do 25 lat – up-to-25-year olds, 26-35-year-olds, 36-45-year-olds, over-56-year olds
Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.

W odniesieniu do planowanej struktury i przeznaczenia aplikacji odpowiedź ta wydaje się nielogiczna i może wynikać z niezrozumienia zagadnienia.

W przypadku pytania 4: „Czy w aplikacji powinny być zamieszczone komunikaty, instrukcje oraz scenariusze reagowania na poszczególne zagrożenia?", rozkład odpowiedzi pozostał zasadniczo podobny. Większość badanych odpowiedziała

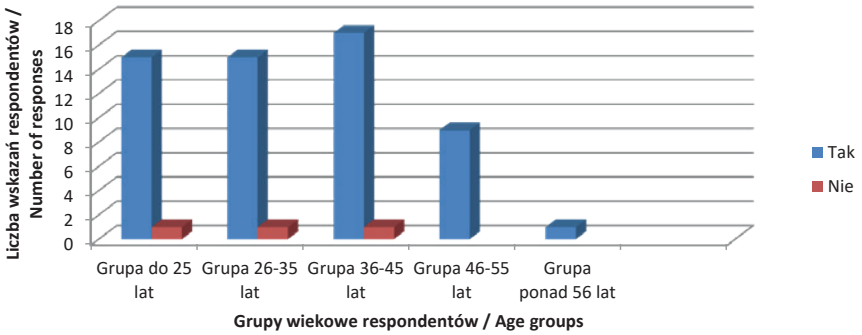
With regard to the planned design and purpose of the app, the negative answer seems to be illogical and might stem from a misunderstanding of the subject.

In Question 4: "Should the app provide communications, instructions and response scenarios for individual threats?", the majority of the female respondents answered "Yes". Only three respondents – from the first three age groups – said that

 ISSN 1895-8443

„Tak". Tylko trzy osoby: po jednej z trzech pierwszych grup wiekowych, stwierdziły, że publikowanie komunikatów, instrukcji i scenariuszy reagowania jest niecelowe. Wydaje się, że opinia ta wynika z braku pełnej wiedzy na temat działania tego typu oprogramowania.

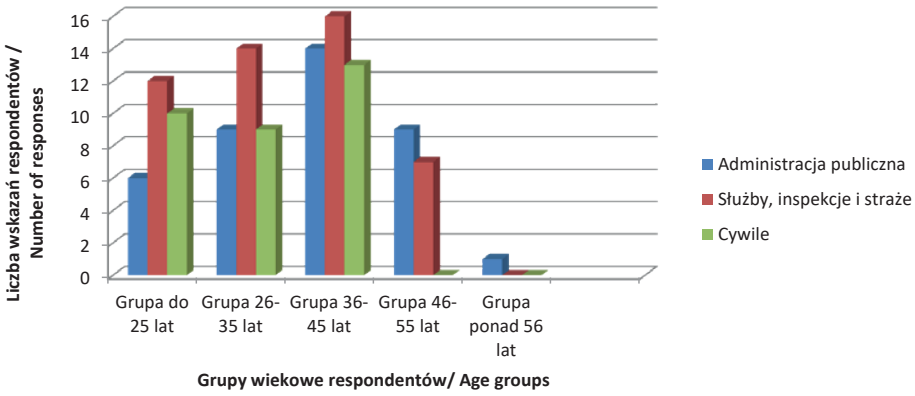
there was no point in issuing communications, instructions and response scenarios. It seems that this opinion resulted from insufficient knowledge of how this type of software works.



Rycina 10. Opinia respondentów na temat elementów aplikacji
Figure 10. Female respondents' opinion on what features the app should have
Tak – Yes; Nie – No; Grupa do 25 lat – up-to-25-year olds, 26-35-year-olds, 36-45-year-olds, over-56-year olds
Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.

Z kolei w odpowiedzi na pytanie 5: „Kto powinien mieć dostęp do takiej aplikacji?", większość kobiet wskazywała na służby, inspekcje i straże. Jeśli chodzi o pozostałe miejsca, rozkład odpowiedzi był bardzo różny. Na drugim miejscu na przemian pojawiała się administracja publiczna i ludność cywilna. W najmłodszej grupie wiekowej stosunek wskazań na ludność cywilną do wskazań na administrację publiczną wynosił 10:6. W grupie wiekowej 26–35 lat zaobserwowano równowagę w tym zakresie, a w grupie wiekowej powyżej 56 lat najczęściej wskazywanym podmiotem była administracja publiczna.

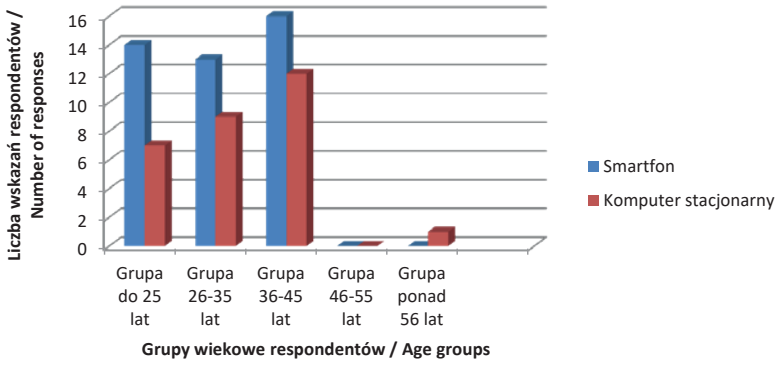
In Question 5: "Who should have access to the app?", most female respondents indicated services, inspections, brigades and guards. Other answers varied significantly. Second most-popular answers included, interchangeably, government administration and civilians. In the youngest age group, the relationship between answers involving civilians and answers involving government administration was 10:6. In the group of 26–35-year-olds, the answers on this subject were balanced, while in the group of over-56-year-olds, the most popular answer involved government administration.



Rycina 11. Opinia respondentów na temat tego, które podmioty powinny mieć dostęp do aplikacji
Figure 11. Female respondents' opinion on who should have access to the app
Tak – Yes; Nie – No; Grupa do 25 lat – up-to-25-year olds, 26-35-year-olds, 36-45-year-olds, over-56-year olds;
Administracja publiczna – government administration; Służby, inspekcje i straże – services, inspections, brigades and guards; Cywile – civilians
Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.

Odpowiedzi na pytanie 6: „Na jakich urządzeniach aplikacja powinna być dostępna?", pokazały, że wśród kobiet, podobnie jak wśród mężczyzn, urządzenia mobilne są wybierane przez osoby młodsze, a urządzenia stacjonarne – przez osoby starsze.

In Question 6: "What devices should the app be accessible on?", the answers showed that, as in the case of male respondents, mobile devices were preferred by younger respondents, while desktops were preferred by older respondents.



Rycina 12 Opinia respondentów na temat rodzajów urządzeń, na które aplikacja powinna być dostępna
Fig. 12 Female respondents' opinion on the types of devices the app should be accessible on.
Tak – Yes; Nie – No; Grupa do 25 lat – up-to-25-year olds, 26-35-year-olds, 36-45-year-olds, over-56-year olds; Smartfon – smartphone
Komputer stacjonarny – desktop
Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.

W pierwszych trzech grupach wiekowych wskazań na smartfony było więcej niż wskazań na urządzenia stacjonarne – odpowiednio: 14:7, 13:9 i 16:12. Interesujące jest to, że w grupie wiekowej 46–55 lat nikt nie udzielił odpowiedzi na pytanie. Z kolei najstarsi respondenci –zgodnie z zasygnalizowaną już tendencją – wskazali na urządzenia stacjonarne.

Pytanie 7: „Co by Państwa skłoniło do pobrania takiej aplikacji?", wymagało – ze względu na swój otwarty charakter – przeprowadzenia analizy jakościowej. Zaobserwowano wyraźną analogię między odpowiedziami kobiet a odpowiedziami mężczyzn. Pojawiło się bowiem bardzo mało wskazań różnych pod względem kategorii. Od odpowiedzi typu „ciekawość", „darmowy dostęp" możemy przejść do tych związanych z poczuciem bezpieczeństwa własnego i najbliższych, uzyskania rzetelnej i szybkiej informacji o zagrożeniach po „troskę o bezpieczeństwo".

In the first three age groups, answers involving smartphones were more frequent than answers involving desktops: 14:7, 13:9 and 16:12, respectively. What is interesting is that no respondents in the group of 46–55-year-olds gave an answer to this question. Older respondents, consistent with the mentioned tendency, indicated desktops.

Question 7: "What would prompt you to download such an app?", required a qualitative analysis due to the open-ended format of the question. A clear analogy was found between the answers of the female and male respondents. Namely, there were very little answers that differed in terms of category. These ranged from "curiosity" and "free access" to answers involving a sense of one's own and family's safety, and the need to obtain reliable and fast information on threats, to "concern for safety".

Dyskusja nad metodami i wynikami

Po przeanalizowaniu wyników przeprowadzonych badań można z 95-procentowym prawdopodobieństwem przyjąć, że dzięki metodzie, technice oraz narzędziu badawczemu, które zastosowano, uzyskano wyniki z założonym błędem w wysokości 0,09 umożliwiające falsyfikację postawionej hipotezy oraz wyciągnięcie wniosków mogących się przyczynić do opracowania interaktywnego narzędzia dającego społeczeństwu możliwość czynnego uczestniczenia w procesie monitorowania zagrożeń. Oczywiście przeprowadzona ankieta miała charakter badań wstępnych, których pozytywny rezultat umożliwi kontynuowanie programu badawczego przy użyciu innych technik, takich jak wywiad ekspercki, czy metod w postaci eksperymentu. Zastosowany algorytm analizy wyników według płci i wieku respondentów pozwolił uzyskać opinie na badany temat. Oczywiście można także prześledzić wyniki według – zawartych w metryczce narzędzia badawczego – wykształcenia i miejsca zamieszkania uczestników badania. Jednak ich wstępna analiza wykazała, że nie mają one większego wpływu na udzielone odpowiedzi. Obecnie bowiem dostęp do sprzętu elektronicznego oraz Internetu

Discussion of methods and results

Following an analysis of the surveys, it can be assumed with a 95-percent certainty that the methods, techniques and survey questionnaires which had been used yielded results with an assumed error of 0.09, allowing the falsification of the hypothesis and making it possible to draw conclusions that could contribute to the development of an interactive tool, in order to provide the public with an opportunity to become actively involved in the process of monitoring threats. Although the analysis conducted here only served as a preliminary study, its positive result will make it possible to continue the survey programme using other techniques, such as expert opinion surveys or experimental methods. The algorithm used for analysing the results by gender and age helped to obtain opinions on the studied subject. The results may also be plotted according to the educational attainment and place of residence of the respondents, which are included in the survey questionnaire demographic information section. However, a preliminary analysis showed that these factors had no significant influence on the answers given. It should be taken into account that electronic devices and the Internet

jest powszechny, a ich użytkowanie jest w znacznej mierze intuicyjne i nie wymaga specjalistycznych kwalifikacji.

Uzyskane wyniki wskazują natomiast niemal jednoznacznie na zainteresowanie respondentów projektowanym narzędziem oraz względne zrozumienie istoty jego działania. Oczywiście pojawiają się rozbieżności w zakresie jego ostatecznego kształtu i przeznaczenia. Pewien niepokój budzą odpowiedzi wskazujące na to, ze narzędzie będzie wykorzystywane przede wszystkim przez służby, inspekcje i straże, ale wydaje się, że te odpowiedzi wynikają z niewiedzy i nieświadomości badanych. Kampania społeczna oraz stosowne instrukcje będące elementem aplikacji powinny to zmienić.

Wnioski

Na podstawie uzyskanych wyników badań empirycznych można pozytywnie zweryfikować postawioną na początku artykułu hipotezę oraz wysnuć wniosek, że bezspornie potrzebne jest opracowanie interaktywnej aplikacji pozwalającej ludności cywilnej na czynny udział w procesie monitorowania zagrożeń. Jej projektowany kształt, jest w opinii badających właściwy. Aby oprogramowanie było w pełni funkcjonalne, powinno być interaktywne i umożliwiać przekazywanie oraz odbieranie informacji o zagrożeniach.

Jednakże w kontekście działania aplikacji niezbędne jest wprowadzenie zmian systemowych oraz zainicjowanie zmiany sposobu myślenia społeczeństwa. Jeśli chodzi o zmiany systemowe konieczne jest powołanie komórek (centrów dyspozycyjnych), które na szczeblach lokalnych, tj. w powiatach, będą weryfikować napływające informacje. Ogniwo powiatu wydaje się najwłaściwsze ze względu na optymalną liczbę pojawiających się zgłoszeń. W gminie może ich być zbyt mało, z kolei w województwie – zbyt wiele. Ponadto z perspektywy dyspozycji sił takie rozwiązanie powinno pozwolić na płynne funkcjonowanie centrum. Poza tym możliwości finansowe powiatu są większe niż możliwości finansowe gmin, w związku z czym powstanie tego typu podmiotów byłoby realne. Oczywiście powinny być one sprzężone z właściwym terenowo centrum powiadamiania ratunkowego (a nawet stanowić jego część) oraz centrum zarządzania kryzysowego. Pozwoliłoby to harmonijny obieg informacji o zagrożeniach.

Niezwykle ważnym elementem wdrażania aplikacji do powszechnego użytku jest ponadto merytoryczne oraz wolicjonalne i etyczne przygotowanie ludności cywilnej do korzystania z niej. Dlatego też wprowadzenie jej do użytku powinno być poprzedzone kampanią społeczną, na co wskazują niektóre odpowiedzi na pytania 3–5, a także wskazania w pytaniu 7. Aplikacja musi mieć jasno zredagowaną instrukcję i samouczek. Należy ponadto opracować analogiczne i w pełni kompatybilne jej wersje na urządzenia przenośne oraz stacjonarne.

Kolejną kwestią jest konieczność zaszczepienia w ludności cywilnej przekonania o potrzebie i celowości użycia aplikacji. Jeśli uda się zaangażować społeczności lokalne – bo na takim poziomie aplikacja ta będzie szczególnie przydatna – szybkość i dokładność wykrywania niebezpieczeństw się zwiększą. Korzystanie z aplikacji musi mieć jednak charakter odpowiedzialny. Zapewnić to powinien mechanizm lokalizacji

are widely available and highly intuitive, and their use does not require specialist knowledge.

The obtained survey results show a high degree of interest among respondents in the tool's being designed, and a relatively good understanding of how it should work. Still, there are some obvious discrepancies regarding its final form and function. The responses indicating that this tool will primarily be used by the services, inspections, brigades and guards might be a cause for concern, although it seems that these answers result from a lack of knowledge and awareness on the part of the respondents. A public awareness campaign and in-app instructions should be sufficient to change this perception.

Conclusions

The empirical study results confirm the hypothesis put forward at the beginning of this article and lead to the conclusion that there is a clear need to develop an interactive application to allow the public to become actively involved in the process of monitoring threats. The respondents positively assessed the current design of the application. To make it fully functional, it should be interactive and allow sending and receiving information about threats.

However, in the context of the application's functioning, it appears necessary to introduce system changes and raise public awareness. As for the system changes, it is necessary to establish units (dispatch centres) that would verify the information received at the local level, i.e. in districts (powiat). The district level seems to be the best solution in the context of processing an optimum number of notifications. A commune (gmina) might receive too few notifications, and an entire province (województwo) – too many. In addition, in terms of resource allocation, this should allow the smooth operation of the centres. In addition, the financial resources at the disposal of district units are greater than those available in the communes, which makes the establishment of such centres feasible. They should work closely with the relevant local emergency notification centres (or even become their part) and crisis management centres. This would facilitate the smooth flow of information about threats.

An extremely important element in the process of implementing the application for general use is to prepare the public in terms of the relevant knowledge, and volitional and ethical aspects needed to use it. Due to this, its introduction should be preceded by a public awareness campaign, which is suggested by some of the answers to questions 3–5 and 7. The application should have a clear manual and tutorial. Similar and fully compatible versions for mobile and desktop devices should also be developed.

It is also necessary to convince the public of the need and purposefulness of using the application. If we succeed in involving local communities, as it is at this level that the application will be particularly useful, the speed and precision of detecting threats will improve. However, the application must be used responsibly. This should be ensured by a solution designed to

zgłaszającego i jego identyfikacja. Powinien on wyeliminować wszelkie nieodpowiedzialne bądź złośliwe użycia tego narzędzia.

Jeśli powyższe wnioski zostaną wykorzystane w procesie wdrażania aplikacji do użytku, to można przypuszczać, że system zarządzania kryzysowego w Polsce zyska bardzo skuteczny i silnie zintegrowany ze strukturą społeczną kraju mechanizm, który pozwoli wykrywać zagrożenia oraz informować o nich i będzie uzupełnieniem obecnie istniejących rozwiązań.

gather information on the location and identity of the notifier. This should eliminate all cases of irresponsible and malicious use of this tool.

If the above conclusions are taken into consideration in the process of implementing the application, it can be assumed that the emergency management system in Poland will receive a highly effective mechanism that is tightly integrated with the country's social structure and facilitates the detection and notification of threats in addition to the existing solutions.

Wykaz skrótów

SMOK – System Monitoringu i Osłony Kraju
IMGW – Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej
ISOK – Informatyczny System Osłony Kraju
GUGiK – Główny Urząd Geodezji i Kartografii
KSWSiA – Krajowy System Wykrywania Skażeń i Alarmowania

List of abbreviations

SMOK – the National Monitoring and Protection System
IMGW – the Institute of Meteorology and Water Management
ISOK – the Computerised National Protection System
GUGiK – the Central Office for Cartography and Geodesy
KSWSiA – the National Contamination Detection and Alarm System

Literatura

[1] Sobczyk M., *Statystyka*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2018.
[2] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 16 października 2006 r. w sprawie systemów wykrywania skażeń i właściwości organów w tych sprawach (Dz. U. Nr 191, poz. 1415).
[3] Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 7 stycznia 2013 r. w sprawie systemów wykrywania skażeń i powiadamiania o ich wystąpieniu oraz właściwości organów w tych sprawach (Dz. U. poz. 96), § 4, pkt 1.
[4] *Ocena przygotowań w zakresie ochrony ludności i obrony cywilnej w Polsce za 2015 r.*, Biuro ds. Ochrony Ludności i Obrony Cywilnej Komendy Głównej Państwowej Straży Pożarnej, Warszawa 2016, 8.
[5] http://www.zabieram.pl.mediafm.net/art/40701/regionalny-system-ostrzegania-w-caej-polsce.html [dostęp: 1.02.2018].
[6] http://www.lublin.uw.gov.pl/regionalny-system-ostrzegania [dostęp: 31.01.2018].
[7] http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-3023155/The-app-save-LIFE-Emergency-service-tells-rescuers-save-touch-button.html [dostęp: 7.02.2017].
[8] https://play.google.com/store/apps/details?id=com.curlybrace-apps.ruchir.rescuer [dostęp: 7.02.2017].
[9] https://play.google.com/store/apps/details?id=com.threesixtyen-tertainment.nesn [dostęp: 7.02.2017].

DR HAB. HENRYK WYRĘBEK, PROF. UPH – doktor hab. nauk społecznych (dyscyplina: nauki o obronności). Profesor nadzwyczajny w Instytucie Nauk Społecznych i Bezpieczeństwa Wydziału Humanistycznego Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach, kierownik Zakładu Bezpieczeństwa Państwa. W swoich zainteresowaniach naukowo-badawczych skupia się na problemach interdyscyplinarnych: naukach o zarządzaniu oraz naukach o bezpieczeństwie i obronności. Autor ponad 100 publikacji naukowych.

DR PAWEŁ SZMITKOWSKI – adiunkt w Zakładzie Bezpieczeństwa Państwa Instytutu Nauk Społecznych Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach. Od 2014 roku kierownik Pracowni Zarządzania Kryzysowego. Autor i redaktor monografii, artykułów naukowych i popularno-naukowych z zakresu zarządzania kryzysowego, ochrony ludności i obrony cywilnej oraz edukacji dla bezpieczeństwa.

HENRYK WYRĘBEK, PROF. UPH, doctor in social sciences (discipline: defence science). Associate Professor at the Social Science and Security Institute of the Faculty of Humanities of the Siedlce University of Natural Sciences and Humanities, Head of the Department of State Security. His scientific research interests include interdisciplinary problems of management sciences, and security and defence sciences. He has authored over 100 scientific publications.

PAWEŁ SZMITKOWSKI, PH.D. – assistant professor at the Department of State Security of the Social Science and Security Institute of the Siedlce University of National Sciences and Humanities. Since 2014 he has been Head of the Crisis Management Unit at the Department. He has published and edited a number of monographs, scientific and popular science articles in crisis management, population protection and civil defence, as well as safety education.

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Stworzenie anglojęzycznych wersji oryginalnych artykułów naukowych wydawanych w kwartalniku „BITP. Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza" – zadanie finansowane w ramach umowy 658/P- DUN/2018 ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych na działalność upowszechniającą naukę.

Jedyna taka publikacja na polskim rynku*

GASZENIE POŻARÓW WEWNĘTRZNYCH

Rozgorzenie i spalanie gazów pożarowych, metody gaśnicze, taktyka działań, szkolenie w warunkach rzeczywistych

Adrian Ridder

Ulrich Cimolino

Martin Fuchs

Jan Südmersen

Guido Volkmar

Tłumaczenie i redakcja: Jan Kielin

- przedstawia **rzeczywisty stan nauki i techniki** w zakresie gaszenia pożarów wewnętrznych
- w kompleksowy sposób prezentuje **zagadnienia dynamiki pożaru, metod i technik gaszenia pożarów wewnętrznych, technik wentylacji taktycznej oraz kwestie szkolenia strażaków w warunkach realnego pożaru**
- **podstawy dotyczące procesów chemiczno-fizycznych** zachodzących podczas spalania
- **dokładne definicje zjawisk pożarowych**, które nigdzie wcześniej nie zostały opisane

ZAMÓW SWÓJ EGZEMPLARZ NA WWW.CNBOP.PL

* Publikacja została oparta na realiach systemu ratowniczego w Niemczech, jednak posiada odniesienie do systemu ratowniczo-gaśniczego funkcjonującego w Polsce.

45 LAT CNBOP-PIB

1972

UTWORZENIE OBROP

Utworzenie Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Ochrony Przeciwpożarowej (OBROP) w Józefowie-Dębince na podstawie zarządzenia Nr 81 Ministra Spraw Wewnętrznych z dnia 14 sierpnia 1972 r.

1974

OŚRODEK NORMALIZACYJNY MSW

Ustanowienie OBROP jako ośrodka normalizacyjnego w resorcie spraw wewnętrznych na podstawie zarządzenia Nr 66/67 Ministra Spraw Wewnętrznych.

1984

OBROP –> CNBOP

Przekształcenie OBROP w Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej (CNBOP), na podstawie zarządzenia Nr 9/84 Ministra Spraw Wewnętrznych z dnia 28 stycznia 1984 r. (Dz. ZiR KG SP Nr 1-2, poz.3).

1992

JEDNOSTKA ORGANIZACYJNA PSP

Włączenie CNBOP w poczet jednostek organizacyjnych Państwowej Straży Pożarnej w rozumieniu ustawy z dnia 24 sierpnia 1991 r. o Państwowej Straży Pożarnej.

1996

AKREDYTOWANE LABORATORIA

Uzyskanie akredytacji Polskiego Centrum Badań i Certyfikacji przez: Laboratorium Badań Właściwości Pożarowych Materiałów, numer certyfikatu L 60/1/96 (następnie Zakład Laboratorium Badań Właściwości Pożarowych Materiałów, certyfikat akredytacji Nr AB 060 wydany przez Polskie Centrum Akredytacji), Laboratorium Pomp i Armatury Wodno-Pianowej, numer certyfikatu L 59/1/96 (następnie Zakład Laboratorium Technicznego Wyposażenia Straży Pożarnej, certyfikat akredytacji Nr AB 059 wydany przez Polskie Centrum Akredytacji).

1997

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

UTWORZENIE JEDNOSTKI CERTYFIKUJĄCEJ

Utworzenie w CNBOP Jednostki Certyfikującej w celu prowadzenia oceny zgodności wyrobów wprowadzanych do obrotu i stosowanych w ochronie przeciwpożarowej.

KOLEJNA AKREDYTACJA

Uzyskanie akredytacji Polskiego Centrum Badań i Certyfikacji przez Zakład-Laboratorium Sygnalizacji Alarmu Pożaru i Automatyki Pożarniczej.

ISSN 1895-8443

1999

AKREDYTACJA JEDNOSTKI CERTYFIKUJĄCEJ

Uzyskanie akredytacji Polskiego Centrum Badań i Certyfikacji (obecnie Polskie Centrum Akredytacji) przez Jednostkę Certyfikującą.

2000

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

AKREDYTACJA DLA TRZECH LABORATORIÓW

Uzyskanie akredytacji Polskiego Centrum Badań i Certyfikacji przez kolejne 3 laboratoria badawcze: Zakład-Laboratorium Technicznych Zabezpieczeń Przeciwpożarowych, Laboratorium Środków Gaśniczych i Sprzętu Podręcznego, Laboratorium Pojazdów i Wyposażenia.

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.

2010

STATUS PAŃSTWOWEGO INSTYTUTU BADAWCZEGO

Nadanie przez Radę Ministrów Centrum Naukowo-Badawczemu Ochrony Przeciwpożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego w Józefowie statusu państwowego instytutu badawczego (Dz. U. Nr 181, poz. 1219), a tym samym wejście CNBOP do prestiżowego grona kilkunastu państwowych instytutów badawczych.

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).

2016

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.

45 YEARS OF CNBOP-PIB

1972

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.

1974

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]).

1984

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.

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

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).

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

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.

ISSN 1895-8443

1999

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).

2000

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.

2003

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.

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.

2004

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.

2010

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.

2016

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.

W

Relacje z konferencji, sympozjów, szkoleń, targów oraz innych wydarzeń dotyczących bezpieczeństwa i ochrony przeciwpożarowej. Zapraszamy do lektury!

KONFERENCJA NAUKOWA

„Bezpieczeństwo obiektów zabytkowych i ich zbiorów”

26 kwietnia 2018 r. w Centrum Naukowo-Badawczym Ochrony Przeciwpożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego – Państwowym Instytucie Badawczym (CNBOP-PIB) w Józefowie odbyła się konferencja naukowa pt. „Bezpieczeństwo obiektów zabytkowych i ich zbiorów”.

Organizatorem wydarzenia było CNBOP-PIB przy współudziale następujących jednostek naukowych: Instytutu Zarządzania Wydziału Prawa i Administracji Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach, Uniwersytetu Technologiczno-Humanistycznego im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydziału Dowodzenia i Operacji Morskich Akademii Marynarki Wojennej im. Bohaterów Westerplatte w Gdyni, Wydziału Inżynierii Bezpieczeństwa Cywilnego Szkoły Głównej Służby Pożarniczej.

Sesja została zorganizowana w ramach projektu nr DOB-BIO7/08/01/2015 pt. „Opracowanie innowacyjnego systemu zarządzania bezpieczeństwem obiektów zabytkowych w zurbanizowanych centrach miast” realizowanego przez konsorcjum naukowe ze środków finansowych Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (konkurs nr 7/2015 na wykonanie projektów w zakresie

ISSN 1895-8443

badań naukowych lub prac rozwojowych na rzecz obronności i bezpieczeństwa państwa).

W wydarzeniu uczestniczyli naukowcy, eksperci, teoretycy i praktycy oraz zaproszeni goście, w tym przedstawiciele konsorcjum naukowego realizującego ww. projekt: Szkoły Głównej Służby Pożarniczej, Szkoły Aspirantów Państwowej Straży Pożarnej w Krakowie, firmy Dynamic Safety Corporation Spółka z o. o., CNBOP-PIB, a także reprezentanci uczelni wyższych, jednostek organizacyjnych Państwowej Straży Pożarnej oraz innych podmiotów współpracujących i zainteresowanych powyższą tematyką. Jego głównym celem była prezentacja wyników prowadzonych badań, wymiana poglądów i doświadczeń przedstawicieli środowiska naukowego, zaproszonych gości i ekspertów reprezentujących instytucje, organizacje i firmy działające na rzecz bezpieczeństwa i świadczące usługi w tym zakresie. Podjęto także próbę znalezienia odpowiedzi na kluczowe pytania dotyczące zarządzania ryzykiem i rozpoznawania nowych rodzajów zagrożeń, jak również wskazania rozwiązań zapewniających bezpieczeństwo w obiektach zabytkowych, w tym muzealnych oraz skuteczniejszej ochrony zbiorów.

Podczas konferencji prelegenci zaprezentowali następujące referaty: *Jak chronić skuteczniej? Jak projektować i zarządzać bezpieczeństwem? Wnioski i rekomendacje w zakresie ochrony przeciwpożarowej obiektów zabytkowych i ich zbiorów*, *Scenariusze rozwoju możliwych pożarów w obiektach użyteczności publicznej (ZL) jako podstawa planowania działań ratowniczo-gaśniczych w wypadku pożaru*, *Opracowanie innowacyjnego systemu zarządzania bezpieczeństwem obiektów zabytkowych w zurbanizowanych centrach miast (OZAB)*, *Model zarządzania bezpieczeństwem pożarowym obiektów zabytkowych*, *Istota i znaczenie bezpieczeństwa finansowego*.

Uczestnicy spotkania wymienili opinie dotyczące problematyki bezpieczeństwa obiektów zabytkowych, przedstawili wyniki prowadzonych badań oraz określili obszary wymagające udoskonalenia. Wystąpienia prelegentów stanowiły podstawę do rozpoczęcia aktywnej dyskusji, podczas której podkreślono potrzebę podejmowania systematycznych działań integrujących poszukiwania badawcze, wymianę wiedzy oraz doświadczeń w obszarze stosowanych metod, technik i narzędzi poznania i projektowania bezpieczeństwa.

Konferencja stanowiła istotny głos w dyskusji naukowej w zakresie omawianej problematyki. Nie ograniczono się jedynie do poruszenia aspektów bezpieczeństwa pożarowego lecz zaprezentowano kwestię zapewnienia bezpieczeństwa w obiektach zabytkowych z szerszej perspektywy. Wskazano również potrzebę kontynuacji badań i wdrażania nowych rozwiązań.

BEATA WOJTASIAK
Specjalista w Zakładzie Ocen Technicznych CNBOP-PIB

RAFAŁ NOSKE
Specjalista w Zakładzie Ocen Technicznych CNBOP-PIB

Święty FLORIAN – PATRON STRAŻAKÓW

Obchody dnia strażaka związane są nierozerwalnie z kultem św. Floriana. Św. Florian jest patronem mocno zakorzenionym w świadomości i tradycji mieszkańców znacznej części Europy Środkowej. Większość z nas zna wizerunek św. Floriana gaszącego płonący budynek ze skopkiem wypełnionym wodą oraz wie, jaki rodzaj opieki sprawuje [1]. 4 maja, kiedy to przypada jego wspomnienie, w kościołach odbywają się uroczyste msze, które często swoją obecnością uświetniają orkiestry dęte oraz hufce strażackie [2].

Florian, jako wyznawca wiary chrześcijańskiej, zginął śmiercią męczeńską. Z przywiązanym do szyi kamieniem młyńskim, został zrzucony z mostu górskiej rzeki Enns w Noricum (dzisiaj środkowa Austria). Jako datę tego wydarzenia podaje się dzień 4 maja 304 r. Ciało świętego pochowała chrześcijanka Waleria. „W miejscu jego pochówku kilkakrotnie wznoszono poświęcone mu świątynie, które były systematycznie niszczone przez wędrujące plemiona. Po upływie wielu lat i umocnieniu się pozycji chrześcijaństwa, na przełomie VIII i IX w., nad jego grobem zbudowano klasztor założony przez mnichów z Passawy. Klasztor zachował się do dzisiaj i znany jest jako opactwo św. Floriana" [3].

KULT

W Polsce kult tego świętego jest szczególnie rozwinięty, o czym mogą świadczyć liczne figurki znajdujące się w miastach i wsiach [2]. Stawiano je głównie, by chronić budynki przed pożarami. Początek datowany jest na rok 1184. Wówczas dzięki staraniom księcia Kazimierza Sprawiedliwego sprowadzono z Rzymu relikwie świętego. „Umieszczono je w środkowej części ołtarza Katedry Wawelskiej. Z czasem przeniesione zostały uroczyście na Kleparz (przedmieście Krakowa), gdzie powstała kolegiata pod wezwaniem świętego. Historię sprowadzenia relikwii świętego Floriana do Polski opisał Jan Długosz. Przełom XII i XIII w. zaowocował rozwojem kultu świętego na obszarze całej diecezji krakowskiej, poznańskiej, następnie całego Królestwa Polskiego. Dzień 4 maja stał się oficjalnym świętem tego patrona" [4]. Na przełomie XIII i XIV wieku kult wyraźnie przygasł w związku z wyniesieniem na ołtarze polskiego biskupa Stanisława ze Szczepanowa przez papieża Innocentego IV w 1253 r. Na skutek potrzeb ludowych związanych głównie z lękiem przed pożarami kult męczennika na nowo odżył na początku XV w. W 1436 r. św. Florian został włączony do grona głównych patronów Polski. Niezależnie znaczny wpływ na rozwój kultu wywarły liczne pieśni, kazania i żywoty świętych, np. *Żywoty świętych polskich* Piotra Skargi oraz okazała procesja, która aż do XX w. wędrowała corocznie 4 maja z Wawelu do kolegiaty na Kleparzu [5]. Z wizerunkiem św. Floriana związane jest porzekadło: „Kiedy trwoga, to do Boga". W Polsce jego kult najczęściej objawiał się podczas burz i pożarów będących ich następstwem. Odprawiano wówczas błagalne modły do św. Floriana. Po pożarze, który ogarnął Warszawę w 1669 r., jej mieszkańcy wybudowali kościół pod wezwaniem św. Floriana [3].

WIZERUNEK

Św. Florian był czczony jako obrońca wiary chrześcijańskiej. Początkowo przedstawiano go jako rzymskiego żołnierza. ale już w XIII wieku jako rycerza w purpurowym płaszczu lub rzymskiego wojownika w tunice, trzymającego rozwinięty sztandar, czasem tarczę, na której widniały krzyż i miecz. Korzenie obecnej roli patronatu i związanych z nią atrybutów św. Floriana sięgają XV wieku, kiedy to jego wizerunek dodatkowo wzbogacono o naczynie z wodą i płonący u jego stóp budynek. Elementy te stały się charakterystycznymi atrybutami tego świętego. W Polsce taki wizerunek datuje się od cudownego ocalenia w 1528 r. kościoła i części krakowskie-

ISSN 1895-8443

go Kleparza z ogromnego pożaru, który ogarnął Kraków. Legenda głosi, że objętą ogniem świątynię uratował św. Florian, który polewał kościół wodą ze skopka. Florian stał się obrońcą przed żywiołem ognia. Najstarsze wyobrażenie świętego w Polsce zachowało się na pieczęciach Rady Miejskiej Krakowa z 1485 r. Prezentują sylwetkę człowieka zakutego w zbroję, trzymającego w dłoniach drzewce chorągwi i podłużną tarczę ozdobioną krzyżem. Na pieczęciach z XVI wieku św. Florian trzyma w prawej ręce skopek, w lewej – tarczę zdobioną krzyżem. Pierwsza kleparska pieczęć z napisem w języku polskim pochodząca z końca XVIII wieku przedstawia św. Floriana ubranego w obcisłą tunikę, a woda ze skopka leje się strumieniem na płonący budynek. Wśród malowanych wizerunków szczególną uwagę zwraca obraz umieszczony w ołtarzu głównym kolegiaty św. Floriana w Krakowie, pędzla Jana Tretki, nadwornego malarza Jana III Sobieskiego. W tle postaci świętego znajduje się widok Klepacza z XVIII wieku. Dziełem artysty jest też sześć medalionów zdobiących ołtarz główny [5].

PATRONAT

Nie sposób precyzyjnie określić, od kiedy św. Florian stal się patronem polskich strażaków. Najprawdopodobniej nastąpiło to wraz z rozwojem straży ogniowych w połowie XIX wieku. Przykładem przyjmowania św. Floriana za patrona było założenie w Krakowie w listopadzie 1860 r. Towarzystwa Wzajemnych Ubezpieczeń od Ognia im. św. Floriana – zwanego potocznie „Florianką". Trudno także wskazać od kiedy jego wizerunek pojawił się na strażackich sztandarach. Prawdopodobnie zwyczaj ten zrodził się najwcześniej na ziemiach byłego zaboru austriackiego. Tamtejsze formacje pożarnicze zaadoptowały wzór symbolu na swoje sztandary. Polskich strażaków nazywano Rycerzami św. Floriana lub Florianami. Związek Floriański powstał w czasie I wojny światowej w 1916 r. na terenie Królestwa Polskiego. Już w pierwszym roku swojej działalności wydał *Kalendarz floriański*. Winieta tej publikacji zawiera obraz palącego się gospodarstwa wiejskiego, obok – dwoje rozpaczających wieśniaków, nad pożarem widniał św. Florian wylewający wodę z naczynia. Wizerunek Świętego umieszczony był na medalu „Za długoletnią nieskazitelną służbę" Związku Floriańskiego. Pierwsze sztandary straży pożarnych z okresu zaborów wykonane były w kształcie kwadratu lub prostokąta. Na awersie znajdował się wizerunek św. Floriana, a na rewersie herb miejscowości będącej siedzibą jednostki, datę jej utworzenia i okolicznościowego jubileuszu. Całość okalały liście lauru lub dębu. W tzw. międzyczasie wzór sztandarów ulegał zmianom. Św. Florian przez ponad 40 lat nie był umieszczany na sztandarach. W 1991 r. Zarząd Główny ZOSP RP podjął uchwałę o zmianie symboliki związku i zmianie sztandarów. Zgodnie z nowym wzorem miały kształt kwadratu. Dopuszczono dwie wersje plastyczne rewersu. Pierwsza wersja – na tle krzyża wkomponowana postać św. Floriana uzgodniona z miejscowymi władzami kościelnymi. Druga wersja - hełm strażacki na tle skrzyżowanych toporków. Całość kompozycji zdobiły liście lauru. Wzór sztandaru dla jednostek Państwowej Straży Pożarnej ustanowiono w 1992 r. Na rewersie znajduje się wizerunek św. Floriana, a nad nim nazwa jednostki [3].

Tradycja niezłomności świętego Floriana jako rycerza Chrystusowego i męczennika za wiarę budowana była przez wieki. Wpisała się ona na stałe w środowisku strażackim, ze względu na to, że św. Florian jest patronem ogromnej liczby strażaków zawodowych i ochotników, których nazywają rycerzami św. Floriana".

Literatura

[1] Witecka H., *Z ziemi włoskiej do Polski*, „Przegląd Pożarniczy" 2004, 6, s. 47.

[2] Strona internetowa: *Stowarzyszenie Konfraternia mazowiecka. Odznaki św. Floriana Mazowia*, http://osfm.pl/index.php/swiety-florian [dostęp: 09.07.2018].

[3] Strona internetowa: Ochotnicza Straż Pożarna w Zebrzydowicach, http://osp.zebrzy-dowice.pl/patron/ [dostęp: 07.07.2018].

[4] Sobkowicz K., *Wizerunek św. Floriana jako symbol heraldyczny w niektórych herbach polskich gmin i miast*, „Studia Teologiczno-Historyczne Śląska Opolskiego" 2016, 36(1), s. 252.

[5] Święty od ognia i wody, „Przegląd Pożarniczy, zakładka: Historia i Tradycja" https://www.ppoz.pl/zajrzyj-do-srodka/historia-i-tradycje/1229-swiety-od-ognia-i-wody [dostęp: 10.07.2018].

https://pixabay.com/pl

mgr BEATA WOJTASIAK
– specjalista w Zakładzie Ocen technicznych CNBOP-PIB

inż. RAFAŁ NOSKE
– specjalista w Zakładzie Ocen technicznych CNBOP-PIB

JÓZEF TULISZKOWSKI

mgr BEATA WOJTASIAK
inż. RAFAŁ NOSKE

1867

DATA I MIEJSCE URODZIN

4 lutego 1867,
Radziwiłłów na Wołyniu

1886

POMOCNICZA DRUŻYNA UCZNIOWSKA

Wstąpienie do pomocniczej drużyny uczniowskiej przy I kolumnie Ochotniczej Straży Pożarnej w Rydze

1891

STUDIA

Poczatek studiów na Politechnice w Rydze, potajemne wstąpienie do Ochotniczej Straży Pożarnej

1897

INŻYNIER MECHANIK

Ukończenie studiów z odznaczeniem (tytuł inżyniera mechanika budowy maszyn oraz specjalisty z dziedziny pożarnictwa i budownictwa)

1898

OCHOTNICZA STRAŻ OGNIOWA

Wstąpienie do Ochotniczej Straży Ogniowej w Kijowie, czynny udział w niebezpiecznych akcjach gaśniczych

SYGNAŁY DŹWIĘKOWE

Opracowanie na potrzeby Kijowskiej Straży sygnałów dźwiękowych dla taboru konnego

1903

ŻYCIE ZAWODOWE

Od 1903 – praca w Warszawie: prowadzenie wykładów z ochrony przeciwpożarowej, projektowanie sprzętu pożarniczego

1909

„WALKA Z POŻARAMI"

Publikacja (za własne środki) pionierskiego podręcznika dla strażaków „Walka z pożarami", który poruszał tematy związane z zapobieganiem i gaszeniem pożarów

ISSN 1895-8443

„PRZEGLĄD POŻARNICZY”

15 grudnia 1912 roku
– ukazanie się
pierwszego numeru
„Przeglądu Pożarniczego”

Przegląd Pożarniczy (1922 r.)

z archiwum w Kaliszu

ARCHIWUM PAŃSTWOWE W KALISZU

WOJSKO POLSKIE

1919–1926 – służba
w Wojsku Polskim

Oferta sikawek motorowych złożona
do Magistratu miasta Pleszewa w 1926 r.,
Akta miasta Pleszewa, sygn. 836

z archiwum w Kaliszu

ARCHIWUM PAŃSTWOWE W KALISZU

KRZYŻ WALECZNY

18 maja 1923
– odznaczenie
Krzyżem Walecznych
za czynny udział
w walce zbrojnej
z okupantem niemieckim

DATA ŚMIERCI

26 stycznia 1939

1912 1915 1919 1921 1923 1927 1939

STRAŻ OGNIOWA

28 lipca 1915 – objęcie
dowodzenia Warszawską
Strażą Ogniową
i jej reorganizacja,
wyszkolenie i usprzętowienie
oddziałów

Ćwiczenia popisowe miejskiej
i ochotniczej straży pożarnej (1891 r.)

źródło: http://www.przemysl.kmpsp.gov.pl/poczatki-strazy-pozarnej/

ZARZĄD GŁÓWNY

Od 1921 – członkostwo
w Zarządzie Głównym
Głównego Związku
Straży Pożarnych RP

„STRAŻACTWO ZAWODOWE”

1927–1931
– praca na stanowisku redaktora
naczelniego w czasopiśmie
„Strażactwo zawodowe”

Posiedzenie Zarządu Głównego Związku
Straży Pożarnych Rzeczypospolitej
Polskiej we Lwowie (sierpień 1929 r.)

ze zbiorów Narodowego Archiwum Cyfrowego

NARODOWE ARCHIWUM CYFROWE

Najważniejsze informacje w jednym miejscu*

Kieszonkowy poradnik kierującego działaniem ratowniczym

Informacje i listy kontrolne dla dowódców

Markus Gunter

Rolf Hermsen

Martin Neuhaus

Tłumaczenie i redakcja: Jan Kielin

- **po raz pierwszy w Polsce!**
- zawiera **podstawowe informacje i wskazówki** dotyczące akcji ratowniczo-gaśniczych
- **poradnik składa się z 4 działów tematycznych** oznaczonych innymi kolorami: Zagadnienia ogólne (biały), Pożary (czerwony), Ratownictwo techniczne (niebieski) i CBRN (zielony)
- poradnik wydrukowany **na papierze wodoodpornym**

ZAMÓW SWÓJ EGZEMPLARZ NA WWW.CNBOP.PL

* Publikacja stanowi przekład z języka niemieckiego. Uwzględniono w niej regulacje obowiązujące w Polsce, które funkcjonują w poszczególnych obszarach.

Bitp.cnbop.pl